

## BÖLÜM 5

# ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ NEDENSELLİK ANALİZİ: TÜRKİYE VE ALMANYA İÇİN KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ

*Turan ÇİDEM<sup>1</sup>*

### 1. GİRİŞ

Enerjinin üretim ve tüketim süreçlerinde kritik bir girdi olarak kullanılması, bu girdinin ekonomik büyümeyi ne ölçüde desteklediği sorusunu gündeme getirmiştir. 17. ve 18. yüzyıllarda emek, sermaye ve doğal kaynak faktörleri üretimde kullanılan temel faktörler iken 19. yüzyılda sanayileşmeyle beraber bu faktörlerin yanında enerji faktörü de ön plana çıkmaya başlamıştır (Çetin ve Seker, 2012). Nitekim Sanayi Devrimi sonrasında sermaye yoğun üretim anlayışının benimsenmesiyle beraber ülkeler, üretim miktarını artırmak amacıyla enerji talebini de artırmıştır. Enerji rezervlerinin dünyada dengesiz dağılımından dolayı enerji kaynaklarının bol miktarda olduğu ülkeler, enerji kaynaklarının kıt olduğu ülkelere göre daha avantajlı hale gelmiştir. Bu nedenle enerji kaynaklarının bol olduğu ülkelerde üretim için gereken girdilere daha kolay erişilmesi, hem üretim miktarının artmasına hem de üretim maliyetlerinin düşmesine önemli seviyede katkı sağlamaktadır (Hepektan ve Sertkaya, 2016).

Enerji, ülkelerin ulusal ve uluslararası politik kararlarının belirlenmesine öncülük eden ve ülkelerin gelişmişlik seviyesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Korkmaz ve Develi, 2012). Enerji kaynakları birincil enerji kaynakları ve ikincil enerji kaynakları şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Birincil enerji kaynakları doğrudan doğadan elde edilen, işlenmemiş yapıda olan ve çoğunlukla fosil kökenli petrol, kömür ve doğalgaz gibi tükenbilir özelliğe sahip kaynaklardır. İkincil enerji kaynakları ise birincil enerji kaynaklarının

---

<sup>1</sup> Kurum Bilgisi: Öğr. Gör. Dr., Ataşehir Adıgüzel Meslek Yüksekokulu, Bankacılık ve Sigortacılık Programı, İstanbul, Türkiye  
ORCID: 0000-0002-8229-3542  
Mail: turan\_cidem@hotmail.com

çeşitli yöntemlerle dönüştürülmesiyle elde edilen elektrik enerjisi, rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, nükleer enerji ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir özelliğe sahip enerji kaynaklarından oluşmaktadır (Akpolat ve Altıntaş, 2013).

Enerji tüketimi ve gelişmişlik seviyesi arasında pozitif bir ilişkinin olduğu ve enerji kullanımının ekonomik büyümenin nedeni olduğu şeklinde yaygın bir görüş bulunmaktadır (Korkmaz ve Develi, 2012). Burada belirtilen ekonomik büyüme; kişi başına düşen gelirden artış, üretilen mal ve hizmetlerin toplam değerinin artması, işgücü verimliliğindeki artış ve ülkenin sosyal, politik ve ideolojik yönlerden gelişimi gibi iktisadi göstergeleri ifade etmektedir (Han, 2022). Diğer taraftan iktisat teorisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyle ilgili iki yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan enerji yanlısı yaklaşım, enerjii emek ve sermaye gibi temel üretim faktörlerinden birisi olarak kabul ederek enerjinin ekonomik büyüme üzerinde kesin bir etkisinin olduğunu kabul etmektedir. Diğer yaklaşım olan neo-klasik yaklaşım ise ekonomik büyümenin belirleyicilerinin daha çok sermaye birikimi, işgücü ve teknoloji olduğunu belirterek enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu savunmaktadır. Başka bir ifadeyle bu yaklaşıma göre enerji maliyetlerinin Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH) içindeki payı düşük olduğu için enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etki düzeyi sınırlıdır (Doğan ve Değer, 2016). Ampirik literatürde ise enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki dört temel yaklaşımla açıklanmaktadır. Bunlardan büyüme hipotezi enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliği; tasarruf hipotezi ise ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedenselliği ifade etmektedir. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı durumda nötr hipotezi geçerli olurken, enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin karşılıklı olarak birbirini etkilemesi durumunda ise geri besleme hipotezi geçerli olmaktadır (Usta, 2016).

Çalışmada, Türkiye ve Almanya ülkelerinde karşılaştırmalı bir analizle enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Nitekim, gelişmiş bir ülke olarak kabul edilen Almanya, yüksek gelir düzeyi, teknolojik altyapısı ve gelişmiş sanayisi ile ön plana çıkmaktadır. Gelişmekte olan bir ülke olarak kabul edilen Türkiye'nin ise sanayileşme düzeyi ve teknolojik alt yapısı orta seviyede olup, kişi başına düşen gelir düzeyi Almanya'ya göre daha düşüktür. 1965-2024 dönemine ait yıllık verilerin kullanıldığı ve 60 gözlemin yer aldığı bu çalışmada, Türkiye ve Almanya'da kişi başına düşen birincil enerji tüketiminin kişi başına düşen GSYİH üzerindeki etkisi incelenerek her iki ülkede hangi nedensellik yaklaşımının geçerli olduğunun belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada ilk olarak değişkenlerin durağanlığı geleneksel birim kök testlerinden Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testleri ile yapısal kırılmayı dikkate alan birim kök testlerinden Lee-Strazicich

(2003) çift kırılmalı birim kök testi kullanılarak sınanmıştır. Elde edilen birim kök testi bulgularına göre değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi ARDL sınır testiyle incelenmiştir. Eşbütünleşme testi sonrası ise değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini belirleyebilmek amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatürde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyle ilgili yapılan araştırmalarda; enerji tüketiminden ekonomik büyümeye, ekonomik büyümeden enerji tüketimine, her iki değişken arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu veya bu değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığına yönelik farklı bulgular elde edilmiştir. Aşağıda, bu konuya ilişkin yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

Ghosh (2002) 1950-1997 dönemine ait veriler kullanarak Hindistan'a yönelik yapmış olduğu çalışmada, ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir Granger nedenselliğinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Buna karşın Paul ve Bhattacharya (2004)'ün 1950-1996 döneminde Engle-Granger eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerini kullanarak yine Hindistan'a yönelik yapmış olduğu çalışmada, enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin karşılıklı olarak birbirini etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Zhang ve Ren (2011), 1980-2008 dönemine ait verilerle Çin'de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin uzun dönemde birlikte hareket ettiği ve aralarında çift yönlü bir nedenselliğinin olduğu belirtilmiştir.

Fuinhas ve Marques (2011), 1965-2009 dönemine ait verilerin kullanıldığı çalışmada Türkiye, İtalya, Portekiz, İspanya ve Yunanistan ülkeleri için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testiyle incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda kısa ve uzun dönemde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu belirtilmiştir.

Uzunöz ve Akçay (2012), Türkiye'de 1970-2010 dönemi için birincil enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testiyle incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda iki değişken arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu ve GSYİH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğinin bulunduğu belirtilmiştir.

Çetin ve Seker (2012), Türkiye'de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Johansen-Juselius ve Stock-Watson eşbütünleşme testleri ile Toda-Yamamoto nedensellik yönetimini kullanarak incelemişlerdir. 1970-2009 dönemine ait verilerin kullanıldığı çalışmada, değişkenler arasında

eşbütünleşme ilişkisinin olduğu; fakat enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmadığı belirtilmiştir.

Kuo vd., (2014) yapmış oldukları çalışmada, Almanya'da 1971-2010 dönemi için enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmada GSYİH'den enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu belirtilmiştir.

Tatlı (2015), Türkiye'de toplam enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi yöntemiyle analiz etmiştir. 1981-2013 dönemine ait verilerin kullanıldığı çalışmada kısa ve uzun dönemde toplam enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif yönlü ve anlamlı bir etkisinin olduğu belirtilmiştir.

Naseri vd. (2016), 1990-2012 dönemi için OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi ve Johansen eşbütünleşme yöntemiyle analiz etmişlerdir. Çalışmada yenilenebilir enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu belirlenmiştir.

Rafindadi ve Öztürk (2017), 1971-2013 dönemi için Almanya'da yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Syzdykova (2018), Orta Asya ülkelerinde kişi başına düşen enerji tüketimi ve kişi başına düşen GSYİH arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. 1991-2016 dönemine ait verilerin kullanıldığı çalışmada enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedenselliğin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kızılkaya (2018), Türkiye'de 1960-2015 dönemine ait verilerle enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada iki değişken arasında uzun dönemli bir ilişkinin olmadığı ve analizde kullanılan Hacker-Hatemi-J bootstrap nedensellik test sonuçlarına göre enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Hayaloğlu vd. (2019), OECD ülkelerinde 1990-2017 dönemi için eşanlı panel veri analiz yöntemini kullanarak enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada, OECD ülkelerinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında karşılıklı ve pozitif bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Güner ve Azgün (2019), Türkiye'de enerji tüketiminin Reel GSYİH üzerindeki etkisini 1970-2016 dönemine ait verilerle incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda iki değişken arasında kısa ve uzun dönemde pozitif ve

anlamli bir ilişkinin bulunduğu ve enerji tüketiminden reel GSYİH'ya doğru tek yönlü nedenselliğin bulunduğu belirtilmiştir.

Aydın (2020), Türkiye'de 1965-2017 dönemi için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi zaman boyutunda (Toda-Yamamoto) ve frekans boyutunda (Breitung-Candelon) nedensellik testleriyle incelemiştir. Çalışmanın sonucunda zaman boyutunda değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı, frekans boyutunda ise uzun dönemde enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedenselliğin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ünüvar ve Keskinlik (2020), G20 üyesi 19 ülke için 2000-2016 döneminde yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında ilişkiyi Kao ve Johansen Fisher panel eşbütünleşme yöntemi ile FMOLS ve DOLS testleriyle analiz etmiştir. Çalışmanın sonucunda yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu belirtilmiştir.

Mete (2021), G7 ülkelerinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1993-2018 dönemine ait verilerle analiz etmiştir. Çalışmanın sonucunda enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin eşbütünleşik olduğu ve ekonomik büyümedeki artışın enerji tüketimini artırdığı belirtilmiştir.

Yanıktepe vd. (2021). 1970-2015 dönemine ait veriler kullanarak Türkiye'de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Johansen eş bütünleşme testi ve Granger nedensellik yöntemiyle analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu ve enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu belirtilmiştir.

Filiz Baştürk (2022), yükselen piyasa ekonomilerinde (Brezilya, Çin, Hindistan, Meksika ve Türkiye) yenilenebilir enerji tüketimi ile iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi 1995-2017 dönemi için panel Granger nedensellik yöntemiyle incelemiştir. Çalışmada, Çin, Meksika ve Türkiye için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu; buna karşılık Brezilya ve Hindistan için iki değişken arasında herhangi bir nedenselliğin olmadığı belirtilmiştir.

Yağış (2024), Türkiye'de 1965-2022 dönemi için enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ARDL sınır testiyle incelemiştir. Çalışmada enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi uzun dönemde %0,33 oranında artırdığı belirlenmiştir.

Ursavaş ve Şükrü Apaydın (2025), Türkiye'de 2008-2021 dönemini kapsayan yıllık verilerle elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik analiziyle araştırmışlardır. Araştırmada elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir Granger nedensellik

ilişkisinin olduğu ve Türkiye’de enerji odaklı büyüme hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### 3. VERİ SETİ, YÖNTEM VE BULGULAR

Türkiye ve Almanya’da enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelendiği bu çalışmada, 1965-2024 dönemine ait yıllık kişi başına düşen birincil enerji tüketimi ile kişi başına düşen GSYİH verileri kullanılmıştır. Kişi başına düşen birincil enerji tüketimiyle ilgili veriler Our World in Data veri tabanından elde edilirken, kişi başına düşen GSYİH verileri ise World Bank veri tabanından elde edilmiştir. Ayrıca hem değişen varyans sorununa karşı hem de elde edilen sonuçları daha kolay yorumlayabilmek amacıyla değişkenlerin doğal logaritması alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Tablo 1’de çalışmada kullanılan değişkenlere ait bilgilere yer verilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışmada Kullanılan Değişkenlere Ait Bilgiler

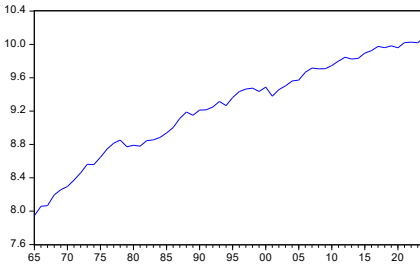
Değişkenin Adı	Kısaltması	Kaynak
Türkiye’de Kişi Başına Düşen Birincil Enerji Tüketimi (kWh)	lnTR_ENERJİ	Our World in Data
Türkiye’de Kişi Başına Düşen GSYİH (ABD Doları)	lnTR_GSYİH	World Bank
Almanya’da Kişi Başına Düşen Birincil Enerji Tüketimi (kWh)	lnALM_ENERJİ	Our World in Data
Almanya’da Kişi Başına Düşen GSYİH (ABD Doları)	lnALM_GSYİH	World Bank

Türkiye ve Almanya için analizde kullanılan modeller şu şekilde oluşturulmuştur:

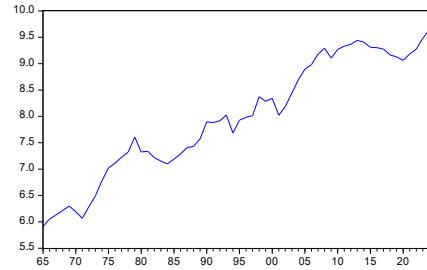
$$\text{Model 1: } \ln\text{TR\_ENERJİ}_t = \beta_1 \ln\text{TR\_GSYİH}_t + e_t \quad (1)$$

$$\text{Model 2: } \ln\text{ALM\_ENERJİ}_t = \beta_1 \ln\text{ALM\_GSYİH}_t + e_t \quad (2)$$

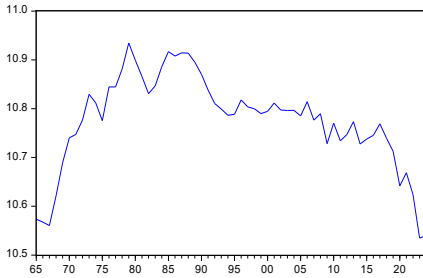
Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4’te ise çalışmada kullanılan değişkenlerin incelenen zaman aralığında izlediği seyir yer almaktadır.



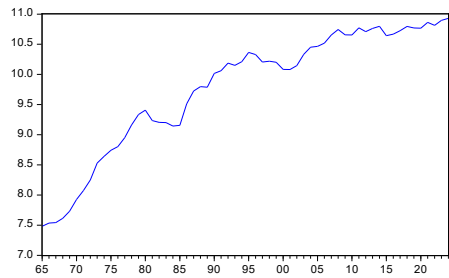
**Şekil 1.** lnTR\_ENERJİ



**Şekil 2.** lnTR\_GSYİH



**Şekil 3.** lnALM\_ENERJİ



**Şekil 4.** lnALM\_GSYİH

### 3.1. Birim Kök Testi Bulguları

Zaman serisi analizleri yapılmadan önce değişkenlerin durağanlığının belirlenmesi gerekmektedir. Nitekim değişkenlerin durağan olmaması sahte regresyon problemini ortaya çıkarmakta ve değişkenler arasında anlamlı olmayan ilişkinin anlamlı gibi görünmesine neden olmaktadır. Bu kapsamda çalışmada değişkenlerin durağanlığı geleneksel birim kök testlerinden olan ve Dickey ve Fuller (1981) tarafından geliştirilen ADF testi ile Phillips ve Perron (1988) tarafından geliştirilen PP testi kullanılarak incelenmiştir. ADF ve PP testinde serilerin birim köke sahip olup olmadığını belirlemek amacıyla ilgili hipotezler şu şekilde oluşturulmuştur:

$H_0$ : Seri birim köklüdür. (3)

$H_1$ : Seri birim köklü değildir. (4)

ADF ve PP gibi geleneksel birim kök testleri, değişkenlerde ekonomik kriz ve politik değişim gibi nedenlerden dolayı kırılmalar varsa bunları yakalayamaz. Bu nedenle değişkende kırılma olsa bile durağanlığın doğru bir şekilde test edilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla çalışmada ADF ve PP birim kök testinin yanı sıra yapısal kırılmayı dikkate alan birim kök testlerinden Lee-Strazicich (2003) çift kırılmalı birim kök testide uygulanmıştır. Bu testte serilerin birim köke sahip olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla ilgili hipotezler şu şekilde oluşturulmuştur:

$H_0$ : Seri yapısal kırılmayla beraber birim köklüdür. (5)

$H_1$ : Seri yapısal kırılmayla beraber birim köklü değildir. (6)

Çalışmada birim kök testiyle ilgili ilk olarak değişkenlere ADF ve PP birim kök testi uygulanmış ve buna dair sonuçlara Tablo 2’de yer verilmiştir.

Çalışmada birim kök testiyle ilgili ilk olarak değişkenlere ADF ve PP birim kök testi uygulanmış ve buna dair sonuçlara Tablo 2’de yer verilmiştir.

**Tablo 2.** ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları

	Değişken	ADF Testi		PP Testi	
		Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli
Düzyey	lnTR_ENERJİ	-2.7195 (0.0768)*	-2.9750 (0.1479)	-3.1830 (0.0260)**	-2.9795 (0.1466)
	lnTR_GSYİH	-1.1130 (0.7051)	-2.3280 (0.4126)	1.1109 (0.7060)	-2.6494 (0.2610)
	lnALM_ENERJİ	-1.0900 (0.7143)	-1.8097 (0.6875)	-1.3496 (0.6007)	-1.7133 (0.7329)
	lnALM_GSYİH	-3.0156 (0.0392)**	-1.9786 (0.6004)	-2.7856 (0.0665)*	-1.5110 (0.8147)
Birinci Fark	lnΔTR_ENERJİ	-8.2226 (0.0000)***	-8.7517 (0.0000)***	-8.2226 (0.0000)***	-8.7647 (0.0000)***
	lnΔTR_GSYİH	-7.1199 (0.0000)***	-7.0782 (0.0000)***	-7.1433 (0.0000)***	-7.1034 (0.0000)***
	lnΔALM_ENERJİ	-6.8509 (0.0000)***	-8.1030 (0.0000)***	-6.9086 (0.0000)***	-8.1088 (0.0000)***
	lnΔALM_GSYİH	-5.3244 (0.0000)**	-5.8055 (0.0000)**	-5.3244 (0.0000)**	-5.7129 (0.0000)**

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeyinde anlamlılığı, parantez içindeki değerler olasılık değerini ve Δ simgesi serinin birinci farkının alındığını göstermektedir.

Tablo 2'de değişkenlerin ADF ve PP birim kök test bulgularına yer verilmiştir. İlk olarak ADF test sonuçları incelendiğinde sabitli modelde lnTR\_ENERJİ serisinin %10 ve lnALM\_GSYİH serisinin %5 önem düzeyinde durağan olduğu, düzeyde durağan olmayan lnTR\_GSYİH ve lnALM\_ENERJİ serilerinin ise birinci farkı alındığında %1 önem düzeyinde durağanlaştığı gözlenmiştir. PP test sonuçları incelendiğinde sabitli modelde lnALM\_GSYİH serisinin %10 ve lnTR\_ENERJİ serisinin %5 önem düzeyinde durağan olduğu görülmektedir. Düzeyde durağan olmayan lnTR\_GSYİH ve lnALM\_ENERJİ serilerinin birinci farkı alındığında ise %1 önem düzeyinde durağanlaştığı belirlenmiştir. Tablo 3'te ise Lee-Strazicich (2003) birim kök testinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

**Tablo 3.** Lee-Strazicich (2003) Çift Kırılmalı Birim Kök Test Sonuçları

		Model A (Sabitli)			Model C (Sabitli-Trendli)		
		t istatistiği	Kırılma 1	Kırılma 2	t istatistiği	Kırılma 1	Kırılma 2
Düzyey	lnTR_ENERJİ	-2.128	1998	2000	-5.594**	1979	1993
	lnTR_GSYİH	-4.105**	1997	2000	-5.312**	1990	2008
	lnALM_ENERJİ	-2.523	1978	2013	-5.416**	1978	2013
	lnALM_GSYİH	-2.167	1977	1999	-5.440**	1979	1990
Birinci Fark	lnΔTR_ENERJİ	-5.017***	1982	2017	-9.572***	1975	1980
	lnΔTR_GSYİH	-4.880***	2009	2017	-6.463***	1977	2002
	lnΔALM_ENERJİ	-3.939**	1977	1984	-6.849***	1975	1981
	lnΔALM_GSYİH	-5.618***	1975	1978	-6.732***	1979	1989

\*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeyinde yapısal kırılmayla beraber anlamlılığı; Δ serinin birinci farkının alındığını ifade etmektedir. İlgili kritik değerler için bkz. Lee ve Strazicich (2003).

Tablo 3'te yer alan bulgulara göre ilk olarak Model A sonuçları değerlendirildiğinde düzey değerlerinde lnTR\_GSYİH serisinin Model A'ya ve Model C'ye göre %5 önem düzeyinde yapısal kırılmayla beraber durağan olduğu gözlenirken, düzeyde durağan olmayan lnTR\_ENERJİ, lnALM\_ENERJİ ve lnALM\_GSYİH serilerinin birinci farkı alındığında %1 önem düzeyinde yapısal kırılmayla beraber durağanlaştığı görülmektedir. Model C sonuçları değerlendirildiğinde ise düzey değerlerinde tüm serilerin %5 önem düzeyinde yapısal kırılmayla beraber durağan olduğu görülmektedir. Diğer taraftan tüm serilerin birinci farkı alındığında hem Model A'ya göre hem de Model C'ye göre yapısal kırılmayla beraber durağanlık gösterdiği belirlenmiştir.

Türkiye için Model A bulgularına göre lnTR\_GSYİH serisinde 1997–2000 döneminde ortaya çıkan kırılmalara; 1994 Krizi sonrasında ekonomide meydana gelen toparlanma, 1999 Marmara Depremi ve 2001 Krizi öncesi ekonomik dalgalanmalar gerekçe gösterilebilir. lnTR\_ENERJİ serisindeki 1998–2000 döneminde belirlenen kırılmalara ise toplam talepteki beklenmedik artışlar, enerji sektöründeki dönüşümler ve enerjiyle ilgili yapılan özelleştirmeler gerekçe gösterilebilir. Model C bulgularına göre ise lnTR\_GSYİH ve lnTR\_ENERJİ serilerinde 1979, 1993 ve 2008 yıllarında belirlenen kırılmalara petrol krizlerinin, yüksek enflasyonun, enerji arzındaki problemlerin ve küresel ekonomik krizlerin yol açtığı söylenebilir. Almanya için elde edilen Model A ve Model C bulgularına göre her iki seride de kırılmaların 1977, 1978, 1990, 1999 ve 2013 yıllarına rastladığı görülmektedir. lnALM\_GSYİH serisindeki 1978–2013 döneminde belirlenen kırılmalara; petrol şokları, Doğu Almanya ile Batı Almanya'nın birleşmesi, para birimi olarak euroya geçiş ve 2008 küresel finans krizi gerekçe gösterilebilir. lnALM\_ENERJİ serisindeki kırılmaların ise Almanya'da yenilenebilir enerji politikalarıyla ilgili yaşanan yapısal dönüşümler ile enerjide verimliliği artırmaya yönelik projelerden kaynaklandığı söylenebilir.

### **3.2. Eşbütünlüşme Testi Bulguları**

Çalışmada değişkenlerin durağanlığı belirlendikten sonra değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemek amacıyla Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi kullanılmıştır. İlgili literatür incelendiğinde değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiyi araştırmak için Engle ve Granger (1987) ve Johansen (1988) gibi eşbütünlüşme testleri yaygın olarak kullanılsa da bu testler, değişkenlerin birinci farkta durağan oldukları durumlarda uygulanmaktadır. Değişkenlerin farklı dereceden durağanlık gösterdiği durumlarda ise bahsedilen testler kullanılamamaktadır. ARDL sınır testinde ise değişkenlerin farklı dereceden olması, testin geçerliliğini etkilememekte ve farklı derecede durağan olan serilerde eşbütünlüşme testinin yapılması mümkün

olmaktadır. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığını belirleyebilmek için ise F istatistik değerine bakılmaktadır. Bu değer belirtilen alt ve üst kritik değerlerin altında olması durumunda eşbütünleşme ilişkisinin olmadığına, alt ve üst kritik değerlerin arasında olduğu durumda ilişkinin belirsiz olduğuna karar verilmektedir. Bu değer belirtilen alt ve üst kritik değerlerin üstünde olması durumunda ise değişkenlerin eşbütünleşik olduğuna yani uzun dönemde birlikte hareket ettiğine karar verilmektedir (Süslü ve Bekmez, 2010). Dolayısıyla yapılan bu çalışmada, birim kök testlerinden elde edilen bulgulara göre seriler farklı dereceden durağanlık gösterdiği için ARDL sınır testine dayalı eşbütünleşme analizi yapılmıştır. Türkiye ve Almanya için bu testle ilgili modeller aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

$$\Delta \ln TR\_ENERJİ_t = \alpha_0 + \phi_1 \ln TR\_ENERJİ_{t-1} + \phi_2 \ln TR\_GSYİH_{t-1} + \sum_{i=1}^m \theta_{1i} \Delta \ln TR\_ENERJİ_{t-1} + \sum_{i=1}^m \theta_{2i} \Delta \ln TR\_GSYİH_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

$$\Delta \ln ALM\_ENERJİ_t = \alpha_0 + \phi_1 \ln ALM\_ENERJİ_{t-1} + \phi_2 \ln ALM\_GSYİH_{t-1} + \sum_{i=1}^m \theta_{1i} \Delta \ln ALM\_ENERJİ_{t-1} + \sum_{i=1}^m \theta_{2i} \Delta \ln ALM\_GSYİH_{t-1} + \varepsilon_t \quad (8)$$

ARDL sınır testinde seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin belirlenmesinde aşağıdaki hipotezler kullanılmaktadır:

$$H_0: \text{Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur.} \quad (9)$$

$$H_1: \text{Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır.} \quad (10)$$

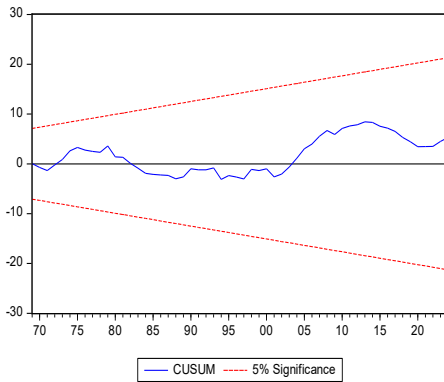
Çalışmada, Türkiye ve Almanya için kişi başına düşen birincil enerji tüketimi ile kişi başına düşen GSYİH arasındaki ilişki karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu kapsamda her iki ülke içinde elde edilen sonuçlara ayrı ayrı yer verilmiştir. İlk olarak Türkiye ile ilgili yapılan ARDL sınır testinde Schwarz Bilgi Kriteriyle maksimum gecikme sayısı olarak 1 olarak belirlenmiştir. En uygun ARDL modelinin ise ARDL (1,0) modeli olduğu belirlenmiştir. Tablo 4'te ARDL (1,0) modeli için elde edilen F istatistiği ve kritik değerleri ile tahmin edilen modele ait tanısal test istatistiklerine yer verilmiştir.

**Tablo 4.** Türkiye İçin ARDL Sınır Testi Sonuçları

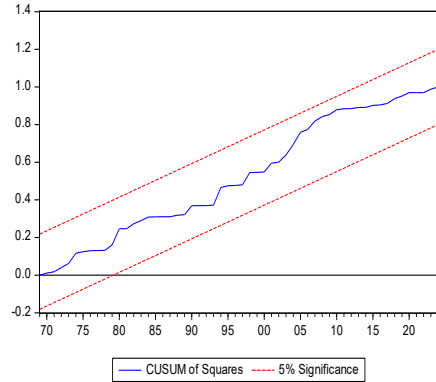
K	M	F İstatistiği	Önem Düzeyi	Kritik Değerler	
				Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
1	1	5.74***	%1	4.94	5.58
			%5	3.62	4.16
			%10	3.02	3.51
Tanısal Testler					
Tanısal Test			İstatistik Değeri		
Otokorelasyon Testi (Breusch-Godfrey LM Testi)			0.4793		
Değişen Varyans Testi (ARCH LM Testi)			0.3493		
Normal Dağılım Testi (Jarque-Bera Normallik Testi)			0.4171		
Model Kurma Hatası Testi (Ramsey Reset Testi)			0.2816		

**Not:** K açıklayıcı değişken sayısını, M maksimum gecikme uzunluğunu, \*\*\* %1 önem seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir. Kritik değer sınırları Pesaran vd. (2001) Tablo C1(ii)'den alınmıştır.

Tablo 4'te yer alan bulgulara göre hesaplanan F istatistik değeri (5.74) üst sınırdan (5.58) büyük olduğu için %1 önem seviyesinde eşbütünleşmenin olmadığını ifade eden hipotezi reddedilmekte ve eşbütünleşmenin olduğunu ifade eden hipotezi kabul edilmektedir. Dolayısıyla  $\ln TR\_ENERJİ$  ve  $\ln TR\_GSYİH$  serilerinin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini söylemek mümkündür. Ayrıca Tablo 4'te ARDL modelinin tanısal test sonuçları da yer almaktadır. Buna göre modelde herhangi bir otokorelasyon ve değişen varyans sorunu bulunmamakta, hata terimleri normal dağılmakta ve model kurma hatası bulunmamaktadır. İlâveten tahmin edilen model katsayılarının zaman içinde durağan (kararlı) olup olmadığını kontrol etmek amacıyla CUSUM ve CUSUMQ testlerinden yararlanılmaktadır. Bununla ilgili CUSUM ve CUSUMQ grafiklerine Şekil 5 ve Şekil 6'da yer verilmiştir. Grafik %5 güven bandı içinde kalıyorsa modelin durağan olduğuna karar verilmektedir. Şekil 5 ve Şekil 6 incelendiğinde CUSUM ve CUSUMQ grafiklerinin belirlenen sınırlar içinde yer aldığı için modelin durağan olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 5.** CUSUM Grafiği



**Şekil 6.** CUSUMQ Grafiği

Değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünlüşme ilişkisinin varlığı belirlendikten sonra uzun dönem ve kısa dönem katsayılarının hesaplanması gerekmektedir. Bununla ilgili Tablo 5'te uzun dönem ve kısa dönem katsayılarına ait sonuçlar yer almaktadır.

**Tablo 5.** ARDL Uzun ve Kısa Dönem Katsayıları

Uzun Dönem Katsayıları				
Değişken	Katsayı	Standart Sapma	t İstatistiği	Olasılık Değeri
lnTR_ENERJİ	1.8171	0.1338	13.5812	0.0000
Kısa Dönem Katsayıları				
C	-2.0930	0.6310	-3.3171	0.0016
ECM	-0.2429	0.0710	-3.4188	0.0012

Tablo 5'te yer alan uzun dönem katsayılarına göre lnTR\_ENERJİ serisi ile lnTR\_GSYİH serisi arasındaki ilişki %1 önem düzeyinde anlamlıdır. Buna göre uzun dönemde lnTR\_ENERJİ serisindeki %1'lik bir değişim lnTR\_GSYİH serisinde yaklaşık %1,8 değişime sebep olmaktadır. Dolayısıyla Türkiye'de uzun dönemde kişi başına düşen enerji tüketimindeki artışın, kişi başına düşen GSYİH'yı pozitif etkilediğini söylemek mümkündür. Hata düzeltme katsayısı (ECM) ise 0 ve -1 arasında değer alan ve kısa dönemde ortaya çıkan sapmaların ne kadarının uzun dönemde dengeleneceğini gösteren bir katsayıdır. Tablo 5'te -0,2429 olarak hesaplanan ECM katsayısı %1 önem düzeyinde istatistiki olarak anlamlı ve negatif işaretlidir. Bu sonuç hata düzeltme modelinin çalıştığını göstermektedir. Bu sonuca göre, lnTR\_ENERJİ ve lnTR\_GSYİH serileri arasında uzun dönemde ortaya çıkan bir sapma, bir sonraki dönemde yaklaşık %24 oranında düzelmektedir.

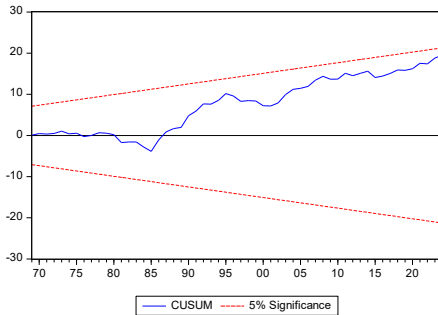
Türkiye ile ilgili ARDL sınır testiyle yapılan sonuçlara yer verildikten sonra aynı testlerin Almanya için de yapılması gerekmektedir. Almanya ile ilgili yapılan ARDL sınır testinde Schwarz Bilgi Kriteriyle maksimum gecikme sayısı olarak 1 olarak belirlenmiştir. En uygun ARDL modelinin ise ARDL (1,0) modeli olduğu belirlenmiştir. Tablo 6'da ARDL (1,0) modeli için elde edilen F istatistiği ve kritik değerleri ile tahmin edilen modele ait tanınal test istatistiklerine yer verilmiştir.

**Tablo 6.** Almanya İçin ARDL Sınır Testi Sonuçları

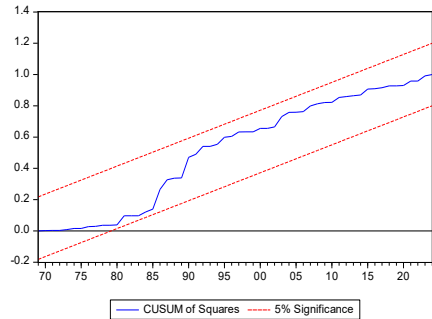
K	M	F İstatistiği	Önem Düzeyi	Kritik Değerler	
				Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
1	1	5.57**	%1	4.94	5.58
			%5	3.62	4.16
			%10	3.02	3.51
Tanısal Testler					
Tanısal Test			İstatistik Değeri		
Otokorelasyon Testi (Breusch-Godfrey LM Testi)			0.1172		
Değişen Varyans Testi (ARCH LM Testi)			0.8019		
Normal Dağılım Testi (Jarque-Bera Normallik Testi)			0.8777		
Model Kurma Hatası Testi (Ramsey Reset Testi)			0.9028		

**Not:** K açıklayıcı değişken sayısını, M maksimum gecikme uzunluğunu, \*\* %5 önem seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir. Kritik değer sınırları Pesaran vd. (2001) Tablo C1(ii)'den alınmıştır.

Tablo 6’da yer alan bulgulara göre, hesaplanan F istatistik değeri (5.57) üst sınırdan (4.16) büyük olduğu için %5 önem seviyesinde eşbütünleşmenin olmadığını ifade eden  $H_0$  hipotezi reddedilmekte ve eşbütünleşmenin olduğunu ifade eden  $H_1$  hipotezi kabul edilmektedir. Dolayısıyla  $\ln ALM\_ENERJİ$  ve  $\ln ALM\_GSYİH$  serilerinin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini söylemek mümkündür. ARDL modelinin tanısal test sonuçlarına göre ise modelde herhangi bir otokorelasyon ve değişen varyans sorunu bulunmamakta, hata terimleri normal dağılmakta ve model kurma hatası bulunmamaktadır. İlaveten tahmin edilen model katsayılarının zaman içinde durağan olup olmadığını kontrol etmek amacıyla Şekil 7 ve Şekil 8’de CUSUM ve CUSUMQ grafiklerine yer verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre CUSUM ve CUSUMQ grafikleri %5 güven bandı sınırları içinde yer aldığı için modelin durağan olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 7.** CUSUM Grafiği



**Şekil 8.** CUSUMQ Grafiği

Değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin varlığı belirlendikten sonra uzun dönem ve kısa dönem katsayılarının hesaplanması gerekmektedir. Bununla ilgili Tablo 7’de uzun dönem ve kısa dönem katsayılarına ait sonuçlar yer almaktadır.

**Tablo 7.** ARDL Uzun ve Kısa Dönem Katsayıları

Uzun Dönem Katsayıları				
Değişken	Katsayı	Standart Sapma	t istatistiği	Olasılık Değeri
lnALM_ENERJİ	5.1096	4.1733	1.2244	0.2259
Kısa Dönem Katsayıları				
C	-1.6005	0.4926	-3.2488	0.0020
ECM	-0.0366	0.0109	-3.3685	0.0014

Tablo 7'de yer alan uzun dönem katsayılarına göre kişi başı enerji tüketiminde (lnALM\_ENERJİ) %1 artış, uzun dönemde kişi başına düşen gelirden (lnALM\_GSYİH) yaklaşık %5.11 artışa yol açmaktadır. Fakat bu sonucun istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermediği belirlenmiştir. Tablo 7'de yer alan ve -0,0366 olarak hesaplanan ECM katsayısı ise %1 önem düzeyinde istatistiki olarak anlamlı ve negatif işaretlidir. Bu sonuç hata düzeltme modelinin çalıştığını göstermektedir. Bu sonuca göre, lnALM\_ENERJİ ve lnALM\_GSYİH serileri arasında uzun dönemde ortaya çıkan bir sapma, bir sonraki dönemde yaklaşık %3 oranında düzelmektedir.

### 3.3. Nedensellik Testi Bulguları

Her iki ülke içinde değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisinin varlığı belirlendikten sonra nedensellik analizine geçilmiştir. Literatürde değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenmesinde yaygın bir şekilde kullanılan Granger (1969) nedensellik testinde, değişkenlerin aynı dereceden durağan olması gerekmektedir. Toda ve Yamamoto (1995) tarafından geliştirilen Toda-Yamamoto nedensellik testi ise değişkenlerin farklı dereceden durağan olduğu durumlarda da kullanılabilir. Ayrıca değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisinin olup olmaması analiz sonuçlarının geçerliliğini etkilememektedir. Toda-Yamamoto nedensellik testinin bu şekilde üstünlüklere sahip olması nedeniyle çalışmada bu yöntemin kullanılması tercih edilmiştir. Vector Autoregressive (VAR) modeline dayanan Toda-Yamamoto nedensellik testinde ilk olarak uygun gecikme sayısı (m) ve değişkenlerin maksimum durağanlık seviyesi ( $d_{max}$ ) belirlenmektedir. Daha sonra  $m+d_{max}$  uzunluğunda VAR modeli tahmin edilmektedir (Gazel, 2017). Çalışmada Türkiye için kullanılan lnTR\_ENERJİ ve lnTR\_GSYİH değişkenleriyle ilgili VAR modeli şu şekilde oluşturulmuştur:

$$\ln TR\_GSYİH_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \phi_{1i} \ln TR\_GSYİH_{t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+d_{max}} \phi_{2i} + \sum_{i=1}^m \psi_{1i} \ln TR\_ENERJİ_{t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+d_{max}} \psi_{2i} \ln TR\_ENERJİ_{t-i} + \epsilon_{1t} \quad (11)$$

$$\ln TR\_ENERJİ_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \phi_{1i} \ln TR\_ENERJİ_{t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+d_{max}} \phi_{2i} + \sum_{i=1}^m \psi_{1i} \ln TR\_GSYİH_{t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+d_{max}} \psi_{2i} \ln TR\_GSYİH_{t-i} + \epsilon_{2t} \quad (12)$$

(11) numaralı modelin hipotezleri aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

$$H_0: \ln TR\_ENERJİ, \ln TR\_GSYİH \text{ 'nin nedeni değildir.} \quad (13)$$

$$H_1: \ln TR\_ENERJİ, \ln TR\_GSYİH \text{ 'nin nedenidir.} \quad (14)$$

(12) numaralı modelin hipotezleri ise aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

$$H_0: \ln TR\_GSYİH, \ln TR\_ENERJİ \text{ 'nin nedeni değildir.} \quad (15)$$

$$H_1: \ln TR\_GSYİH, \ln TR\_ENERJİ \text{ 'nin nedenidir.} \quad (16)$$

Çalışmada Almanya için kullanılan  $\ln ALM\_ENERJİ$  ve  $\ln ALM\_GSYİH$  değişkenleriyle ilgili VAR modeli ise şu şekilde oluşturulmuştur:

$$\ln ALM\_GSYİH_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \phi_{1i} \ln ALM\_GSYİH_{t-1} + \sum_{i=m+1}^{m+d_{\max}} \phi_{2i} + \sum_{i=1}^m \phi_{1i} \ln ALM\_ENERJİ_{t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+d_{\max}} \phi_{2i} \ln ALM\_ENERJİ_{t-i} \varepsilon_{1t} \quad (17)$$

$$\ln ALM\_ENERJİ_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \phi_{1i} \ln ALM\_ENERJİ_{t-1} + \sum_{i=m+1}^{m+d_{\max}} \phi_{2i} + \sum_{i=1}^m \phi_{1i} \ln ALM\_GSYİH_{t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+d_{\max}} \phi_{2i} \ln ALM\_GSYİH_{t-i} \varepsilon_{2t} \quad (18)$$

(17) numaralı modelin hipotezleri aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

$$H_0: \ln ALM\_ENERJİ, \ln ALM\_GSYİH \text{ 'nin nedeni değildir.} \quad (19)$$

$$H_1: \ln ALM\_ENERJİ, \ln ALM\_GSYİH \text{ 'nin nedenidir.} \quad (20)$$

(18) numaralı modelin hipotezleri ise aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

$$H_0: \ln ALM\_GSYİH, \ln ALM\_ENERJİ \text{ 'nin nedeni değildir.} \quad (21)$$

$$H_1: \ln ALM\_GSYİH, \ln ALM\_ENERJİ \text{ 'nin nedenidir.} \quad (22)$$

(11), (12), (17) ve (18) numaralı modellerde yer alan  $\alpha_0$  sabit terimi,  $m$  gecikme uzunluğunu,  $d_{\max}$  maksimum bütünleşme derecesini,  $\varepsilon_{1t}$  ve  $\varepsilon_{2t}$  ise hata terimini ifade etmektedir. Ayrıca bu test için uygun gecikme uzunluğu ( $m$ ) 1 ve maksimum bütünleşme derecesi ( $d_{\max}$ ) 1 olarak ( $m+d_{\max}=2$ ) belirlenmiştir. Tablo 8'de Toda-Yamamoto nedensellik testinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

**Tablo 8.** Toda-Yamamoto Nedensellik Test Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	M-Wald İstatistiği	Olasılık Değeri	Gecikme Uzunluğu ( $m+d_{max}$ )	Karar
$\ln TR\_ENERJİ \neq \ln TR\_GSYİH$	2.2732	0.0269**	2	$H_0$ red, nedensellik vardır
$\ln TR\_GSYİH \neq \ln TR\_ENERJİ$	0.0235	0.9837	2	$H_0$ kabul, nedensellik yoktur
$\ln ALM\_ENERJİ \neq \ln ALM\_GSYİH$	1.2284	0.2244	2	$H_0$ kabul, nedensellik yoktur
$\ln ALM\_GSYİH \neq \ln ALM\_ENERJİ$	-3.4210	0.0012***	2	$H_0$ red, nedensellik vardır

**Not:**  $\neq$  gösterilen yönde Granger nedenselliğinin olmadığı  $H_0$  hipotezini ifade etmektedir. \*\*\* ve \*\* simgeleri sırasıyla %1 ve %5 önem düzeyinde  $H_0$  hipotezinin reddedildiğini ifade etmektedir.

Tablo 8’de yer alan Toda-Yamamoto nedensellik testi bulgularına göre  $\ln TR\_ENERJİ$  serisinden  $\ln TR\_GSYİH$  serisine doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuç Türkiye’de kişi başına düşen enerji tüketiminin kişi başına düşen GSYİH’ı etkilediğini göstermektedir. Dolayısıyla Türkiye için “büyüme hipotezinin” geçerli olduğunu söylemek mümkündür. Diğer taraftan  $\ln TR\_GSYİH$  serisinden  $\ln TR\_ENERJİ$  serisine doğru herhangi bir nedensellik bulgusuna rastlanmamıştır. Almanya ile ilgili sonuçlar incelendiğinde ise  $\ln ALM\_GSYİH$  serisinden  $\ln ALM\_ENERJİ$  serisine doğru tek yönlü bir nedensellik bulgusuna rastlanmıştır. Dolayısıyla Almanya’da kişi başına düşen GSYİH’nın kişi başına düşen enerji tüketimini etkilediğini söylemek mümkündür. Bu bulgu Almanya için “tasarruf hipotezinin” geçerli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte  $\ln ALM\_ENERJİ$  serisinden  $\ln ALM\_GSYİH$  serisine doğru herhangi bir nedensellik bulgusuna rastlanmamıştır.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekonomik faaliyetlerin sürdürülmesinde, ulaşımın sağlanmasında, tarımsal verimliliğin artırılmasında, teknolojik gelişimin sürekliliğinde ve ekonomik kalkınmanın sağlanmasında büyük öneme sahip olan enerji, geçmişten günümüze üretim için en önemli girdilerden birisi olmuştur. Özellikle sanayileşme sürecinin başlamasıyla birlikte enerjinin üretimdeki yeri daha belirgin hale gelmiştir. Enerji kaynaklarına sahip olan ve bu kaynakları etkin kullanan ülkeler üretimin artırılmasında, üretim maliyetlerinin azaltılmasında, yaşam standartlarının yükseltilmesinde ve kalkınmada diğer ülkelere göre avantaj elde etmişlerdir.

Çalışmada, Türkiye ve Almanya’da 1965-2024 dönemi için enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Çalışmada her iki ülke içinde ayrı ayrı testler yapılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Bunun için çalışmada ilk olarak değişkenlerin durağanlığı geleneksel birim kök testlerinden ADF ve PP testleri ile yapısal kırılmayı dikkate alan birim kök testlerinden Lee-Strazicich (2003) çift kırılmalı birim kök testi kullanılarak sınanmıştır. Elde edilen birim kök testi bulgularına göre değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi ARDL sınır testiyle incelenmiştir. Türkiye için yapılan eşbütünleşme testi sonucunda değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiği belirlenmiştir. Ayrıca uzun dönemde enerji tüketimindeki artışın, ekonomik büyümeyi artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Almanya için yapılan eşbütünleşme testi sonucunda değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiği ortaya konmuş, fakat bu sonucun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Eşbütünleşme testi sonrası değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini belirleyebilmek amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır. Türkiye ve Almanya ile ilgili Toda-Yamamoto nedensellik testinden elde edilen bulgular birbirinden farklılık göstermektedir. Analizden elde edilen bulgulara göre, Türkiye’de enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu belirlenirken, Almanya’da ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre Türkiye’de “büyüme hipotezinin”, Almanya’da ise “tasarruf hipotezinin” geçerli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuçlardan yola çıkarak Türkiye’de enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi etkilemesi büyümenin enerjiye bağımlı olduğuna işaret etmektedir. Bu nedenle Türkiye’de sürdürülebilir ekonomik büyüme için enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, enerji verimliliğini artıran sübvansiyonların artırılması, enerji altyapısının güçlendirilmesi, kritik sektörlerle enerji tedarikinin kesintisiz sağlanması ve enerjide dışarıya bağımlılığı azaltıcı politikaların uygulanması gerekmektedir. Diğer taraftan Almanya’da ekonomik büyümenin enerji tüketimini etkilemesi büyümenin enerji talebini artırdığını göstermektedir. Bu nedenle Almanya’da enerji altyapısının büyüme hızıyla uyumlu bir şekilde planlanması gerekmektedir. Dolayısıyla ekonomik büyümeye bağlı olarak enerji talebindeki artışların enerji arzını zorlaştırmaması amacıyla enerji altyapısı esnek hale getirilmelidir. Diğer taraftan ekonomik büyümeye bağlı olarak enerji talebinin karşılanması amacıyla güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi gibi alternatif enerji kaynaklarına daha fazla önem verilerek enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akpolat, A. G., & Altıntaş, N. (2013). Enerji tüketimi ile reel GSYİH arasındaki eşbütünlük ve nedensellik ilişkisi: 1961-2010 dönemi. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 8(2), 115-127.
- Aydın, M. (2020). Enerji Tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye için frekans alanında nedensellik yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* (56), 83-96. <https://doi.org/10.18070/erciyesiibd.572506>
- Çetin, M. & Seker, F. (2012). Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 85-106.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- Doğan, B., & Değer, O. (2016). Enerji tüketimi, finansal gelişme ve ekonomik büyüme ilişkisi: Hindistan örnekleme. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 11(44), 326-338. <https://doi.org/10.19168/jyu.00320>
- Filiz Baştürk, M. (2022). Yükselen piyasa ekonomilerinde yenilenebilir enerji tüketimi-iktisadi büyüme ilişkisi. *Journal of Financial Politic & Economic Reviews/Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 59(660), 9-23.
- Fuinhas, J. A. & Marques, A. C. (2012). Energy consumption and economic growth nexus in Portugal, Italy, Greece, Spain and Turkey: An ARDL bounds test approach (1965–2009). *Energy Economics*, 34, 511–517.
- Gazel, S. (2017). Bist sınai endeksi ile çeşitli metaller arasındaki ilişki: Toda-Yamamoto nedensellik testi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (52), 287-299.
- Ghosh, S. (2002). Electricity consumption and economic growth in India. *Energy Policy*, 30(2), 125–129. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00078-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00078-7)
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*. 37(3), 424-438.
- Güner, B. & Azgün, S. (2019). Türkiye'de birincil enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Dinamik bir analiz. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (46), 139-169.
- Han, A. (2022). E7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin incelenmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 18(3), 797-814. <https://doi.org/10.17130/ijmeh.1015102>
- Hayaloğlu, P., Artan, S., & Demirel, S. K. (2019). Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel eşanlı model. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 5(2), 405-417.
- Hepektan, E., & Sertkaya, Y. (2016). Türkiye'de elektrik tüketimi, kişi başına GSYİH, CO2 emisyonu ve petrol tüketimi ilişkisi. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(12), 163-182. <https://doi.org/10.17828/yalovasosbil.288662>

- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-254.
- Kızılkaya, O. (2018). Türkiye'de enerji tüketimi ve büyüme ilişkisi: Eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Uluslararası İktisadi Ve İdari İncelemeler Dergisi*, 59-72.
- Korkmaz, Ö., & Develi, A. (2012). Türkiye'de birincil enerji kullanımı, üretimi ve gayri safi yurt içi hâsıla (GSYİH) arasındaki ilişki. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(2), 1-25.
- Kuo, K. C., Lai, S. L., Chancham, K., & Liu, M. (2014). Energy consumption, GDP, and foreign direct investment in Germany. *Applied Mechanics and Materials*, 675, 1797-1809.
- Lee, J. ve Strazicich, M.C. (2003). Minimum lagrange multiplier unit root test with two structural breaks. *Review of Economics and Statistics*. 85(4), 1082-1089.
- Mete, E. (2021). Enerji Tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: G7 ülkeleri örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(4), 1481-1495. <https://doi.org/10.16951/atauniibd.938207>
- Naseri, S. F., Motamedi, S., & Ahmadian, M. (2016). Study of mediated consumption effect of renewable energy on economic growth of OECD countries. *Procedia Economics and Finance*, 36 (Supplement C), 502-509.
- Paul, S., & Bhattacharya, R. N. (2004). Causality between energy consumption and economic growth in India: A note on conflicting results. *Energy Economics*, 26(6), 977-983. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2004.07.002>
- 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.
- Phillips, P., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regressions. *Biometrika*. 75, 335-346.
- Rafindadi, A. A., & Öztürk, I. (2017). Impacts of renewable energy consumption on the German economic growth: evidence from combined cointegration test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1130-1141. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.093>
- Süslü, B., & Bekmez, S. (2010). Türkiye'de zaman tutarsızlığının ARDL yöntemi ile incelenmesi. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 4(2), 85-110.
- Syzdykova, A. (2018). Orta asya ülkelerinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel veri analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(1), 87-99.
- Tatlı, H. (2015). Çok değişkenli bir üretim modeli ile toplam enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye Örneği. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(4), 135-157. <https://doi.org/10.17065/huiibf.19790>
- Toda, H., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *J. Econom.* 66(1), 225-250.

- Usta, C. (2016). Türkiye'de enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisinin bölgesel analizi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 2(2), 181-201. <http://dx.doi.org/10.20979/ueyd.31660>
- Ursavaş, N., & Apaydın, Ş. (2025). Türkiye'de elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin bölgesel analizi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 429-443. <https://doi.org/10.30784/epfad.1622810>
- Uzunöz, M. ve Akçay, Y. (2012). Türkiye'de büyüme ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi: 1970-2010. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2),1-16.
- Ünüvar, İ., & Keskinılıç, S. (2020). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ilişkisi: g20 ülkeleri örneği (2000-2016). *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 16(2), 251-266. <https://doi.org/10.17130/ijmeh.756859>
- Yağış, O. (2024). Enerji tüketimi ekonomik büyümeyi etkiliyor mu? Türkiye için ARDL sınır testinden yeni kanıtlar. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 27(2), 457-468. <https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.1472265>
- Yanıktepe, B., Kara, O., & Kısakürek Parlak, T. (2021). Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(3), 452-465. <https://doi.org/10.47495/okufbed.972716>
- Zhang, Z., & Ren, X. (2011). Causal relationships between energy consumption and economic growth. *Energy Procedia*, 5, 2065–2071.