

T.C.  
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTATİSTİK ANABİLİM DALI

OECD ÜLKELERİNİN ENERJİ TÜKETİMİ,  
EKONOMİK BÜYÜME VE KARBONDİOKSİT İLİŞKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALİ RIZA ŞAHİN

TEMMUZ 2019

MUĞLA

**T.C.**  
**MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İSTATİSTİK ANABİLİM DALI**

**OECD ÜLKELERİNİN ENERJİ TÜKETİMİ,  
EKONOMİK BÜYÜME VE KARBONDİOKSİT İLİŞKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ALİ RIZA ŞAHİN**

**TEMMUZ 2019**

**MUĞLA**

# MUGLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

## Fen Bilimleri Enstitüsü

### TEZ ONAYI

Ali Rıza ŞAHİN tarafından hazırlanan OECD ülkelerinin Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Karbondioksit ilişkisi başlıklı tezin, 29 / 07 / 2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İstatistik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği ile kabul edilmiştir.

#### TEZ SINAV JURİSİ

Doç. Dr. Kurtuluş BOZKURT (Jüri Başkanı)

İktisadi Gelişme ve Uluslararası İktisat Ana Bilim Dalı,  
Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın



Doç. Dr. Nevin GÜLER DİNCER (Üye)

İstatistik Ana Bilim Dalı,  
Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir



Dr. Öğr. Üyesi Aytaç PEKMEZCİ (Danışman)

İstatistik Ana Bilim Dalı,  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla



#### ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Prof. Dr. Dursun AYDIN

İstatistik Ana Bilim Dalı Başkanı,  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla



Dr. Öğr. Üyesi Aytaç PEKMEZCİ

Danışman, İstatistik Ana Bilim Dalı,  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla



Savunma Tarihi: 29 / 07 / 2019

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgelerin tarafımdan bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayrıca, akademik ve bilimsel etik kuralları gereği bu tez çalışması sırasında elde edilmemiş başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yapıldığını da beyan ederim.

Ali Rıza ŞAHİN

29/07/2019



## ÖZET

# OECD ÜLKELERİNİN ENERJİ TÜKETİMİ, EKONOMİK BÜYÜME VE KARBONDİOKSİT İLİŞKİSİ

Ali Rıza ŞAHİN

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İstatistik Anabilim Dalı

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Aytaç PEKMEZCİ

Temmuz 2019, 53 sayfa

Sanayi devrimi sonucunda insanların beden güçleri yerine makinalar iş gücünde önemli derecede artış göstermiştir. Sanayi ile birlikte farklı enerji kaynaklarına ihtiyaç oluşmuştur. Bununla birlikte ekonomik büyüme ve karbondioksit salınımı önem kazanmıştır. Son yıllarda bu artışların enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit salınımı değişkenlerin aralarındaki ilişkilere bakılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı OECD Ülkelerinin Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Karbondioksit salınımı ilişkisi incelenmektedir. Bu ilişkiler için uygulanan Granger ve Toda-Yamamoto nedensellik analizlerinde çıkan sonuçların karşılaştırması yapılmıştır. Dünya Bankasından 1960-2014 dönemi yıllık veri setleri ele alınmıştır. Sonuç olarak, analizde Birim kök testi, Uzun ve Kısa dönemli ilişkiler Johansen Eşbütünleşme, Granger ve Toda Yamamoto Nedensellik analizlerine bakılmıştır. OECD Ülkelerinin Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ile Karbondioksit salınımı bakımından birbirlerinin nedenidir veya birbirlerinin nedeni değildir sonucuna bakılacaktır. Aralarında uzun dönemli mi yoksa kısa dönemli mi bir ilişki olduğu araştırılacaktır.

**Anahtar Kelimeler :** OECD, Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Karbondioksit

Emisyonu, Granger Nedensellik, Toda Yamamoto

## ABSTRACT

### ECONOMIC GROWTH, ENERGY CONSUMPTION and CARBON DIOXIDE CONSUMPTION of OECD COUNTRIES

Ali Rıza ŞAHİN

Master of Science (M.Sc.)

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Statistics

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Aytaç PEKMEZCİ

July 2019, 53 pages

Machines show an important increase in workforce instead of people's physical strength in consequence of industrial revolution. Different energy sources create a need together with industry. Economic growth and carbon dioxide emission come into prominence in the meantime. Relation in between energy consumption, economic growth and carbon dioxide emission variables are examined in recent years.

The purpose of this thesis is examination of the relation in between economic growth, energy consumption and carbon dioxide consumption of OECD countries. Comparison of the results of Granger and Toda-Yamamoto causation analysis has been studied. The World Bank's data sets between 1960 and 2014 has been tackled. Resultly, Unit root test, optimal delay length, Johansen cointegration, Granger and Toda Yamamoto causation analysis are studied in this analysis. As a consequence, energy consumption and carbon dioxide emission whether have in a relation with economic growth in OECD countries or not is investigated. The relation is investigated in between this two parameter is whether long term or short term.

**Keywords:** Economic Growth, Energy Consumption, Carbon Dioxide Emission,  
Granger, Toda Yamamoto.

## ÖNSÖZ

Bu tezin yazılmasında emeği geen Dr. Öğr. Üyesi Ayta PEKMEZCİ hocama alışmalarım sırasında bilgisini, desteğini esirgemeyen ve her türlü olanağı sağlayan bilimsel bir alışmanın ve dűřünmenin temellerini öğrettiği için teşekkürü bir borç bilirim.

İş hayatımda ve tez çalışmamda, bana yol gösteren, desteğini esirgemeyen, fikir, önerilerine değer verdiğim ve bana motivasyon sağlayan değerli Dr. Mehmet Seçkin MUTLU'ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmamın tüm aşamalarında sabırla beni destekleyen sevgili ailem değerli babama, anneme ve kardeşime minnettar olduğumu belirtmek isterim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT .....	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
TABLolar DİZİNİ .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xi
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. EKONOMİK BÜYÜME, ENERJİ TÜKETİMİ VE KARBONDİOKSİT EMİSYONU İLİŞKİSİ .....</b>	<b>3</b>
2.1 Ekonomik Büyüme.....	3
2.2 Enerji Tüketimi.....	3
2.2.1 Yenilenemeyen enerji kaynakları.....	7
2.2.1.1 Petrol.....	7
2.2.1.2 Doğalgaz .....	8
2.2.2 Yenilenebilir enerji kaynakları.....	9
2.2.2.1 Rüzgar enerjisi .....	9
2.2.2.2 Hidrolik enerji.....	10
2.2.2.3 Jeotermal enerji .....	11
2.3 Karbondioksit Emisyonu .....	11
2.4 Literatür Araştırması .....	12
<b>3. EKONOMETRİK YÖNTEMLER.....</b>	<b>16</b>
3.1 Zaman Serileri .....	16
3.2 Birim Kök Testleri.....	16
3.2.1 Dickey-fuller testi (DF) .....	17
3.2.2 Genişletilmiş dickey fuller testi (ADF) .....	17

3.3 Johansen Eşbütünleşme Analizi .....	18
3.4 Granger Nedensellik Analizi .....	18
3.5 Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi .....	19
<b>4. UYGULAMA .....</b>	<b>21</b>
4.1 Verilerin Elde edilmesi .....	21
4.2 Durağanlık ve Birim Kök Testi .....	22
4.3 Johansen Eşbütünleşme analizi .....	25
4.4 Granger Nedensellik Analizi .....	27
4.5 Toda-Yamamoto Nedensellik ilişkisi .....	34
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>41</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>45</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>52</b>

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi 2017 .....	5
Tablo 2. Seçilmiş OECD Ülkeleri 2017 Yılı Birincil Enerji Kaynaklarının Enerji Çeşitlerine Göre Tüketimi (Milyon TPE).....	6
Tablo 3. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi 2017 .....	8
Tablo 4. Ekonomik Büyüme ile Enerji Tüketimi Literatür özeti .....	12
Tablo 5. Ekonomik Büyüme, Karbondioksit Emisyonu ve Enerji Tüketimi Literatür Özeti .....	13
Tablo 6. Trend + Intercept modeline göre ADF Birim Test Sonuçları.....	22
Tablo 7. 20 OECD Ülkesine ait ele alınan değişkenlerin Eşbütünleşme Test Sonuçları.....	26
Tablo 8. Uzun Dönemli İlişki Saptanmayan ülkelere ait Granger Nedensellik Analizi Sonuçları.....	28
Tablo 9. Uzun dönemli ilişki saptanan ülkelere ait Granger Nedensellik Analizi Sonuçları.....	32
Tablo 10. Toda Yamamoto Nedensellik Analizi Sonuçları .....	34
Tablo 11. Granger Nedensellik ve Toda Yamamoto Özet Tablosu .....	42

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması .....	4
Şekil 2. Bölgelere Göre Doğalgaz Rezervi ve Rezerv Ömrü 2017 .....	9
Şekil 3. Dünya Rüzgar Enerjisi Kapasitesi Oranları 2017 .....	10
Şekil 4. 1960-2014 Toplam Sera Gazı Emisyon Değerleri .....	12



## SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$\mu$	Ortalama
$p$	Model Parametre Sayısı
$u_t$	Hata
$\sigma^2$	Varyans
$d$	Gecikme Parametresi
$\lambda_{\text{trace}}$	Trace (İz) İstatistiği
$\lambda_{\text{max}}$	En Büyük Özdeğer İstatistiği
$R^2$	Determinasyon Katsayısı
$k$	Gecikme Uzunluğu
$d_{\text{max}}$	Maksimum Bütünleşme Derecesi
GWh	Gigawatt Saat
kWh	Kilowatt Saat
MWh	Megawatt Saat
MTEP	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
AIC	Akaike Bilgi Kriteri
SC	Schwarz Bilgi Kriteri
EKK	En Küçük Kareler
DF	Dickey Fuller
ADF	Genel (Augmented) Dickey Fuller
$\text{CO}_2$	Karbondioksit
ET	Elektrik Tüketimi
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
EB	Ekonomik Büyüme
VAR	Vektör Otoregresyon Model
VECM	Vektör Hata Düzeltme Modeli

## 1. GİRİŞ

Sanayi insan gücünün yerine geçmesinden sonra, üretimde teknolojinin gelişmesi ve yeni buluşların artması neticesinde buhar gücüyle çalışan makinalar kullanılmaya başlanmıştır. Sanayinin gelişmeye başlaması ile bir takım enerji kaynaklarının ortaya çıkması veya artması, tüm dünyadaki ülkelerin enerjiye olan talebini arttırmak durumunda kalmıştır.

Dünya genelinde sanayileşme ile ekonomik büyümenin beraberinde getirdiği kentleşme, nüfus artışı ve insanların yaşam tarzlarındaki farklılaşmalar enerji ihtiyacını ve çevresel değişimleri etkilemiştir. 1970 yılındaki krizden dolayı ülkeler ekonomik olarak etkilenmiştir. Etkilenme ile birlikte karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler daha çok önemsenmeye başlanmıştır.

Sanayi devriminden sonra gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin sanayileşme sürecinde karbondioksit emisyonu, küresel ısınmanın tehlikeli ve önemsenecek boyutlara ulaşmasına neden olmaktadır (Yılmaz ve Fazlılar, 2012). Ülkelerin ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu ile ilgili analizler önemsenmeye başlanmıştır.

Sanayileşme, toplumların ekonomik, sosyal ve kültürel yaşamlarında köklü değişikliklere neden olmakla birlikte, 20. Yüzyıldan itibaren farkedilir bir biçimde doğal çevrenin hızla değişmesine ve kirlenmesine neden olmuştur (Guha, 2000).

Gelişmiş, gelişmekte veya gelişmemiş ülkelerin yani dünya üzerindeki tüm ülkelerin enerji kaynakları eşit dağılım göstermektedir. Bu nedenle ülkeler arası enerji alışverişi enerjiye olan ihtiyacı arttırmaktadır.

Ekonomik büyüme sadece enerji kullanımı ile sınırlı değildir. Bunun yanında çevre ile bir takım çalışma yapılması gerekmektedir. Enerji kaynaklarının kullanılmasıyla sera gazlarının artması neden olmaktadır. Bunun nedeni, bol miktarda karbondioksit ( $CO_2$ ) açığa çıkması ve  $CO_2$  kirletici gaz olarak bilinen sera gazlarının %76'sını oluşturmaktadır (International Energy Agency, 2012).

Bu kapsamda küresel ısınma ve iklim değişikliğinin çevre üzerindeki tehdidinin artması enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu üzerinde dikkatleri toplamıştır. Ampirik literatüre bakıldığında; enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu arasındaki nedensellik ilişkisi ülke veya ülke grupları açısından araştırılan bazı çalışmalar olmasına rağmen, her iki analiz kullanılarak OECD ülkelerin de Granger Nedensellik ve Toda-Yamamoto Testi kullanılarak arasındaki uzun veya kısa dönemli ilişkinin yeterince test edilmemiş olması, bu çalışmanın literatüre sağlayacağı katkının bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Bu çalışmada, OECD ülkelerin 1960-2014 dönemlerine ait yıllık veriler kullanılarak enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu arasında nedensellik ilişkisi incelenmektedir. Durağanlık için birim kök testleri, nedensellik için Granger testi ve Toda-Yamamoto testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit ilişkisi arasında karşılıklı bir ilişkinin olup olmadığını test etmektedir. Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu literatürdeki çalışmalar incelenmiştir. İkinci bölümde, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu konuları teorik incelenmiş, üçüncü bölümde çalışmada kullanılan veriler ve yöntemler üzerinde durulmuştur. Dördüncü bölümde elde edilen ampirik bulgulara yer verilmiştir. Son bölümde ise çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

## 2. EKONOMİK BÜYÜME, ENERJİ TÜKETİMİ VE KARBONDİOKSİT EMİSYONU İLİŞKİSİ

### 2.1 Ekonomik Büyüme

Her ülkenin politika hedefleri arasında olması gereken temel unsurlardan biridir. Ekonomik büyüme zamanla ülkelerde mal ve hizmet miktarlarının artışı olarak tanımlanabilmektedir. Bu durum ülkelerin refah seviyelerini, yaşam standartlarının artmasını gösteren en önemli unsurlardır. Bu nedenle her ülkenin amaçlarından birisi de hızlı bir şekilde ekonomik büyümeye sahip olmaktır (Çetinkaya, Aksoy, ve Çetinkaya, 2017).

Ülkelerin nüfus sayıları da farklılık göstermektedir. Bu nedenle üretimin çok yüksek olduğu ülkelerde kişi başına düşen gelirin artışı veya azalışındaki değişimleri daha iyi yorumlayabilmek için, Ekonomik Büyüme ölçmede kullandığımız kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) verileri alınmıştır.

Ülkelerin ekonomik büyüme yani gayri safi yurtiçi hasıladaki payları arttıkça enerji tüketiminin arttığı gözlenmektedir. İnsanların enerji olmadan çalışmaları, ulaşım yapmaları, mal ve hizmetlerin gönderilmesi, alınması gibi birçok faaliyetlerde bulunması olanaksızdır (Tahsin ve Nurdan, 2006). Ekonomik gelişmişlik düzeyi enerji tüketimini etkilemiştir. Son olarak ülkelerin ekonomik büyümeleri enerji tüketiminin artmasına neden olur (Aktaş ve Alioğlu, 2012).

### 2.2 Enerji Tüketimi

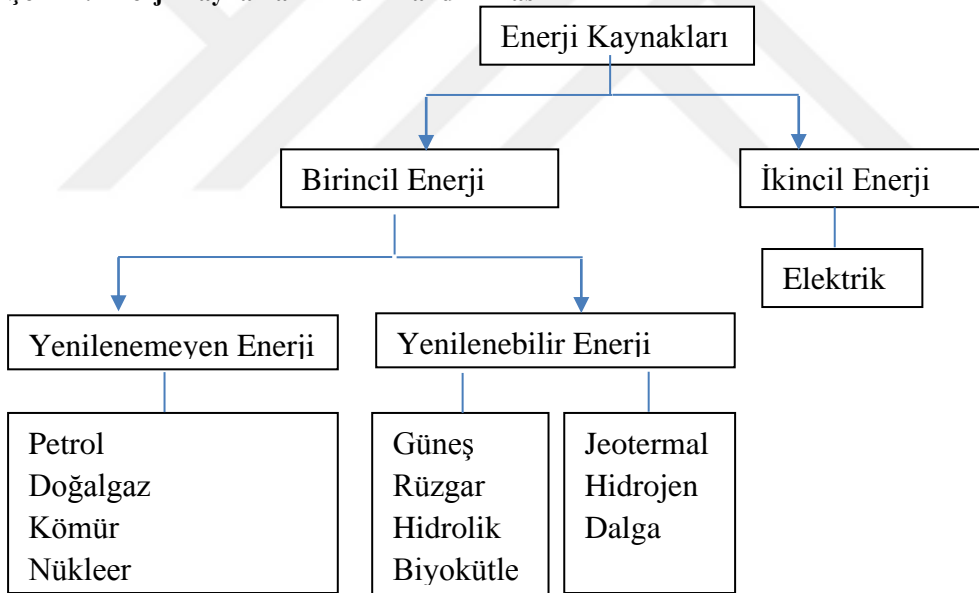
Enerji, ilk çağlardan beri insan yaşamında ve bireylerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla önemli bir yer almıştır. Toplumların modernleşmesi, artan nüfus yoğunluğu ve ekonomik gelişmenin sağlanabilmesi enerjiye duyulan ihtiyacın günden güne arttığı görülmektedir. Sanayi alanlarında, ulaştırma sektörlerinde ve binalarda giderek daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmuştur. Toplumların gelişimlerini

etkileyebilecek öneme sahip unsurların başında yer alır. Gelişen dünyada enerjinin üretimi, tüketimi ve verimli kullanılabilmesi ülkelerin bütün ekonomik süreçlerde stratejik bir girdi haline gelen enerji kısaca “maddelerin iş yapabilme yeteneği” şeklinde tanımlanmaktadır (Berberoğlu, 1982).

Enerji, insan yaşamında modernleşmeyi hızlandıran bir faktör olmuş ve sosyo-ekonomik yaşamı olumlu etkilemiştir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin enerjiye olan ihtiyacı ile ekonomik büyüme ve kalkınma arasındaki bağlantı çok kuvvetlidir (Yılmaz, Ürüt Kelleci, ve Bostan, 2016).

İnsanoğlu ilk çağdan beri yaşamları süresince ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla farklı enerji kaynaklarını ihtiyaç duymuş ve kullanmaya başlamışlardır. Bazı ülkelerde enerjiye ulaşmaları daha kolay olur iken, bazı ülkelerin enerjiye ulaşması bir hayli zor olabilmektedir. Bu nedenle ülkeler arası enerji alışverişi zorunlu hale gelmiştir denilebilmektedir.

**Şekil 1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması**



Şekil 1’de görüldüğü gibi birincil ve ikincil enerji kaynakları olmak üzere iki alt başlıkta sınıflandırılmaktadır. Doğada bulunduğu şekliyle kullanılan ve herhangi bir işlem yapılmamış enerji kaynaklarına birincil enerji kaynakları denilmektedir. Doğal yapılarıyla başka bir enerji kaynağı durumuna getirildikten sonra yararlanılan enerji kaynaklarına ikincil enerji kaynağı denir. Dünya genelindeki ülkelerin ekonomik düzeyleri arasındaki farklılık enerji tüketiminde de kendisini göstermektedir. Sanayileşmeyi tamamlamış ve refah seviyesi yüksek olan ülkeler aynı zamanda da en çok enerji tüketen ülkeler olarak bilinmektedir.

**Tablo 1. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi 2017**

	Tüketim (MTEP)	Dünyadaki Payı (%)
Kuzey Amerika	2772,8	22,1%
Güney ve Orta Amerika	700,6	5,6%
Avrupa	1969,5	15,7%
Orta Doğu	897,2	7,2%
Afrika	449,5	3,6%
Asya ve Pasifik	5743,6	45,8%
Toplam	12533,2	

Kaynak: (BP Statistical Review of World Energy, 2018)

Tablo 1’e göre dünyada birincil enerji tüketiminin milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) ile oranı yüksek olan bölge Asya-Pasifik bölgesidir. BP Statistical Review of World Energy 2018 raporuna göre enerji tüketimi dünya genelinde 2016 yılına göre 2017 yılında %2,2 oranında arttığı söylenebilmektedir.

Tablo 2’de 2017 yılına ait OECD ülkelerinin Milyon TPE cinsinden birincil enerji kaynakları tüketimi verileri gösterilmiştir.

**Tablo 2. Seçilmiş OECD Ülkeleri 2017 Yılı Birincil Enerji Kaynaklarının Enerji Çeşitlerine Göre Tüketimi (Milyon TPE)**

	Yenilenemez Enerji	Yenilenebilir Enerji + Hidrolik Enerji	Toplam	Yenilenemez Enerji (%)	Yenilenebilir Enerji (%)
Almanya	285,8	49,3	335,1	85%	15%
Amerika	2072,9	161,9	2234,8	93%	7%
Avustralya	130,7	8,8	139,5	94%	6%
Avusturya	24,3	11,6	35,9	68%	32%
Belçika	58,7	3,6	62,3	94%	6%
Birleşik Krallık	168,9	22,3	191,2	88%	12%
Çek Cumhuriyeti	39,4	2,1	41,5	95%	5%
Finlandiya	20,5	7	27,5	75%	25%
Fransa	217,4	20,5	237,9	91%	9%
Güney Kore	291,6	4,3	295,9	99%	1%
Hollanda	82,1	4	86,1	95%	5%
İspanya	118,8	19,9	138,7	86%	14%
İsrail	25,4	0,4	25,8	98%	2%
İsveç	33,1	21,4	54,5	61%	39%
İsviçre	18,3	8	26,3	70%	30%
İtalya	132,4	23,7	156,1	85%	15%
Japonya	416,1	40,3	456,4	91%	9%
Kanada	248,6	100,1	348,7	71%	29%
Macaristan	22,3	0,7	23	97%	3%
Meksika	177,7	11,6	189,3	94%	6%
Norveç	14,8	32,7	47,5	31%	69%
Polonya	96,8	5,4	102,2	95%	5%

Portekiz	21,3	5	26,3	81%	19%
Şili	30,2	8,1	38,3	79%	21%
Türkiye	137,8	19,8	157,6	87%	13%
Yeni Zelanda	13,9	8,1	22	63%	37%
Yunanistan	24,5	3,1	27,6	89%	11%

Kaynak: (BP Statistical Review of World Energy, 2018)

Tablo 2 incelendiği zaman Yenilenemez Enerji olarak Petrol, Doğalgaz, Kömür ve Nükleer Enerji verileri alınmıştır. Yenilenebilir Enerji ve Hidrolik Enerji verilerinin toplamları alınmıştır. OECD ülkeleri arasında en çok tüketilen enerji kaynaklarının olduğu ülke ise ABD'dir.

### 2.2.1 Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen enerji kaynakları petrol, kömür, doğalgaz ve linyit kaynakları bulunmaktadır. Karbon bazlı olarak adlandırılan kaynakların oluşum süreçleri çok uzun olduğundan yenilenemeyen enerji kaynakları olarak adlandırılırlar. Yenilenemeyen enerji kaynakları en önemli özelliği bir kez kullanılmaları ve tükenir olmalarıdır. Yenilenemeyen Enerji keşif yoluyla bulunabilir ve kullanılabilir olması rağmen mutlaka tükeneceği öngörülmektedir.

#### 2.2.1.1 Petrol

Petrol içerisinde hidrojen ve karbondan oluşan bir bileşimdir. Katı, sıvı ve gaz halde bulunabilirler. Dünyanın en önemli enerji kaynağı olarak görülen petrol yaşam boyu kullanım biçimlerinde farklılık göstermiştir. İlk çağlar da petrol biriken kuyularda bulunarak kullanılmıştır. Daha sonra ülkelerin petrole ihtiyacı artmasından dolayı farklı yöntemlerin (sondaj vb.) uygulanması sonucunda yer altından çıkartılmaya başlanmıştır.

2017 yılı Dünya da bulunan petrol rezervi 1.696,6 milyar varil olarak bilinmektedir. Petrol rezervlerinin 807,7 milyar varili (%47,6'sı) Orta Doğu ülkelerinde, 328,9 milyar varili (%19,5'u) Güney ve Orta Amerika ülkelerinde, 227,1 milyar varili

(%13,3'ü) Kuzey Amerika ülkelerinde bulunmaktadır. 2017 yılı itibari ile ham petrol birincil enerji kaynakları arasında dünyadaki enerji talebinin %33,7'sini karşılamıştır (www.enerji.gov.tr, 2019).

**Tablo 3. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi 2017**

	Rezerv Ömrü (yıl)	Rezerv Sayısı	Yüzde
Orta Doğu	70	807,7	52%
Güney ve Orta Amerika	125,9	330,1	21%
Kuzey Amerika	30,8	227,7	15%
Afrika	42,9	126,5	8%
Asya ve Pasifik	16,7	48,3	3%
Avrupa	10,4	13,1	1%
Toplam	296,7	1552,2	100%

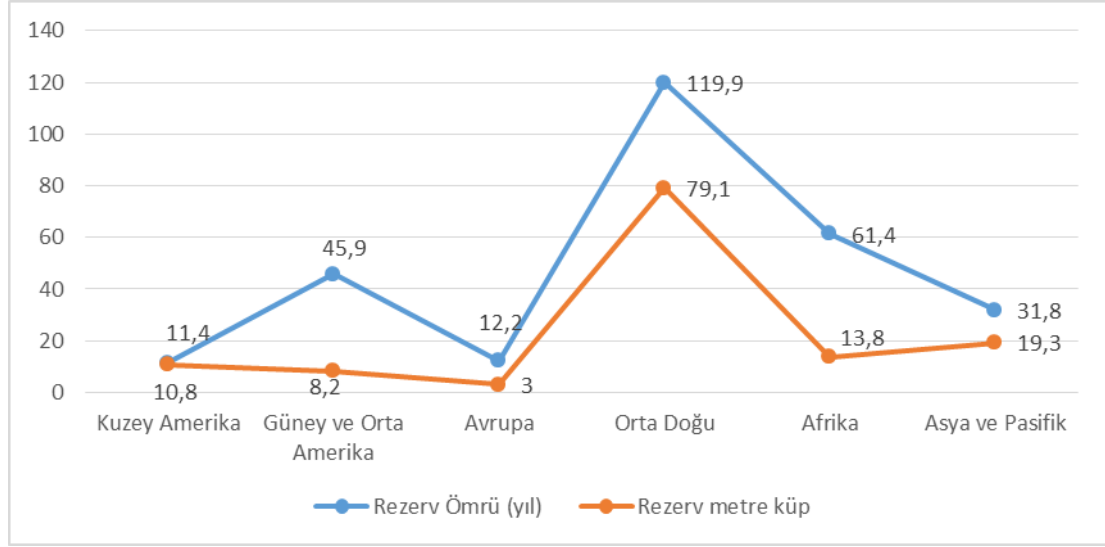
Kaynak: (BP Statistical Review of World Energy, 2018)

### 2.2.1.2 Doğalgaz

Fosil yakıtlarda bulunan doğalgaz, içerisinde metan ve düşük oranlarda etan, propan ve ağır hidrokarbonları içeren doğalgaz, düşük oranlarda azot, oksijen, karbondioksit, kükürtlü bileşikler ve su içerebilir (Türkyılmaz, Çevratoğlu, ve Lişesivdin, 2006).

Çinliler tarafından M.Ö. 900'lü yıllarda ısıtma ve soğutma için kullanılmıştır. Daha sonra önemsenmeyen doğalgaz elektrik ve endüstride kullanılmaya başlanmıştır. Zaman geçtikçe ülkeler arasında taşınmaya ve kullanılmaya başlanmıştır. Doğalgaz kullanılmasının ilk artışı 1973 yılında dünyada petrol krizi ile ortaya çıkmıştır (Yapraklı, 2013). Dünya'nın doğalgaz rezerv ömrü 2016 yılında 52,5 yıl iken 2017 yılında 52,6 yıl olmuştur. Dünya'da İsrail en büyük doğal gaz rezervlerine sahip olan ülkedir. Şekil 2'de bölgelerin rezerv sayıları karşılaştırılmış halde verilmiştir.

**Şekil 2. Bölgelere Göre Doğalgaz Rezervi ve Rezerv Ömrü 2017**



Kaynak: (BP Statistical Review of World Energy, 2018)

Şekil 2’de görüldüğü üzere en fazla rezerv Orta Doğu’ da bulunmaktadır. Onu Asya ve Pasifik takip etmektedir.

## 2.2.2 Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Dünya genelinde birçok ülke enerji olarak kömür, petrol ve doğalgaz kullanmaktadır. Bu kaynaklar zamanla bitebileceği gibi rezervlerinin azalmasıyla fiyatında artış olacaktır. Bunun aksine sonu olmayan her geçen gün aynı şekilde devam eden enerji kaynağı olarak bilinen yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi artmaya başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmemizin nedenleri arasında çevreye verdiği zararı en aza indirmek ve enerji ihtiyaçlarını uzun yıllar kullanmaktır.

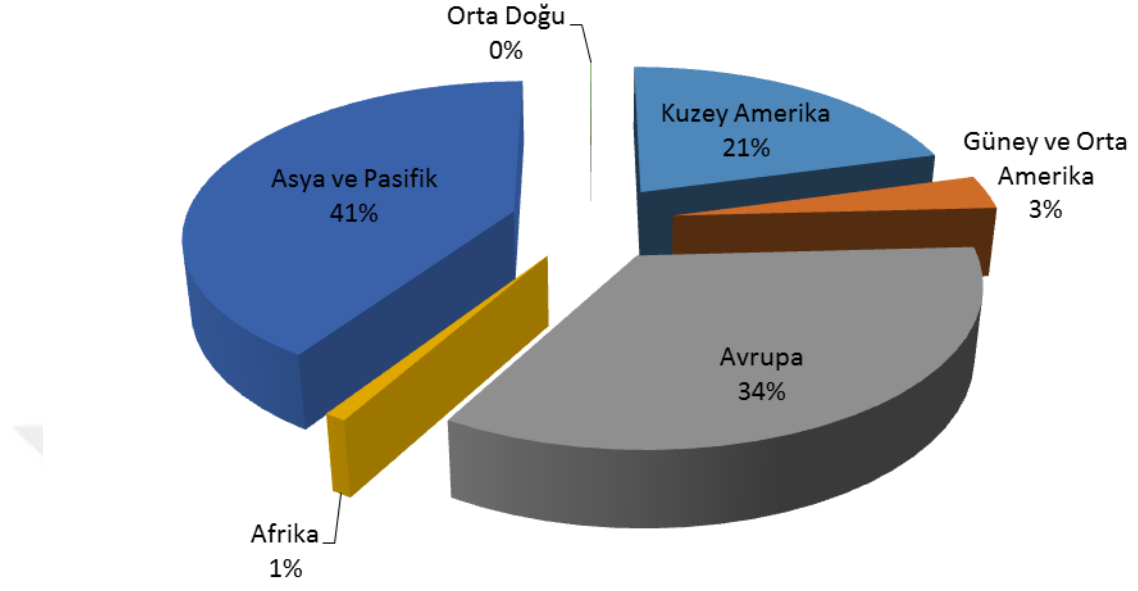
### 2.2.2.1 Rüzgar Enerjisi

Çok eski zamanlarda kullanıldığı bilinmektedir. Mısırlıların, 5000 yıl önce rüzgar gücüne dayalı deniz nakliyatı yapılmaktadır (Haktanır, 2012). M.Ö. 200’de İran-Afganistan sınırında bulunan yel değirmenleri, rüzgar enerjisinin kullanımının çok eskiye dayandığının kanıtı olmaktadır (Kaldellis ve Zafirakis, 2011).

Yenilenebilir enerjiler arasında en gelişmiş enerji türlerinden birisi olan rüzgar enerjisi, insan sağlığı ve çevreyle uyumlu enerji kaynağıdır. Ayrıca yenilenebilir

olması, fosil yakıtlardan tasarruf sağlaması tercih edilen bir enerji kaynağı haline gelmektedir (Bayraç, 2011).

**Şekil 3. Dünya Rüzgar Enerjisi Kapasitesi Oranları 2017**



Kaynak: (International Renewable Energy Agency, 2019)

2017 yılında coğrafi açıdan rüzgar enerjisi kapasitesi oranları Şekil 3'te görülmektedir. Asya, dünyadaki rüzgar enerjisi kapasitesinin %41'ine sahiptir. Avrupa %34 ile ikinci sıradadır ve onu %21 ile Kuzey Amerika takip etmektedir. Orta Doğu, dünyada en düşük rüzgar enerjisi kapasitesine sahip coğrafi bölgedir.

#### 2.2.2.2 Hidrolik Enerji

Geçmişten bugüne kadar yaşam boyunca insanların hayatta kalabilmeleri için su önemli bir enerji kaynağıdır. Denizlerdeki, göllerde ve nehirlerdeki sular buharlaşarak geri gelmesi veya yüksekten düşerek meydana gelen kinetik enerjiye dönüşmesi ile oluşmaktadır (Dalkır ve Şeşen, 2011).

Hidrolik enerji dünya da yaygın ve ucuz olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynağıdır. Bundan dolayı, hidrolik enerji kullanıldığı yerlerde etkileri de vardır. Geniş kapsamlı kullanıldığı yerlerde toprak erozyonu, serbest akan akarsuların kesilmesi, biyolojik çeşitliliğin bozulması ve insanların yerlerinin değiştirmesi gibi ekolojik dengelerin bozulması sebebiyle olumsuz etkilerinden bahsedebiliriz (Önal ve Yarbay, 2010).

### 2.2.2.3 Jeotermal Enerji

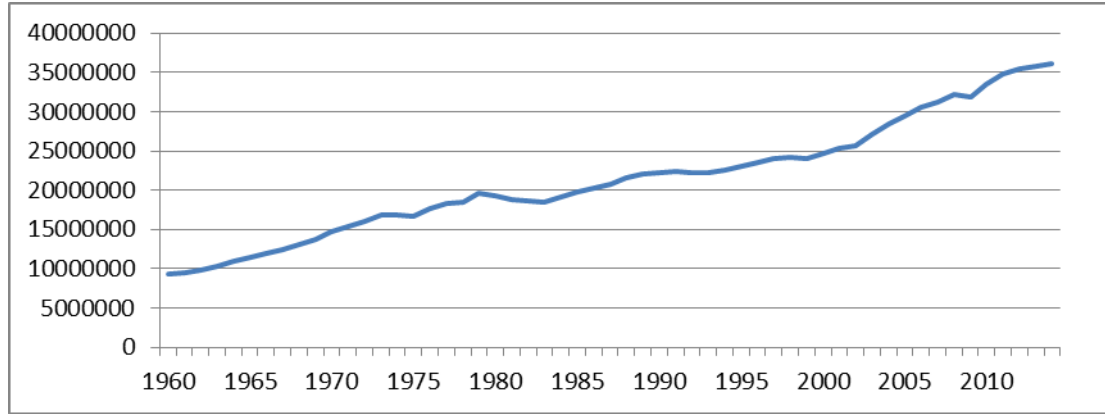
Derinliklerde biriken ısınn oluşturduğu sıcak su ve buhardan yapay yollarla elde edilen temiz bir enerji şeklidir. Elde edilen enerji başka enerjilere de çevrilebilir. Jeotermal doğa dostu, temiz, ucuz, yenilenebilir bir enerji şeklidir. Tamamen tabiatın ürettiği doğal maddeler kullanılmıştır.

Yeni kaynakların bulunmasıyla yıllar itibariyle kurulu jeotermal enerji kapasitesi genellikle artmaktadır. Dünyada 2008 yılında kurulu jeotermal enerji kapasitesi 9.454 Mw iken 2017 yılında 12.894 Mw enerjiye yükselmiştir. Asya da, kurulu jeotermal enerji kapasitesi en fazla olan coğrafi bölgedir ve onu Kuzey Amerika takip etmektedir. Bu iki bölge 2007 yılında dünyada kurulu jeotermal enerji kapasitesinin yaklaşık %71'ini bulundurmaktadır. Diğer bölgelere yapılan yatırımlar neticesinde 2017 yılında Kuzey Amerika ve Asya dışındaki coğrafi bölgeler, dünyada kurulu jeotermal enerji kapasitesinin yaklaşık %40'ına sahiptirler.

## 2.3 Karbondioksit Emisyonu

Dünya nüfusundaki artışla birlikte sanayileşme, düzensiz şehirleşme, yeşil alanların azalması, kaynaklara olan talebi de arttırmıştır. Yenilenmeyen enerji kaynaklarının yoğun ve bilinçsizce kullanılması çevre kirliliği, küresel ısınma ve sera gazlarını ortaya çıkarmıştır. Sera gazı emisyonları çoğunlukla karbondioksit eşdeğerleri olarak hesaplandığından herhangi bir küresel ısınma veya sera gazı konularında “karbon emisyonu” veya “karbon emisyonu” şeklinde adlandırılır.

#### Şekil 4. 1960-2014 Toplam Sera Gazı Emisyon Değerleri



Kaynak: (data.worldbank.org, 2019)

Şekil 4’de toplam sera gazı emisyon değerleri karbondioksit eşdeğerinde verilmiştir. Karbondioksit salınımı yıllar geçtikçe hızla artış gösterdiği belirlenmiştir. Karbondioksit salınımının artmasının nedenleri arasında yenilenemez enerji kaynaklarının kullanılması diyebiliriz.

#### 2.4 Literatür Araştırması

Tablo 4. Ekonomik Büyüme ile Enerji Tüketimi Literatür özeti

Yazar/lar	Örneklem/ Dönem	Yöntem	Sonuç
(Cheng, 1995)	1947-1990 ABD	Nedensellik Analizi	ET $\neq$ GSYİH ilişkisi yok
(Paul ve Bhattacharya, 2004)	1950-1996/ Hindistan	Nedensellik Analizi	ET $\leftrightarrow$ GDP ilişkisi vardır
(Chien, 2005)	1975-2001 18 Gelişmekte olan Ülkeler	Panel Eşbütünleşme Testi	ET ve EB arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır
Altınay ve Karagol (2005)	1950-2000 Türkiye	Nedensellik Analizi	ET $\rightarrow$ GDP ilişkisi vardır
(Iriani, 2006)	1971-2002 Petrol Üreticisi	Panel Eşbütünleşme Testi	GSYİH $\rightarrow$ ET ilişkisi vardır
(Yoo, 2006)	1971-2002 ASEAN Ülkeleri	Nedensellik Analizi	ET ve EB arasında ilişki vardır
(Mohsen, 2007)	1971-2002 11 Petrol İhraçatçısı Ülkeler	Panel Eşbütünleşme Testi	GSYİH $\rightarrow$ ET ilişkisi vardır
(Mahadevan ve Asafu- Adjaye, 2007)	1971-2002/ 20 Ülke	Granger Nedensellik Analizi	ET ve EB arasında nedensellik ilişkisi vardır

(Chien ve Chang, 2008)	1971-2002 16 Asya Ülkesi	Panel Eşbütünleşme Testi	GSYİH ve ET arasında nedensellik ilişkisi vardır
(Chontanawat, Hunt, ve Pierse, 2008)	1960-2000 30 OECD Ülkesi ve OECD Üyesi Olmayan 78 Ülke	Granger Nedensellik Analizi ve Johansen Eşbütünleşme Testi	OECD ülkelerinin 21'inde, OECD ülkesi olmayan 35'inde ET → GDP ilişkisi vardır
(Tang, 2008)	1972:1-2003:4/ Malezya	Nedensellik Analizi	ET ↔ GDP
(Böhm, 2008)	1978-2005 15 AB Ülkesi	Panel Eşbütünleşme Testi	ET ≠ GSYİH ilişkisi yoktur
(Narayan ve Smyth, 2008)	1972-2002 G7 Ülkeleri	Panel Eşbütünleşme Testi	ET ile GSYİH arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır.
(Lee ve Chang, 2008)	1971-2002 16 Asya Ülkesi	Panel Veri Analizi	ET → GDP ilişkisi vardır
(Akinlo, 2009)	1980-2006 Nijerya	Nedensellik Analizi	ET → GDP ilişkisi vardır
(Apergis ve Payne, 2009)	1980-2004/ 6 Orta Amerika Ülkesi	Panel Veri Analizi	ET → GDP ilişkisi vardır
(Odhiambo, 2009)	1971-2006 Tanzanya	ARDL	ET → GDP ilişkisi vardır
(Apergis ve Payne, 2010)	1992-2004 11 Bağımsız Devletler Topluluğu	Nedensellik Analizi	ET → GDP ilişkisi vardır (kısa dönem) ET ↔ GDP ilişkisi vardır (uzun dönem)
(Al-Mulali, 2011)	1980-2009 MENA Ülkeleri	Granger Nedensellik Testi	PT ↔ GDP ilişkisi vardır
(Polat, Uslu, ve San, 2011)	1950-2006 Türkiye	ARDL ve Granger Nedensellik Testi	ET → GSMH ilişkisi vardır
(Chu ve Chang, 2012)	1971-2010 G6 Ülkeleri	Nedensellik Analizi	ABD hariç, PT ≠ GDP ilişkisi yoktur
(Saatçi ve Dumrul, 2013)	1960-2008 Türkiye	DOLS FMOLS	ET → GDP ilişkisi vardır
(Bayar, 2014)	1961-2012 Türkiye	Toda Ve Yamamoto Nedensellik Testi	ET ↔ GDP ilişkisi vardır
(Sancar ve Polat, 2015)	1984-2011 Türkiye	Nedensellik Analizi	ET → GSYİH ilişkisi vardır

**Tablo 5. Ekonomik Büyüme, Karbondioksit Emisyonu ve Enerji Tüketimi Literatür Özeti**

Yazar/lar	Örneklem/ Dönem	Yöntem	Sonuç
(Ang, 2007)	1960-2000 Fransa	Eş-bütünleşme,	ENT → CO <sub>2</sub>
(Apergis ve Payne, 2009b)	1971-2004 6 Orta Amerika ülkesi	Pedroni Eşbütünleşme VECM	ENT ↔ CO <sub>2</sub> , ENT → CO <sub>2</sub>
(Halıcıoğlu, 2009)	1960-2005 Türkiye	ARDL	CO <sub>2</sub> ↔ ENT, CO <sub>2</sub> ↔ Gelir

(Soytaş ve Sarı, 2009)	1960-2000 Türkiye	Toda- Yamamoto	$CO_2 \rightarrow ENT$
(Apergis ve Payne, 2010)	1992-2004 11 Bağımsız Devletler Topluluğu ülkesi	Panel eş-bütünleşme	$ENT \leftrightarrow CO_2$ $ENT \leftrightarrow CO_2$
(Lean ve Smyth, 2010)	1980-2011 5 Asya ülkesi	Panel Eş-bütünleşme	$CO_2 \rightarrow ENT$
(Lotfalipour, Reza, Falahi, ve Ashena, 2010)	1967-2007 İran	Toda- Yamamoto Nedensellik	$ENT \rightarrow CO_2$
(Menyah ve Wolde- Rufael, 2010)	1965-2006 Güney Afrika	ARDL, Granger Nedensellik	$ENT \rightarrow CO_2$
(Pao ve Tsai, 2010)	1971-2005 Brezilya, Çin, Hindistan 1990-2005 Rusya	Granger Nedensellik	$ENT \leftrightarrow CO_2$ , $ENT \rightarrow CO_2$ $ENT \rightarrow CO_2$
(Hossian, 2011)	1971-2007 Brezilya, Çin, Hindistan, Malezya, Meksika, Filipinler, Güney Afrika, Tayland ve Türkiye	Granger Nedensellik	$EB \rightarrow CO_2$ $EB \rightarrow ENT$
(Wang, 2011)	1995-2007 28 Çin şehri	Panel Eşbütünleşme	$CO_2 \leftrightarrow ENT$ $ENT \leftrightarrow EB$ $ENT \leftrightarrow CO_2$ $EB \rightarrow CO_2$ $EB \rightarrow ET$
(Al-Mulali ve Binti Che Sab, 2012)	1980-2008 30 Afrika ülkesi	Granger nedensellik	$ENT \rightarrow EB$
(Harry, Shuddhasattwa, ve Ruhul, 2012)	1977-2008 Çin	Granger Nedensellik	$ENT$ (Kömür tüketimi) $\leftrightarrow CO_2$
(Öztürk ve Uddin, 2012)	1971-2007 Hindistan	Johansen Eş- bütünleşme	$ENT \rightarrow CO_2$ $ENT \rightarrow EB$
(Özcan, 2013)	1990-2008 12 Ortadoğu ülkesi	Panel Eş-bütünleşme	$ENT \rightarrow EB$ $ENT \rightarrow CO_2$ $EB \rightarrow CO_2$
(Shahbaz, 2013)	1975Q1–2011Q4 Endonezya	Granger Nedensellik	$EB \leftrightarrow CO_2$ $ENT \leftrightarrow EB$
(Saboori ve Sulaiman, 2013)	1971-2009 5 Asya Birliği ülkeleri	Granger Nedensellik	$ENT \leftrightarrow CO_2$ (Singapur ve Tayland)
(Öztürk ve Acaravcı, 2013)	1960-2007 Türkiye	ARDL	$ENT \rightarrow CO_2$
(Cowan, 2014)	1990-2010 Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika	Panel Nedensellik	$ET \leftrightarrow EB$ $EB \leftrightarrow CO_2$ (Rusya) $EB \rightarrow ET$ $EB \rightarrow CO_2$ (Güney Afrika) $EB \neq ENT$ $CO_2 \rightarrow EB$ (Brezilya) $EB \neq ENT$ $EB \neq CO_2$ (Hindistan) $EB \neq ENT$ $EB \neq CO_2$ (Çin)
(Akay, Abdieva, ve Oskonbaeva, 2015)	1980-2010 6 Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkesi	Panel Eş-bütünleşme	$EB \leftrightarrow ENT$ $CO_2 \rightarrow ENT$ $EB \rightarrow CO_2$
(Genç ve Tandoğan, 2015)	1980-2010 Türkiye	ARDL	$CO_2 \rightarrow EB$ (Pozitif) $ENT \rightarrow EB$ (Negatif)

(Kais ve Mbarek, 2015)	1980-2012 Cezayir, Mısır, Tunus	Panel Eş-bütünleşme	ENT → EB EB → CO <sub>2</sub> ENT → CO <sub>2</sub>
(Saidi ve Hammami, 2015)	1990-2012 58 ülke	Dinamik eşanlı denklem paneli	ENT ↔ CO <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> → EB
(Pata ve Terzi, 2016)	1972-2011 Türkiye	Johansen-Juselius Eş- bütünleşme	ENT → EB CO <sub>2</sub> → EB
(Uysal ve Yapraklı, 2016)	1968-2011 Türkiye	Eş-Bütünleşme analizi	ENT → CO <sub>2</sub> (pozitif) GDP → CO <sub>2</sub> (Negatif)

**Kaynak:** Yazar tarafından düzenlenmiştir.

### 3. EKONOMETRİK YÖNTEMLER

#### 3.1 Zaman Serileri

Zaman serileri istatistik, ekonometri, mühendislik, sosyal bilimler, işletme ve daha birçok alanda kullanılmaktadır. Bu alanlarda serilerin zaman içinde davranışlarını belirlemek çok önemlidir. Zaman serilerinde geçmişteki davranışını ortaya çıkarmak ve gelecek hakkında yapılacak yorumları iyi analiz etmesi başarısını beraberinde getirecektir. Herhangi bir serisinin durağan olabilmesi için eşitlik (3.1), (3.2) ve (3.3)'deki özelliklere sahip üç temel şartı vardır:

$$\text{Ortalama : } E(Y_t) = \mu \quad (3.1)$$

$$\text{Varyans : } Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad (3.2)$$

$$\text{Kovaryans : } \gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu)] \quad (3.3)$$

Zaman serilerinde modellerin uygun olması için seriler durağan hale getirilir. Durağan olmayan seriler birim kök içerirler. Birim kök sayısı serilerin durağanlık derecesine kadar olan sayıya eşittir.  $Y_t$  serisi birinci farkı alınınca durağan oluyorsa seri birinci dereceden durağandır denir. I(1) olarak gösterilir. Serinin ikinci farkı alınıyorsa ikinci dereceden durağandır denilir. I(2) ile gösterilir. Genel olarak seriler de 'd' kez farkı alınınca durağan oluyorsa seri 'd.' dereceden durağandır denir. I(d) ile gösterilir.

#### 3.2 Birim Kök Testleri

Birim kök testleri durağanlığın sınanmasında kullanılmaktadır. Serilerin durağanlığını test etmek için birim kök içerip içermediğine bakılarak karar verilmektedir. Durağan serilerde yapılan işlemlerde çıkabilecek sonuçlar tahmin

edile bilinirken, durağan olmayan serilerde serinin yapısını değiştirdiği için tahmin edilememektedir.

Zaman serilerinde geliştirilmiş birçok birim kök testi bulunmaktadır. Literatürde en kuk kareler yöntemi kullanılarak Dickey-Fuller (1979) tarafından geliştirilen ve bu çalışma için de kullanılan yöntemlerden biridir.

### 3.2.1 Dickey-Fuller Testi (DF)

1976 yılında ilk birim kök testi olarak kabul edilen Fuller ve sonrasında 1979 yılında Dickey ve Fuller tarafından zaman serilerinde durağanlık testi için önerilmiştir. DF yaklaşımı; durağan olmayan seriler yani birim kök içeriyor ise ve durağan olduğu serinin birim kök içerdiği durumlarda sınanmasıdır.

$Y_t$  değişkeninin bu dönemde aldığı değerin geçen dönemdeki değeri olan  $Y_{t-1}$  ile ilişkisi,

$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t$  Őekliinde ifade edilir.

Burada  $u_t$  hata terimidir. Birinci dereceden otoregresif AR(1) bir model diyebiliriz. Eğer  $\rho$  katsayısı bire eşit bulunursa durağan olmama durumu ortaya çıkmaktadır. Model  $\rho = 1$  olursa  $Y_t = Y_{t-1} + u_t$  Őekliini almaktadır.

### 3.2.2 Genişletilmiş Dickey Fuller Testi (ADF)

Hata terimlerinin otokorelasyon içermesi halinde Dickey Fuller (1979) testi kullanılamamaktadır. Modelde yer alan değişkenleri uygun gecikme düzeyi bulunurken en yaygın olarak Akaike (AIC) ve Schwarz (SIC) kriterleri kullanılmaktadır. Bu test için önerilen modeller aşağıda gösterilmektedir (Enders, 1995). ADF denklemlerindeki eşitlik (3.4), (3.5) ve (3.6)'daki gibi yazılmıştır.

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \delta Y_{t-1} + \beta_t + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (3.6)$$

Bu üç durum için de hipotezlerimiz aynı olup;

$H_0: \delta = 0$  ( $\rho = 1$  , birim kök vardır

$H_1: \delta < 0$  ( $\rho < 1$  , birim kök yoktur şeklindedir.

$H_0$  hipotezinin kabul edildiğinde birim kök vardır. Seri durağan değildir. Ancak,  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi durumunda ise birim kök yoktur ve  $Y_t$  serisi durağandır.

### 3.3 Johansen Eşbütünleşme Analizi

Durağanlık seriler de nedensellik ilişkisini araştırmak için önemlidir. Aralarındaki uzun dönemli ilişki durağan olan serilerde görülmektedir. Baktığımız serilerde herhangi bir ilişki gözlenmiyorsa durağan olduğu seride kısa dönemli ilişki vardır diyebiliriz.

Eş bütünleşme analizi 1988 ve 1990 yıllarında Johansen ve Johansen Juselius tarafından geliştirilmiş Johansen eşbütünleşme analizidir. Bu analizi yaptığımız da köklerin sıfıra eşit olması veya olmaması ile iki test vardır.  $\lambda_{max}$  maksimum özdeğer test istatistiği ile  $\lambda_{traces}$  iz test istatistiğidir. Çalışmalarda uzun dönemli ilişkiyi test etmek için (3.7) ve (3.8)'deki gibi iki test geliştirilmiştir.

$$\lambda_{traces}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \lambda_i) \quad (3.7)$$

$$\lambda_{max}(r, r + 1) = -T \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad (3.8)$$

T gözlem sayısı; Denklemler de  $\lambda_i$  matrislerden elde edilen karakteristik kökler veya özdeğerleri ifade etmektedir.  $\lambda_{max}$  değeri kökler sıfıra eşit ise küçük olacaktır (Bozkurt, 2007).

### 3.4 Granger Nedensellik Analizi

1986 yılında bulunan değişkenlerin ilişkisini, yönünü ve varlığını belirten en çok tercih edilen yöntemlerden biridir. 1987 yılında Engle ve Granger tarafından geliştirilen nedensellik için eş bütünleşme tekniği ile katkıda bulunmuşlardır.

Granger testi, X ve Y arasındaki ilişkiden hareketle denklemler (3.9) ve (3.10)'daki gibi gösterilmiştir:

$$X_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{t-j} + u_{1t} \quad (3.9)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^m \varphi_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j X_{t-j} + u_{2t} \quad (3.10)$$

Burada  $u_{1t}$  ve  $u_{2t}$  hata terimlerinin birbiriyle ilişkili olmadığı varsayılmaktadır. (3.9)'daki denklemi X'in X'in geçmiş denklemi ile Y'nin geçmiş değerlerine bağlı olduğunu göstermektedir. (3.10)'da ise Y'nin; geçmiş Y ve X değişkenlerine bağlı olduğunu ifade eder. X ve Y değişkenleri arasında bir nedensellik ilişkisinin bulunup bulunmadığı nedensellik analizleriyle belirlendiğinde dört farklı durum ortaya çıkmaktadır:

1.  $X \rightarrow Y$
2.  $Y \rightarrow X$
3.  $X \leftrightarrow Y$
4.  $X \neq Y$

### 3.5 Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi

VAR modelin de Toda-Yamamoto nedensellik testi için gecikme uzunluğu (k) ve bakılan serilerin en büyük durağanlık mertebesidir (dmax). Belirlenen serilerin (k+dmax) boyutunda bir VAR modeli kurularak test gerçekleştirilir. Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testinde (3.11) ve (3.12) denklemleri dikkate alınır:

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_{1i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} Y_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \delta_{1i} X_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \lambda_{1i} X_{t-i} + e_{1t} \quad (3.11)$$

$$X_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_{2i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{2i} Y_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \delta_{2i} X_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \lambda_{2i} X_{t-i} + e_{2t} \quad (3.12)$$

X serisi, Y serisinin Granger nedeni değildir temel hipotezini, ilk modelde (3.11)  $H_0 : \alpha_{1i} = 0$  hipotezi olarak tanımlanır. Bu arada Wald test istatistiği uygulanarak  $H_0$

hipotezi reddedilir ise X serisinden Y serisine doğru bir nedensellik ilişkisi ortaya çıktığı söylenebilir.

Toda-Yamamoto modelde düzeyde durağan olmadığından F testi standart dağılıma uygunluk göstermediği için Granger Nedensellik testin sonucunun yanlış olacağını göstermiş ve Wald test istatistiği geliştirmişlerdir.

Toda-Yamamoto testinde iki aşama da gerçekleştirilmiş işlemler uygulanmaktadır. Bunlardan ilkinde modelde değişkenlerin AIC ve SC kriterlerine göre optimal gecikme uzunlukları bulunur. VAR modelinde  $d_{max}$  belirlendiği zaman  $k+d_{max}$  toplamında tahmin yapılmaktadır. İkincisinde ise ilk VAR katsayısı matrisine Wald testi uygulanmaktadır.



## 4. UYGULAMA

### 4.1 Verilerin Elde edilmesi

Çalışmada kullanılan veriler yıllık olarak 1960-2014 dönemine ait olmaktadır. Çalışmada enerji tüketimi göstergesi olarak kişi başına elektrik tüketimi (ET), ekonomik büyüme göstergesi olarak kişi başına düşen milli gelir (GDP) ve Karbondioksit göstergesi olarak Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu (CO<sub>2</sub>) serileri incelenmiştir. Veriler dünya bankasından alınmıştır. Sağlıklı verilere ulaşılan OECD ülkelerinden Avusturya, Belçika, Kanada, Danimarka, Fransa, Yunanistan, İzlanda, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, Portekiz, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Finlandiya, Avustralya, Yeni Zelanda için Enerji tüketim, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu değişkenler arasında ilişkiyi incelenecektir.

Uygulamada, söz konusu değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiye Johansen eşbütünlük analizi ile bakılacaktır. Kısa dönemli ilişkiyi incelemek için Granger ve Toda-Yamamoto kullanarak incelenecek ve elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılıp değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

Verilerin zaman serisinin durağan olup olmadıkları çalışmalar da yaygın olarak kullanılan Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi ile incelenmiştir. Durağan olmayan serilerde birinci farkı alınıp durağan hale geliyorsa birinci dereceden durağan denilir ve I(1) ifadesiyle gösterilir. Analizler İstatistiksel paket programı ile gerçekleştirilecektir. Kullanılan testlerde literatürde en çok tercih edilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyi kullanılmıştır. Sağlıklı verilere ulaşılan 23 OECD ülkelerinin elektrik tüketimi, gayri safi yurtiçi hasıla ve karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkileri istatistik açıdan anlamlı sonuçlar çıkması için ilk olarak ADF birim kök testi ile durağanlık sınaması gerçekleştirilmiş ve sonuçlar tablo 6'da verilmiştir.

## 4.2 Durağanlık ve Birim Kök Testi

İlk olarak incelenen değişkenlerin yoğun olarak uygulanan doğal logaritması (LN) alınarak analize başlanmıştır. Logaritmik serilerle çalışmak serilerin özelliklerini daha iyi incelemek, varyansı stabilize etmek ve serilerdeki aykırı gözlemlerin etkilerini azaltması açısından daha çok tercih edilmektedir.

Serileri durağan olup olmadığını analiz etmeden önce grafiksel şekilleri önceden incelenmiştir. İncelemelerimiz sonucunda verilerin neredeyse tamamında trend + intercept şeklinde bir süreç görülmüştür. Şekillerde serilerin artış eğilimi gösterdiği ve artan bir trende sahip oldukları gözlemlenmektedir. Değişkenlerin durağanlık düzeylerini belirlemek için ADF birim kök testi yapılmıştır.

**Tablo 6. Trend + Intercept modeline göre ADF Birim Test Sonuçları**

Ülkeler	Değişkenler	Düzye Hali	Birinci Fark	İkinci Fark	Durağanlık Derecesi
Amerika	GDP	0,9982	0,0007	-	I (1)
	$CO_2$	0,234	0,0002	-	I (1)
	ET	0,771	0	-	I (1)
Avustralya	GDP	0,5463	0,0002	-	I (1)
	$CO_2$	0,9723	0	-	I (1)
	ET	0,9951	0	-	I (1)
Avusturya	GDP	0,8628	0,0007	-	I (1)
	$CO_2$	0,6215	0	-	I (1)
	ET	0,9562	0	-	I (1)
Belçika	GDP	0,5756	0,0032	-	I (1)
	$CO_2$	0,4178	0	-	I (1)
	ET	0,9906	0	-	I (1)
Birleşik Krallık	GDP	0,5097	0,0022	-	I (1)
	$CO_2$	0,8383	0	-	I (1)
	ET	0,6734	0,0001	-	I (1)

Danimarka	GDP	0,7649	0,0004	-	I (1)
	$CO_2$	0,4264	0	-	I (1)
	ET	0,0828	0,0032	-	I (1)
Finlandiya	GDP	0,7464	0,0004	-	I (1)
	$CO_2$	0,4797	0	-	I (1)
	ET	0,9451	0	-	I (1)
Fransa	GDP	0,797	0,0002	-	I (1)
	$CO_2$	0,3237	0	-	I (1)
	ET	0,9998	0,0031	-	I (1)
Hollanda	GDP	0,798	0,0007	-	I (1)
	$CO_2$	0,3307	0	-	I (1)
	ET	0,2998	0,0051	-	I (1)
İrlanda	GDP	0,6843	0,0003	-	I (1)
	$CO_2$	0,9819	0	-	I (1)
	ET	0,8535	0	-	I (1)
İspanya	GDP	0,6531	0,0033	-	I (1)
	$CO_2$	0,969	0	-	I (1)
	ET	0,8089	0,2019	0	I (2)
İsveç	GDP	0,5912	0,0001	-	I (1)
	$CO_2$	0,2097	0	-	I (1)
	ET	0,9817	0	-	I (1)
İsviçre	GDP	0,8981	0,0001	-	I (1)
	$CO_2$	0,1033	0	-	I (1)
	ET	0,9994	0,0001	-	I (1)
İtalya	GDP	0,9758	0,0002	-	I (1)

	<i>CO<sub>2</sub></i>	0,3389	0,0003	-	I (1)
	ET	0,968	0	-	I (1)
İzlanda	GDP	0,2722	0,0014	-	I (1)
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0,1963	0	-	I (1)
	ET	0,7824	0,0011	-	I (1)
Japonya	GDP	0,9948	0,0002	-	I (1)
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0,0262	-	-	I(0)
	ET	0,4598	0	-	I (1)
Kanada	GDP	0,8238	0,0004	-	I (1)
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0,5261	0	-	I (1)
	ET	0,9858	0	-	I (1)
Lüksemburg	GDP	0,2051	0,0008	-	I (1)
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0,2113	0,0002	-	I (1)
	ET	0,0625	0,0001	-	I (1)
Norveç	GDP	0,9339	0,0004	-	I (1)
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0,3293	0	-	I (1)
	ET	0,6201	0	-	I (1)
Portekiz	GDP	0,8137	0,0013	-	I (1)
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0,9981	0	-	I (1)
	ET	0,9998	0,0001	-	I (1)
Türkiye	GDP	0,0501	0	-	I (1)
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0,2885	0,0001	-	I (1)
	ET	0,9458	0	-	I (1)
Yeni Zelanda	GDP	0,0385	-	-	I(0)
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0,6532	0	-	I (1)

	ET	0,8745	0,0001	-	I (1)
Yunanistan	<b>GDP</b>	0,8665	0,0047	-	I (1)
	<b>CO<sub>2</sub></b>	0,9808	0,0001	-	I (1)
	ET	0,2326	0,0006	-	I (1)

**Not:** \*: İlgili serilerin %5 anlamlılık düzeyine göre durağan olduğunu göstermektedir.

ADF birim kök test sonuçları bakıldığı zaman değişkenlerin düzey halinde olasılık değerlerinin  $p = 0,05$  değerinden büyük olduğu ve hesaplanan test istatistiği değerleri tablo değerinden büyük olduğu görülmüştür. Her bir değişken için birim kök varlığını ifade eden  $H_0$  hipotezi reddedilememiştir.

O yüzden değişkenler düzey halinde  $I(0)$  durağan olmadıkları görüldüğünden birinci farkları alınarak durağan olup olmadığına bakılmıştır. Birinci farkları alınan değişkenlerin  $p = 0,05$  değerinden küçük olduğu görülmüştür. Her bir değişken için birim kök varlığını ifade eden  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Bu durumda incelenen değişkenlerin  $I(1)$  olduğu söylenebilir. Tablo 6 incelendiğinde durağanlık dereceleri farklı olan İspanya, Japonya ve Yeni Zelanda Johansen eşbütünleşme testlerinin şartlarına uymadığı için analizden çıkartılmış ve geri kalan 20 ülkeye uzun dönemli ilişki olup olmadığını anlamak için  $\lambda_{max}$  ve  $\lambda_{trace}$  Johansen eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Analiz sonucu hesaplanan eşbütünleşme test istatistiği olasılık değerleri Tablo 7’de verilmektedir.

### 4.3 Johansen Eşbütünleşme analizi

Bu çalışma da eşbütünleşme yöntemlerinden biri Johansen yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak gecikme uzunlukları ile Johansen eşbütünleşme sonuçları Tablo 7’de gösterilmiştir.

**Tablo 7. 20 OECD Ülkesine ait ele alınan değişkenlerin Eşbütünleşme Test Sonuçları**

Ülkeler	Max Lag Uzunluğu	Gecikme Uzunluğu	Johansen Model Tipi	$\lambda_{trace}$	$\lambda_{max}$
Avusturya	4	1	Quadratic (Trend + İntercept)	0,1363	0,1792
Belçika	4	2	Quadratic (Trend + İntercept)	0,4163	0,3217
Kanada	2	1	Quadratic (Trend + İntercept)	0,0981	0,2716
Danimarka	2	1	Quadratic (Trend + İntercept)	0,2530	0,6521
Fransa	2	1	Quadratic (Trend + İntercept)	0,2322	0,4058
Yunanistan	2	1	Quadratic (Trend + İntercept)	0,0960	0,1623
İzlanda	4	2	Lineer (Trend + İntercept)	0,2668	0,4539
İrlanda	2	1	Quadratic (Trend + İntercept)	0,1777	0,3222
<b>İtalya</b>	2	1	Quadratic (Trend + İntercept)	<b>0,0237*</b>	<b>0,0094*</b>
<b>Lüksemburg</b>	2	1	Lineer (No Trend + İntercept)	<b>0,0004*</b>	<b>0,0038*</b>
<b>Hollanda</b>	4	2	Quadratic (Trend + İntercept)	<b>0,0245*</b>	<b>0,0443*</b>
Norveç	2	1	Quadratic (Trend + İntercept)	0,3294	0,3876
Portekiz	2	1	Quadratic (Trend + İntercept)	0,6371	0,6751
<b>İsveç</b>	2	1	Quadratic (Trend + İntercept)	<b>0,0269*</b>	<b>0,0577*</b>
<b>İsviçre</b>	2	1	Quadratic (Trend + İntercept)	<b>0,0050*</b>	<b>0,0057*</b>
Türkiye	2	1	Lineer (Trend + İntercept)	0,1160	0,4537
<b>Birleşik Krallık</b>	4	2	Lineer (No Trend + İntercept)	<b>0,0113*</b>	<b>0,0093*</b>
Amerika	4	2	Quadratic (Trend + İntercept)	0,6368	0,8277
<b>Finlandiya</b>	4	2	Quadratic (Trend + İntercept)	<b>0,0457*</b>	0,1005
Avustralya	2	1	Quadratic (Trend + İntercept)	0,8204	0,9113

**Not:** Ülkelere ait ilgili seriler arasında %5 anlamlılık düzeyine göre uzun dönem ilişki olduğunu göstermektedir. Gecikme uzunluğu seçiminde AIC ve SC kriteri kullanılmıştır.

Tablo 7 incelendiğinde  $\lambda_{max}$  veya  $\lambda_{traces}$  testlerine göre İtalya, Lüksemburg, Hollanda, İsveç, İsviçre, Birleşik Krallık ve Finlandiya ülkelerinde olasılık değerleri 0,05'ten küçük olduğundan değişkenler arasında uzun dönem ilişki olduğu görülmektedir. Diğer ülkelerde ise uzun dönemli ilişki saptanamamıştır. İncelediğimiz veri seti yıllık olduğundan maksimum gecikme uzunluğu olarak 2 ve serilerin gecikme uzunluklarına göre 4 alınmıştır. alınmıştır. Ayrıca model de otokorelasyon, değişen varyans ve normallik testi kontrolleri yapılmıştır.

#### 4.4 Granger Nedensellik Analizi

Araştırma da ele alınan değişkenlerin aynı seviyede bütünlük olmaları halinde eşbütünlük olup olmamalarına göre karşımıza iki tür durum çıkmaktadır. Eğer eşbütünlük değilse kısıtsız Vektör Otoregresyon (VAR) modeli, eşbütünlük ise kısıtlı Vektör Hata Düzeltme (VECM) modeli test edilecektir.

Bu nedenle ülkeler için GDP, ET ve  $CO_2$  arasındaki ilişki Tablo 8'de sonuçlar belirtilmiştir. Değişkenlere ait hipotezler herhangi bir ülke için örnek olarak aşağıda verilmiştir.

Bağımlı Değişken:  $CO_2$

$H_0$  : Enerji Tüketimi Karbondioksit emisyonunun nedeni değildir.

$H_1$  : Enerji Tüketimi Karbondioksit emisyonunun nedenidir.

$H_0$  : Gayri safi yurtiçi hasıla Karbondioksit emisyonunun nedeni değildir.

$H_1$  : Gayri safi yurtiçi hasıla Karbondioksit emisyonunun nedenidir.

Bağımlı Değişken: Enerji Tüketimi

$H_0$  : Karbondioksit emisyonu Enerji Tüketiminin nedeni değildir.

$H_1$  : Karbondioksit emisyonu Enerji Tüketiminin nedenidir.

$H_0$  : Gayri safi yurtiçi hasıla Enerji Tüketiminin nedeni değildir.

$H_1$  : Gayri safi yurtiçi hasıla Enerji Tüketiminin nedenidir.

Bağımlı Değişken: Gayri safi yurtiçi hasıla

$H_0$  : Karbondioksit emisyonu Gayri safi yurtiçi hasılanın nedeni değildir.

$H_1$  : Karbondioksit emisyonu Gayri safi yurtiçi hasılanın nedenidir.

$H_0$  : Enerji Tüketimi Gayri safi yurtiçi hasılanın nedeni değildir.

$H_1$  : Enerji Tüketimi Gayri safi yurtiçi hasılanın nedenidir.

**Tablo 8. Uzun Dönemli İlişki Saptanmayan ülkelere ait Granger Nedensellik Analizi Sonuçları**

Ülkeler	Nedensellik Yönü	Max Lag Uzunluğu	Optimal Lag Uzunluğu	Ki-Kare Test İstatistiği	Olasılık Değeri (p)
Avusturya	ET $\Rightarrow$ CO2	4	1 (SC)	1,6978	0,1926
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,0005	0,9809
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,4523	0,5012
	GDP $\Rightarrow$ ET			1,1866	0,2760
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			2,6479	0,1037
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,6857	0,4076
Belçika	ET $\Rightarrow$ CO2	4	2 (AIC)	0,7191	0,6980
	GDP $\Rightarrow$ CO2			1,2939	0,5236
	CO2 $\Rightarrow$ ET			1,9848	0,3707
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,1430	0,9310
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			1,2274	0,5413
	ET $\Rightarrow$ GDP			3,9114	0,1415
Kanada	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1 (SC)	6,0114	0,0142
	GDP $\Rightarrow$ CO2			2,3783	0,1230
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,0052	0,9423
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,8267	0,3632
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,4035	0,5253
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,2031	0,6522
Danimarka	<b>ET <math>\Rightarrow</math> CO2</b>	2	1 (SC)	8,0810	<b>0,0045*</b>
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,1525	0,6961
	<b>CO2 <math>\Rightarrow</math> ET</b>			4,2433	<b>0,0394*</b>
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,9730	0,3339
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,4571	0,4990
	ET $\Rightarrow$ GDP			2,5660	0,1092

Fransa	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1 (SC)	0,2534	0,6147
	GDP $\Rightarrow$ CO2			3,1526	0,0758
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,3447	0,5571
	<b>GDP <math>\Rightarrow</math> ET</b>			3,5578	<b>0,0591*</b>
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,2880	0,5915
	ET $\Rightarrow$ GDP			1,5346	0,2154
Yunanistan	<b>ET <math>\Rightarrow</math> CO2</b>	2	1 (SC)	12,7110	<b>0,0004*</b>
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,6741	0,4116
	CO2 $\Rightarrow$ ET			2,9930	0,0836
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,3265	0,5677
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			2,1061	0,1467
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,1522	0,6964
İzlanda	ET $\Rightarrow$ CO2	4	2 (SC)	0,2687	0,8743
	GDP $\Rightarrow$ CO2			3,0824	0,2141
	<b>CO2 <math>\Rightarrow</math> ET</b>			9,2410	<b>0,0098*</b>
	GDP $\Rightarrow$ ET			2,3887	0,3029
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,7171	0,6987
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,0078	0,9961
İrlanda	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1 (SC)	1,0674	0,3015
	GDP $\Rightarrow$ CO2			2,6783	0,1017
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,7466	0,3875
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,1238	0,7249
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,3315	0,5647
	ET $\Rightarrow$ GDP			1,2099	0,2713

Norveç	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1	0,4131	0,5209
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,0044	0,9466
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,1421	0,7061
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,0456	0,8307
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,0427	0,8362
	ET $\Rightarrow$ GDP			1,0060	0,3159
Portekiz	<b>ET <math>\Rightarrow</math> CO2</b>	2	1	6,6882	<b>0,0097*</b>
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,6568	0,4177
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,7375	0,3905
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,2850	0,5934
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,4778	0,4894
	<b>ET <math>\Rightarrow</math> GDP</b>			4,4969	<b>0,0340*</b>
Türkiye	<b>ET <math>\Rightarrow</math> CO2</b>	2	1	4,5700	<b>0,0325*</b>
	<b>GDP <math>\Rightarrow</math> CO2</b>			10,8431	<b>0,0010*</b>
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,1438	0,7044
	<b>GDP <math>\Rightarrow</math> ET</b>			4,9838	<b>0,0256*</b>
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,0974	0,7549
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,9205	0,3373
Amerika	ET $\Rightarrow$ CO2	4	2	2,3442	0,1257
	GDP $\Rightarrow$ CO2			2,8621	0,0907
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,0047	0,9448
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,1613	0,6879
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,0069	0,9337
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,1305	0,7179

Avustralya	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1	4,7067	<b>0,0300*</b>
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,2898	0,5903
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,6419	0,4230
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,0752	0,7838
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,7996	0,3712
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,0168	0,8968

Granger Nedensellik analizi sonucunda hesaplanan test istatistiği olasılığı 0,05 değerinden küçük olan değişkenlerin arasındaki kısa dönemli ilişki olduğu görülmektedir. Tablo 8 incelendiğinde 7 ülkenin nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Danimarka elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru çift yönlü, Fransa için gayri safi yurtiçi hasıladan elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Yunanistan, elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. İzlanda, karbondioksit emisyonundan elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Portekiz için, elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna ve elektrik tüketiminden gayri safi yurtiçi hasılaya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Türkiye elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru, gayri safi yurtiçi hasıladan karbondioksit emisyonuna doğru ve gayri safi yurtiçi hasıladan elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik analizi bulunmuştur. Son olarak Avusturya için elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu görülmüştür. Diğer kalan ülkeler ise herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığı görülmüştür.

**Tablo 9. Uzun dönemli ilişki saptanan ülkelere ait Granger Nedensellik Analizi Sonuçları**

Ülkeler	Nedensellik Yönü	Max Lag Uzunluğu	Optimal Lag Uzunluğu	Kİ-Kare Test İstatistiği	Olasılık Değeri (p)
İtalya	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1	0,8542	0,3554
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,0584	0,8089
	CO2 $\Rightarrow$ ET			2,9461	0,0861
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,1851	0,6670
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,0001	0,9897
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,5867	0,4437
Lüksemburg	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1	0,9654	0,3258
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,0164	0,8980
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,2428	0,6222
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,8069	0,3690
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			1,8906	0,1691
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,0105	0,9180
Hollanda	<b>ET <math>\Rightarrow</math> CO2</b>	4	2	6,5007	<b>0,0108*</b>
	GDP $\Rightarrow$ CO2			1,4176	0,2338
	CO2 $\Rightarrow$ ET			1,8307	0,1760
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,1188	0,7303
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			1,7349	0,1878
	ET $\Rightarrow$ GDP			2,4751	0,1157
İsveç	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1	0,3361	0,8453
	GDP $\Rightarrow$ CO2			4,1588	0,1250
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,2209	0,8954
	GDP $\Rightarrow$ ET			2,2956	0,3173
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			3,9540	0,1385
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,3993	0,8190

İsviçre	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1	1,9766	0,1597
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,1437	0,7045
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,5124	0,4741
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,0699	0,7913
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,2474	0,6189
	ET $\Rightarrow$ GDP			3,3109	0,0688
Birleşik Krallık	<b>ET <math>\Rightarrow</math> CO2</b>	4	2	8,1972	<b>0,0166*</b>
	GDP $\Rightarrow$ CO2			2,3116	0,3148
	CO2 $\Rightarrow$ ET			4,6768	0,0965
	<b>GDP <math>\Rightarrow</math> ET</b>			5,7436	<b>0,0566*</b>
	<b>CO2 <math>\Rightarrow</math> GDP</b>			7,2447	<b>0,0267*</b>
	ET $\Rightarrow$ GDP			3,8742	0,1444
Finlandiya	<b>ET <math>\Rightarrow</math> CO2</b>	4	2	8,1723	<b>0,0168*</b>
	GDP $\Rightarrow$ CO2			3,2228	0,1996
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,4910	0,7823
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,3083	0,8571
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			5,1016	0,0780
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,6155	0,7351

Ülkelere ait nedensellik ilişkilere bakıldığı zaman 0,05 küçük olan olasılık değerlerinin değişkenler arasında belirlenen yönde ilişki olduğu söylenmektedir. Tablo 9 incelendiği zaman Hollanda için elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Birleşik Krallık elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru, gayri safi yurtiçi hasıladan elektrik tüketimine doğru ve karbondioksit emisyonundan gayri safi yurtiçi hasılaya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Finlandiya için elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu görülmüştür.

#### 4.5 Toda-Yamamoto Nedensellik ilişkisi

Toda-Yamamoto nedensellik analizine geçmeden önce ilk olarak değişkenlerin maksimum bütünleşme derecelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Tablo 12’de yer alan ADF durağanlık dereceleri 22 ülke için I(1) ve İspanya için I(2) olarak belirlenmiştir. Bu nedenle modelde yer alan değişkenlerin maksimum bütünleşme derecesi  $d_{max}=1$  ve İspanya için  $d_{max} = 2$  olarak çıkmıştır. Daha sonra VAR modelinde k gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir.

Gecikme uzunluğunun belirlenmesi için genellikle Akaike (AIC), Schwarz (SC) değerleri dikkate alınmıştır.

Gecikme uzunlukları ve maksimum bütünleşme dereceleri belirlendikten sonra modele giren değişkenlerin k+dmax kaçınıcı dereceden VAR modeli olduğu tanımlanarak nedensellik analizi yapılmıştır. VAR modeli sonuçları tablo 10’da belirtilmiştir.

**Tablo 10. Toda Yamamoto Nedensellik Analizi Sonuçları**

Ülkeler	Toda Yamamoto Nedensellik Yönü	Gecikme Uzunluğu (k)	$d_{max}$	Kİ-Kare Test İstatistiği	Olasılık Değeri (p)
Avusturya	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	0,2423	0,6225
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,1988	0,6556
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,8811	0,3479
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,0033	0,9540
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			2,2399	0,1345
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,0840	0,7767
Belçika	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1	0,3232	0,8508
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,3720	0,8303
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,6144	0,7355
	GDP $\Rightarrow$ ET			2,2519	0,3243
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,7745	0,6789
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,5660	0,7573

Kanada	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	2,8019	0,0941
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,8858	0,3466
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,3731	0,5413
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,4908	0,4835
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,0009	0,9748
	ET $\Rightarrow$ GDP			2,4393	0,1183
Danimarka	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	0,9952	0,3185
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,0474	0,8275
	CO2 $\Rightarrow$ ET			1,2623	0,2612
	GDP $\Rightarrow$ ET			1,4597	0,2270
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,1519	0,6967
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,7377	0,3904
Fransa	<b>ET <math>\Rightarrow</math> CO2</b>	1	1	3,7962	<b>0,0514*</b>
	GDP $\Rightarrow$ CO2			1,4610	0,2268
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,7431	0,3887
	GDP $\Rightarrow$ ET			1,1337	0,2870
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,3345	0,5630
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,4988	0,4800
Yunanistan	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	0,4305	0,5117
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,0029	0,9570
	<b>CO2 <math>\Rightarrow</math> ET</b>			4,1368	<b>0,0420*</b>
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,0009	0,9750
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			2,5480	0,1104
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,4720	0,4921

İzlanda	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1	0,7625	0,6830
	GDP $\Rightarrow$ CO2			1,4210	0,4914
	<b>CO2 <math>\Rightarrow</math> ET</b>			11,4020	<b>0,0033*</b>
	GDP $\Rightarrow$ ET			3,5691	0,1679
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			2,9872	0,2246
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,2899	0,8650
İrlanda	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	2,0650	0,1507
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,0348	0,8519
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,5215	0,4702
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,0246	0,8752
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			1,6252	0,2024
	ET $\Rightarrow$ GDP			1,8441	0,1745
İtalya	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	0,1645	0,6850
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,2491	0,6177
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,0352	0,8510
	GDP $\Rightarrow$ ET			1,3108	0,2522
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,0767	0,7818
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,7126	0,3986
Lüksemburg	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	1,7703	0,1833
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,1460	0,7023
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,2435	0,6216
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,3842	0,5353
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,6386	0,4242
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,0203	0,8865

Hollanda	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1	4,6214	0,0992
	GDP $\Rightarrow$ CO2			2,2970	0,3171
	CO2 $\Rightarrow$ ET			3,8758	0,1440
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,5038	0,7773
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			2,6651	0,2638
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,1370	0,9338
Norveç	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	0,2790	0,5973
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,0292	0,8642
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,2968	0,5858
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,6492	0,4240
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,6684	0,4136
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,3811	0,5370
Portekiz	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	1,3644	0,2428
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,4901	0,4839
	CO2 $\Rightarrow$ ET			1,8605	0,1726
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,4136	0,5201
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,0737	0,7860
	ET $\Rightarrow$ GDP			1,9078	0,1672
İsveç	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	0,1114	0,7385
	<b>GDP <math>\Rightarrow</math> CO2</b>			4,8948	<b>0,0269*</b>
	<b>CO2 <math>\Rightarrow</math> ET</b>			9,3988	<b>0,0222*</b>
	<b>GDP <math>\Rightarrow</math> ET</b>			4,0430	<b>0,0444*</b>
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,3378	0,5611
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,3061	0,5801

İsviçre	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	1,6932	0,1932
	GDP $\Rightarrow$ CO2			1,7880	0,1812
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,8370	0,3603
	GDP $\Rightarrow$ ET			1,0270	0,3108
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,0398	0,8418
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,2890	0,5908
Türkiye	<b>ET <math>\Rightarrow</math> CO2</b>	1	1	3,7004	<b>0,0544*</b>
	<b>GDP <math>\Rightarrow</math> CO2</b>			6,5942	<b>0,0102*</b>
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,1545	0,6942
	GDP $\Rightarrow$ ET			3,5162	0,0608
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,0709	0,7900
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,3980	0,5281
Birleşik Krallık	<b>ET <math>\Rightarrow</math> CO2</b>	2	1	9,0174	<b>0,0110*</b>
	GDP $\Rightarrow$ CO2			2,0694	0,3553
	CO2 $\Rightarrow$ ET			3,2182	0,2001
	GDP $\Rightarrow$ ET			3,4989	0,1739
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			5,4481	0,0656
	ET $\Rightarrow$ GDP			3,2433	0,1976
Amerika	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1	0,1477	0,9288
	GDP $\Rightarrow$ CO2			5,5400	0,0627
	CO2 $\Rightarrow$ ET			2,5498	0,2794
	GDP $\Rightarrow$ ET			4,5468	0,1030
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			1,8723	0,3921
	ET $\Rightarrow$ GDP			2,9221	0,2320

Finlandiya	ET $\Rightarrow$ CO2	2	1	1,6189	0,4451
	<b>GDP <math>\Rightarrow</math> CO2</b>			7,1260	<b>0,0284*</b>
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,3151	0,8542
	<b>GDP <math>\Rightarrow</math> ET</b>			11,6462	<b>0,0030*</b>
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			5,5784	0,0615
	ET $\Rightarrow$ GDP			1,5570	0,4591
Avustralya	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	0,0030	0,9557
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,0872	0,7678
	CO2 $\Rightarrow$ ET			1,2043	0,2725
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,2951	0,5870
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			1,0368	0,3085
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,3522	0,5529
İspanya	<b>ET <math>\Rightarrow</math> CO2</b>	2	2	7,7738	<b>0,0205*</b>
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,7179	0,6985
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,4647	0,7926
	GDP $\Rightarrow$ ET			1,8616	0,3942
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,3980	0,8195
	ET $\Rightarrow$ GDP			0,1514	0,9271
Japonya	<b>ET <math>\Rightarrow</math> CO2</b>	1	1	11,8238	<b>0,0006*</b>
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,0096	0,9217
	CO2 $\Rightarrow$ ET			1,4825	0,2234
	GDP $\Rightarrow$ ET			1,90E-05	0,9965
	<b>CO2 <math>\Rightarrow</math> GDP</b>			3,9172	<b>0,0478*</b>
	ET $\Rightarrow$ GDP			2,6714	0,1022

Yeni Zelanda	ET $\Rightarrow$ CO2	1	1	0,7698	0,0961
	GDP $\Rightarrow$ CO2			0,2983	0,5849
	CO2 $\Rightarrow$ ET			0,0605	0,8057
	GDP $\Rightarrow$ ET			0,0003	0,9858
	CO2 $\Rightarrow$ GDP			0,7867	0,3751
	ET $\Rightarrow$ GDP			3,0016	0,0832

$k+d_{max}$  sonuçlarına göre kaçınıcı dereceden olduğu bilinen VAR modelleriyle yapılan Toda-Yamamoto nedensellik analizi sonucunda Fransa, Yunanistan, İzlanda, İsveç, Türkiye, Birleşik Krallık, Finlandiya, İspanya ve Japonya ülkelerinde kısa dönemli ilişki sonuçlarına ulaşılmıştır.

Fransa'nın elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru, Yunanistan'ın karbondioksit emisyonundan elektrik tüketimine doğru, İzlanda'nın karbondioksit emisyonundan elektrik tüketimine doğru, İsveç'in gayri safi yurtiçi hasıladan karbondioksit emisyonuna doğru, karbondioksit emisyonundan elektrik tüketimine doğru ve gayri safi yurtiçi hasıladan elektrik tüketimine doğru, Türkiye'nin elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru ve gayri safi yurtiçi hasıladan elektrik tüketimine doğru, Birleşik Krallık elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru, Finlandiya'nın gayri safi yurtiçi hasıladan karbondioksit emisyonuna doğru ve gayri safi yurtiçi hasıladan elektrik tüketimine doğru, İspanya'nın elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru, Japonya'nın elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru ve karbondioksit emisyonundan gayri safi yurtiçi hasılaya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1960-2014 yıllarını kapsayan ve bu yıllar içerisinde verilere eksiksiz ulaşılabilen Türkiye'nin de içerisinde yer aldığı 23 OECD ülkesi için doğal logaritmaları alınarak enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit salınımı arasında her hangi bir uzun ve kısa dönemli olup olmadığı analiz edilmiştir. Bu nedenle yapılan çalışma da değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığını Johansen Eşbütünleşme testi ve kısa dönemli ilişkiler de ise aynı dereceden durağan serilerde Granger Nedensellik analizi, aynı dereceden durağanlık sınırlaması olmadan bakılan serilere Toda-Yamamoto nedensellik testleri uygulanmıştır.

Durağanlık ve birim kök test sonuçlarına göre, aynı dereceden durağan olmayan İspanya, Japonya ve Yeni Zelanda eşbütünleşme testlerinin şartlarına uymadığı için analizden çıkartılmıştır.

Aynı dereceden durağan olan İtalya, Lüksemburg, Hollanda, İsveç, İsviçre, Birleşik Krallık ve Fillandiya ülkelerinde  $\lambda_{max}$  veya  $\lambda_{traces}$  olasılık değerleri 0,05'ten küçük olduğundan değişkenler arasında uzun dönem ilişki olduğu için kısıtlanmış VAR (VECM) modeli uygulanmıştır. Diğer ülkeler de ise kısa dönemli ilişki olduğu için kısıtlanmamış VAR modeli uygulanmıştır.

Avusturya, Belçika, Kanada, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Norveç ve Amerika için Granger Nedensellik analizi ile Toda-Yamamoto analizi ve Yeni Zelanda için Toda-Yamamoto'ya göre aralarında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.

Tablo 11 incelendiğinde, Danimarka için Granger Nedensellik analizinde elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru çift yönlü kısa dönemli ilişki bulunmuş iken Toda-Yamamoto'ya göre herhangi bir ilişki bulunmamıştır.

**Tablo 11. Granger Nedensellik ve Toda Yamamoto Özet Tablosu**

Ülkeler	Granger Nedensellik	Toda-Yamamoto
Avusturya	—	—
Belçika	—	—
Kanada	—	—
Danimarka	$ET \leftrightarrow CO_2$	—
Fransa	$GDP \rightarrow CO_2$ $GDP \rightarrow ET$	$ET \rightarrow CO_2$
Yunanistan	$ET \rightarrow CO_2$	$CO_2 \rightarrow ET$
İzlanda	$CO_2 \rightarrow ET$	$CO_2 \rightarrow ET$
İrlanda	—	—
İtalya	—	—
Lüksemburg	—	—
Hollanda	$ET \rightarrow CO_2$	—
Norveç	—	—
Portekiz	$ET \rightarrow CO_2$ $ET \rightarrow GDP$	—
İsveç	—	$GDP \rightarrow CO_2$ $CO_2 \rightarrow ET$ $GDP \rightarrow ET$
İsviçre	—	—
Türkiye	$ET \rightarrow CO_2$ $GDP \rightarrow CO_2$ $GDP \rightarrow ET$	$ET \rightarrow CO_2$ $GDP \rightarrow CO_2$
Birleşik Krallık	$ET \rightarrow CO_2$ $GDP \rightarrow ET$ $CO_2 \rightarrow GDP$	$ET \rightarrow CO_2$
Amerika	—	—
Finlandiya	$ET \rightarrow CO_2$	$GDP \rightarrow CO_2$ $GDP \rightarrow ET$
Avustralya	$ET \rightarrow CO_2$	—
İspanya	X	$ET \rightarrow CO_2$
Japonya	X	$ET \rightarrow CO_2$ $CO_2 \rightarrow GDP$
Yeni Zelanda	X	—

Fransa için Granger Nedensellik analizinde gayri safi yurtiçi hasıladan karbondioksit emisyonuna ve elektrik tüketimine doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki bulunmuş iken Toda-Yamamoto'ya göre elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki bulunmuştur.

Yunanistan Granger Nedensellik analizinde elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki bulunmuş iken Toda-yamamoto analizinde karbondioksit enerji tüketimine doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki saptanmıştır.

İzlanda için Granger ve Toda-yamamoto aynı sonuçlar elde etmiştir. Karbondioksit emisyonundan elektrik tüketimine doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki saptanmıştır. Hollanda elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki bulunmuş iken Toda-Yamamoto herhangi bir ilişki bulamamıştır.

Portekiz elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru ve gayri safi yurtiçi hasılaya doğru tek yönlü kısa dönemli bir ilişki bulunmuş iken Toda-Yamamoto herhangi bir ilişki bulamamıştır. Enerji tüketiminin gayri safi yurtiçi hasılaya doğru ilişkilerin enerji kullandırılmasının toplumsal refah ve büyüme açısından olumlu sonuçlar yaratacağı anlamına da gelmektedir.

İsveç Toda-Yamamoto'ya göre gayri safi yurtiçi hasıladan karbondioksit emisyonuna doğru, karbondioksit emisyonundan elektrik tüketimine doğru ve gayri safi yurtiçi hasıladan elektrik tüketimine doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki bulunmuş iken Granger Nedensellik herhangi bir ilişki bulamamıştır.

Türkiye için Granger Nedensellik analizi elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru, gayri safi yurtiçi hasıladan karbondioksit emisyonuna doğru ve gayri safi yurtiçi hasıladan elektrik tüketimine doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki bulunmuş iken Toda-Yamamoto analizinde elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru, gayri safi yurtiçi hasıladan karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki saptanmıştır.

Tablo 5'te Uysal ve Yapraklı da çıkan enerji tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru ve gayri safi yurtiçi hasıladan karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü kısa dönemli çıkan sonuçlarla Granger ve Toda-Yamamoto analizler de çıkan sonuçlarla aynı çıkmıştır.

Birleşik Krallık için Granger Nedensellik analizinde elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru, gayri safi yurtiçi hasıladan elektrik tüketimine doğru ve karbondioksit emisyonundan gayri safi yurtiçi hasılaya doğru tek yönlü kısa dönemli bir ilişki bulunmuş iken, Toda-Yamamoto'ya göre elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki bulunmuştur. Finlandiya için Granger Nedensellik analizine göre elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki bulunmuş iken Toda-Yamamoto'ya göre gayri safi yurtiçi hasıladan karbondioksit emisyonuna doğru ve elektrik tüketimine doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki bulunmuştur. Avustralya için elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru Granger Nedensellik analizine göre tek yönlü kısa dönemli bir ilişki bulunmuştur. Toda-Yamamoto'ya göre herhangi bir ilişki saptanmamıştır. İspanya için Granger Nedensellik testi uygulanmamıştır. Toda-Yamamoto sonuçlarına göre elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü kısa dönemli ilişki bulunmuştur.

Japonya için Toda-Yamamoto analizinde elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru, karbondioksit emisyonundan gayri safi yurtiçi hasılaya doğru tek yönlü kısa dönemli bir ilişki saptanmıştır. Gayri safi yurtiçi hasıladan enerji tüketimine doğru bulunan Fransa, Türkiye, Finlandiya ve İsveç ekonomik bakımdan gelişme gösteren ülkelerin üretim sürecinde enerji taleplerinin fazla olacağı anlamına gelmektedir. Bunun sonucunda enerji teminindeki sıkıntıların giderilmesi sonucunu ortaya çıkartmaktadır.

Tablo 2'de görüldüğü gibi Enerji kaynaklarının kullanım yüzdelerine bakıldığı zaman Yenilenemeyen Enerji kaynaklarının kullanımlarının fazla olması Karbondioksit emisyonunda önemli bir artışa neden olmaktadır. Bu durumda karbondioksit salınımının yüksek olması ülkeler açısından temiz enerji kaynaklarına yönelmesi gerekliliğini çıkartmaktadır. Dünya da genellikle kullanılan Yenilenemeyen Enerji yerine çevre dostu olması nedeniyle Yenilenebilir Enerji ve sınırsız olan kaynaklara yönelmeleri desteklenmelidir. Tez çalışmasında literatüre katkı olarak Granger Nedensellik ve Toda-Yamamoto Nedensellik analizleri aynı anda analiz edilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca analizler arasındaki testin hangisi iyi olduğunu Simülasyon çalışması yapılarak daha sağlam ve güvenilir sonuç verdiği konusunda çalışma yapılabilir.

## KAYNAKÇA

- Akay, Ç., Abdieva, R., ve Oskonbaeva, Z. (2015). Yenilenebilir Enerji Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Örneği. *International Conference on Eurasian Economies*, 628-636.
- Akinlo, A. E. (2009). Electricity Consumption and Economic Growth in Nigeria: Evidence from Cointegration and Co-Feature Analysis. *Journal of Policy Modeling*, 31(5), 681-693.
- Aktaş, E., ve Alioğlu, O. (2012). Türkiye’de Enerji Sektörü Analizi. *Marmara Bölgesi Termik Santraller Örneği. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.
- Al-Mulali, U. (2011). Oil Consumption, CO2 Emission and Economic Growth in MENA Countries. *Energy*, 36(10), 6165-6171.
- Al-Mulali, U., ve Binti Che Sab, C. (2012). The Impact of Energy Consumption and CO2 Emission on the Economic Growth and Financial Development in the Sub Saharan African Countries. *Energy*, 39, 18-186.
- Ang, J. B. (2007). CO2 Emissions, Energy Consumption, and Output in France. *Energy Policy*, 35, 4772-4778.
- Apergis, N., ve Payne, J. E. (2009). Energy Consumption And Economic Growth in Central America: Evidence from A Panel Cointegration and Error Correction Model. *Energy Economics*, 31(2), 211-216.
- Apergis, N., ve Payne, J. E. (2009b). CO2 Emissions, Energy Usage, and Output in Cenral America. *Energy Policy*, 37(8), 3282-3286.
- Apergis, N., ve Payne, J. E. (2010). Energy Consumption And Growth In South America: Evidence From A Panel Error Correction Model. *Energy Economics*, 32(6), 1421-1426.
- Apergis, N., ve Payne, J. E. (2010). The Emissions, Energy Consumption and Growth Nexus: Evidence from the Commonwealth of Independent States. *Energy Policy*, 38(1), 650-655.

- Ayan, T., ve Pabuçcu, H. (2013). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yatırım Projelerinin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.
- Başar, S., ve Temurlenk, M. S. (2007). Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-12.
- Bayar, Y. (2014). Türkiye’de Birincil Enerji Kullanımı ve Ekonomik Büyüme. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(2), 253- 269.
- Bayraç, N. (2011). Küresel Rüzgar Enerjisi Politikaları ve Uygulamaları. *Uludağ Üniversitesi, İİBF Dergisi*.
- Berberoğlu, N. (1982). Türkiye’nin Ekonomik Gelişmesinde Elektrik Enerjisi. *Eskişehir: Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları*.
- Beşergil, B. (2009). *Petrol, Petrol Kimyası*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Bozkurt, H. (2007). *Zaman Serileri Analizi*. Bursa: Ekin Kitabevi.
- Böhm, D. C. (2008). Electricity Consumption and Economic Growth in The European Union: A Causality Study Using Panel Unit Root and Cointegration Analysis. *5th International Conference on European*, 1(7).
- BP Statistical Review of World Energy* (2018).
- Cheng, B. S. (1995). An Investigation of Cointegration and Causality between Energy Consumption and Economic Growth. *Journal of Energy and Development*(21), 71-84.
- Chien, C. L. (2005). Energy Consumption and GDP in Developing Countries: A Cointegrated Panel Analysis. *Energy Economics*(27), 415-427.
- Chien, C. L., ve Chang, C. P. (2008). Energy Consumption and Economic Growth in Asian Economies: A More Comprehensive Analysis Using Panel Data. *Resource and Energy Economics*, 30(1), 50-65.
- Chontanawat, J., Hunt, L. C., ve Pierse, R. (2008). Does Energy Consumption Cause Economic Growth? Evidence from a Systematic Study of over 100 Countries. *Journal of Policy Modeling*, 30(2), 209-220.
- Chu, H., ve Chang, T. (2012). Nuclear Energy Consumption, Oil Consumption and Economic Growth in G6 Countries: Bootstrap Panel Causality Test. *Energy Policy*, 48, 762-769.
- Cowan, W. N. (2014). The Nexus of Electricity Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions in the BRICS Countries. *Energy Policy*, 66, 356-368.

- Çetinkaya, M., Aksoy, A., ve Çetinkaya, A. (2017). Askeri Harcamalar Özelinde Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*.
- Dalkır, Ö., ve Şeşen, Ş. (2011). Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik. *Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü*.
- Enders, W. (1995). *Applied Econometric Time Series*.
- Fodha, M., ve Zaghdoud, O. (2010). Economic Growth and Pollutant Emissions in Tunisia: An Empirical Analysis of the Environmental Kuznets Curve. *Energy Policy*, 38(2), 1150-1156.
- Friedl, B., ve Getzner, M. (2003). Determinants of CO2 emissions in A Small Open Economy. *Ecological Economics*, 45, 133-148.
- Galeotti, M., ve Lanza, A. (2005). Desperately Seeking Environmental Kuznets. *Environmental Modelling ve Software*, 20(11), 1379-1388.
- Genç, M. C., ve Tandoğan, D. (2015). The Impacts of CO2 Emissions and Renewable Energy Consumption on Economic Growth in Turkey: An ARDL Cointegration Approach. *Proceedings of the Fifth International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics*, 549-555.
- Gökçınar, R., ve Uyumaz, A. (2008). Rüzgar Enerjisi Maliyetleri ve Teşvikleri. VII. *Ulusal Enerji Sempozyumu, UTES'2008 Bildiri Kitabı*.
- Guha, R. (2000). *Environmentalism: A Global History*. USA.
- Haktanır, D. (2012). Rüzgâr Enerjisi Geleceğin Enerji Kaynağı Olabilir Mi.
- Halıcıoğlu, F. (2009). An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income, and Foreign Trade in Turkey. *Energy Policy*, 37(3), 1156-1164.
- Harry, B., Shuddhasattwa, R., ve Ruhul, S. (2012). Coal Consumption, CO2 Emission and Economic Growth in China: Empirical Evidence and Policy Responses. *Energy Economics*, 34(2), 518-528.
- Hill, R. J., ve Elisabetta, M. (2002). An Exploration of the Conceptual and Empirical Basis of the Environmental Kuznets Curve. *Economic Papers*, 41(2), 239-254.
- Holtz-Eakin, D., ve Thomas, M. S. (1995). Stoking The Fires? Co2 Emissions and Economic Growth. *Journal of Public Economics*, 57(1), 85-101.

- Hossian, S. (2011). Panel Estimation for CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Trade Openness and Urbanization of Newly Industrialized Countries. *Energy Policy*, 39(11), 6991-6999.
- <http://www.taek.gov.tr> (2018).
- International Energy Agency (2012).
- International Renewable Energy Agency (2019).
- Iriani, A. (2006). Climate-Related Electricity Demand Side Management In Oil-Exporting Countries: The Case Of The United Arab Emirates. *Energy Policy*(33), 2350-2360.
- Kais, S., ve Mbarek, M. (2015). Dynamic Relationship Between CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Three North African Countries. *International Journal of Sustainable Energy*, 1-15.
- Kaldellis, J., ve Zafirakis, D. (2011). Renewable Energy.
- Karaosmanoğlu, F. (2006). Biyoyakıt Teknolojisi ve İTÜ Araştırmaları. *İTÜ Enerji Çalıştayı ve Sergisi, Bildiri* .
- Kraft, J., ve Kraft, A. (1978). On The Relationship Between Energy and GNP. *Journal Energy Development*, 3, 401-403.
- Lean, H. H., ve Smyth, R. (2010). CO2 emissions, Electricity Consumption and Output in ASEAN. *Applied Energy*, 87(6), 1858-1864.
- Lee, C. C., ve Chang, C. P. (2008). Energy Consumption and Economic Growth in Asian Economies: A More Comprehensive Analysis Using Panel Data. *Resource and Energy Economics*, 30(1), 50-65.
- Lotfalipour, M., Reza, M., Falahi, M. A., ve Ashena, M. (2010). Economic Growth, Co2 Emissions, and Fossil Fuels Consumption in Iran. *Energy*, 35(12), 5115-5120.
- Mahadevan, R., ve Asafu-Adjaye, J. (2007). Energy Consumption, Economic Growth and Prices: A Reassessment Using Panel VECM for Developed and Developing Countries. *Energy Policy*, 35(4), 2481-2490.
- Menyah, K., ve Wolde-Rufael, Y. (2010). CO2 Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth in the US. *Energy Policy*, 38(6), 2911-2915.
- Mohsen, M. (2007). Energy Consumption and Economic Growth: The Case of Oil Exporting Countries. *Energy Policy*, 35(5), 2939-2945.

- Narayan, Kumar, P., Saboori, B., ve Soleymani, A. (2016). Economic Growth and Carbon Emissions. *Economic Modelling*, 53, 388-397.
- Narayan, P. K., ve Smyth, R. (2008). Energy Consumption and Real GDP in G7 Countries: New Evidence from Panel Cointegration with Structural Breaks. *Energy Economics*, 30, 2331-2341.
- Odhiambo, N. (2009). Electricity Consumption and Economic Growth in South Africa: A Trivariate Causality Test. *Energy Economics*, 31(5), 635-640.
- Önal, E., ve Yarbay, R. (2010). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*.
- Özcan, B. (2013). The Nexus between Carbon Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Middle East Countries: A Panel Data Analysis. *Energy Policy*, 62, 1138-1147.
- Özgener, Ö. (2002). Türkiye’de ve Dünya’da Rüzgâr Enerjisi Kullanım. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*.
- Öztürk, İ., ve Acaravcı, A. (2013). The Long-Run and Causal Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey. *Energy Economics*, 36, 262-267.
- Öztürk, İ., ve Uddin, G. S. (2012). Causality among Carbon Emissions, Energy Consumption and Growth in India. *Economic Research*, 25(3), 752-775.
- Pao, H.-T., ve Tsai, C.-M. (2010). CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in BRIC Countries. *Energy Policy*, 38(12), 7850-7860.
- Pata, U. K., ve Terzi, H. (2016). The Relationship between Aggregated–Disaggregated Energy Consumption and Economic Growth in Turkey. *Business and Economics Research Journal*, 7(4), 1-15.
- Paul, S., ve Bhattacharya, R. N. (2004). Causality between Energy Consumption and Economic Growth in India: A Note on Conflicting Results. *Energy Economics*(26), 977-983.
- Polat, Ö., Uslu, E. E., ve San, S. (2011). Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(1), 349-362.
- Renewable Energy Capacity Statistics* (2018).
- Saatçi, M., ve Dumrul, Y. (2013). Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Dinamik Bir Analizi: Türkiye Örneği. *Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi*, 32(2), 1-24.

- Saboori, B., ve Sulaiman, J. (2013). CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) Countries: A Cointegration Approach. *Energy*, 55, 813-822.
- Saidi, K., ve Hammami, S. (2015). The Impact of Energy Consumption and CO2 Emissions on Economic Growth: Fresh Evidence from Dynamic Simultaneous-Equations Models. *Sustainable Cities and Society*, 14, 178-186.
- Sancar, C., ve Polat, M. A. (2015). Türkiye’de Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve İthalat İlişkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 6(12), 416-432.
- Selden, T. M., ve Daqing, S. (1994). Environmental Quality and Development: Is There A Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 147-162.
- Shahbaz, M. (2013). Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO2 Emissions in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 109-121.
- Sonel, N. (1997). Petrol Jeolojisi. *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Yayınları*.
- Soytaş, U., ve Sarı, R. (2009). Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by An EU Candidate Member. *Ecological Economics*, 68(6), 1667-1675.
- Tang, C. F. (2008). A Re-Examination of the Relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in Malaysia. *Energy Policy*, 36(8), 3077-3085.
- Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)* (2019).
- Türkyılmaz, O., Çevratoğlu, E., ve Lişesivdin, C. (2006). Türkiye’nin Doğal Gaz Temin ve Tüketim Politikalarının Değerlendirilmesi Raporu. *MMOB Makina Mühendisleri Odası*.
- Uysal, D., ve Yapraklı, H. (2016). Kişi Başına Düşen Gelir, Enerji Tüketimi ve Karbondioksit (CO2) Emisyonu Arasındaki İlişkinin Yapısal Kırılmalar Altındaki Analizi: Türkiye Örneği. *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 31, 186-202.
- Wang, S. S. (2011). CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China: A Panel Data Analysis. *Energy Policy*, 39(9), 4870-4875.
- World Coal Association (2014).

- Yaman, T., ve Aslan, N. (2006). Türkiye'nin Enerji Sorununun Alternatif Enerji Kaynakları Açısından Değerlendirilmesi. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*.
- Yapraklı, S. (2013). *Enerjiye Dayalı Büyüme Türk Sanayi Sektörü Üzerine Uygulamalar*. İstanbul: Beta Yayınevi.
- Yılmaz, A., Ürüt Kelleci, S., ve Bostan, A. (2016). Türkiye Ekonomisinde Sektörel Enerji Tüketiminin Ayrıştırma Yöntemiyle Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.
- Yılmazer, Ç. S., ve Fazlılar, A. (2012). *Kirlilik Yaratan Sektörlerin Ticareti ve Çevre: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Karşılaştırması* (Cilt 13). İstanbul.
- Yoo, S. H. (2006). The causal relationship between electricity consumption and economic growth in the ASEAN countries,. *Energy Policy*, 34(18), 3573-3582.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Ad Soyad : Ali Rıza ŞAHİN  
Uyruk : T.C.  
Doğum Yeri ve Tarihi: 08/09/1989  
Medeni Hali :Bekar  
Telefon : 0 538 297 7821  
E-posta : [ali\\_riza\\_sahin@hotmail.com](mailto:ali_riza_sahin@hotmail.com)

### Eğitim

Alınan Derece	Aldığı Kurum/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lise	Karşıyaka Lisesi	2006
Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2015
Yüksek Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2019

### İş Tecrübesi

Yıl	Yer	Pozisyon/görev
Şubat – Ağustos 2017	MedicalPark İzmir Hastanesi	İstatistikçi
Eylül 2017 -	İzban A.Ş.	Planlama ve Raporlama Uzmanı

### Yabancı Dil(ler)

Dil (İngilizce, vs)	Başlangıç	Orta	İleri
Yazma		X	
Konuşma	X		
Anlama		X	
Okuma		X	

### **Bilimsel Faaliyetler**

4 Aralık 2013 tarihinde Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi İstatistik ve AR-GE Topluluğu ile Kalite Birliği tarafından "**Yöneticiler İçin Üçüncü Göz:İSTATİSTİK**" seminerine katılım belgesi.

Türk İstatistik Derneği ile birlikte Yıldız Teknik Üniversitesi'nin ev sahipliğinde 17-18-19 Mayıs 2014 tarihlerinde "**11. Uluslararası İstatistik Öğrenci Kolokiyumu**"na "**Yeniden Örnekleme Yöntemlerinden Bootstrap Yöntemi ve Basit Regresyon İçin Bir Uygulama**" ve "**Dağcılık ve Doğa Sporlarının İstatistiksel Analizi**" adlı bildirilerle katılımda bulundum.

Türk İstatistik Derneği ile birlikte Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nin ev sahipliğinde 18-19 Mayıs 2015 tarihlerinde "**12. Uluslararası İstatistik Öğrenci Kolokiyumu**"na "**Oecd Ülkeleri Sosyal Harcamalar ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi Uygulaması**" adlı bildiriyle katılımda bulundum.

