

**T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
EKONOMETRİ ANA BİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TÜRKİYE'DE ENERJİ TÜKETİMİNİN  
BÜYÜMEYE ETKİSİ**

**ZEYNEP ZAİMOĞLU**

**2501100580**

**TEZ DANIŞMANI**

**PROF.DR.NİLGÜN ÇİL**

**İSTANBUL – 2019**



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS  
TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN;

Adı ve Soyadı : ZEYNEP ZAIMOĞLU Numarası : 2501100580  
Anabilim Dalı /  
Anasanat Dalı / Programı : EKONOMETRİ Danışmanı : PROF. DR. NILGÜN ÇİL  
Tez Savunma Tarihi : 11.09.2019 Saati : 13.00  
Tez Başlığı : TÜRKİYE'DE ENERJİ TÜKETİMİNİN BÜYÜMEYE ETKİSİ

TEZ SAVUNMA SINAVI, İÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 36. Maddesi uyarınca yapılmış, soruların sorularına alınan cevaplar sonunda adayın tezinin KABULÜNE OYBİRLİĞİ / ÖYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- PROF. DR. NILGÜN ÇİL		Kabul
2- PROF. DR. NURCAN METİN		Kabul
3- DOÇ. DR. BURCU KIRAN BAYGIN		

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- DOÇ. DR. VELİ YILANCI		
2- DOÇ. DR. AYCAN HEPSAĞ		Kabul

## ÖZ

### TÜRKİYE’DE ENERJİ TÜKETİMİNİN BÜYÜMEYE ETKİSİ

Zeynep ZAIMOĞLU

Bu çalışmanın temel amacı Türkiye ekonomisinde enerji tüketimini incelemek ve enerji tüketimi belirleyicilerinin ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin etkisini ortaya koymaktır. Bu çalışmada 1980-2013 döneminde Türkiye’de enerji tüketimi ve enerji tüketimini belirleyen faktörler incelenmiştir. Enerji talep tahmin yöntemi oluşturularak çalışılmaya uygun olan değişkenler seçilmiştir. Ekonometrik analizler ile için enerji tüketimini etkileyen faktörler içerisinde yer alan kömür, doğalgaz, petrol, elektrik, yenilebilir enerji, odun ve hayvansal ve bitkisel atıkların ekonomide büyüme ilişkisinin kısa ve uzun dönemde nasıl tepki verdiği araştırılmış ve etki yönü ortaya konmuştur. Temel amaç tüketimin büyüme üzerindeki etkisini araştırmak olduğu için sadece büyümeye doğru nedensellik ilişkisi değerlendirilmiştir. Ekonometrik çalışmada elde edilen sonuçlara göre ele alınan dönem için kurulan modellerde uzun dönem ilişkileri tutarlıdır. Modelde ki verilerin büyümeye doğru kısa vadeli sonuçlarla ilgili olarak, hayvansal ve bitkisel atıklar, petrol, doğalgaz ve elektrik istatistiksel anlamda büyümenin granger nedeni değildir. Ancak kömür, odun ve yenilebilir enerjiler ise büyümenin granger nedeni çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji, Enerji Tüketimi, Büyüme, Nedensellik, Etki Tepki Fonksiyonu.

## ABSTRACT

### EFFECTS OF ENERGY CONSUMPTION GROWTH IN TURKEY

Zeynep ZAIMOĞLU

The main objective of this report is to analyze the energy consumption and energy consumption in Turkey's economy is to determine the effect of the relationship between the determinants of economic growth. In this study, the factors that determine the 1980-2013 period, energy consumption and energy consumption in Turkey were examined. Energy demand estimation method was formed and the variables that were suitable for the study were selected. Econometric analyzes have investigated how the growth relationship of coal, natural gas, petroleum, electricity, renewable energy, wood and animal and plant wastes, which are among the factors affecting energy consumption, reacts in the short and long term and the direction of impact has been revealed. Since the main purpose was to investigate the effect of consumption on growth, only the causality relationship towards growth was evaluated. According to the results obtained in the econometric study, long-term relationships are consistent in the models established for the period covered. Regarding the short-term results of the model data towards growth, animal and vegetable wastes, oil, natural gas and electricity are not the granger causes of statistical growth. However, coal, wood and edible energies were the granger causes of growth.

**Key Words:** Energy, Energy Consumption, Growth, Causality, Impact Response Function.

## ÖNSÖZ

Uzun soluklu bir yüksek lisans eğitiminin sonucu olarak ortaya çıkan ve bu tez çalışmasın da bana destek olan kişiler bulunmaktadır. Öncelikle sadece yüksek lisans da değil, üniversite de lisans hayatım boyunca bende emeği çok olan, bir öğrencinin eğitim hayatında iz bırakan, unutamayacağı ve hayranlık duyduğu hocalar olur ya, işte o kişi; benim eğitim hayatımın en önemli taşlarını yerine koyarken hep yanımda olan o müthiş insan Prof. Dr. Nilgün Çil Hoca'dır. Lisan hayatımda yeri büyük olan ve yüksek lisansta da tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana yardımcı olan, tez çalışmamın planlamasında ve araştırılmasında ilgi ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Nilgün Çil Hocama ve yine Hocamla beraber tezimde ki eksikleri ve sorunları düzeltmemde yardımcı olan, her türlü konuda bana vakit ayıran, desteğini esirgemeyen saygıdeğer Doç. Dr. Burcu Kıran Baygın Hocama da emeklerinden ve desteklerinden dolayı her birine teşekkür ve şükranlarımı sunmak isterim. Tezimi hazırlarken sabırlı ve ilgili davranan aileme de özellikle Özlem ablama, küçük kardeşim Mehmet'e ve anneme teşekkürlerimi sunmak isterim.

Şu anda bu önsözü yazıyor olmamda onların fikirleri, katkıları, bu yolda bana tuttıkları ışığın önemi çok büyüktür. Daha sonraki adımlar için bir başlangıç olan "Yüksek Lisans" mezunu olmamda emekleri üstümde olan herkese teşekkürü borç bilirim.

İstanbul – 2019  
Zeynep ZAIMOĞLU

## İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ABSTRACT .....	iv
ÖNSÖZ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
GİRİŞ .....	1

### BİRİNCİ KISIM

#### DÜNYA'DA ENERJİNİN KULLANIMI VE ENERJİ KAYNAKLARI

1.1. Enerjinin Tanımı.....	4
1.2. Enerji Kaynakları .....	4
1.2.1. Fosil Enerji Kaynakları.....	5
1.2.1.1. Petrol .....	5
1.2.1.2. Doğalgaz .....	6
1.2.1.3. Kömür .....	7
1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	9
1.2.2.1. Jeotermal Enerjinin Tanımı.....	9
1.2.2.2. Güneş Enerjisi .....	10
1.2.2.3. Rüzgâr Enerjisi.....	11
1.2.2.4. Hidrolik Enerji .....	12
1.2.2.5. Biyokütle Enerji .....	13
1.2.2.6. Nükleer Enerji .....	14
1.3. Dünyada Enerji Politikaları ve Kullanımı .....	15
1.3.1. Dünya Enerji Politikası.....	15
1.3.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	18
1.3.1.1.1. Dünyada Jeotermal Enerji Kullanımı .....	20
1.3.1.1.2 Dünyada Güneş Enerjisi Kullanımı.....	21
1.3.1.1.3 Dünyada Rüzgâr Enerjisi Kullanımı .....	22

1.3.1.1.4. Dünyada Hidrolik Enerji Kullanımı .....	23
1.3.1.1.5 Dünyada Biokütle Enerji Kullanımı.....	24
1.3.1.1.6 Dünyada Nükleer Enerji Kullanımı.....	25

## İKİNCİ KISIM

### TÜRKİYE’DE BULUNAN ENERJİ KAYNAKLARI VE ONLARIN KULLANIMI

2.1. Türkiye’de Bulunan Enerji Kaynakları ile Rezerv Miktarları.....	26
2.1.1. Fosil Kaynaklar.....	26
2.1.1.1. Petrol .....	26
2.1.1.2. Kömür .....	28
2.1.1.3. Doğalgaz .....	30
2.1.2. Türkiye’ de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Durumu.....	31
2.1.2.1. Güneş Enerjisi .....	31
2.1.2.2. Rüzgâr Enerjisi.....	33
2.1.2.3. Jeotermal Enerji .....	35
2.1.2.4. Hidroenerji .....	36
2.1.2.5. Biyoenerji.....	37
2.1.3. Nükleer Enerji.....	38
2.1.4. Elektrik Enerjisi .....	38
2.2. Türkiye’de Enerji Sektörü .....	40
2.2.1. Türkiye’de Enerjinin İhracatı ve Enerjinin İthalatı.....	40
2.2.2. Genel Enerji Durumu .....	40
2.2.3. Enerji Üretim ve Tüketimindeki Gelişmeler .....	42

## ÜÇÜNCÜ KISIM

### ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME

3.1. Ekonomik Kalkınma ve Büyüme Tanımı.....	45
3.2. Enerji ve Kalkınma Teorileri.....	46
3.2.1. Yeşil Devrim Stratejisi ve Enerji .....	46
3.2.2. Dışa Dönük Kalkınma Politikası ve Enerji.....	46
3.2.3. İthal ikameci Politikalar ve Enerji .....	46
3.3. Büyüme Modelleri ve Enerji .....	47
3.3.1. Ekonomik Büyümenin Gerçekleşmesindeki Enerjinin Rolü .....	47

3.3.1.1. Ekonomik Büyümede Enerji Tüketiminin Yeri .....	48
3.3.1.2. Gelişmişlik Düzeyinin Enerji ile İlişkisi .....	49
3.3.1.3. Enerjinin Arzı ve Enerjinin Talebi .....	50
3.3.1.4. Enerji Yoğunluğu .....	51
3.4. Genel Değerlendirme.....	51

## **DÖRDÜNCÜ KISIM**

### **TÜRKİYE'DEKİ ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜME**

#### **ARASINDAKİ İLİŞKİNİN EKONOMETRİK MODELLE AÇIKLANMASI**

4.1. Modelin Teorik Çerçevesi .....	53
4.1.1. Birim Kök Testi .....	54
4.1.2. Koentegrasyon Testi .....	56
4.1.3. Nedensellik Testi .....	58
4.1.3.1. Granger Nedensellik Testi .....	59
4.2. Literatür Taraması .....	60
4.3. Veri seti ve Metodoloji ile Ekonometrik Analizler .....	63
4.3.1. Model 1 İçin Eş-Bütünleşme Analizi .....	66
4.3.1.1. Model 1 Tüm Serilerin Birlikte Durağanlık İncelemesi.....	68
4.3.1.2. Model 1 Değişen Varyans İncelemesi .....	68
4.3.1.3. Model 1 Granger Nedensellik İncelemesi .....	69
4.3.1.4. Model 1 Etki-Tepki İncelemesi .....	71
4.3.2. Model 2 İçin Eş-Bütünleşme Analizi .....	71
4.3.2.1. Model 2 Tüm Serilerin Birlikte Durağanlık İncelemesi.....	73
4.3.2.2. Model 2 Değişen Varyans İncelemesi .....	73
4.3.2.3. Model 2 Granger Nedensellik İncelemesi .....	74
4.3.2.4. Model 2 Etki-Tepki İncelemesi .....	75
4.3.3. Model 3 İçin Eş-Bütünleşme Analizi .....	76
4.3.3.1. Model 3 Tüm Serilerin Birlikte Durağanlık İncelemesi.....	77
4.3.3.2. Model 3 Değişen Varyans İncelemesi .....	78
4.3.3.3. Model 3 Granger Nedensellik İncelemesi .....	78
4.3.3.4. Model 3 Etki-Tepki İncelemesi .....	79
<b>SONUÇ.....</b>	<b>80</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>84</b>



## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 2:</b> Türkiye Rüzgâr Enerjisi Haritası.....	34
<b>Şekil 3:</b> Türkiye'nin genel tektonik ve volkanik özellikleri ve önemli jeotermal alanları.....	35
<b>Şekil 4:</b> Büyümenin Elektrik ve Yenilenebilir Enerji Tüketimine Verdiği Tepki (Etki-Tepki Fonksiyonu).....	71
<b>Şekil 5:</b> Büyümenin Petrol ve Doğalgaz Tüketimine Verdiği Tepki (Etki-Tepki Fonksiyonu) .....	75
<b>Şekil 6:</b> Büyümenin Elektrik ve Yenilenebilir Enerji Tüketimine Verdiği Tepki (Etki-Tepki Fonksiyonu).....	80

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1:</b> Bölgeye Göre Birincil Yağ Talebi (mb/d-milyonlarca varil günde).....	6
<b>Tablo 2:</b> Bölgelere Göre Birincil Doğal Gaz Talebi (bcm-milyar metreküp).....	7
<b>Tablo 3:</b> Bölgeye Göre Birincil Kömür Talebi (Mtce-Milyon ton kömür eşdeğer) ...	8
<b>Tablo 4:</b> 2000-2017 Türkiye Kömür Üretim Miktarları.....	28
<b>Tablo 5:</b> Türkiye'nin doğal gaz tüketimi ( m <sup>3</sup> ).....	30
<b>Tablo 6:</b> Devlet Boru Hattı Şirketinin Türkiye'nin Doğal Gaz Talebi Tahmini .....	31
<b>Tablo 7:</b> Ülkemizde Mevcut ve Hedeflenen Biokütle Enerjisi Üretimi.....	37
<b>Tablo 8:</b> Türkiye Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (kWh) .....	39
<b>Tablo 9:</b> Litaratür Taraması.....	61
<b>Tablo 10:</b> Serilerin Durağanlık Yönünden İncelenmesi.....	65
<b>Tablo 11:</b> Bilgi Kriterlerine Göre Uygun Gecikme Uzunluğu Seçimi .....	66
<b>Tablo 12:</b> Model 1 Eş-Bütünleşme Analizi İçin Uygun Modelin Belirlenmesi.....	67
<b>Tablo 13:</b> Model 1 Eş-Bütünleşme Analizi Sonuçları .....	67
<b>Tablo 14:</b> Otokorelasyon-LM Testi Sonuçları .....	68
<b>Tablo 15:</b> White Değişen Varyans Testi Sonuçları.....	68
<b>Tablo 16:</b> Gecikmeli VAR Modeli - Granger Nedensellik Testi Sonuçları.....	69
<b>Tablo 17:</b> Bilgi Kriterlerine Göre Uygun Gecikme Uzunluğu Seçimi .....	72
<b>Tablo 18:</b> Model 2 Eş-Bütünleşme Analizi İçin Uygun Modelin Belirlenmesi.....	72
<b>Tablo 19:</b> Model 2 Eş-Bütünleşme Analizi Sonuçları .....	72
<b>Tablo 20:</b> Otokorelasyon-LM Testi Sonuçları .....	73
<b>Tablo 21:</b> White Değişen Varyans Testi Sonuçları.....	73
<b>Tablo 22:</b> Gecikmeli VAR Modeli - Granger Nedensellik Testi Sonuçları.....	74
<b>Tablo 23:</b> Bilgi Kriterlerine Göre Uygun Gecikme Uzunluğu Seçimi .....	76
<b>Tablo 24:</b> Model 3 Eş-Bütünleşme Analizi İçin Uygun Modelin Belirlenmesi.....	76
<b>Tablo 25:</b> Model 3 Eş-Bütünleşme Analizi Sonuçları .....	76
<b>Tablo 26:</b> Otokorelasyon-LM Testi Sonuçları .....	77
<b>Tablo 27:</b> White Değişen Varyans Testi Sonuçları.....	78
<b>Tablo 28:</b> Gecikmeli VAR Modeli - Granger Nedensellik Testi Sonuçları.....	78

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>ADF</b>	: Augmented Dickey Fuller
<b>BOTAŞ</b>	: Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi
<b>BP</b>	: Statistical Review of World Energy-Dünya Enerjisinin İstatistiksel Değerlendirilmesi
<b>EİE</b>	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
<b>ETKB</b>	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
<b>GSMH</b>	: Gayri Safi Milli Hasıla
<b>GSYİH</b>	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
<b>HES</b>	: Hidroelektrik sistemler
<b>IEA</b>	: Uluslararası Enerji Ajansı
<b>IPCC</b>	: Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
<b>MTA</b>	: Maden Tetkik Arama Müdürlüğü
<b>OPEC</b>	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü-Organization of the Petroleum Exporting Countries
<b>PP</b>	: Phillips Perron
<b>REPA</b>	: Rüzgar Enerji Potansiyeli Atlası
<b>TEİAŞ</b>	: Türkiye Elektrik İletim Şirketi
<b>TPAO</b>	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
<b>TTK</b>	: Türkiye Taşkömürü Kurumu
<b>UNEP</b>	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
<b>USD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>VAR</b>	: Vector Auto Regression
<b>WMO</b>	: Dünya Meteoroloji Örgütü

## GİRİŞ

19. yüzyıldaki sanayi devrimi ile birlikte, özellikle Batı Avrupa'da ve Kuzey Amerika'da, insan ve hayvan emek temelli üretimden makine bazlı üretime geçiş başlanmıştır. Bu süre boyunca kömür, makineler ve elektrik için gerekli olan buhar gücünü üretmek için ana enerji kaynağıydı.

20. yüzyılda kömür, ekonomik petrol kullanımının artmasıyla önemini kaybetmiştir. Taşımacılık için büyük bir yakıt olan ve birçok kullanım alanına sahip olan petrol, 20. yüzyılda diğer tüm enerji kaynaklarına egemen olur. Bununla birlikte, günümüzde, bu petrol bağımlı endüstrisi, yıllar boyunca rezerv üretim oranının düşmesi nedeniyle arz güvenliği açısından kendini tehlikede hissetmektedir. Nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme ile tüketim büyük ölçüde arttı. Bununla beraber enerji talebi ve üretimi artmaktadır. Öte yandan çevre bilincinin, sanayi ve nüfus kadar hızlı gelişmediği görülmektedir.

Bugünün enerji probleminin açık bir çözümü bulunmamaktadır. Bununla birlikte, sorunun parametrelerini ve aralarındaki ilişkileri belirlemek, çözüm yolu üzerinde en uygun yönde ilerlemek için iyi bir başlangıç noktasıdır. Arz güvenliği, iklim değişikliği ve ekonomik büyümenin enerji probleminde ana parametreler olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, sorunu tanımlarken siyaset, uluslararası ticaret vb. gibi çok daha fazla parametre eklemek mümkündür. Enerji sorununun siyaset olmadan düzgün bir şekilde çözümlenemediği söylenebilir. Öte yandan siyaset durumu daha karmaşık ve öngörülemeyecek duruma da getirebilir.

Türkiye hem hızlı büyümenin yol açtığı artan enerji talebini karşılamak hem de yeni alternatif enerji akımları oluşturmak için büyük araştırmalar yapmaktadır. Artan enerji talebini karşılamak için yenilenebilir enerjinin önemi yadsınamaz. Tüketilen enerji ile kullanılan enerji yoğunluğu ülkelerin büyümeleriyle doğru orantılıdır. Fakat sanayi toplumundan hizmet toplumuna doğru yaşanan kayma bu durumu biraz

farklılaştırmaktadır. Bu tezde ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki incelenmiştir.

Bu çalışma 4 bölüme ayrılmıştır. Birinci bölümde enerji, enerjiyle ilgili kavramlara, enerji türlerine ve dünyada ki enerji kullanımlarına değinilmiştir. Diğer bölümde ülkemizdeki enerji kaynaklarının durumu, üretimdeki ve tüketimdeki gelişmeler açıklanmıştır. Üçüncü bölümde ise enerji tüketimi ve büyüme incelenmiştir. Dördüncü bölümde ekonometrik analizlere yer verilmiştir.

Çalışmanın Amacı ve Önemi şöyle ki; ülkelerin gelişmişlik göstergelerinden biride tükettikleri enerji miktarıdır. Ülkelerin gelişmişlik seviyesini devam ettirilebilmesi ve diğer ülkelerin de gelişebilmeleri için ihtiyaç duyulan enerjinin karşılanabilmesi gerekmektedir. Türkiye gelişmekte olan ve enerji ihtiyacı fazla olan bir ülkedir. Bu çalışmada amaç, Türkiye'nin enerji tüketiminin büyümeyi arttırdığı hipotezinin doğruluğunu test etmektir. Çalışmada Türkiye'nin enerji tüketimlerinin, büyümeyi sağlayıp sağlamadığı, eğer büyümeyi sağlıyorsa bunu ne oranda sağladığı ve elde edilen sonuçların yorumlanması amaçlanmaktadır.

Çalışmanın Sınırları ise; kömür, hayvansal ve bitkisel atıklar, odun, petrol, doğalgaz, elektrik, jeotermal ve güneş enerjisi verilerinin bin ton petrol eşdeğerleri kullanılmıştır. Enerji tüketim verileri TÜİK verilerinden temin edilmiştir. Çalışılan ülke Türkiye olarak belirlenmiştir. Çalışmada GSYH verileri TÜİK verilerinden Amerikan doları cinsinden ele alınmıştır. Çalışmada 1980-2013 verileri kullanılmıştır.

Çalışmanın Yöntemin de ise öncelikle konuyla ilgili literatür taraması yapılarak başlanmıştır. Yapılan tarama sonucunda çalışmanın sınırları oluşturularak, konu belirlenmiştir. Ardından çalışmaya, kütüphane ve internet kaynaklarından veriler toplanarak sürdürülmüştür. Çalışmada ikinci elden veri ve bilgi kaynakları olan kalkınma planları, yıllıklar, raporlar, süreli yayınlar, tebliğler, internet dokümanları, makaleler ve çeşitli kuruluşların yapmış oldukları araştırmalarından yararlanılmaktadır. Bu bilgilerden çalışmanın nicel veriler elde edilmiştir. Verilerin toplanmasından sonra bölümlenmesi yapılmıştır. Bu çalışmada amaç, Türkiye'nin

enerji tüketimini belirlemek ve geleceğe yönelik öngörude bulunmak olduğundan zaman serisi analizi tercih edilecektir. Bu yönde öncelikle Türkiye'nin enerji tüketimi gayrisafi yurtiçi hasılayı arttırmaktadır hipotezinin geçerliliği aşama aşama araştırılacaktır. İlk aşamada değişkenlerin durağanlık analizleri (Augmented Dickey Fuller ve PP) yapılarak durağanlık koşulunu sağmaları halinde bir sonraki aşamaya geçilecektir. Diğer aşamada nedensellik ilişkisi aranacak değişkenler için bir vektör oto regresyonu (VAR) modeli kurulur. VAR modeli kontrol amaçlı olarak çözülür ve yapısal anlamda bir sorun içerip içermediği tespit edilir. Hata terimlerinin oto korelasyon olmadığı hata varyansının sabit olduğu sonucu elde edilmiştir. Daha sonra temel amaç olan katı fosil yakıt ve modellerde kullanılan diğer yakıt türlerinin büyüme üzerindeki etkisini araştırmak olduğundan sadece büyümeye doğru nedensellik yönü değerlendirilmiştir. Büyümenin bağımlı değişken olduğu Var Granger nedensellik/blok dışsallık Wald testi yapılarak, kullanılan değişkenlerin büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin istatistiki olarak anlamlı olup olmadığı tespit edilmiştir.

# **BİRİNCİ KISIM**

## **DÜNYA'DA ENERJİNİN KULLANIMI VE**

### **ENERJİ KAYNAKLARI**

#### **1.1. Enerjinin Tanımı**

Enerji, modern insanın gündelik hayatının devamı için gerekli olan en temel gereksinimlerinden biridir. Endüstri döneminden daha önceleri insanlar enerji ihtiyaçlarını; rüzgâr ve su gibi enerji kaynaklarından ve bunun yansısı insan ile hayvanların kas gücünü kullanarak karşılamaktadırlar. Daha sonra buhar makinalarının keşfiyle beraber bu alışkanlıkları değiştirmiştir (Soylu ve Türkay, 2005).

Mevcut kaynak enerjilerinin arttırılması, enerji kaynaklarının rasyonel yöntem ve stratejilerle hizmete sunulması bugünkü enerji politikalarını oluşturmaktadır. Yerel enerji üretme ve tüketme biçimi ulusal ve geleneksel bağlamda çevre ardından doğal varlıklar üzerindeki olumsuz etkileri bu enerji kaynaklarının çeşitliliğini ve ulaşılabilirliğini tartışmaya açmıştır (Uğurlu, 2006).

Bugün, dünyada üretilen enerjinin yüzde 87'si fosil yakıtlardan, yüzde 6' sı yenilenebilir kaynaklardan, yüzde 7'lik payı nükleer enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. “Dünya elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık % 64,5'ini fosil kaynaklar (% 38,7 kömür, % 18,3 doğal gaz, % 7,5 petrol) gerçekleştirmektedir” (BP, 2008)

#### **1.2. Enerji Kaynakları**

Enerji kaynaklarını ikiye ayırabiliriz bunlar; yenilenemeyen enerji kaynakları ve yenilir enerji kaynakları şeklinde ayırmamız mümkündür:

Yenilenemeyen enerji kaynakları; Nükleer enerji, kömür, doğal gaz, petrol, hidroelektrik yenilenemeyen enerji kaynaklarına örnek olarak gösterilebilir. Fosil kaynakların, dünya enerji üretimindeki oranlarını şimdiki gibi gelecek senelerde de koruyacağı ve üretimde de belirleyici olacağı düşünülmektedir. 2020 yılı içindeki

toplam paylarının ise % 88,5 olacağı tahmin edilmektedir. Bu yüzdeler içerisinde en fazla pay petrolündür (Uğurlu, 2006).

Doğal (yenilenebilir) enerji kaynakları; Turan (2006) doğal (yenilenebilir) enerji kaynaklarını kendisine ait doğal hali içerisinde kendini yeniden üreten ve ertesi gün yeniden var olan enerji kaynağı olarak tanımlamaktadır. Yenilenebilir olmaları az çevresel etki oluşturmaları ile birlikte işletme, bakım ve enerji temininin güvenli olması hem dünyada hem de ülkemizde bu enerjiye olan talebi arttırmıştır (Haskök, 2005). Elektrik enerjisi üretimi için doğal enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin kanun tasarısının 3. maddesinde güneş, dalga, biokütle, rüzgâr, jeotermal, gelgit, hidrojen kaynakları olarak belirlenmiştir. Bugün yenilenebilir enerji kaynakları AB enerji tüketiminin %5,6'sını oluşturmaktadır. 2010 yılında Avrupa Birliği ürettiği elektriğin toplamının %22,1'ini yenilenebilir enerji kaynaklarından, toplam enerji tüketiminin de %12'ni yeryüzünde üretim ihtiyacı olmadan kullanıma hazır kaynaklardan karşılamayı amaçlamaktadır. Bu olay ülkemizde farklıdır. 2000 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimindeki payı sadece %11'dir. Bu rakamın 2010 yılında uygulanan politikaların sonucu %7'ye ineceği düşünülmektedir (Turan, 2006). 1990 yıllarda ülkemizde ilk sıradaki enerji kullanımı içinde yenilenebilir katkı %18,4'de kalırken, yakacak odun tüketimindeki düşüş ve toplam enerji tüketimindeki artışın etkisiyle 2018 yılı itibariyle bu oran %11,9'e seviyesine gelmiştir.

### **1.2.1. Fosil Enerji Kaynakları**

#### **1.2.1.1. Petrol**

OECD (İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı ülkelerinin) birincil enerji talebi olan petrol yılda yalnızca %0,1 oranında artış göstermektedir. 2008-2035 döneminde OECD ve OECD üyesi olmayan ülkelerdeki petrol talebi Tablo 1'de gösterilmektedir. OECD'deki petrol talebi 2009-2035 yılları arasında hafifçe düşmektedir ancak bu, OECD üyesi olmayan ülkelerin petrol talebindeki artışla dengelenmiştir. Çin, beklendiği gibi en yüksek petrol talebi artışına imza atmış ve ABD'yi aşarak 2035 yılında en büyük petrol tüketicisi haline geleceği



öngörülmektedir. Hindistan ve Orta Doğu ise petrol talebinde sırasıyla ikinci ve üçüncü en yüksek büyüme oranlarına sahiptir.

**Tablo 1:** Bölgeye Göre Birincil Yağ Talebi (MB/D- milyonlarca varil günde)

	1980	2009	2015	2020	2035	2009-2035(%)
Amerika, Almanya, İsveç, İngiltere, Türkiye, Yunanistan, İsviçre, Portekiz, Danimarka, Lüksemburg, İzlanda, Hollanda, Norveç, Avusturya, Kanada, Fransa	41,3	41,7	41,1	39,8	35,3	-0,6
Rusya	20	35,8	41,1	44,1	54,6	1,6
Amerika	17,4	17,8	17,7	17,2	14,9	-0,7
Avrupa ülkeleri	14,4	12,7	12,4	11,9	10,4	-0,8
Çin	1,9	8,1	10,6	11,7	15,3	2,4
Hindistan	0,7	3,0	3,6	4,2	7,5	3,6
Dünya	64,8	84,0	89,2	91,3	99,0	0,6

**Kaynak:** IEA(Uluslararası Enerji Ajansı)

### 1.2.1.2. Doğalgaz

Doğal gaz,(İktsadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı)OECD ülkelerinin 2008-2035 yılları arasındaki taleplerini artıran tek fosil yakıttır. Hem OECD hem de OECD dışı ülke grupları doğal gaza olan talebini artırırken, yıllık ortalama büyüme oranları sırasıyla %0,5 ve %2'dir ve bu ortalama yıllık büyüme oranını %1,4 olarak vermektedir (Tablo 2).

OECD üyesi olmayan ülkelerdeki artışın nedeni hızlı sanayileşmedir. Hızlı sanayileşme, tüm yakıtların büyümesine izin verdiği için, ikame faktörü OECD kadar önemli değildir (BP, 2012). Çin'in doğal gaza olan talebindeki artış, diğer ülkeler arasında en yüksek olanıdır ve yılda %5,9'dur; ancak 2035 yılında Rusya ve Birleşik Devletlerinin oranından daha az olacaktır (IEA, 2010). OECD ülkelerindeki artış, yılda %0,5'e tekabül ediyor ve bu Asya ve Orta Doğu'dan daha küçük bir orandır.

Birincil nedenler, zayıf ekonomik büyüme, konut sektöründe doygunluk etkisi, yenilenebilir enerjilere dayalı üretim kapasitesindeki büyümedir.

**Tablo 2:** Bölgelere Göre Birincil Doğal Gaz Talebi (BCM-milyar metreküp)

	1980	2008	2015	2020	2035	2008-2035(%)
Amerika, Almanya, İsveç, İngiltere, Türkiye, Yunanistan, İsviçre, Portekiz, Danimarka, Lüksemburg, İzlanda, Hollanda, Norveç, Avusturya, Kanada, Fransa	958	1541	1568	1625	1758	0,5
Üye olmayan Ülkeler(OECD)	559	1608	1969	2169	2777	2,0
Hazar	-	124	150	162	185	1,5
Çin	14	85	169	216	395	5,9
Hindistan	2	42	80	97	177	5,4
Orta Doğu	35	335	424	466	608	2,2
Afrika	13	100	136	149	164	1,9
Brezilya	1	25	44	60	77	4,2
<b>Dünya</b>	<b>1517</b>	<b>3149</b>	<b>3536</b>	<b>3794</b>	<b>4535</b>	<b>1,4</b>

**Kaynak:** IEA(Uluslararası Enerji Ajansı)

### 1.2.1.3. Kömür

CO<sub>2</sub> emisyonlarını azaltma çabaları nedeniyle OECD ülkelerinde kömür talebi azalmaktadır. Bununla birlikte, bu OECD olmayan ülkelerdeki artışla dengelenmiştir. Genel olarak, kömür talebi, kömür talebindeki küresel artışın %90'ını oluşturan Çin, Hindistan ve Endonezya'nın kömüre olan talebi 2008-2035 yılları arasında %20 oranında artmaktadır.

Çin'in kömür arzını 2035 yılına kadar azaltılmasına rağmen, %54 olan Çin'deki kömür talebi artışı, toplam artışın yarısından fazladır. Bu arada, Çin'deki kömür

talebi küresel talebin yarısını oluşturuyor. Çin 2020'den sonra kömür talebini yavaşlatmakta ve sonrasında küresel talebe yansımaktadır (BP, 2012). OECD dışı pay, kömür piyasasında %66'dan %82'ye yükselmektedir. Öte yandan, kömür talebi, ABD, Avrupa, Rusya ve Japonya'da doğal gaz, yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji sektöründeki nükleer yakıtların artması nedeniyle düşmektedir. Bu ülkelerin toplam talepleri 2008-2035 yılları arasında %34'ten %18'e düşmektedir.

**Tablo 3:** Bölgeye Göre Birincil Kömür Talebi (MTCE-Milyon ton kömür eşdeğer)

	1980	2008	2015	2020	2035	2008-2035(%)
Amerika, Almanya, İsveç, İngiltere, Türkiye, Yunanistan, İsviçre, Portekiz, Danimarka, Lüksemburg, İzlanda, Hollanda, Norveç, Avusturya, Kanada, Fransa	1,379	1,612	1,562	1,452	1,021	-1,7%
Amerika	537	780	777	747	576	-1,1%
Avrupa	663	447	392	346	226	-2,5%
Japonya	85	162	161	146	82	-2,5%
Üye olmayan Ülkeler(OECD)	1,181	3,124	3,999	4,213	4,600	1,4%
Çin	446	2,019	2,685	2,788	2,822	1,2%
Hindistan	75	373	467	551	781	2,8%
Endonezya	-	53	95	111	168	4,4%
<b>Dünya</b>	<b>2,560</b>	<b>4,736</b>	<b>5,561</b>	<b>5,665</b>	<b>5,621</b>	<b>0,6%</b>

**Kaynak:** IEA(Uluslararası Enerji Ajansı)

## **1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Dünya'ya ulaşan güneş ışınları, doğal işlemlerle farklı enerji formlarına dönüştürülür. Enerji akışından enerjiyi doğal bir süreçte yakalamak, yenilenebilir enerjinin temel ilkesidir. Hidroelektrik enerji, jeotermal enerji, biokütle enerji, dalga enerjisi, güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi olmak üzere altı çeşit enerji yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Yenilenebilir enerji doğrudan ya da elektrik gibi diğer enerji ürünlerine dönüştürüldükten sonra kullanılabilirler.

Sürdürülebilirlik, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının temel odak noktasıdır. Fosil yakıtlar milyonlarca yılda oluşurlar ve yeryüzünde sınırlı oranda bulunmaktadırlar. Oysa yenilenebilir enerji göz önüne alındığında; hammadde tüketilmez ve başka bir malzemeye dönüştürülürse veya enerji çekimi sırasında bir başka malzeme oluşursa, kısa sürede son üründe kolayca hammadde haline getirilebilir. Daha da somutlaştıracak olursak rüzgâr enerjisi istasyonları modelinde; Enerji, hava akışından elde edilir ve hava akımının kinetik enerjisi, türbinin dönmesi ve elektrik üretimi için kullanılır. Burada ham madde hava akışıdır, ancak bu işlem sırasında havadaki moleküller, enerji çekimi sırasında tüketilmez veya başka malzemelere dönüştürülmez (Akça, 2008: 7).

### **1.2.2.1. Jeotermal Enerjinin Tanımı**

Jeotermal enerji, yeryüzünün iç ısısı olarak tanımlanır. Bu ısı, dünyanın en sıcak merkezinden yüzeye doğru yayılır ardından magma tabakasındaki sıcaklık sayesinde yeryüzünün altında bulunan suların ısınmasına yardımcı olur. Tanım olarak jeotermal kelimesi, Yunanistan'da kullanılan  $\gamma\eta$  (gi) kelimesinden gelmekte olup anlamı ise yeryüzüdür. Yunanca  $\theta\epsilon\rho\mu\omicron\varsigma$  (thermos) sıcak anlamına gelmekte ve  $\gamma\eta$  (gi) kelimesiyle birleşerek kelimeyi oluşturmuşlardır. Jeotermal enerjinin kullanım alanı, elektrik enerjisi ve ısıtmadır (Çarkıt, 2017: 3).Dünyada elektrik enerjisine katkısı yüzde 0,04 seviyesindedir. IEA(Uluslararası Enerji Arzının) gelecek yıllarda elektrik üretimi ile ilgili beklentilerinin 2050 senesinde küresel ölçekte yüzde 3,5'i oranında jeotermal enerjiden yararlanacağını ön görmektedir. Jeotermal enerji kaplıca turizmine katkı sağlamakta ve enerji üretim noktasında

yatırım amaçlı dikkat çekmekte ve küresel iklim değışikliklerinden etkilenmemesi yatırım cazibesini arttırmaktadır. Jeotermal enerji süreklilik arz etmesi sebebiyle gelecek yıllar içinde dünya ülkelerinin kullandıkları önemli bir enerji kaynağı olacaktır.

### **1.2.2.2. Güneş Enerjisi**

Güneş dünyadaki yaşamın ana kaynağı ve yeryüzündeki yaşamın sürdürülmesi için en önemli etkenlerden biridir. Bu nedenle, güneş enerjisi ana yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Güneş enerjisinin dünya atmosferi üzerindeki birim alan başına yoğunluk sabiti  $1367 \text{ W/m}^2$ 'dir. Atmosferdeki kayıplar ve yeryüzündeki belirli bir yere ulaşan enerji miktarındaki günlük ve mevsimsel değışimler nedeniyle, güç yoğunluğu ortalama  $170 \text{ W/ m}^2$ 'ye düşmektedir (Akça, 2008: 8).

Yeryüzüne ulaşan güneş ışınlarının  $1/5$ 'i atmosfer ve bulutlar tarafından tutulur. Yeryüzüne ulaşan güneş ışınlarının az bir oranı fotosentez işlemine yardımcı olur. Güneş ışınlarının az bir oranıyla bitkiler karbondioksiti tüketerek oksijen üreterek fotosentez olayını gerçekleştirirler. Güneş enerjisi yeryüzündeki hayatın devamı için çok önemli bir kaynaktır. Bitkiler fotosentez olayı sırasında oksijen ve şeker üretebilmek için güneş ışığına ihtiyaç duyar. Bitkilerin diğer ihtiyaçları ise su ve karbondioksittir. Güneş enerjisi yerkürede ki en değerli yenilebilir enerji kaynağıdır. Isı ve elektrik üretmek için güneş enerjisi hayatı önem taşıyan bir kaynaktır. Nükleer enerji haricindeki diğer tüm enerjilerin doğrudan ya da dolaylı olarak kaynağı güneş enerjisidir(Çarkıt,2017:8). Güneş enerjisi diğer taraftan insanların kullanım alanı ile ilgili olarak fotovoltaiik panel kullanımı fosil yakıt tüketmekten daha pahalı olduğu için ve maliyetler yüksek olduğundan dolayı şu anki kullanım alanı %0,04 olarak sınırlı kalmıştır(Javid Mohtasham, "Makale Yenilenebilir Enerjileri Gözden Geçirme ", Enerji Procedia, Sayı: 74, (2015), s. 1289-1297).

### 1.2.2.3. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi doğada bulunan en temiz kaynaklardan birisidir. Kaynağını güneşten almaktadır. Güneşin dünyaya gönderdiği %1,5'i rüzgâr enerjisi olarak görülmektedir. Basınç ve sıcaklık farkı yeryüzü ve yeryüzünün etrafındaki atmosferin güneş ışınlarının eşit oranda ısıtmadığı zamanlarda oluşur ve hava akımına sebep olur. Isınan havanın yükselmesi sebebiyle hava kütesinin olması gereken ısıdan daha fazla ısındığı durumda hacim artışı sebebiyle atmosferin üst düzeylerine doğru yükselir ve boşalan alanları eşit hacimdeki soğuk hava kütesi doldurur. Rüzgârın tanımı şöyledir; yükselen hava kütesinin soğuk hava kütesiyle yer değiştirmesidir(Çarkıt, 2017: 13).

Rüzgâr enerjisi doğada hazır bulunan enerji kapasitesi bakımından en fazla kullanım kaynağı olarak başı çekmektedir. Diğer taraftan elektrik üretiminin en önemli kaynaklarından birisi rüzgâr enerjisidir. Elektrik üretiminin rüzgâr enerjisiyle karşılanması önemli bir faktördür. Artan elektrik ihtiyacı için rüzgâr enerjisi bu talebin karşılanmasında önemli bir noktaya gelmiştir.

Rüzgârın oluşma şekli çeşitli çevresel faktörlere bağlı olduğundan dolayı rüzgârın niteliği coğrafi bölgelerde ve zamansal değişikliklerle farklılık göstermektedir. Rüzgârın hızı ve yönü rüzgâr enerjisi tanımında kullanılan en önemli iki faktördür. Rüzgâr hızı hesaplanırken yükseklik lineer bir etki yaparken, değişkenlik gösteren rüzgârın hızının küpü ile orantılı olan rüzgârın sahip olduğu teorik güçle farklılık göstermektedir. Rüzgâr enerjisinin kurulumun maliyeti yüksek bölgesel olarak farklılık gösteren kapasite faktörlerinin düşük olması sabit ve kararlı enerji üretiminin yapılamaması gibi faktörlere rağmen üstünlükleri ise şöyle sıralanabilir(Çarkıt, 2017: 14).

- Atmosferde fazla miktarda bulunması,
- Ücretsiz olması,
- Yenilenebilir bir enerji kaynağı olması,

- Çevreyi kirletmeyen ve dost çevreci,
- Asit yağmurlarına sebep olan atmosferik emisyonlar üretmemesi,
- Rüzgâr türbin sistemlerinin çalışma sürelerinin tamamlanmasından sonra bile sistemin kurulumunun önceki durumuna rahatça getirilebilmesi,
- Kaynağının sağlam olması,
- Doğada tükenmesi ve zamanla fiyatının artma sorununun olmaması,
- Çalışma alanları yaratması,
- Yerli hammaddesi olması ve dışa bağımlılık yaratmaması,
- Kullanılacak teknolojinin ve işletmenin görünüşte basit olması,
- İşletmenin ihtiyaç duyması durumunda zaman kaybetmeden hammaddeyi almasıdır

Önümüzde ki yıllar boyunca ülkeler elektrik üretmek için rüzgâr enerjisinin kullanımını giderek artırmaktadır. IEA tahminlerine göre 2050 senesine gelindiğinde dünyadaki tüketilen elektriğin %18'lik kısmının rüzgâr enerjisi ile sağlanacağı ön görülmektedir(Teknoloji yol haritası: Rüzgâr Energy-2013 [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Wind\\_2013\\_Roadmap.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Wind_2013_Roadmap.pdf), (Erişim tarihi: 28 Eylül 2016).

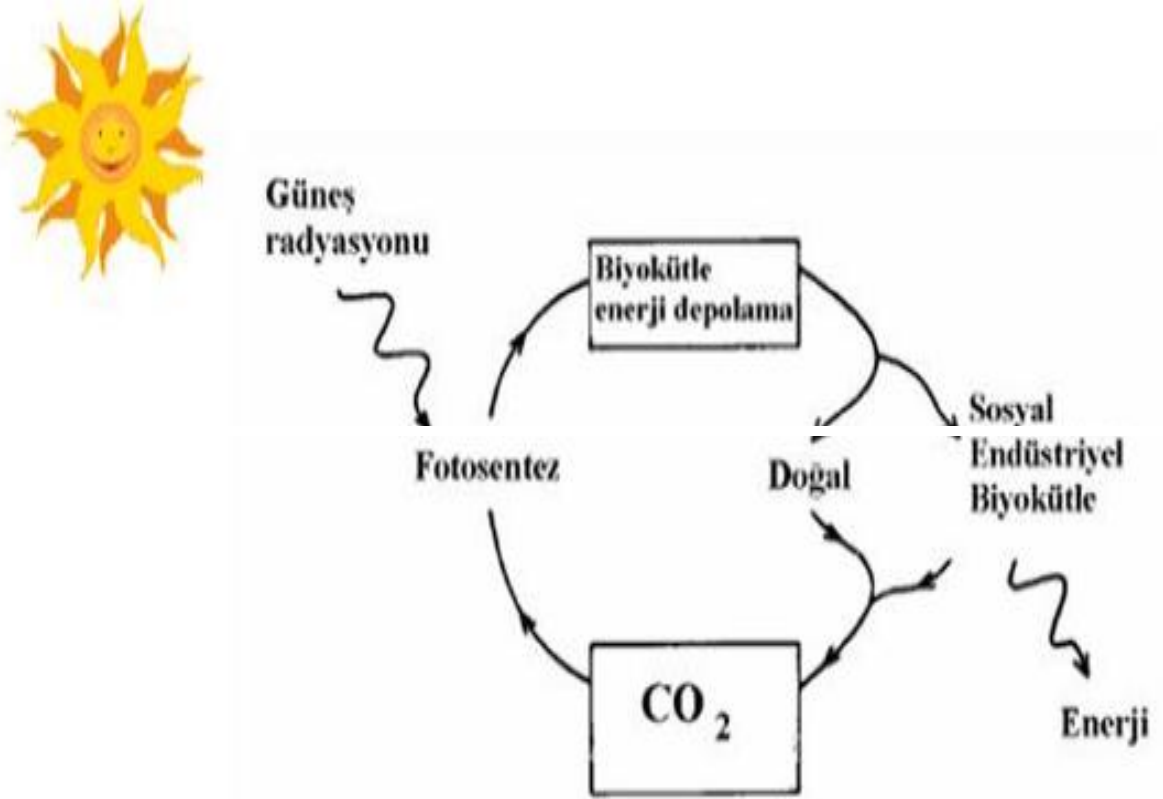
#### **1.2.2.4. Hidrolik Enerji**

Hidroelektrik güç iki bin yıldan uzun bir süredir kullanılmaktadır. Hidroelektrik kullanımı ile ilgili en eski kayıt, Yunan şiirlerinde rastlanılmıştır (Breeze, 2005). Dünyanın ilk hidroelektrik santralleri, 1882'de Wisconsin, Appleton'da faaliyete geçmiştir. Hidroelektrik gücün ana ilkesi rüzgâr enerjisinin ana prensibi ile aynıdır. Akan sudan kinetik enerjisi elde edilmesine dayalıdır. Atmosferdeki basınç farklılıkları yerine yerçekimi kuvvetine dayalı bir sistemdir. Nehirler yerçekimi kuvveti nedeniyle yüksek rakımlardan alçak rakımlara akar ve

böylelikle potansiyel enerjileri kinetik enerjiye dönüştürülür. Bu kinetik enerji daha sonra türbinler tarafından elektrik enerjisine dönüştürülür (Akça, 2008: 13). Hidrolik enerjiyi suyun düşüş hızı veya akış hızı sonucunda güç kazanması, bu gücün elektrik enerjisine çevrilmesiyle ortaya çıkan enerji türüdür. Hidrolik enerji düşük maliyetli ve çevre dostu olan temiz bir yenilenebilir enerji kaynağı olmasından dolayı fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltıcı etkiye sahip olması ve sera salınımını azaltıcı etkisi vardır.

#### 1.2.2.5. Biokütle Enerji

Biokütle enerjisi ekosistem üzerindeki bitki organizmalarının artıkları ve ekosistemdeki yaşayan hayvan atıkları ile elde edilen enerji türüdür. Deniz, bitkiler, deniz yosunları, okyanuslardaki algler, hayvan dışkıları, evlerden çıkan çöpler (meyve ve sebze artıkları), organik sanayi atıkları biokütle enerjisine kaynak olarak görülmektedir. Biokütle enerjisine ait sistem döngüsü Şekil 1’de verilmektedir.



Şekil 1: Biokütle Enerjisinin Oluşum Döngüsü



Son yıllarda biyoenerji üretimi bazı ülkelerin enerji ihtiyacının karşılanması için ayrıca temiz çevre anlayışı çerçevesinde devam etmektedir. Diğer taraftan sektör de son dönemlerde piyasalarda görülen düşük petrol fiyatları ve politikalarda yaşanan belirsizlikleri nedeniyle birtakım zorluklar ortaya çıkmaktadır. Biokütle enerjisinin birçok kullanım alanı mevcuttur. Bunlar enerji, ısınma ve ulaşım gibi birçok alanda faydalanılan biokütle enerjisi, dünyadaki tüketilen enerji içindeki payı yüzde 14'ünü oluşturmaktadır. Yeryüzünde biyoyakıt üretimi 2018 senesinde yüzde 0,9 oranında artarak 2000'li yılların başından beri en yavaş büyüme oranını göstermiştir. Etanol yakıt üretim oranına bakılacak olursa 2018 senesinde % 4'lük bir artış gözlemlenmiş, biyodizel üretimindeyse önemli üretim bölgelerinde yaşanan düşüş sebebiyle %4,9'luk azalma gerçekleşmiştir(BP Statistical Review of World Energy-Dünya Enerjisinin İstatistiksel Değerlendirilmesi). IEA'nın yaptığı araştırmalarda 2050 yılına kadar biyoenerji üretiminin bugünkü üretimin üç katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Bu açıdan bakılacak olursa dünyadaki elektrik üretiminin yüzde 7,5'ini veya ulaşım amaçlı kullanılan yakıtın %27'sini karşılama potansiyeline sahip olabileceği ön görülmektedir(Uluslararası Enerji Ajansı-IEA 2018)

#### **1.2.2.6. Nükleer Enerji**

Nükleer kaynak küçük atomların birleşmesi (hidrojen) ya da devasa atomların (plütonyum, uranyum) parçalanmasıyla (fizyon) sonucu açığa çıkan enerjidir. Nükleer enerjinin keşfi Uranyum ile başlar (1879) ve devam eden süreçte atomun kontrollü olarak parçalanmasıyla (1934) bugün ki anlamda nükleer teknoloji ortaya çıkmıştır. Askeri savunma alanında başlayan bu çalışmalar farklı birçok teknolojik gelişmedeki gibi daha sonraki dönemlerde ticari olarak meyvelerini vermeye başlamıştır. Atomların parçalanmasıyla ortaya çıkan ısı enerjisinden elektrik enerjisine dönüşüm için başta Amerika ve Rusya olmak üzere nükleer enerjiden faydalanmak için yoğun çalışmalar yapmışlar ve sistemler oluşturmuşlardır. Oluşturulan sistemler, başka bir şekilde ifade edilecek olursa nükleer enerjinin sürdürülebilmesi için nükleer santraller, güvenli ve kontrollü bir şekilde elde edilmelidir (<http://www.enerji.gov.tr>).

### **1.3. Dünyada Enerji Politikaları ve Kullanımı**

#### **1.3.1. Dünya Enerji Politikası**

Enerji, insan toplumlarının ekonomik ve sosyal gelişiminde çok önemli bir rol oynamaktadır. Endüstriyel devrimden bu yana, endüstriyel, hizmet ve tarım faaliyetlerinde ve konut kullanımında zorunlu olduğu için, enerji talebi önemli ölçüde artmıştır. Enerji için bu önemli gereksinim ve artan enerji kullanımı, iki ana kategoride ele alınabilecek bir takım sorunları beraberinde getirir. Bunlardan biri; ülkeler arasında enerji kaynaklarının düzensiz dağılımından kaynaklanan sorunlar diğeri ise artan tüketimin çevresel etkileridir. Enerji kaynakları ülkeler arasında eşitsiz dağılım, enerji kaynaklarını kontrol eden ülkeler veya kuruluşlara politik ve stratejik avantajlar sağlar. Bu ülkeler, fiyatlarını manipüle ederek güçlerini kullanabilir veya ikili antlaşmaları askıya alabilir veya iptal edebilirler. Bu tehditlerin yanı sıra, enerji kaynakları üzerindeki ülkeler ve uluslararası şirketler arasındaki rekabet, enerji altyapısı, kazalar ve doğal felaketler üzerine yapılan saldırılar da enerjinin dağılımını ve kullanımını etkilemektedir. Bu tür belirsizlikler ve tehditler hükümetleri enerji arz güvenliğini artırmak için enerji ithalatına bağımlılık düzeyini azaltma ve arz kaynaklarının çeşitliliğini artırma yollarını aramaya zorlar. Benzer şekilde, son yıllarda enerji açısından verimli teknolojiler geliştirme çabaları hızlandırılmıştır.(Kat, 2011: 1).

Çevre ile üretim ve tüketim faaliyetleri arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Kirlenici emisyonların ekolojik dengeler üzerindeki etkileri yirminci yüzyılda belirgin seviyelere çıkmıştır. Artık çevrenin bozulmasını ortaya çıkaran önemli araştırma sonuçları bulunmaktadır. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular son yüzyılda küresel yüzey sıcaklığında 0.75 derece Celsius artışı olduğunu göstermektedir (IPCC, 2007). Daha çarpıcı bir şekilde, küresel yüzey sıcaklığının yirmi birinci yüzyıl boyunca 1.1 derece Celsius'dan 6.4 dereceye yükselmesi bekleniyor (IPCC, 2007). 1988'de iki BM Örgütü, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ile Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) aracılığı ile kurulan Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), dördüncü değerlendirme raporunda küresel ısınmanın bugüne kadar elde ettikleri en güçlü sonuç olan %90'dan fazla

olacağı belirtilmektedir. Bununla birlikte IPCC, küresel ısınmanın ancak hükümetler kararlı bir şekilde hareket etmesi durumunda yavaşlayabileceği görüşündedir.

IEA' nın raporuna göre, yüksek karbon içeren enerjiler konusunda cesur politikalar ve cesur önlemler alınmadığı takdirde dünyanın kendi geleceğini tehlikeye atacağı yorumuna yer verilmiştir. Bu raporun içeriğinde farklı enerji politika alternatiflerinin değerlendirilmesi ve en kısa sürede hayata geçirilmesi için daha fazla zaman kaybedilmemesi gerektiği anlatılmıştır. 2010 senesinden 2035'e kadar ki sürede oluşacak enerji ihtiyacının dünya genelinde üçte bir oranında artış göstereceği ve bu artışta OECD üyesi olmayan ülkelerin payının daha yüksek olacağı vurgulanmaktadır. Uluslararası Enerji Platformu raporunda, 2035 senesinde enerji tüketim raporlarında Çin'in Amerika Birleşik Devletleri'nden yüzde 75 daha fazla enerji tüketeceğini ön görmüştür. 2035 yılına kadar dünya genelinde motorlu taşıt sayısının iki kat artış göstererek 1 milyar 700 milyon olacağı belirtilmektedir. Bunun için de şimdiden hibrid ve elektrikle çalışan araçların tasarımı için gerekli zamanın ve finansmanın yaratılması gerektiği vurgulanmaktadır. Gelecek yıllarda doğalgaz kaynaklarına çok fazla ihtiyaç olacaktır. Bu ihtiyaçla alakalı olarak en fazla kar sağlayacak olan ülkenin Rusya olacağı açıkça belirtilmiştir. Uluslararası Enerji değerlendirme raporunda, önümüzdeki 25 yıldaki karbon salımı oranının son 110 yıla denk olacağı belirtilmiştir. Bu denkliğin sonucunda hava sıcaklığında 3 buçuk derece artış meydana geleceği konusunda uyarısı yapılmaktadır (IEA, 2010).

ABD'nin Enerji Politikasında ise; enerji mücadelesinde ABD Dünya ekonomisinde en büyük oyuncularından birisidir. Amerika dünyada en gelişmiş sanayiye ve ekonomiye sahip bir ülke olarak her sene ciddi oranlarda artış gösteren bir enerji tüketimine sahiptir. Ülkenin geleceği açısından Amerika'nın enerjiyi nasıl elde etmesi gerektiği çok önemli bir güvenlik sorunu olarak ele alınmaya başlanmıştır.

Amerika'nın petrol tüketimi küresel ölçeklerde yüzde yirmi beş seviyelerindedir. 2006 yılındaki % 54'lük seviyelerde olan petrol ithalatındaki bağımlılık oranının 2025 senesinde %70'e çıkması ön görülmektedir. 75 milyon varil

olan günlük petrol tüketimi 2020 senesinde, 115 milyon varile çıkacağı ön görülmektedir (Üşümezsoy ve Şen, 2003, 214).

Çok yönlü politikalar yürüten Amerika enerji kaynağına olan ihtiyacını güvenli ve ucuz yollardan sağlayabilmek için çeşitli politikalar geliştirmektedirler. Petrol kaynaklarının % 65'ine sahip olan Körfez Ülkelerindeki petrolü kontrol altına almak için askeri güce dayanan bir politika yöneterek 1. Körfez Savaşı'nı başlatmıştır (Bayraç-Aras, 2007, 588).

Doğal gaz ve petrol rezervlerinden geçen ticaret güzergâhlarına hâkim olmak için Orta Asya ve Hazar Bölgesinde ve Ortadoğu da askeri merkezler oluşturmuştur. Aynı zamanda bu amaca yönelik olarak Hindistan, Çin Halk Cumhuriyeti ve Avrupa Birliği gibi, oluşacak rekabette bölge rezervlerine erişimini kendi kontrolü altına almaya yönelik politikalar sürdürmektedir.

AB'nin Enerji Politikasında ise; enerji politikasında AB'nin üç önemli amacı bulunmaktadır. Bu amaçlar; enerji arzının güvencede tutulması ve rekabet gücüdür (Harrop, 2000, 185). Bu doğrultuda kömürün payını koruyarak yenilenebilir enerji kaynaklarının oranını fazlaştırmak, nükleer enerji santrallerinin güvenli kurulumunu sağlayarak ve doğalgazın pay oranını arttırmak hedeflenmiştir. Avrupa Birliğinin yerel rezervleri oldukça azdır ve enerji ihtiyacının büyük çoğunluğunu ithalat yoluyla ile sağlamaktadır. Kömürde dışa bağımlılık oranı %38.2, doğal gazda ise yüzde 54.5 ve Petrolde yüzde 80.2 civarındadır (Avrupa Komisyonu, 2018). Ayrıca Avrupa ihtiyaç duyduğu petrolü karşılamak için İran, Rusya, Kuzey Afrika gibi ülkelerle olan ilişkilerini sağlam bir zemine oturtmaya çalışmaktadır (Üşümezsoy, 2006, 15).

Rusya hükümetinin Enerji Politikasında ise; Rusya Amerika'nın bölgeye yönelik "Doğu-Batı Enerji Koridoru" ve "Çoklu Boru Hatları" çeşitli strateji geliştirme proje çabalarına karşın yeni anlaşmalar ve yatırımlarla bölge hâkimiyetini arttırmaya çalışmaktadır (Dokuzlar, 2006, 87). Ülkedeki doğal kaynak rezervleri bakımından zengin olmasını kullanarak ileri yıllarda rakibi olabilecek Özbekistan, Kazakistan, ve Türkmenistan'la ikili anlaşmalar yaparken diğer yandan da kendisine

bağladığı ülkelerdeki etkinliğini arttırmaktadır. Anlaşma koşulları konusunda yapmış olduğu kolaylıklar sayesinde Bulgaristan, Beyaz Rusya, Moldova ve Gürcistan vb. ülkelerin altyapı sistemleri Rusya elinde bulundurmaktadır (Ulutaş, 2008, 10).

Rusya konumundan dolayı en büyük rakiplerinden Japonya ve Çin karşısında ileri teknoloji ve endüstriyel ürünleri bakımından rekabeti açısından yetersiz konumdadır. En büyük tedarikçi ülkesi olarak da Asya-Pasifik Bölgesinde ön plana çıkmaktadır. Piyasada belirleyici aktör olma konusunda Amerika ve Avrupa Birliğinin enerji ihtiyaçlarını göre yeni stratejiler geliştirmektedirler.

Çin'in Enerji politikasının da ise; Çin, enerji açığını giderebilmek için ekonomik piyasa stratejilerine yönelik temel planlamalarında ve uzun dönemli enerji yatırımları için birinci öncelikli kaynak olarak Orta Asya hidrokarbon rezervlerini ön plana çıkarmaktadır (Andican, 2006, 27). Rusya sahip olduğu doğalgaz-petrol dağıtım merkez şebeke yapısını "Yakın Çevre Komşuları Politikası" gereği Orta Asya Türk Cumhuriyetlerine kaydırması Çin Halk Cumhuriyeti tarafından potansiyel tehdit olarak algılanmaktadır.

Çin hem tedarik güvenliğini sağlamak hem de doğalgaz ve petrol ve ithalindeki riskleri minimize etmek için doğalgaz arama ve rafinaj konularında Angola, Sudan, Nijerya ve Mısır gibi Afrika ülkeleriyle fazla sayıda anlaşmalar yapmıştır (Güneş, 2007, 41). Aynı zamanda Peru, Venezuela ile Güney Amerika'da müşterek şirketler kurarak petrol arama ve sondaj gibi durumlarla ilgili faaliyet göstermektedir. Ayrıca, Tayvan, Endonezya, Papua Yeni Gine gibi ülkelerde denizlerde petrol arama ve sondaj hakkını elde etmiştir.

### **1.3.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

1973 senesinde petrol krizi sonrasında bütün dünyada enerjinin önemi daha iyi anlaşılmıştır. Dünya ülkeleri alternatif enerji kaynaklarını ve enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi konusu hakkında politikalarını değiştirerek bu konuda önemli adımlar atmışlardır. Enerji satın alan ülkeler enerjinin sürdürülebilir kullanımı adına çeşitli alternatif arayışı içine girmişlerdir. 2000'li yıllara gelindiğinde ise bu arayış büyük bir ivme kazanmış yenilenebilir enerji konusundaki arayışlar artarak devam

etmiştir. Yenilebilir enerjinin önemli bir kaynak olmasının en önemli sebebi doğada hazır bulunması kendini yenileyebilmesi ve yok olmamasıdır. Yenilebilir enerjinin çevre dostu olması karbon salınımını azaltması ve yerel kaynak olduğu için ithal edilmemektedir. İthal edilmemesi enerji konusunda dışa bağımlılığın azaltılması noktasında önem arz etmektedir. Yenilebilir enerji kaynakları şu şekilde sıralanabilir: Rüzgâr, güneş, jeotermal, dalga, hidrolik, biokütle ve hidrojen enerjisi olarak sıralanabilir. Güneş enerjisi bu enerji kaynaklarının ham maddesidir. Bu kaynaklara dolaylı ya da dolaysız olarak etkisinin bulunduğu söylenebilir. Fosil yakıtlar olarak bilinen doğalgaz, petrol ve kömür esasen güneş enerjisinin şekil değiştirilmiş türü olarak da açıklanabilir. Bu sebeplerden ötürü güneş dünyanın bilinen en önemli enerji kaynağıdır.

Dünyada tüketilen enerji çeşitlerinin başında petrol, kömür ve doğalgaz gelmektedir. Yenilenebilir enerjinin enerji tüketimi içerisindeki payı sahip olduğu potansiyele rağmen oldukça düşük seviyelerdedir. Bu oran yüzde 9,5 (hidroelektrik ve yenilenebilir toplamı) seviyelerindedir. 2014 senesi itibarıyla küresel enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin tüketimde ki oranı yüzde 19,2'dir. Bu oran 2016 senesi sonuna kadar artarak devam etmiş ve yüzde 20 sınırını aşmıştır. Fosil yakıtların enerji tüketim içerisindeki payı yüzde 79 ve nükleer enerjinin ise yüzde 2,5 civarındadır. Bu durum şöyle açıklanabilir; bütün dünyanın tükettiği enerjinin yaklaşık olarak 1/5'i yenilebilir kaynaklardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtlar ise en fazla paya sahip enerji tüketimi içerisinde ki yakıt türüdür. Fosil yakıtlara olan bağımlılığın birinci seviyelerde olmasına rağmen yenilenebilir enerji alanında geliştirilen teknolojik ilerlemeler ve yatırımlar sayesinde "temiz enerji" olarak tabir edilen yenilebilir enerjinin tüketim oranları içindeki payı giderek atmaktadır. Bu noktada 2016 senesi itibarıyla küresel ölçekte enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerjinin payı yüzde 20- yüzde 21 seviyesinde olması beklenirken 2018 yılında ise bu oranların artış göstermesi görülmüştür.

Yıllar itibarıyla yenilenebilir enerjinin tüketim içindeki payı hızlı bir şekilde artmasına rağmen tatmin edici bir seviyeye ulaşmamıştır. Bu durumun başlıca sebepleri olarak ülkeleri gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından ele alacak

olursak; gelişmekte olan ÷lkelerde enerji talebi hızlı bir şekilde artmakta ve gelişmiş ÷lkelerde ise enerji talebi yavaş bir biçimde artmaktadır. Gelişmiş ÷lkelerin enerji tüketiimin alışkanlıklarının değiştirilmesi ve alt yapılarını değiştirmeleri uzun zaman alacaktır. Gelişmekte olan ÷lkelerde ise enerjiye olan talepleri çok hızlı bir şekilde artmakta ve bu talebi karşılamada fosil yakıtlardan yararlanmaktadırlar. Yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan enerjinin fiyatlandırma ağıısından fosil yakıtlar ile rekabet edememektedir. Bu sebepten dolayı yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketiimi içerisindeki payının artmasının zaman alacağı düşün÷lmektedir.

#### **1.3.1.1.1. Dünyada Jeotermal Enerji Kullanımı**

Jeotermal enerji, 1974 senesindeki Petrol Krizinin sonrasında ortaya çıkan diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Jeotermal enerji, (kentsel) ısıtma maksadıyla İzlanda'nın Reykjavik şehrinde ilk kez 1930'larda kullanılmıştır. 60'lı yıllarda Amerika, Meksika ve Japonya'da da santraller kurulmuş böylece jeotermal enerji kullanımında dünyaya yayılmaya başlanılmıştır. 95 Elektrik üretimi için kullanılan jeotermal enerjide, dünya sıralamasında ilk 5'te olan ÷lkeler; Amerika, İtalya, Filipinler, Endonezya ve Meksika'dır. Japonya, Amerika, Çin, İzlanda ve Türkiye ise jeotermal ısısını kaplıca konusundaki uygulamalarıyla ilk 5'te yer alan ÷lkelerdir (Hayrullah, 2006: 75).

Dünyanın doğrudan kullanımı için kullanılabilir büyük bir jeotermal kaynaklar bulunmaktadır ancak elektrik üretimi için yeterince yüksek sıcaklıkta olan jeotermal sadece 24 ÷lkede bulunmaktadır. Bu 24 ÷lke 2010 yılına kadar toplam 10715 MWe'lik bir toplam jeotermal güç tesisine sahiptir. Dünyadaki jeotermal üretim kapasitesinin % 81'ini altı ÷lke oluşturmaktadır. ABD 3040 MW ile ilk sırada yer almaktadır. Türkiye, 2005-2010 yılları arasında yüksek üretim artışı göstermiştir. Kurulu gücünü %308 oranında arttırmıştır. 2018 senesinde toplam jeotermal enerji kapasitesi toplamı 13,2 GW iken, yaklaşık 315 MW miktarında kapasite artışı gerekleşimiştir. Dünyada en fazla jeotermal enerji kapasitesine sahip ÷lke sıralamasında Amerika ilk sırada yer alırken, onun ardından Filipinler, Endonezya ve Meksika takip etmektedir. Türkiye ise kapasite bakımından sekizinci sırada yer almaktadır. 2018 senesinde kapasite artışı bakımından dünyada birinci sıradadır.

Türkiye’de ki kapasite artışı yukarıda bahsedilen 315 MW’lık artışın yarısı kadardır. Ülkemizden sonra dünya ölçeğinde en çok kapasite artışı şöyledir: Amerika, Meksika ve Kenya’dır. Yaygın olarak sıcak su turizmi bakımından kullanılan jeotermal enerji son dönemlerde yapılan yatırımlar ile birlikte enerji üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır.

### **1.3.1.1.2 Dünyada Güneş Enerjisi Kullanımı**

Güneş ışınlarından dünyaya gelen 170 milyar MW’lık enerji dünyada kullanılan toplam enerjinin 15-16 bin katıdır. Günümüzde pek çok ülke sıcak su ihtiyaçlarını güneşten karşılamaktadır. Bunların başında; Güney Kıbrıs %95’ini, İsrail tüm sıcak su ihtiyacının %65’ini, Kuzey Avustralya %40’ını güneş ısıtması ile karşılamaktadır. Güneş ışınlarından en fazla yararlanmakta olan ülkeler: Japonya, Almanya, Amerika’dır. Kurulu fotovoltaik sistemi yani doğrudan elektrik üretimi yapan 4 ülke; Almanya, İtalya, Japonya ve Amerika’dır. Aynı zamanda bu ülkeler en fazla güneş pili üreten yani dünya üretiminin %90’nını kapsayan dünya ülkeleridir.

Güneş enerjisi sektörü 2014 senesinden sonra yüzde 25’lik bir büyüme kaydetmiştir. 2017 senesinde ise güneş enerjisinde 50 GW’lık kapasite artışı olmuş ve dünya ölçeğinde toplam 227 GW kapasiteye ulaşılmıştır. Bölgesel konjonktürde güneş enerjisi kurulum sistemi gücünden en fazla kapasitesi ile yararlanan Avrupa kıtasıdır. Onu izleyen Asya ve Kuzey Amerika bölgeleridir. Çin Halk Cumhuriyeti güneşten enerji üretme ve bu enerjiden yararlanma bakımından oldukça önemli bir seviyededir. Ancak hala fosil yakıtlara olan bağımlılığı bu ülkenin yenilenebilir enerji kaynaklarından kullanma amacını baltalamaktadır.

Son yıllarda ileri teknoloji ile sistem kurulumu gerektiren güneş enerjisi düşük seviyelerde kalmasına rağmen, son yıllarda bu alana yatırımların artması ve teknolojik maliyetlerin düşmesiyle birlikte hızlı bir şekilde giderek yaygınlaşmaktadır. Dünya ülkelerinin yenilenebilir enerji kaynakları içinde güneşe ayrı bir ilgi göstermektedirler. Bu noktada güneş enerjisinden elektrik üretmek için teşvik mekanizmaları ile kanuni düzenlemeler geliştirilmektedir.



### 1.3.1.1.3 Dünyada Rüzgâr Enerjisi Kullanımı

2008 sonu itibariyle, dünya genelinde rüzgâr enerjisi üretimi yılda 260 TWh olarak gerçekleşmiş olup, bu da küresel elektrik tüketiminin % 1,5'ini oluşturmaktadır. Bu sayı, dünyanın fosil yakıt hâkimiyetindeki enerji endüstrisinde düşük kabul edilebilir. Bununla birlikte yılda kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesindeki artış eğilimi, dünyanın artan enerji talebini karşılamada önemli bir rol oynayacağını göstermektedir (Dünya Rüzgâr Enerjisi-World Wind Energy Association, 2008).

Elektrik üretiminde rüzgâr enerjisi önemli bir faktör ve elektrik talebini karşılamada etkindir. 2017 senesine bakılacak olursa Danimarka enerji ihtiyacının yarısını rüzgâr enerjisinden sağlamaktadır. Almanya ise bazı bölgeleri itibariyle bu oranı yüzde 60 seviyesine çıkarmıştır. Portekiz, İrlanda, Uruguay ve İspanya'da ise yüzde 15 dolaylarındadır. Amerika Birleşik Devletleri ise dünyanın en büyük rüzgâr enerjisi üreticilerinden birisi ve bu enerjiyi dış piyasalara satan en önemli aktörlerinden birisidir. Amerika rüzgâr enerjisinden ürettiği elektriğin oranı yüzde 4,5'ta sınırlı kalırken, Çin'de ise bu oran yüzde 3,2 seviyesindedir. Ülkeler yıllar içinde elektrik üretiminde rüzgâr enerjisinden yararlanma oranlarını giderek arttırmaktadırlar. Uluslararası Enerji Platformu verilerine göre 2050 senesine kadar dünya ülkeleri kullanılan elektriğin yüzde 18'lik kısmının rüzgâr enerjisinden elde edileceğini ön görmektedir.

Dünya çapındaki kapasite 121.188 MW'a ulaşmakta ve 2018 yılında 486.261 GW olmuştur. Dünya genelindeki büyüme oranı, 2004 yılından bu yana istikrarlı bir şekilde artarken, Dünya Rüzgâr Enerjisi Birliği'nin tahminlerine göre, bazı güvensizlik faktörleri dikkate alındığında, rüzgâr enerjisi 2020'de küresel elektrik tüketiminin en az % 12'sine katkıda bulunabilecektir. Bu oranlar ışığında özellikle rüzgâr ve güneş gibi modern yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretim noktasında daha fazla tercih edildikleri görülmektedir.

#### **1.3.1.1.4. Dünyada Hidrolik Enerji Kullanımı**

Bir ülkenin hidroelektrik potansiyelleri üç düzeyde belirlenebilir:

Brüt potansiyel: Su havzalarının ve bölgenin öngörülen kalkınma projelerinin potansiyelidir.

Teknik potansiyel: Brüt potansiyelin teknik olarak mevcut olan kısmına karşılık gelir. Teknolojideki ilerlemelerle biraz artabilir veya geçirgen bir jeolojik formasyonla azalabilir.

Ekonomik potansiyel: Alternatif enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında, teknik potansiyelin ekonomik açıdan avantajlı bölümüne karşılık gelir (IEA, 2008).

Dünyanın elektrik enerjisinin beşte biri hidroelektrik enerji kaynaklı olarak üretilmekte ve 55 ülkedeki enerji arzının büyük kısmı hidroelektrik santralleri tarafından sağlanmaktadır. Hidroelektrik, birkaç ülke için tek yerli enerji kaynağıdır. Hâlihazırda elektrik üretiminde hidroelektrik rolü, diğer yenilenebilir kaynaklardan önemli ölçüde daha yüksektir. Birçok gelişmiş ülke zaten kendi ekonomik potansiyelini kullanmıştır (IEA, 2008). Maliyet açısından bakıldığında yenilenebilir enerji türlerine göre daha avantajlı olma noktasında hidrolik enerji dünya genelinde kullanılan en enerji türüdür. Uluslararası Enerji Platformu Hidrojen Programı Yürütme Komitesi önde gelmek üzere farklı kuruluşlar ile Amerika, Almanya ve Japonya gibi ülkeler hidrolik enerjisinin kullanımı noktasında maliyet sorunlarının çözülmesi noktasında çeşitli araştırma ve çalışmalar yapılmaktadır. Son dönemlerde Güney Doğu Asya ve Amerika'da meydana gelen kuraklık sorunları hidrolik enerji üretimini olumsuz olarak etkilemektedir. Bu noktada çevre ve sürdürülebilir enerji sağlanması bakımından hidrolik enerji oldukça önemli bir noktadır. 2018 senesinde 28 GW'lık artış ile meydana gelen dünya genelinde hidrolik enerji kapasitesi yaklaşık 1.064 GW olarak meydana gelmiştir. Başka bir ifadeyle dünyada kullanılan elektrik enerjisinin yüzde 16,4'lük payı hidrolik enerjiye aittir. Ülkeler noktasında ise Çin'in toplam kapasitesi ve 2018 yılında sahip olduğu kapasite artışı noktasında ilk sırada yer almaktadır.

### 1.3.1.1.5 Dünyada Biokütle Enerji Kullanımı

Biyoenerji, çeşitli organik kaynaklardan elde edilen enerjidir. Biodizel, biyogaz, bioalkoller bazı biyoenerji türleridir. Biyoenerji fosil yakıtlara kıyasla daha az olumsuz çevresel etkiye sahiptir. Biyolojik kaynaklar düşük kükürt içeriğine sahiptir ve yakıldığında yakıtı daha az CO<sub>2</sub> yayar. Petrol bazlı benzin ve dizel yerine biyoyakıt kullandığınızda yaklaşık %50-70 CO<sub>2</sub> tasarrufu sağlanır. (Balat, 2007: 169).

Tüm yenilenebilir enerjilerin yaklaşık %77'sine katkıda bulunan biokütle, dünyanın her yerindeki en yaygın enerji kaynağıdır. Biokütle, özellikle gelişmekte olan ülkelerde toplam enerji arzının yaklaşık %20-30'una katkıda bulunmaktadır. Az gelişmiş ülkelerde biokütle toplam arzın %50'sinden fazlasına sahip olmaktan daha önemlidir. Bu ülkelerde kullanılan biyolojik kütlenin büyük kısmı, ticari olmayan ve ülkenin kırsal ve fakir bölgelerinde pişirme ve konut ısıtmasında kullanılır (Balat, 2007: 170).

Dünya ülkelerine bakıldığında biokütle enerji üretimi noktasında Amerika yüzde 46 ile birinci sırada, yüzde 24 ile Brezilya ikinci sırada yer almaktadır. Biokütle enerji üretimi 2000 senesinden beri en yavaş büyüme oranını göstermiştir. Etanol yakıt üretimi 2017 senesinde yüzde 4'lük bir artış göstermiş, biodizel üretimi yapılan bölgelerdeki üretimin düşmesi sebebi ile yüzde 4,9 oranında azalma göstermektedir. Uluslararası Enerji Platformunun yaptığı tahminlerde 2050 senesine gelindiğinde biyoenerji üretiminin bugünkü üretim oranının üç katına çıkacağını öngörmektedir. Bu noktada dünyada üretilen elektriğin yüzde 7,5'ini ya da ulaşım amacıyla kullanılan yakıtın yüzde 27'sini karşılama potansiyeline sahip olacağını ön görmektedir. Biyoenerji üretiminde, ticarileşme ve teknoloji alanındaki ilerlemeler oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu açıdan bakıldığında ülkelerin aralarında yapacakları iş birliğinin ve teknolojik yatırımların artırılması ile bu enerji türünün daha etkin kullanılması ve üretiminin geliştirilmesi açısından son derece hassas bir etkidir. Dünyanın farklı bölgelerindeki talebin karşılanması için tarife ve diğer ticari kısıtların azaltılmasının, biyoenerji alanındaki ticaretin zenginleştirilmesinin oldukça önemli olduğu anlaşılmıştır.

### **1.3.1.1.6 Dünyada Nükleer Enerji Kullanımı**

Temmuz 2018 itibariyle, 31 ülkede nükleer enerji kurulu gücü toplamı 392.521 MW olan 453 nükleer reaktör iŐletilmekte, 17 ülkede 57 adet nükleer reaktörde inŐaat halindedir. Bu reaktörler küresel ölçekteki toplam elektrik arzının %11'ine denk gelmektedir.  lkeler açısından bakılırsa; Amerika %20'sini, Avrupa Birliği %30'unu, Belçika %51'ini, İsveç %40'ını, Güney Kore %30'unu, Ukrayna %52'sini ve Fransa elektriği olan talebinin yaklaşık olarak %73' n  nükleer enerjiden karşılamaktadır. InŐaat halindeki nükleer reaktörlerin 1'i Fransa'da, 4'  Birleşik Arap Emirlikleri'nde, 2'si Amerika'da, 3'  Güney Kore'de, 6'sı Hindistan'da, 19'u Çin'de ve 7'si Rusya'da bulunmaktadır(<http://www.enerji.gov.tr>).

## İKİNCİ KISIM

### TÜRKİYE'DE BULUNAN ENERJİ KAYNAKLARI VE ONLARIN KULLANIMI

#### 2.1. Türkiye'de Bulunan Enerji Kaynakları ile Rezerv Miktarları

##### 2.1.1. Fosil Kaynaklar

###### 2.1.1.1. Petrol

Ocak 2009 itibarıyla, Türkiye'nin petrol rezervleri 300 milyon varil dolaylarındadır ve çoğunlukla güneydoğu bölgesinde bulunmaktadır. Güneydoğu Anadolu'da (Hakkâri Havzası) petrol sahaları oldukça eskidir ve bu durum pahalıya mal olmaktadır bundan dolayı Türkiye'de üretim maliyetleri oldukça yüksektir (Amerika Enerji Bilgi Platformu,2009). Türkiye'nin petrol rezervi çok sınırlı ve petrol kalitesi düşüktür. Petrol üretimi, ülkenin talebini karşılamaktan uzaktır. Türkiye ham petrol yıllık ihtiyacı olan 200 milyon varilin yalnızca %8,7'sini üretmektedir (Daily, 2009).

1991'den bu yana, Türkiye'de petrol üretimi düşüş eğilimini sürdürerek 2008'de 2160 bin tona gerilemiştir. Son on yılda Türkiye'nin petrol üretimi %24 azalmıştır. Alt yapı çalışmaları hem yetersiz hem de çok eski olduğu için önümüzdeki on yılda bu azalış eğiliminin sürmesi beklenmektedir. Mevcut üretim oranlarını göz önünde bulundurarak, yeni alanların oluşturulmaması durumunda, Türkiye'nin ham petrol rezervlerinin 19,3 yıl sonra tükenmesi öngörülmektedir (TPAO, 2009).

Türkiye'de devlete bağlı olan Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) ile yabancı operatörler olan Royal Dutch/Shell ve Exxon Mobil, Türkiye'nin petrol üretiminin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. TPAO şu anda Siirt, Diyarbakır, Gaziantep ve diğer güneydoğu illerinde 45 petrol sahasını işletmekte ve Türkiye'nin üretiminin yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır (Daily, 2009).

Türkiye'de petrol ürünleri ithalatında ithalatı toplamına bakarsak 2015-2018 senesi itibarıyla geçen üç sene zarfında yüzde 1,1 artışla 40 milyon tonun üzerinde

ithalat gerçekleşmiştir.2018 yılında ise petrol ürünlerinin ithalat toplamı 32 milyon tonu geçmiştir. Toplam petrol ürünleri ithalatı içindeki ham petrolün payı sene içindeki payı yüzde 60 ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir. Türkiye'nin diğeryıllarda olduğu gibi 2018 yılında da en fazla ithalat yaptığı ülkeler Rusya, İıan ve Irak olmuştur.

Türkiye'nin enerji ihtiyacının toplamının büyük bir kısmı yaklaşık %42'si petrol tarafından karşılanmaktadır ve ülkemizin petrol arzının yaklaşık %90'ını dışarıdan satın almaktayız. Ülkemizin içinde bulunduğu jeopolitik konumu petrol ithalatı ve petrolde dışa bağımlılıkta bazı riskleri beraberinde getirmektedir. En fazla ithalat yapılan ülkelerden biri olan ve sınır komşumuz olan Irak ile 2017 yılında referandum krizinin ortaya çıkardığı durum, bu ülke ile olan ilişkileri sıkıntılı bir süreçten geçirmiştir. Ülkemiz petrol ithalatında sadece Bağdat Yönetimi'nin resmi olarak muhatap alacağını belirtmiştir. Irak Merkez Hükümeti'nin aldığı bir kararla da petrol boru hattı inşa ederek ülkemiz sınırına kurulacak olan hatta günlük 1 milyon varil petrol taşınması için karar alınmıştır. 2019 yılında İıan Türkiye'nin en iyi 3. petrol tedarikçisi olmuştur. İıan'ı, Suudi Arabistan izlemekte ve daha az hacimli diğeryedarikçiler ise sırasıyla Libya, Irak ve Suriye'dir. Rusya ise en iyi 1.petrol tedarikçimiz olmaya devam etmektedir.

2007 yılında Türkiye Petrolleri Kurumu (TPAO), henüz herhangi bir çalışma yapılmamış olsa da, doğu Akdeniz'de arama çalışmalarına başlamayı planladığını açıklanmıştır. Önemli rezervlerin Akdeniz ve Ege Denizi'nde olduğu tahmin edilmektedir ancak arama faaliyetleri, karasuların egemenliği tartışmalı olduğu için Yunanistan ve Kıbrıs ile arasındaki siyasi çatışma nedeniyle sınırlandırılmıştır (Türkiye Petrolleri Kurumu -TPAO, 2009). 2019 yılı içinde ise sondaj çalışmaları başlamıştır.

TPAO ayrıca, bazı diğeryuluslararası şirketler ile Karadeniz'deki petrol çıkarmayı planlamaktadır. Son zamanlarda açık denizlerde devam eden sondaj projeleri bulunmaktadır. Türkiye, Karadeniz de ortalama 10 milyar üzerinde varil petrol ve 1,5 trilyon metreküp doğuğalgaz bulundurduğunu düşünmektedir. TPAO Genel Müdürü, 2010 yılına kadar Karadeniz'de petrol bulunması durumunda, 2015-

2016 yılları arasında üretimin başlayabileceğini belirtmişler ancak 2019 yılı içerisinde 70 civarında sondaj yapılmasına rağmen keşifler yetersiz kalmış ve aramalar devam etmektedir. Ayrıca, Türkiye'nin Karadeniz'deki rezervlerinin Türkiye'nin önümüzdeki 40 yıl boyunca petrol ihtiyacını karşılayacağını ve Türk bağımlılığının sona ereceğini belirtmiştir (Turkishny, 2009).

### 2.1.1.2. Kömür

Türkiye'nin ana sert kömür yatakları, kuzeybatı Avrupa'daki Ereğli ile Amasra arasındaki Zonguldak havzasında bulunmaktadır. Zonguldak Havzasına ait yaklaşık kömür rezervleri 1,344 milyar ton iken, bilinen rezervlerin miktarı 550 milyon ton seviyesindedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2009). Toros Dağları ve Diyarbakır bölgesinin yaklaşık 1,039 milyon tonluk rezerve sahip büyük kömür yatakları bulunduğu düşünülmektedir. Özel sektörün katılımı ile ilgili herhangi bir yasal kısıtlama bulunmamasına rağmen, devlete ait Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK), Türkiye'de kömürlerin en büyük üreticisi ve distribütörüdür (Tablo 4).

**Tablo 4:** 2000-2017 Türkiye Kömür Üretim Miktarları

Seneler	Türkiye Taş Kömürü Üretimi (ton)	Özel Sektördeki Üretimi (ton)	Havzadaki Genel Toplam (ton)
2000	2.259.227 ton	114.046	2.373.273
2001	2.356.865 ton	230.540	2.587.405
2002	2.244.372 ton	487.799	2.732.171
2003	2.011.178 ton	53.044	2.064.222
2004	1.879.411 ton	149.625	2.029.036
2005	1.665.846 ton	511.355	2.177.201
2006	1.522.698 ton	795.931	2.318.629
2007	1.675.283 ton	817.092	2.492.375
2008	1.586.532 ton	1.043.909	2.630.441
2009	1.879.630 ton	999.776	2.879.406
2010	1.708.844 ton	883.074	2.591.918
2011	1.592.515 ton	1.026.732	2.619.247
2012	1.457.098 ton	835.157	2.292.255
2013	1.366.509 ton	549.332	1.915.841
2014	1.300.154 ton	488.187	1.788.341
2015	948.573 ton	486.309	1.434.882
2016	911.002 ton	404.968	1.315.970
2017	823.042 ton	410.991	1.234.033

**Kaynak:** Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü, 2018).

Kömür üretimi çok zor jeolojik koşullar altında sürdürülmektedir. Bazı bölgelerde üretim derinliği 600-1000 m'ye ulaşmıştır. Zor çalışma koşulları, birim maliyetlerin artmasına ve bu durumun dünya pazarlarındaki ülkenin rekabet gücünü etkilemesine neden olmaktadır. Üretim seviyesi, Türkiye genelinde 17-18 milyon tonluk tüketimin yalnızca %15-20'sini karşılayabilmektedir. Üretilen kömürün önemli bir kısmı elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Geri kalan kömür, demir-çelik endüstrisi, evsel yakıtlar vb. gibi diğer amaçlar için tüketilmektedir (Arıoğlu ve diğ.2002).

Türkiye, yaklaşık 10,4 milyar ton linyit rezervine sahiptir. Bu linyit yataklarının ortalamasının %45'lik düzeylerde Elbistan-Afşin havzasında bulunmaktadır. Linyit tarlaları Türkiye'nin tüm bölgelerine yayılmıştır. En önde gelen rezervler Afşin-Elbistan, Muğla, Soma, Tunç bilek, Seyit Ömer, Beypazarı ve Sivas bölgelerindedir. Bu alanlardaki linyit kömürünün ısıtma değerleri 1000 ila 5000 kcal/kg arasında değişmektedir.

Dünya ölçeğinde, Türkiye linyit rezervleri ve üretim miktarları açısından orta-düzey bir ülkedir ve kömürde daha düşük seviyede bir ülkedir. Dünyanın toplam linyit rezervinin% 1,6'sına sahip olan Türkiye'nin toplam linyit rezervinin 8,1 milyar ton olduğu bilinmektedir. MTA tarafından yapılan araştırma çalışmalarının aynı hızda devam etmesi ve kömür rezervi miktarlarının artacağı öngörülmektedir (Arıoğlu ve diğ. 2002).

Kömür ithalatımızın hızlı bir dönemece girdiği 80'li yılların başında ülkemiz ortalama taşkömürü tüketiminin % 80'ini, 80'li yılların sonunda ise % 45'ini yerli kaynaklardan karşılamış, 2017 senesinde 37.475.000 ton taşkömürü tüketimi gerçekleştirmiştir. Bu tüketimin sadece % 3,29'u yerli kaynaklardan (Türkiye Taş Kömürü Kurumu) karşılanmıştır. 2018 senesinde ise %5,63 itibari ile yerli kaynaklardan tüketim sağlanmıştır. İthalat ve yerli üretim bir ikilem olarak görülmez. Talep arttıkça yerli üretimle karşılayamama sonucunda, taşkömürü tüketicileri ihtiyaçlarını ithal kömürle karşılamak zorunda kalmıştır. Ancak, son iki sene itibariyle kömür pazarında yaşanan gelişmeler, tedarik güçlükleri ve artan kömür fiyatları yerli üretimin önemini bir kez daha ortaya çıkartmıştır.



### 2.1.1.3. Doğalgaz

Zengin komşularıyla karşılaştırıldığında, Türkiye'nin doğalgaz rezervi çok azdır. 2008 sonu itibari ile Türkiye'nin geri kazanılabilir rezervleri 6.827 milyon metreküp olarak tahmin edilmektedir. Araştırmalara göre, Türkiye'nin doğal gaz rezervlerinin 6,7 yıllık bir ömrü olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye'nin doğalgaz rezervlerinin büyük bir bölümü Trakya'da bulunmaktadır. Kuzey Marmara açık deniz sahası, Türkiye'nin doğal gaz sahasının en büyüğüdür (Atkins, 2003). Trakya bölgesinde yeni keşifler ve eski alanlarda delinen yeni üretim kuyuları ile 2001 yılından sonra doğalgaz üretimi artan bir eğilim sergiliyor. 2017 yılına gelindiğinde, doğal gaz üretimi en üst seviyeye ulaşmış durumdadır (TPAO, 2018). Üretim, ağırlıklı olarak üç şirket tarafından gerçekleştirilmektedir bunlar: TPAO, BP ve Shell' dir.

**Tablo 5:** Türkiye'nin doğal gaz tüketimi ( m<sup>3</sup>)

Yıllar	Tüketim(metreküp)	Değişim %
2004	22.272.528.240	
2005	27.348.213.942	22,8
2006	30.982.063.980	13,3
2007	35.394.878.230	14,2
2008	36.865.051.313	4,2
2009	35.218.839.390	-4,5
2010	37.411.118.370	6,2
2011	43.697.409.192	16,8
2012	45.241.762.899	3,5
2013	45.918.246.078	1,5
2014	48.717.179.257	6,1
2015	47.999.276.834	-1,5
2016	46.395.060.000	-3,3
2017	51.898.000.000	11,9

**Kaynak:** TPAO,2018

Tablo 5'de görüldüğü gibi, tüketim hızla artmaktadır ve 2017'de 52 milyar metreküp (Bcm) yükselmiştir. Bu, dünya doğal gaz tüketiminin % 11.19'udur. 1983 yılında doğal gazın birincil arz içindeki payı %0,01'in altında gerçekleşirken, 2017

yılında doğalgazın payı % 11,9'a yükselmiştir. 1987 yılındaki ilk doğal gaza dayalı elektrik üretiminden sonra, linyit yakıtlı elektrik santrallerinin elektrik üretimindeki payı, 2003 yılında %42'den % 16,8'e düşmüştür. Bu dönemde, doğalgaz yakıtlı santrallerin payı %17'den % 45.2' ye yükselmiştir (Hacisalihoğlu, 2008: 1868). Ülkemizin doğal gaza ihtiyacının günden güne artması ve ülkemizdeki ihtiyaçları karşılayacak kaynakların yetersiz olması ve üretimin bu ihtiyaçları karşılayamaması 2017 senesinde doğalgazın dış ülkelere alımını zorunluluk haline getirmiştir. Türkiye'nin ortalama doğalgaz arzının %0,64'ü ülkemizde çıkarılan doğalgaz aracılığı ile kalan kısım (% 99,36'lık oranı) da yurt dışından enerji kurumu tarafından (ETKB) verilmiş lisansa sahip özel şirketler tarafından farklı kaynaklardan sağlanan ithalat ile karşılanmıştır. Tablo 6'dan görülebileceği gibi, gelecek on yılda doğal gazın enerji üretim talebinin artması beklenmektedir.

**Tablo 6:** Devlet Boru Hattı Şirketinin Türkiye'nin Doğal Gaz Talebi Tahmini

Yıllar	2000	2010	2015	2020
Konut	2928	8389	9396	9806
Sanayi	2415	10971	12238	15147
Gübre	839	929	929	929
Enerji	9418	34903	44903	56903
Toplam	15600	55192	67466	82785

**Kaynak:** [BOTAŞ] ve Türkiye Enerji Bakanlığı [ETKB]-2017

## 2.1.2. Türkiye' de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Durumu

### 2.1.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisinin termal olarak kullanılması aktif veya pasif formda olabilir. Pasif güneş enerjisi ısıtma, gün ışığı ve doğal havalandırma için kullanılan güneş enerjisini toplayıp dönüştüren binaların tasarımı ile ilgilidir. Aktif güneş enerjisi, su ya da alan ısıtma ve soğutma amaçları ısı pompaları, tuzdan arındırma ve endüstriyel yüksek sıcaklık ısı üretimi için güneş kolektörlerinin kullanımı ile ilgilidir. Pasif güneş enerjisi genellikle bir enerji arzı değil enerji talebi ve verimliliği ile ilgili bir konu olarak düşünülmelidir. Sanayileşmiş dünyada, güneş enerjisi birincil enerji kullanımının %35 ila 40'ı arasındadır( Philibert, 2005).

Ülkemizin coğrafi konumundan ötürü güneş enerjisi açısından yüksek oranda faydalanma olanağına sahiptir. Ülkemizin sene içerisindeki güneşlenme süresi farklılık gösterse de senelik ortalama 2 bin 738 saattir. Ülkemiz Almanya' dan yaklaşık olarak 7,5 saat daha fazla güneşlenme zamanına sahip yani %60'dan daha fazla güneş ışığından yararlanabilmektedir. Ancak 2015 ve sonrası yıllarda kurulu güç kapasite bakımından Almanya'nın 1/6 oranına denk gelen bir ilerleme kaydedebilmiştir.

Güneşin enerjisinin yenilenebilir kaynaklar içerisinde ülkemizde en fazla potansiyeli olan enerji kaynağıdır. 2016 senesi sonunda elektrik enerjisi toplam kurulum gücünün ortalama olarak 79 bin MW olduğu göz önüne alınırsa güneş enerjisinde var olan potansiyelin üretime dönüştürülmesinin ne kadar önemli olduğu bir kez daha görülmüştür.

Güneş enerjisi kullanımı birçok avantaja sahip olduğu için tüm dünyada artmaktadır. Güneş enerjisi genellikle bir ülke için yerel bir enerji kaynağıdır. Hem güneş kolektörleri hem de güneş PV sistemleri genellikle binalara veya ihtiyaç duyulan yere yakın bir yere kurulur. Herhangi bir yakıt kullanmamakla birlikte, güneş enerjisi, kurtarma, nakliye ve atık depolama maliyetleri ve problemlerine katkıda bulunmaz. İlk yatırımın kazanılmasından sonra güneş enerjisi pratik ve yenilenebilir (Tsikalakis, & Hatziargyriou, 2011). Güneş enerjisi de temiz bir enerjidir ve elektrik üretimi veya güneş enerjisi termal faaliyetleri sera etkisine veya hava kirliliğine çok az neden olmaktadır.

Bununla birlikte, Türkiye'nin elektrik üretiminin güneş enerjisi aracılığı ile elde edilmesi hala emekleme aşamasındadır. Türkiye'nin güneş enerjisi teknik potansiyeli elektrik üretiminde yaklaşık olarak yıllık 189 GW h/yıl dır. Bu alanda ülkemize en yakın oranlara sahip olan ülkeler Fransa ve İspanya'dan yaklaşık olarak yüzde 30 daha fazla güneş enerjisi potansiyeline sahibiz.

2010 yılından itibaren kurulan güneş paneli sistemlerinde önemli büyüme ivmesi izlenmiştir. Güneş enerjisi aracılığıyla elektrik üretimi çalışmaları da ivme kazanmıştır. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Eylem Planı çerçevesinde 2023

senesinde soğutma ve ısıtma ihtiyacının %15'inin yenilenebilir olan enerjiler vasıtası ile güneş enerjisinden daha fazla etkin, teknolojik, verimli ve yenilikçi şekilde faydalanılması gerekmektedir. Bu sebepten ülkemizin içinde bulunduğu jeopolitik konumunun avantajlarını en etkin şekilde kullanma ve bu enerjiden kullanıma yaygınlaştırmak durumundadır.

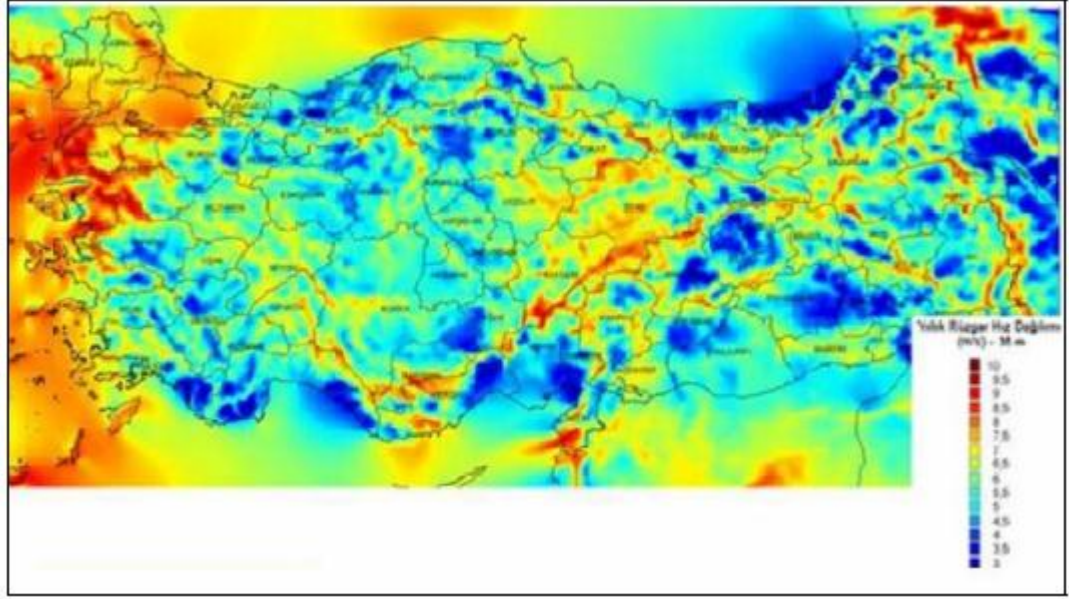
Ülkemizin sahip olduğu toplam kurulu güçteki rüzgâr ve güneş enerjisi kapasitesinin % 0,5'lik mevcut değerinden 2020 yılına kadar %10'un üzerine çıkması için çalışmalar sürdürmektedir. Enerji Bakanlığı aracılığıyla öngörülen 2019 senesi için güneş enerjisi aracılığıyla 3 bin MW'lık elektrik üretimine ulaşılması ve bu tahminlerin 2023 yılında 5 bin MW'a geleceği öngörülmektedir.

2008 yılında ilgili kanunda yapılan değişiklikler, kamu hizmetleri şebekesinin kullanımına izin vermiştir. Ülkemizdeki enerji Bakanlığı, güneş enerjisinden yararlanmak için mevcut yenilenebilir enerji yasalarına bazı destek mekanizmaları ekleyeceğini açıklamıştır.

#### **2.1.2.2. Rüzgâr Enerjisi**

Devlet Meteoroloji Örgütü ile Elektrik Genel Müdürlüğü, iş birliği çerçevesinde bilim insanları ile birlikte uzun bir çabanın ardından sonra Türkiye Rüzgâr Haritasını yayınlamıştır (Şekil 2) Bu çalışma, Türkiye'nin bazı bölgelerinin güçlü rüzgâr koşullarına sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle Marmara bölgesinin güneyi, kıyı ve Ege bölgesinin bazı iç kısımları, Karadeniz'in bazı kısımları, Akdeniz'in doğu kısmı ve Doğu Anadolu'da engebeli dağlar olan yerler özellikle umut verici bölgelerdir (Öztopal ve diğ.2000: 190).

**Şekil 2:** Türkiye Rüzgâr Enerjisi Haritası



**Kaynak:** REPA

Rüzgâr hızı, rüzgâr enerjisi kaynaklarının değerlendirilmesinde en önemli parametredir. Rüzgâr türbini tasarımının herhangi bir seçimi seçilen rüzgâr türbinleri şantiyelerindeki ortalama rüzgâr hızına dayanmalıdır (Marciukaitis ve diğ.2008: 267). EİE verilerine göre, Türkiye'de rüzgâr hızı çoğu bölgede elektrik üretimi için yeterlidir. Ancak özellikle rüzgâr hızı açısından Türkiye'nin kuzeybatı kıyısı önemli bir potansiyele sahiptir. Marmara bölgesi, Ege ve Güneydoğu bölgeleri rüzgârın enerjisini uygulamak için diğer uygun bölgelerdir. Hesaplamalara göre mevcut rüzgârın enerjisinin potansiyeli 80 bin MW olarak hesaplanmaktadır. İçinde bulunduğumuz ekonomik olarak uygulanabilir potansiyel yaklaşık 10000 MW'dir. Ülkemiz, 166 TW / yılla Avrupa ülkeleri arasında en fazla teknik potansiyele uygun ülkedir. Bu, ülkemizin elektrik tüketimi toplamından daha fazladır (Erdoğan, 2009: 1362). 2023 senesi itibariyle amaçlanan rüzgârın enerjisinin toplam kurulu güç kapasitesinin (20 bin MW) gerçekleşeceği tahmin edilebilir. İnşaatı süren 61 adet Rüzgâr Enerji Santrali (RES) bittiğinde yaklaşık olarak 1.868 MW'lık bir kapasitenin artış oranına ulaşılabileceği hedeflenmektedir.

### 2.1.2.3. Jeotermal Enerji

Ülkemiz fazla oranda jeotermal potansiyeline sahip Alp Himalaya kuşağında bulunmaktadır. Maden Arama Müdürlüğü kayıtlarına göre, ülkemizde yaklaşık 274 sıcak su alanı yer almaktadır. Bunların yaklaşık 25'i doğrudan ve dolaylı kullanım için zaten kullanılmaktadır. Jeotermal kaynakların balneolojik kullanımı Türkiye'de yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de jeotermal kaynaklar çoğunlukla ılımlı ve düşük sıcaklıklı kaynaklardır. Doğrudan kullanım projeleri ve enerji üretimi için uygun olan yüksek sıcaklığa sahip jeotermal kaynakların çoğu öncelikle Batı Anadolu'daki graben yapılarında keşfedilmektedir. Diğer önemli kaynaklar Orta ve Doğu Anadolu volkanik bölgelerinde dağılmıştır (Şekil 3) (IEA, 2008).

Şekil 3: Türkiye'nin genel tektonik ve volkanik özellikleri ve önemli jeotermal alanları



Kaynak: (Türkiye Jeotermal Derneği. 2017)

Konvansiyonel elektrik enerjisi üretimi, 150 C üzerindeki sıvı sıcaklıklarıyla sınırlıdır, ancak ikili çevrim sistemlerinde oldukça düşük sıcaklıklar kullanılabilirler (Barbier E. 2002: 42)

Sıcak su enerji yönetim gücü önemli bir ivme kazanmıştır. 2002 senesine gelindiğinde bu kurulu güç 17,5 MW iken, 2016 sene sonu itibari ile 821 MW seviyelerine gelmiştir. Bu değer 2023 yılındaki öngörüsü bin MW değerine ulaşması hedeflenmektedir. Ülkemizde yeraltı sıcak su kapasitesi olarak dünya

lkeleri arasında Çin'den sonra ikinci sıradadır. 2015 senesinde kapasite bakımından artışı ile yeryüzünde ilk sırada yer almaktadır. Ülkemizde jeotermal enerjide kapasite artışı ve potansiyeli bakımından önemli bir yerdedir.

#### **2.1.2.4. Hidroenerji**

Genel inanın aksine, Türkiye su kaynakları bol olan bir yer değildir. Kişi başına düşen yıllık su potansiyeli olarak  $1500 \text{ m}^3/\text{kişi}$  dolaylarındadır, ancak 2030 yılında 100 milyon popülasyon tahmini ile  $1000 \text{ m}^3$ 'e düşmesi beklenmektedir. Türkiye bazı Ortadoğu lkeleriyle kıyaslandığında nispeten "su açısından zengin" sayılabilir. Kişi başına su potansiyeli  $150\text{-}400 \text{ m}^3/\text{yıl}$ . Ama " su bakımından " zengin bir yer olmak suyun kişi başına düşen metrekpnn 8000-10.000 olması gerekmektedir (Bayazit, & Avcı, 1997). Yıllık toplam su potansiyeli yılda 110 milyar metreküp, kişi başına düşen yıllık su miktarı ise 2004 yılı itibariyle 1486 metreküp olarak hesaplanmaktadır. Yağış, hem yıldan yıla hem de nehir havzaları arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Yağışın yıllık derinliği Doğu Karadeniz bölgesinde 250 cm'ye kadar, İç Anadolu'nun bazı bölgelerinde ise 30 cm'ye kadar çıkmaktadır. Güneydoğu bölgesi %28'lik oranıyla, Türkiye'nin toplam su potansiyeline katkıda bulunan en zengin su kaynaklarına sahiptir (Rende, 2004).

Su zengini bir ülke olmasa da, Türkiye, Avrupa'nın Norveç'ten sonra, gres hidroelektrik potansiyeli  $440 \text{ TWh /yıl}$  oranıyla olan ikinci en zengin ülkesidir. Devlet Su İşleri (DSİ) tahminlerine göre teknik olarak kullanılabilir potansiyeli  $215 \text{ TWh/yıl}$  ve ekonomik potansiyel  $126.1 \text{ TWh/yıl}$ 'dır (teknik olarak uygulanabilir potansiyelin yaklaşık %60') (ztrk ve diğ.2009: 606).

2000'li yılların başında 11 bin 175 MW kurulu gücü olan hidrolik enerji gücü 2016 senesi sonunda yüzde 140 civarında bir artış göstererek toplamında 27 bin MW seviyesine ulaşmıştır. Bunun yaklaşık 20 bin MW'ı barajlı tip ve 8 bin MW' lik seviyesi ise akarsu tipindedir. 2023 yılında hedeflenen hidrolik enerji kurulu güç kapasitesinin 36 bin MW dolaylarına çıkması tahmin edilmektedir. Ülkemiz hidrolik enerji açısından oldukça büyük potansiyele sahiptir. Enerji retim safhasını avantaja eviren ülkemizde yenilenebilir kaynaklar içerisinde en yüksek oran hidrolik enerji

kaynaklarına aittir. Hammaddesi bakımından su enerjisini kullanan hidroelektrik sistemler maliyet olarak diğer enerji kaynakları içerisinde en düşük orana sahiptir. Buna ilaveten hidroelektrik maliyeti fazla olan elektriği ucuza mal etmesiyle fiyatı dengeleyici aktör olmaktadır. Bütünüyle yenilenebilir ve yerli bir kaynak olan hidrolik enerji Türkiye'nin elektrik üretimi bakımından en fazla etkisi olan kaynaklarındanındır.

#### 2.1.2.5. Biyoenerji

Biokütle, Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretiminin üçte ikisine katkıda bulunuyor. Türkiye'nin önemli biokütle kaynakları buğday tohumu, tane tozu ve fındık kabuğudur. Ülkemizin yıllık olarak biokütle potansiyeli yaklaşık otuz iki Mtoe'dur, 17.2 Mtoe'si geri kazanılabilir seviyededir. Ülkemizi mevcut ve hedeflenen biokütle enerji üretimi tablosu aşağıda gösterilmiştir.

**Tablo 7:** Ülkemizde Mevcut ve Hedeflenen Biokütle Enerjisi Üretimi

Seneler	Üretim (ktoe)
2000	6982
2005	7260
2010	7414
2015	7320
2020	7520
2025	7810
2030	8205

**Kaynak:** Türkiye Enerji Bakanlığı Raporu:2017

Türkiye, ülkenin toplam yüzey alanının yaklaşık %36'sına tekabül eden 28 milyon hektarlık ekili araziye sahiptir. Türkiye'de kullanılmayan çok sayıda terk edilmiş tarım arazisi bulunmaktadır. Biokütle yakıtına talep yaratmak, bu alanların ekonomiye kazandırılmasına yardımcı olacaktır (Erdoğan, 2008: 2183).



### **2.1.3. Nükleer Enerji**

Türkiye'de nükleer santraller yapım aşamasındadır. Türkiye Elektrik İletim Şirketi (TEİAŞ), 2004 yılında "Türkiye için Elektrik Enerjisi Üretim Planlama Çalışması (2005-2020)" başlıklı bir rapor hazırlamıştır ve bu rapor karar vericilere, yatırımcılara ve piyasa aktörlerine zamanlama, kompozisyon ve gelecek 15 yıllık dönemde ihtiyaç duyulan ilave elektrik üretim kaynaklarının kapasitesi hakkında bilgiler verilmektedir. Bu planlama çalışmasına göre, yüksek talep senaryosu dikkate alınarak 2015 yılına kadar toplam 5000 MWe nükleer kapasite ilave edilmesi planlanmaktadır. Üretilen nükleer enerji santralleri için rekabet için teklif veren firmalar tarafından karşılanması gereken şartlarla ilgili usul ve esaslar bir nükleer enerji yasası kapsamında belirtilmiştir (Nuclear Energy Agency, 2008)

Türkiye'de bir nükleer enerji santrali inşa etmeye yönelik çalışmalara 1965 yılında başlanmıştır. Bununla birlikte, bazı finansal ve düzenleyici faktörlerden dolayı bu proje ertelenmiştir (Nuclear Energy Agency, 2008). Ocak 2010'a kadar Türkiye, santrali Rusya ile hükümet işbirliği içinde inşa etmeye kararı alarak nükleer konusundaki kararlılığını göstermiştir. Türkiye'nin elli yıllık nükleer santral kurma hayalini gerçekleştirmek için Rusya ile aralarında imzaladıkları Akkuyu sahasında bir nükleer tesisin kurulması ve işletilmesine dair işbirliğine ilişkin anlaşmanın 2010 yılında imzalanmasıyla gerçekleşmeye başlamıştır. Bu santralin 2023 yılında faaliyete geçmesi hedeflenmektedir. Ayrıca Sinop rotasyonunda kurulması hedeflenen diğer nükleer santral için de Japonya ile 2003 yılında bir protokol imzalanarak halen devam eden çalışmalar başlamıştır.

### **2.1.4. Elektrik Enerjisi**

Ülkelerin sanayileşme ve kalkınma yatırımlarıyla birlikte dünyada enerji üretimi ve tüketimi zaman içinde artış göstermektedir. Yeryüzünde maksimum enerjiyi tüketen ülkelerin başında Amerika, Rusya, Japonya ve Hindistan gelmektedir ki yaydıkları CO<sub>2</sub> emisyon miktarının da en yüksek olduğu görülmektedir.

Türkiye nüfus olarak dünyada önemli bir konuma sahiptir. 74.7 milyon nüfusa sahip bir ülkedir. Ülkemizin enerji tüketimi 120 Mtep olup, elektrik enerjisi tüketimi

ise bir önceki yıllara göre her yıl bir önceki yıldan daha fazla artış göstererek yükselmektedir. (MMO, 2017). Türkiye elektriği doğalgazdan, taş kömüründen, linyitten, rüzgârdan, çeşitli sıvı yakıtlardan, güneş enerjisinden ve biogazdan üretimdeki paylarına göre elektrik üretimi yapılmaktadır. Üretimin kaynaklara dağılımı aşağıdaki gibidir.

**Tablo 8:** Türkiye Elektrik Üretim Kaynaklarına Göre Dağılımı (kWh)

<b>Dışarıdan Satın Alınan</b>	Fosil	Doğalgaz	279.908.370	%29,53
<b>Dışarıdan Satın Alınan</b>	Fosil	İthal Kömür	199.770.160	%21,07
Yerel	Yenilebilir	Hidrolik	190.326.390	%20,08
Yerel	Fosil	Taş kömürü linyit	123.879.090	%13,07
Yerel	Yenilebilir	Rüzgâr	102.519.850	%10,81
Yerel	Yenilebilir	Güneş	24.562.410	%2,59
Yerel	Yenilebilir	Jeotermal	17.317.980	%1,83
Yerel	Yenilebilir	Biyogaz	5.641.360	%0,60
<b>Dışarıdan Satın Alınan</b>	Fosil	Fuel Oil Nafta	4.027.000	%0,42

**Kaynak:** Veriler Türkiye Elektrik İletim biriminden alınmıştır(2018).

Ülkemizde 1970li yıllardan günümüze kadar elektrik enerjisi tüketimi artış oranı (%18,4) 1976 senesinde gerçekleşmişken, 2009 senesinde %2’lik düşüş oranı ile en fazla düşüm oranı yaşanmıştır. 1970lerden 2017 senesine kadarki süreçte yıllık olarak tüketim her yıl %8,8 artmış, yine son yıllarda 10 senelik periyot yıl yıl dikkate alındığında ise elektrik tüketiminin yıllık %6 artış gösterdiği görülmüştür.

Türkiye’de 2018 senesindeki elektrik tüketimi bir önceki yıla göre incelendiğinde artışın %2,2 olduğu ve 303,3 milyar KWH olarak gerçekleştiği görülmüştür.

2023 senesi tahminlerine göre de elektrik tüketiminde yıllık ortalama %4,8 artış olacağı öngörülmektedir.

## **2.2. Türkiye’de Enerji Sektörü**

Bugün, dünyadaki enerji ile ilgili politikalar başta doğal gaz ve petrol etrafında gerçekleşmektedir. Hazar bölgesi, Orta Asya ve Orta Doğu bölgesi rezervleri bakımından en fazla orana sahip bölgeler oldukları için politikalar bu bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Doğalgazın ve petrolün araştırılması, imalatı ile küresel anlamda küresel pazarlara ulaştırılması büyük bir rekabete sahne olmaktadır. Küresel enerji pazarında, Rusya ve İran, pazarın önemli aktörleri olarak ön plana çıkmaktadır. Amerika, Çin, Avrupa Birliği, Hindistan ve ülkemiz ise güvenli ve ucuz enerji kaynaklarına sahip olmak için çeşitli politikaları uygulamaktadırlar (Bayraç, 2009).

### **2.2.1. Türkiye’de Enerjinin İhracatı ve Enerjinin İthalatı**

Pazar dengesi ve dolayısıyla enerji fiyatı; enerjiye olan arz ve talebe göre değişmektedir. Enerjiye olan talebi belirleyen faktörlerin arasında; yaşam tarzı, ekonomik büyüme, teknolojik gelişme, enerjinin fiyatlarının gelişim düzeyi de bulunmaktadır. Enerji arzını belirleyen faktörler arasında ise; ekonomik ve siyasi ilişkiler, ülke ve bölgelerdeki mevcut enerji rezervleri, üretim ve yatırım maliyetleri, dönüşüm teknolojileri bulunmaktadır (Bayraç, 2009).

Kalkınmakta olan ülkelerdeki, nüfus artış hızıyla hızla artan sanayileşme ile ilgili olarak enerji talebi patlamıştır. Enerji, bir ülkenin ekonomik ve sosyal kalkınmasını gerçekleştirebilmesi için zorunlu bir üretim faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır. Artan enerji tüketimi ile sosyal gelişme, ekonomik kalkınma ve refah arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır (Koç ve Kaplan, 2008).

### **2.2.2. Genel Enerji Durumu**

Yenilenebilir enerji kaynaklarının genellikle çevre dostu oldukları düşünülür, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretilen enerji başına çok az CO<sub>2</sub> emisyon değerlerine sahiptirler. Ülkemizde doğada bulunan enerji arzı en fazla rüzgâr, hidrolik kaynaklar, jeotermal, biokütle (odun, bitki ve hayvan artıkları) ve güneşten oluşmaktadır. 2017 sene sonunda yenilenebilir enerji arzımız 145,3 MTEP, yerel enerjinin üretimi 35,4 MTEP değerine ulaşmıştır. Yerli enerji üretiminin %49’u

(toplamda 17,3 MTEP değerindeki kısmı) yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır. Yenilenebilir kaynaklardan sağlanan enerji miktarı 1990 yılına göre %79 oranında artmıştır.

1990 senesinde ülkemizde birincil enerji tüketime içinde yenilebilir enerjinin katkısı %18,4,dolaylarında iken, yakacak odun tüketimindeki düşüş ve toplam enerji tüketimindeki artışın etkisiyle 2017 yılı itibariyle bu oran %11,9'e seviyesine gelmiştir.

Dünya en çok birincil enerji kaynakları kullanılmaktadır. 2011 senesinin enerjinin tüketim sonuçlarına göre, dünyada 12.274,6 MTEP (petrol eşdeğeri milyon ton) birincil enerji tkutilmiştir. Birincil enerji kaynaklarının tüketime sırası ile en fazla payı içeren enerjiler: Yağ (% 20.6), kömür (% 18.8) ve gaz (% 23.7)'dir (BP, 2012). Doğalgaz, petrol ve kömür 2035 yılına kadar enerji kaynağı içinde en fazla tkutilen enerji kaynakları olamaya devam edeceklerdir. Yenilebilir enerji kaynakları da gelecek 20 yılda dört katın üzerinde artış gösterecek (BP,2017).

Türkiye'de doğal gaz ve petrol üretimini araştıracak olursak ham petrol üretiminde senelere oranla çok değişiklik olmadığı buna karşın doğal gaz üretiminin miktarının ise değişken bir yol izlediğini söyleyebiliriz. Birincil enerji tlemi gerçekleştirdiği görülmektedir. Aynı yılki verilere göre birincil enerji kaynakları üretimindeki dağılım şu şekildedir; "Linyit (% 50), hidrolik (% 14), ağaçlar (% 8), bir yağ (% 8), jeotermal ısı (% 5) ve kömür (% 4)" 2011 yılına göre bir önceki yıla nazaran jeotermal, linyit, güneş, rüzgâr gibi kaynaklardan birincil enerji üretiminde artış gözlemlenirken; bitki, hayvan ve odun gibi diğer enerji kaynakların üretiminde ise azalma gözlemlenmektedir (Koç ve şenel, 2013).

Elektrik tlemi için geçerli kaynaklardan bir tanesi hidroelektrik santralleridir. 2018 sene sonu itibariyle hidroelektrik santrallerinin elektrik tlemi içindeki payı %34'dr. Hidroelektrik santralleri dışa bağımlılığı olmayan yerel bir kaynak olması doğaya uyumlu, temiz, yenilebilir, yüksek verimli, uzun ömürlü işletme giderinin düşük olması ve yakıt gideri olmaması... vb sebeplerden dolayı oldukça önemlidir.

Türkiye'nin bu enerji potansiyeli dünya potansiyelinin toplamının %1'ine, Avrupa'da ise toplamının %16'sına denk gelmektedir.

Ülkemizde işletilen lisanslı rüzgâr enerji santrallerinin sayısı giderek artmıştır. Rüzgâr enerji santrallerinin gücü 2018 senesi itibariyle 6,353 MW olarak gerçekleşmiştir. Ülkemizdeki rüzgâr enerjisinin potansiyeli yaklaşık 48bin MW'dir. Ülkemizdeki rüzgâr enerji potansiyeli ülkenin yüzölçümünün yaklaşık %1,3'üne denk gelmektedir. Rüzgâr enerji potansiyeli verimli olarak kullanılabilirse son derece avantajlı bir coğrafyaya sahip olduğumuzdan dolayı önemli bir kaynak olacaktır.

Ülkemizin diğer önemli enerji kaynaklarından birisi de jeotermal enerji kaynağıdır. Türkiye'nin 2018 sene sonu itibariyle jeotermal potansiyeli 31.500 MW olarak açıklanmıştır. Bu enerji kaynağının ülkemizdeki dağılımı ise %7'si Marmara Bölgesinde, %78'i Batı Anadolu'da, %5'i Doğu Anadolu, %9'u İç Anadolu'da ve kalan %1'i de diğer bölgelere aittir. Sahip olduğumuz enerji kaynaklarının sadece %10'u elektrik üretimi için uygun standarttır.

### **2.2.3. Enerji Üretim ve Tüketimindeki Gelişmeler**

Ülkemiz enerji talebi açısından Çin'den sonra dünya sıralamasında 2. Sıradadır. Ancak Türkiye'nin sahip olduğu enerji kaynakları artan enerji ihtiyacını karşılayamamaktadır. Ülkemizin dışa bağımlılık oranı doğal gaz için %98, petrol için %92, kömür için ise %50 oranındadır. Toplama bakacak olursak %72 oranında dışa bağımlı durumdayız. Ülkemiz enerji ithal ettiği için yani dışa bağımlı olduğu için Türkiye'nin enerji bağımlılığından kurtulması ekonomik anlamda bağımsızlık noktasına ulaşabilmesi için hayati önem taşımaktadır. Ülkemizin elektrik enerjisine tüketim oranı son 15 yıllık verilere göre %5 artış göstermiştir. 2010 senesinde 210 milyar KWH olan elektrik tüketimi 2018 senesinde yaklaşık olarak 2 kat artmıştır. Elektrik enerjisine olan talep artışı 2018 senesinde %6 oranında gerçekleşmiştir. Yeryüzünde enerji tüketiminin oldukça fazla olduğu 23. ülkedir. Türkiye'deki enerji tüketiminin büyük bir kısmı ithal edilen petrol ve doğal gazdan karşılanmaktadır. Türkiye' deki enerji olarak kullanılması gereken kaynaklarının toplam tüketim içindeki paylarını şöyle sıralayabiliriz: doğal gaz (%32), yağ (%28), kömür (%29),

yenilebilir (%3), biomas (%4) ve hidrolik (% 4) şeklindedir (Dünya enerji görünümü, 2018).

Türkiye’de Enerji Bakanlığı’nın raporlarındaki verilere göre Türkiye’ de yaklaşık 1335 milyon ton civarında taş kömür kaynağı, 45 milyon ton petrol kaynağı, 3,9 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz rezervi bulunmaktadır. Ülkemizdeki elektrik santrallerinin kapasite toplamı ise 52911 MW olarak tespit edilmiştir.

*“Ülkemizdeki petrol durumu incelendiğinde; 2011 yılı ham petrol üretiminin 2.4 milyon ton, ortalama günlük üretimin 45 bin varil olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık aynı yıl ithal edilen ham petrolün 18.1 milyar ton ve ithal edilen petrole ödenen tutarın 21 milyar \$’ı aştığı görülmektedir. Kaynak ülke olarak bakıldığında İran, Rusya, Sudi Arabistan, Kazakistan ve Irak’ın toplam ithalat içindeki payı %97’den fazladır. Bu oranın azaltılması ve farklı kaynaklardan petrol ithalatının yapılması enerji politikalarımız açısından son derece önem arz etmektedir”* (Koç ve Şenel, 2013).

2000li yılların başında ham petrol tüketimine bakıldığında 18 senede %5,7 artmış, doğal gaz tüketimi 2000li yılların başına kıyasla 18 senenin sonunda 2,7 kat artış göstermiştir. Ülkemizde doğal gaz üretiminin tüketimi karşılama oranı %0,8 oranında çok düşük seviyelerde seyretmektedir.

Türkiye’nin linyit rezervi ve üretim oranı küresel ölçekte orta seviyede iken taşkömüründe daha alt düzeylerinde olduğu değerlendirilmiştir. Türkiye’de elektrik üretiminde kullanılan kömür yüksek miktarda ithal edilen doğal gaza karşılık yerel bir destek kaynak olarak görülmektedir.

Enerji tüm dünya ülkeleri için ekonomik sosyal kültürel gelişmelerdeki en önemli faktörlerden birisidir. Fakat yerel teknoloji yetersizse enerji ihtiyacını yerel ve doğada hazır bulunan enerji kaynaklarından değil de, yüksek oranda ithal kaynaklara dayanıyorsa enerjiye olan talep toplum ve çevre çıkarları paralelinde planlanmıyor ve yönlendirilemiyor ise enerji ekonomik ve toplumsal gelişime katkı sağlayamaz ve ciddi bir probleme dönüşür. Başka bir deyişle çok fazla dışa bağımlılığın yarattığı problemler arasında yüksek miktarda enerji faturaları, enerji

temin ederken ki aksamalar gibi pek çok faktörler beraber ekonomik bağımsızlığın önünde de öne çıkan en önemli problemlerden biri haline de gelebilir.

Bu saydığımız nedenlerden dolayı enerjinin kaliteli, düşük maliyetli, süreklilik arz eden ve güvenilir şekilde tüketicilere ulaştırılması temel olarak enerji politikası olmak zorundadır. Ülkemizin enerji ihtiyacı genelde ithal kaynaklardan karşılanmakta olup, fosil kaynaklı ithalata dayanan, maliyetleri yüksek yatırımlar yapılmış bu faktörlerden dolayı enerjideki dışa bağımlılık ciddi boyutlara dayanmıştır.

Ülkemizde katma değeri düşük olan yoğun enerji ihtiyacıyla çok fazla tüketen eski model teknolojisi ve bitki örtüsünü bozan sanayi sektörünün yerine tüketim için düşük enerjiye ihtiyaç duyan ithal olmayan yerel üretim kaynaklı ileri teknolojilere sahip sanayi tercih edilmelidir. Ayrıca kullanacağımız enerji de dışa bağımlılık azaltılarak yerli ve doğal enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırılması hususunda önemli adımların bir an önce atılması gerekmektedir. Yerel enerji hareketini destekleyen stratejiler hayata geçmeli, yerel yatırımcının önü açılmalı ve kaynak temini sağlanmalıdır. Yerel teknoloji geliştirilerek ARGE çalışmaları hız kazanmalıdır. Bu faktörler ışığında dışa bağımlılık azalacak, kendi kendine yeten güçlü bir Türkiye modeli ortaya çıkacaktır.

## ÜÇÜNCÜ KISIM

### ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME

#### 3.1. Ekonomik Kalkınma ve Büyüme Tanımı

Finansal artış, "etkin finansal aracılık ve pazarlara, aynı zamanda sermayeye ve finansal hizmetlere derin ve geniş erişimi sağlayan faktörler, politikalar ve kurumlar" olarak tanımlanabilir (WEF 2011: 3). Petra (2012) tasarruf oranlarındaki artışın, yüksek getiri sağlayan ve finans sektöründeki gelişmelere destek veren projelere yatırım yapmasına neden olduğuna dikkat çekmektedir. Bir ülkenin finansal sistemindeki yüksek ilerleme seviyeleri, finansal hizmetlerin yüksek kullanılabilirliğine yol açmaktadır. Ayrıca, finansal sistemlerin işleyişindeki nicelik ve nitelik iyileştirmelerinin toplamını, büyümenin seviyesini göstermektedir.

Finansal büyüme, piyasa kusurlarını finansal sistem aracılığıyla iyileştirmeye yardımcı olur ve finansal sistemin fiili işlevlerine bilgi sağlar. Bu nedenle, araştırmacılar daha geniş bir tanım geliştirmişlerdir ve finansal sistemin rolü ve ekonominin çeşitli yönlerini nasıl etkilediğine odaklanmışlardır (Levine ve ark. 2000).

Daha geniş bir seviyede finansal gelişme ve büyüme, yatırımlar için bilgi sağlama, yatırımın kontrolü, çeşitlendirmeyi kolaylaştırma ve riskin kolaylaştırılması, tasarrufların harekete geçirilmesi ve malların ve hizmetlerin değişiminin geliştirilmesi açısından önemli mali işlevlerin kalitesinde bir iyileşme anlamına gelmektedir (Cihak ve ark. 2012) . Ayrıca finansal gelişme, yoksulları ve savunmasız grupları finanse etmek, şoklara karşı savunmasızlıklarını azaltarak risk yönetimini kolaylaştırmak ve daha yüksek bir gelir grubunda yatırım ve verimlilik artışını arttırmak suretiyle erişimi genişleterek yoksulluğu ve eşitsizliği ortadan kaldırmaktadır (Demirgüç ve Levine 2008)



## **3.2. Enerji ve Kalkınma Teorileri**

### **3.2.1. Yeşil Devrim Stratejisi ve Enerji**

Tarım, gelişmekte olan ülkelerin çoğunda ekonominin hâkim sektörü durumundadır. Özellikle gelişmiş ülkelerin bütün çıktılarının %40 ve %90'nı tarım sektörü kaynaklıdır. Nüfusun %40-80'ni tarım sektöründe istihdam edilmektedir. Geleneksel tarımın kullanımı az gelişmiş ülkelerde birkaç ayrı aşamadan oluşmaktadır. Çiftçilik birinci aşamayı oluşturmaktadır. Burada üretimin temel amacı kar elde etmek değildir çünkü üreticiler genellikle kendileri için üretim yaparlar. İkinci aşamadan çiftçiliğin büyümesi yer almaktadır. Çiftçilerin hem kendileri için hem de piyasa için üretim yaptıkları görülmektedir. Üçüncü aşamada ise çiftçiliğin tamamen ticarileştiği görülmektedir.

Az gelişmiş ülkelerde geçim çiftçiliği ile yapılırken, pek çok arazide de bir dizi etken modern ve karma çiftliklerinin yapılmasına katkıda bulunmaktadır. Bu sayede üretkenlik, özellikle dekar başına hasılat ve bazı tür verimli olan tarım ürünleri hızla yükselmektedir. Tarımdaki bu ilerlemeye “yeşil devrim” denilmektedir.

### **3.2.2. Dışa Dönük Kalkınma Politikası ve Enerji**

İktisadi kalkınmanın başarı ile sürdürülebilmesi yalnızca sanayileşmeye ile gerçekleşecek bir durum değildir. Aynı zamanda dışa dönük sanayileşmenin de olması gerekliliğinin zorunluluğu doğmuştur. Sanayileşme, iktisadi kalkınma ve sanayileşme stratejileri dendiğinde yalnızca sanayileşme adına yapılan politikaların ön plana çıkarılmasının çok önemli olduğu sanılmasın. Bu nedenle sınai kalkınmaya ülkelerin sahip olduğu enerji potansiyeli, politik ve sosyal şartları, eğitim yapısı, dış borç politikaları, yabancı sermaye, dış ekonomik ilişkileri ve büyüklüğü ve yeri, etki etmektedir. Enerjiyi bağımsız temin eden ülkeler sanayileşme ve dışa açık kalkınmada büyük bir avantaj sağlamaktadırlar (Doğan, 2010: 59).

### **3.2.3. İthal ikameci Politikalar ve Enerji**

1980 yılına kadar ülkemizde ithal ikameci bir sanayileşme politikası olarak ithal ikame izlenmiştir. Yerli sanayiye korumak için geliştirilen politikalar yaratılan

montaj sanayiinin sürekli ithal talebini de kısıtlamayı hedeflemektedir. İthal ikameyi açıklayacak olursak yurt dışından alınan ürünlerin ülke içinde kendi imkânlarıyla üretmesi esasına dayanmaktadır. Eş değer ifadesiyle ithal ikamesi politikası, üretilen malların gümrüklerle ve kotalarla dışa karşı korunması demektir. Böylelikle iç endüstride üretilen malları rekabet gücü arttırılmış olacak.

İçe dönük bir sanayileşmenin de böylelikle ilk adımları atılmış olmaktadır. Böylelikle yurt içinde üretimine başlanmasıyla birlikte yoğun bir şekilde kullanılan enerjiye olan talep daha da artmıştır. Bu durum enerji ihtiyacını karşılamayı oldukça zor bir duruma getirmektedir. Bu enerjiye olan talebin de meydana gelen bu artışta şüphesiz yerli üretimin payı oldukça büyüktür.

### **3.3. Büyüme Modelleri ve Enerji**

Dengenin devamı için tek bir yatırım artış oranına göre ilerleyeceği düşüncesi Harrod- Domar modelinde yer almaktadır. Ekonomik dengeyi devam ettiren bu oran belli zaman aralıklarındaki orandır. Bu modele göre yatırımda beklenen artışın gerçekleşmemesi durumunda ekonominin genel dengesi “ toplam arz=toplam talep” ve  $I=S$  “yatırım-tasarruf” dengesinin gerçekleşmeyeceği kabul görmektedir (Doğan, 2010: 62).

“Buradaki genel denge iki eşittir:

1.  $Y=C+I \Rightarrow$  Toplam arz= Toplam talep

2.  $I=S \Rightarrow$  Tasarruf=Yatırım”

#### **3.3.1. Ekonomik Büyümenin Gerçekleşmesindeki Enerjinin Rolü**

Finansal büyüme genel olarak gayri safi yurtiçi hâsıla artışıyla ölçülen ekonomi genelindeki üretimdeki artış olarak tanımlanabilir. Ayrıca, ekonominin süreci de zamanla büyümektedir (Stern, 2004). Enerji, üretim sürecinin temel girdilerinden biridir ve teoride, enerji kullanılabilirliğindeki sorunların uzun dönemde ekonomik büyümeyi etkileyebileceği bilinmektedir (Stern & Cleveland, 2004). Enerji ve büyüme ilişkisi, ekonomi alanında uzun yıllar tartışılan bir konudur. Ekonomik

büyüme ana akım teorisinde enerji ve doğal kaynakların rolüne fazla önem verilmiyor. 1970'lerin petrol krizinden sonra verimlilik yavaşlaması tartışılmaya başlanmıştır.

Büyüme ve enerji arasındaki ilişki hakkında iki farklı görüş bulunmaktadır. İlk görüş büyümenin kaynağının enerji olmasıdır. Çünkü sermaye ve emek enerji olmadan hiçbir şey yapamaz. Bu görüş ışığında ekonomik büyümenin temel kaynağı enerji tüketiminden geçmektedir. Farklı bir görüş ise, büyüme için enerjinin gerek olmadığıdır. Büyüme üzerinde enerjinin etkisizliğinin gerçek sebebi enerji maliyetlerinin GSYİH içindeki payının az olması ve bundan ötürü çıktı artışına çok fazla bir katkısı olmamasıdır. Ayrıca, büyüme üzerinde enerjinin etkisi ekonomik konjoktüre ve ülkenin sahip olduğu aşamasına da bağlı olduğu öne çıkmaktadır.

### **3.3.1.1. Ekonomik Büyümede Enerji Tüketiminin Yeri**

Ekolojik ekonomi, ana akım teoriden ziyade enerji ve doğal kaynakların rolüne çok daha fazla önem vermiştir. Ekolojik ekonomistler, kaynakların kısıtlı kalması gibi teknolojik ilerlemelerin sınırları ve kaynakları değiştirme gibi ekonominin maddi temeline odaklanırlar. Bu iki süreç sınırlıysa, sınırlı kaynaklar veya aşırı çevresel etkilerin büyüme sınırlandıracağını iddia ediyorlar. Nihai enerji kullanımının bileşimindeki bu kısıtlamalar ve değişiklikler hesaba katıldığında, enerji kullanımı ve ekonomik faaliyet seviyesinin oldukça sıkı bir şekilde bağlandığı görülmektedir (Stern & Cleveland, 2004).

Ekonomik büyüme ve enerji arasındaki ilişki teknolojik kaynaklar ve gelişmeler arasındaki ilişkilerden büyük ölçüde etkilenmektedir. Dünyadaki gelişmeye başlamakta olan ülkeler, büyük bir enerji gereksinimi duyarlar. Bu gereksinimin temeli ekonominin hızlı büyümesi ardından endüstriyel büyüme, hızlı nüfus artışı ve yerel ticari olmayan yakıtların ticari enerji ile ikame edilmesi temeline dayanmaktadır.

Enerjinin tüketilmesi ve üretilmesi için kazançlar ve de maliyetler mevcuttur. Enerjinin toplumda var olan hayat için en önemli ihtiyaç olması, üretimden tüketim aşamasına kadar birçok ekonomik faaliyetler için gereksinimi, kaynak

çeşitlendirilmesi enerji ekonomisinin temelini oluşturur. Yani enerji ekonomisi, ekonomik faaliyetlerin temelini oluşturur ve süreklilik arz etmesi için çok fazla enerji talebiyle kıt enerji kaynakları arasında dengelemeyi hedefleyen ekonominin alt bilim dalı olarak ortaya çıkmaktadır (Kurnaz, 2012,13). Bu konu Türkiye’de özellikle son yıllarda önemli çalışmalar yapılmasına karşılık enerji ekonomisi bilim dalının öneminin kavranması için çalışmalar yetersiz kalmış, istatistiksel veriler tam olarak yaratılmamıştır.

### **3.3.1.2. Gelişmişlik Düzeyinin Enerji ile İlişkisi**

Genelde, ekonomik çıktı ve kaynakların ayrıştırılmasının büyümenin sınırlarının artık geçmişte olduğu gibi kısıtlanmadığına işaret ettiği iddia edilmektedir(Stern & Cleveland, 2004). Öte yandan gelişmekte olan ülkelerin çoğunda durum benzer değildir. Örneğin Türkiye’de, GSYİH büyümesi ve enerji kullanımı (veya talebi) eğilimi az ya da çok paraleldir.

Tipik olarak, ekonomik büyüme sürecinde tarımdan ağır sanayiye doğru bir kaymanın yaşandığı ve gelişmenin sonraki aşamalarında ise yoğun endüstriyel sektörlerden hizmetlere ve daha hafif imalata doğru bir kaymanın yaşandığı görülmektedir. Farklı endüstrilerin farklı enerji yoğunlukları vardır. Bu durumun, ekonomik kalkınmanın erken evrelerinde çıktı birimi başına kullanılan enerjide bir artışa ve ekonomik kalkınmanın sonraki evrelerinde birim çıktı başına kullanılan enerjide bir azalmaya neden olacağı düşünülmektedir.

Hızlı bir ekonomik büyümeye ve 73 milyon nüfusa sahip olan Türkiye bugün dünyanın 17. büyük ekonomisine sahiptir. 1980’lerden sonra, hızlı şehirleşme ve sanayileşme ile Türkiye ekonomisi tarımdan sanayi alanına dönüşmüştür. Türkiye'nin gayri safi milli hasılası, 1983 yılından bu yana ortalama %5 oranında büyümekte ve OECD ülkelerinin en üst sıralarında yer almaktadır. Bu sosyal ve ekonomik gelişmenin bir sonucu olarak Türkiye'nin enerji talebi hızla artmıştır. Toplam enerji tüketimindeki bu hızlı artışın yanı sıra, Türkiye hala OECD ülkeleri ile karşılaştırıldığında kişi başı değeri çok düşük bir enerji kullanımına sahiptir (Balat, 2008).

Gelişmekte olan ülkeler gelişmişlik düzeyini yakalayabilmek için, enerjiye ihtiyaç duyarlar. Gelişmiş ülkeler ise gelişimlerini devamlı kılmak için enerjiye ihtiyaç duyarlar. Enerji fiyatlarındaki iniş çıkışlar, kırılgan ekonomileri etkilediği gibi bunun beraberinde gelen işsizlik, enflasyon, durgunluk vb. çeşitli ekonomik sıkıntıların ortaya çıktığı sıkça görülmektedir. Başka bir açıdan bakacak olursak çevre sorunlarının en başında gelen ve enerji kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan küresel ısınma, sera etkisi ve iklim değişiklikleri gelmektedir. Enerji kaynaklarının kıt olması, ülkelere enerjide dışa bağımlılığı azaltmaya ya da tamamen ortadan kaldırmaya yönlendirir. Tüm bu saydığımız amaçlara ulaşmak için ve sorunları çözmek için etkin bir şekilde “sürdürülebilir enerji politikaları” yürütmek gerekmektedir.

### **3.3.1.3. Enerjinin Arzı ve Enerjinin Talebi**

Enerji arzı mevcut durum üzerinden mevcut enerji kaynaklarından işlenmesi ve kullanmaya hazır hale gelmesiyle ilişkilidir. Enerji arzı, var olan ekonomik koşullarda talep karşılaması için doğal oluşumlar ve ihtiyaç olan enerji yenilebilir enerji kaynaklarından karşılanır. Enerji talebi ise, ekonomik olarak faaliyetlerin devam etmesi ve günlük hayattaki tüketim için çeşitli kurumlar ve bireyler tarafından ihtiyaç duyulan enerji miktarıdır. Enerji miktarı, ihtiyaç halinde kurum ya da kişiler tarafından öncelikli olarak ülke içinden temin edilir. Bilinen mal ve hizmet talep dengesinde olduğu gibi aynı şekilde enerji talebinde esnekliği ve enerji talebini etki eden çeşitli etkenler bulunmaktadır. Enerji kullanımı insanlığın gelişiminde ve uygarlıkların gelişmesinde en temel unsurdur.

2030 yılı için öngörüler dünya nüfusunun 8,3 milyar seviyesine yaklaşacağını göstermektedir. Bu koşullarda 1,3 milyar insana daha enerji ihtiyacı ortaya çıkacağını tahmin etmektedir. Yapılan tahminlerde nüfus artışının %90'dan fazlasının OECD dışında kalan ülkelere kaynaklı olacağı öngörülmektedir. Bu ülkelerde gelişmekte olan kentleşme ve sanayileşme ile buna bağlı olarak Gayri Safi Hâsıla artışına %70 ardından da küresel anlamda enerji talep artışına %90 oran üzerinden katkı sağlayacağı öngörülmektedir (Enerji Bakanlığı,2014:2).

Yenilebilir enerji kaynaklarının var olan politikalar senaryosuna göre %14 olacağı beklenmektedir. 2035 yılına kadar fosil yakıtların paylarının azalmasına rağmen bu yakıtların yine de kullanılacak kaynakların başında olmaya devam edeceği beklenmektedir.

#### **3.3.1.4. Enerji Yoğunluğu**

Enerji yoğunluğu enerjinin verimliliğinin en önemli ölçütlerinden biridir. Gayri safi yurt içi hasıla başına tüketilen birincil enerji miktarı tüm dünyada enerji yoğunluğunu göstermektedir. Bir ülkede enerji yoğunluğunun az olması, birim miktarda harcanan enerjinin de o kadar düşük olacağı anlamına gelmektedir. Eş değer ifadesiyle bir ülkede enerji yoğunluğunun düşük olması o ülkede enerjinin tasarruflu ve etkin kullanıldığının işaretidir(Haydaroğlu, 2006: 11).

Buradan enerji yoğunluğunun formülü;

Enerji Yoğunluğu = Tüketilen Enerji Miktarı/GSYİH şeklinde oluşturulur.

Bu denklem sonucunda elde edilen rakamın yüksek olması demek ülke enerjisi tüketiminin zaman içinde arttığı anlamına gelmektedir. Bu durum ülkeler için pek arzulanan bir durum değildir.

#### **3.4. Genel Değerlendirme**

Gelişmekte olan ülkeler bu noktada enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi göz önüne alarak farklılık göstermektedir. Gelişmekte olan ülkelerin çoğu hala büyüme aşamasındadır. Öte yandan gelişmiş ülkelerde hizmet sektörü GSYİH' nün büyük bir yüzdesini oluşturmaktadır. Hizmet sektörü, sanayi sektörü kadar enerji yoğun değildir. Enerji yoğunluğu da doğrudan teknolojiye ilerlemelerle ilgilidir. Sanayi sektörü, gelişmiş ülkelerde enerji açısından verimli teknolojilerle daha az enerji yoğunluğuna sahiptir. Türkiye hala ağır sanayileşme aşamasında olan ve enerji yoğun bir endüstride olan bu gelişmekte olan ülkelerden biridir. Dolayısıyla enerji ülkemizin kalkınması için çok önemli bir unsurdur. Ülkemizin coğrafi ve politik konjonktüründen dolayı batı ile doğu, kuzey ile güney arasında enerji koridoru oluşturması bir taraftan avantaj iken diğer taraftan bazı

dezavantajları beraberinde getirmektedir. Çünkü bir taraftan enerji talebini karşılayabilecek potansiyele sahipken diğer taraftan bu durum yerli üretimini azaltarak dışa bağımlılığı arttıran bir faktör olarak yani bu sektöre yatırım yapmanın düşük oranlarda gerçekleşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca ekonomik dalgalanmalar ve siyasi unsurlar oldukça hassas bir yapı oluşturmaktadır.

1980'lerin başından bu yana Türkiye'nin enerji tüketiminin önemli ölçüde arttığı ve öte yandan enerji üretiminde bu kadar hızlı bir artış eğilimi olmadığı; Türk hükümeti yabancı ve Türk özel sektör yatırımcılarını enerji projelerini uygulamaya teşvik etmekte ve gerekli ek kapasiteyi oluşturmak için yeni nesil tesislerin inşası için yeni bir yatırım modeli üzerinde çalışmaktadır. Mevcut 30 milyar ABD doları ve 2015 yılına kadar öngörülen 55 milyar ABD doları büyüklüğündeki Türk enerji sektörünün yanı sıra 2001 yılından bu yana sürdürdüğü temel yeniden yapılanma süreci hem yerli hem de yabancı yatırımcıları cezbetmektedir. Sektörün 2020 yılına kadar yaklaşık 130 milyar ABD doları tutarında yatırım yapması düşünülmektedir (Stern & Cleveland, 2004).

## DÖRDÜNCÜ KISIM

# TÜRKİYE'DEKİ ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN EKONOMETRİK MODELLE AÇIKLANMASI

### 4.1. Modelin Teorik Çerçevesi

Çalışmanın model kısmında incelenmesi gereken iki önemli veri türlerinden birisi olarak zaman serisi verileri görülmektedir. Zaman serisi verileri ile yapılmış olan ekonomik çalışmaların çoğu zaman gerçeği yansıtmadığı görülebilmektedir. Özellikle zaman serisi verileri yardımı ile gerçekleştirilmiş olan çalışmalarda aşağıda ki yanlışlar görülecektir. Bu hatalar (Gujarati, 2001: 709);

-Çalışmalar içerisinde bir zaman serisinin diğer bir zaman serisine göre regresyonu hesaplanmaktadır. Bu regresyon hesaplanırken iki zaman serisi arasında anlamlı bir ilişki bulunmasa bile çoğu zaman yüksek bir açıklayıcısı oranının ortaya çıktığı görülmektedir. Buradan iki iktisadi değişken arasındaki ilişkinin gerçek olup olmadığını anlamının çok zor olabileceği görülmektedir.

-Regresyon modelleri içerisinde zaman serileri ileriki dönemler içerisinde sıklıkla ele alınmaktadır. Bu dönem içerisinde değişkenlerin kestirimi çok kullanılmaktadır.

Bu model içerisinde ortaya çıkmış olan olumsuzlukların giderilebilmesi ve modelin gerçeği yansıtmayan bir şekilde çıkmaması için zaman serilerinin farklı özellik taşıması gerekmektedir. Bu özellik zaman serilerinin durağan olmasıdır. Yapılan çalışmaların geçerliliğinin sağlanabilmesi için yapılan çalışmaların durağan olması gerekmektedir. Durağanlık testi zaman serilerinde genellikle birim kök testi ile beraber yapılarak incelenmektedir.



#### 4.1.1. Birim Kök Testi

Verilerin durağanlaşmış halde olması amacıyla birim kök testinin kullanılması gerekmektedir. Kullanılmış model içerisinde birim kök testinin uygulanmasının tanımlanması için şu şekilde bir formül elde edilmektedir.

$$Y_t = Y_{t-1} + u_t \quad (1)$$

$u_t$  notasyonu burada kullanılmaktadır. Modelde hata terimi olarak ifade edilmektedir. “ $u_t$  hata terimi beyaz gürültü hata terimi (White-Noise) olarak” ifade edilmektedir. 1 nolu denklemde bir model oluşturulmaktadır. Bu model içerisinde bulunan  $t$  dönem içerisindeki  $Y$ 'nin bir önceki döneminde kendi değerine göre oluşturulmuş olan regresyon modeli olarak tanımlanmaktadır.  $Y_{t-1}$ 'in katsayısı 1'e eşit olarak kabul edilirse birim kök sorunu sonucunda durağan olmama durumu görülür.

Yukarıdaki denklem üzerinde çalışma yapılarak aşağıdaki denklem elde edilmektedir.

$$Y_t = \alpha Y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

Bu denklem bu şekilde düzenlenmiştir.  $\alpha=1$  ise  $Y_t$  olasılıklı değişkenin bir birim kökünün bulunduğu bilinmektedir. Ekonometride “birim kökü olan bir zaman serisi bir rassal yürüyüş olarak” tanımlanmaktadır (Gujarati, 2001: 718). Durağan olmayan bir zaman serisi örneği olarak rassal bir yürüyüş gösterilmektedir. Genelde 2 nolu denklem aşağıdaki şekilde verilmektedir.

$$\Delta Y = (1-\alpha)Y_{t-1} + u_t \quad (3)$$

$$= \delta Y_{t-1} + u_t$$

Birinci fark işlemi  $d(1-\alpha)$ ,  $\Delta$  olarak gösterilmektedir ( $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ )

Bir zaman serisi içerisinde birinci dereceden farklar alınıp bu seri durağan olduysa bu seri birinci dereceden durağan olarak anlatılır. Durağan seriye ulaşılmadan önce ilk serinin iki kez farkının alınması gerekmektedir. Bu şekilde; seri

durağan hale gelmişse serinin ikinci dereceden  $I(2)$  durağan hale gelmiş olarak tanımlanmaktadır. Bir zaman serisi  $d$  kez farkı alındıktan sonra o serinin  $d$ 'ninci dereceden durağan  $I(d)$  yani bütünleşik olarak görülmektedir. Bunlar değerlendirildiğinde 1 yada daha yukarı derecede bütünleşik bir seri varsa durağan hale gelmemiş bir seri var denilmektedir (Kennedy, 1994: 253).  $I(0)$  süreci ile durağan hale getirilmiş seri aynı anlam içerisinde kullanılmaktadır. Eğer bir serinin durağan olup olmadığının anlaşılması isteniyorsa 2 nolu denklem öncelikle hesaplanmaktadır. Bu denklemin hesaplanmasından sonra  $\alpha$  katsayısının 1 olup olmadığı incelenmektedir. Sonrasında buna eş değer olarak 3 nolu denklem incelenmektedir. Burada  $\delta$  katsayısı aşağıda kurulmuş olan hipotezler yardımı ile incelendiğinde bunun sıfır olup olmadığının incelenmesi gerekmektedir. Bu elde edilmiş olan sonuçlara göre esas hipotez olan  $H_0$  hipotezi  $t$  değerine bakılarak kabul edildiğinde seride birim kök olduğu tespit edilmektedir.

$H_0: \delta = 0$   $Y_t$  serisi durağan değildir.

$H_1: \delta \neq 0$   $Y_t$  serisi durağandır.

Buradaki  $t$  istatistiği Tau istatistiği, Dickey Fuller (DF) sınaması olarak kabul edilmektedir. Dickey Fuller sınaması tespit edilirken  $\delta = 0$  esas hipotezi kullanılmaktadır. Bu elde edilmiş olan istatistiklerin değerleri Monte Carlo benzetmesi şeklinde Dickey Fuller tarafından tanımlanmaktadır (Dickey and Fuller, 1979: 427).

Burada Dickey-Fuller istatistiğinin hesaplanabilmesi için tahmin edilecek olan  $\alpha$  katsayısının kendi standart hatasına bölünmesi gerekmektedir. Burada elde edilen  $t$  istatistiği sonucuna göre  $\alpha = 1$  esas hipotezin reddedilip reddedilmediğinin gösterilebilmesi için Dickey-Fuller Çizelgesi'ne başvurulmaktadır. MacKinnon tarafından Dickey-Fuller çizelgesi yeterli olmadığı için geliştirilmiştir (MacKinnon, 1991: 85).

Dickey-Fuller sınamasının mutlak değeri eğer MacKinnon kritik değerinden büyük ise serinin birim kök ihtiva ettiği hipotez reddedilemez. Buradaki değer

MacKinnon kritik değerinden küçükse serinin durağan olmadığı görülmektedir. Burada birim kök ihtiva edilmektedir.

Monte Carlo simülasyonu Dickey-Fuller (1979)'a göre üç denklem ile oluşturulabilmektedir. Bunlar;

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + u_t$$

$$\Delta y_t = m_0 + \gamma y_{t-1} + u_t$$

$$\Delta y_t = m_0 + \gamma y_{t-1} + m_1 t + u_t \text{ şeklindedir.}$$

Bu üç denklem incelendiğinde bu üç denklem arasındaki fark son denklemde deterministik trendin oluşması sonucunda ilk iki denklem sabit içerip içermediğine göre oluşturulmuştur. Son denklem de sabit sayı ve deterministik trendin yer aldığı görülmektedir. Bu denklem içerisinde yer almış olan  $\gamma$ , değeri sıfıra eşit ise  $y_t$  serisinin birim kök ihtiva ettiği tespit edilmiştir (Kutlar, 2000: 159).

#### 4.1.2. Koentegrasyon Testi

Bu model; uzun dönem içerisindeki ekonomik notasyonlar değişkenler arasındaki ilişkiyi kavramsal olarak ifade edilmektedir. Verilen özellikleri ile zaman serisi araştırmaları Johansen ve Juselius (1990) ile Johansen (1991) tarafından tasarlanarak incelenip yorumlanmıştır.

Aşağıda gösterilmiş olan VAR(p) ile gösterilip ifade edilmektedir.

$$\Delta Z_t = \pi Z_{t-1} + \Pi_1 \Delta Z_{t-1} + \dots + \Pi_{p-1} \Delta Z_{t-p+1} + \mu + \psi D_t + u_t \quad (5)$$

$\mu$  sabit vektör,  $D$  merkezi mevsimsel değişkenler matrisi,  $Z$   $N \times 1$ 'lik değişkenler vektörü,  $\Pi_1, \dots, \Pi_{p-1}$   $N \times N$ 'lik bilinmeyen parametreler matrisi,  $\Pi$  katsayıların uzun dönem matrisi ve  $u_t$  çok değişkenli dağılım dönemlerini ifade ederek incelenmektedir.

Yukarıdaki eşitlik incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmektedir. Bunlar;

$0 < r < N$  örneği  $r$  ile gösterilmektedir.

$\Pi$  rankına rağmen dengede değildir.

$\pi$  rankı  $0 < r < N$  için  $\pi = \alpha\beta 1$  şeklinde ifade edilir ( $\alpha$  ve  $\beta$   $N \times r$ 'lik matrisin sütun derecesini göstermektedir). Bu yolla ifade edilen model, sırasıyla  $\Pi$  ve  $\pi$  tahminleri ile  $Z_t$  içerisinde uzun ve kısa dönem düzeltilmiş bilgi içermektedir. Uzun dönem katsayısı matrisi  $\beta$  kullanılmaktadır. Bu matrisin dengede olmayan düzeltilmiş uzun dönem ilişkisi ise  $\pi = \alpha\beta 1$  matrisi olarak bilinmektedir. Burada verilmiş olan  $\beta$  ise  $r \leq N-1$  koentegrasyon vektörü olarak ifade edilmekte ve kullanılmaktadır. Bu nedenle  $\alpha$  katsayısının önemsizleştiği görülmektedir. En son  $(N-r)$  sütununun eşdeğerliğindeki  $\pi$  matrisi içerisinde sütundan bağımsız olarak  $r$  sayısı bulunmaktadır.  $r$  sayısı koentegrasyon için test edilmektedir.

Koentegrasyon;  $r$  rankı değişkenler arasında sabit düzey ilişkisini ifade eden lineer bağımsızlığı göstermektedir. Bunu uzun dönem içerisinde ekonomik ilişki dönemlerinde açıklama olarak ifade edilmektedir (Johansen ve Juselius, 1990; Johansen, 1991).

$\pi$  rankı sıfır ise veriler arasındaki ilişki incelendiğinde bu noktada lineer sabit durum ve uzun dönem içerisinde ilişki olmaması durumu şeklinde görülmektedir. Juselius ve Hargreaves (1992)'e göre rank  $(\pi) = N$  olarak görüldüğünde durağan proses şeklinde tanımlanmaktadır,  $(\pi) = 0$  olarak görüldüğünde yada rank  $(\pi) < N$  tanımına karşılık durağan şekilde görülmemesi ve her iki durum karşılıklı olarak incelendiğinde  $r$  komutunun ve  $(N-r)$  komutu içinde de durağansızlık durumu görüldüğünü ifade etmektedir. İfadeler incelendiğinde eğer bir tane koentegrasyon vektörü bulunuyorsa 4 nolu denklem uzun dönem içsel değişkenler için aşağıda belirtilmiş olan hata düzeltme mekanizması (VECM) uygulanarak kullanılmaktadır (Haugh vd., 2000: 149).

### 4.1.3. Nedensellik Testi

Aralarında ilişki olduğu beklenen değişkenler ampirik testler ile çözümlenmektedir. Bunun yapılmasının nedeni iktisat teorisinden gelen bilgi olarak görülmektedir. Ampirik testlerden biri olarak regresyon analizi yöntemi tanımlanmaktadır. Değişkenler arasında bulunan ilişki bağımlılık ilişkilerini ele alarak incelemektedir. Değişkenler arasında yaşanan bağımlılık nedensellik ilişkisi olarak kabul edilmemektedir.

Bağımsız değişken olarak kullanılan X değişkeni sebep ve bağımlı değişken olarak kullanılan Y değişkeni ise sonuç anlamına gelmemektedir (Tarı, 1998: 48). Oluşturulmuş olan model içerisinde içsel ve dışsal değişkenlerin oluşturulması ve tayin edilmesinde nedensellik büyük önem taşımaktadır. Nedensellik testi içerisinde değişkenlerde içsel ve dışsal ayrımı yapılması istenilmektedir.

Nedensellik ile dışsallık arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişkinin iyi bir şekilde değerlendirilmesi sağlanmalıdır. Nedensellik operasyonel hale gelmiştir. Bunun sonucunda da nedensellik ve dışsallık kavramı arasında ilişki kurma çabalarında artış görülmektedir. X'den Y'ye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu çalışmalarda X dışsal değişken, Y de içsel değişken olarak kabul edilmektedir (Işığışık, 1994: 37).

Nedensellik ilişkisinin araştırılmasının nedenleri şu şekilde belirtilmektedir. Bunlar;

-Dışsallığın belirlenmesi sonucunda modele dahil edilecek olan değişkenlerin belirlenmesi konusunda yol gösterici olmaları,

-Yapısal ekonometrik modellerden üstün olmadıklarının belirtilmesi olarak sıralanmaktadır (Sargenet, 1979: 406).

Bunların nedeni olarak şu gösterilmektedir. Nedenselliğin operasyonel tanımının sadece zaman serilerine dayanmaktadır. Bu da bir değişkenin gelecek

dönemlerindeki değerleri ile kendi geçmişlerinden ve kendileriyle olan ilişkilerden varsayılan diğer bir değişkenin geçmiş değerlerden öngörebilmek anlamında ifade edilmesi olarak belirlenmiştir.

Zaman serilerinin çözümlenmesi yaklaşımı ile birbirlerinin tamamlanmasına ilişkin çabaların nedensel ilişkilerin araştırılmasında ekonomik yaklaşımın önemi ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda zaman serileri çözümü yaklaşımı ile değişkenler arasında ilişkileri belirlenmektedir. Burada iktisat teorileri beri alınarak ekonometrik modelin kurulması ve tanımlanması sağlanmalıdır. X ve Y gibi değişkenlerin arasında bulunan nedensel ilişkinin araştırılması ile ilgili temel amaçlar şu şekilde sıralanmaktadır. Bunlar (Işığışık, 1994: 90);

-X ve Y değişkenlerinin gelecek dönemler içerisindeki değerlerinin mevcut veriler değerlendirilerek öngörülmesi,

-Değişkenlerden geçmiş değerler baz alınarak hangisinin daha iyi olduğunun öngörülebilmesinin sağlanması,

-Ekonometrik model içerisinde hangi değişkenin içsel, hangi değişkenin dışsal değişken olduğunun ortaya çıkarılmasının sağlanması,

-Nedensellik ilişkisinin değişkenler içerisindeki yönünün ortaya çıkarılması,

-Bir değişkende bulunan değişimin diğer değişken üzerinde etkisinin kaç dönem sonra ortaya çıkacağını belirlenmesinin sağlanması,

-Parametrelerde bulunan yapısal değişim yada dağılımı gecikme genişliğinin belirlenmesinin sağlanması.

#### **4.1.3.1. Granger Nedensellik Testi**

Granger Nedensellik Testi; büyüme ile enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisini incelemek için kullanılmaktadır (Granger, 1969). Ampirik çalışmalar içerisinde bu nedensellik testi kolay uygulanması nedeniyle en fazla kullanılan yöntem olarak görülmektedir.

Bu testte uygulanan analizlerin ilk aşamasında durağanlık testleri yapılmaktadır. İncelenen değişkenlerin üzerinde zaman etkisinin bulunup bulunmadığına karar verilmiştir. Bu nedensellik testini devam ettirebilmek için değişkenlerin durağan hale getirilmiş olması gereklidir. Granger ile Newbold (1974) yapmış olduğu çalışmaya göre uzun dönemde sapma göstererek durağan hale gelmeyen serilerin sapmalı standart hatalar ürettiği ve sonu olmayan bir varyansa sahip oldukları anlatılan çalışmalarda, bu çalışmalara konu olan verilerin durağanlaşmış hale gelmesinin gerekliliği üzerinde durulmuştur. Durağanlık derecesini belirlemek için ya da öncesinde değişkenin durağan olup olmadığını anlamak için kullanılan en etkili yöntem birim kök testlerinin olduğu belirlenmiştir (Gujarati, 2001). Uygulamada çoğunlukla kullanılan birim kök testleri şu şekilde sıralanmaktadır. Bunlar;

- Dickey Fuller (DF),
- Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF),
- Phillips-Perron (PP) birim kök testleridir.

#### **4.2. Literatür Taraması**

Büyüme ve enerji tüketimi konularını açıklamaya yönelik literatür de pek çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Ülkemizde enerji tüketimi ve büyüme arasındaki durumu açıklamaya yönelik çalışmalar incelenmiş ve özetlenmiştir. Bu çalışmalar ilk olarak Kraft'ın 1978 yılında ABD için yaptığı SİMS nedensellik testiyle yaptığı ilk çalışma öncü olarak kabul edilmiştir. Tablo 9'da ilk olarak öncü kabul edilen ilk çalışma olan Kraft'a yer verilmiş ve sonrasında sadece Türkiye için yapılan çalışmalar gösterilmiştir.

**Tablo 9: Literatür Taraması**

Çalışma	Ülke	Dönemler	Yöntem	Bulgular
<b>Kraft ve Kraft (1978)</b>	ABD	1947-1974	Sims Nedensellik Testi	Öncü olarak kabul edilen ilk çalışma. Gayrisafi milli hasıladan enerjiye doğru tek yönlü ilişki bulunmuştur.
<b>Yu ve Hwang (1984)</b>	ABD	1947-1979	Sims Nedensellik Testi	İstihdamdan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur.
<b>Yu ve Choi (1985)</b>	ABD, İngiltere Polonya Güney Kore Filipinler	1950-1976	Sims Nedensellik Testi	İngiltere'de gaz tüketiminden gayrisafi milli hasılaya Kore' de sıvı yakıt tüketiminden gayrisafi milli hasılaya Filipinlerde toplam enerji tüketiminden gayrisafi milli hasılaya doğru nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
<b>Hwang ve Gum (1992)</b>	Tayvan	1961-1990	Hsiao Nedensellik Testi ve Granger Nedensellik Testi	Toplam enerjinin tüketimi ve gayrisafi milli hasıla arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
<b>Stern (1993)</b>	ABD	1947-1990	Granger Nedensellik Testi	Toplam enerji tüketiminden büyümeye doğru nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
<b>Glasure ve Lee (1997)</b>	Güney Kore Singapur	1961-1990	Koentegrasyon Analizi ve Hata Düzeltme Modeli	Bu ülkeler için toplam enerji tüketimi ve GSYH arasındaki iki taraflı nedensellik bulunmuştur.
<b>Jumbe (2004)</b>	Malavi	1970-1999	Koentegrasyon Analizi	Elektrik tüketimi ile gayrisafi yurtiçi hasılası arasındaki iki yönlü nedensellik olayı bulunmuştur.
<b>Ghali ve El Sakka (2004)</b>	Kanada	1961-1997	Koentegrasyon Analizi, Granger Nedensellik Testi	Çıktı büyümesi ile enerji tüketimi arasındaki çift yönlü ilişki bulunmuştur
<b>Zou ve Chau (2006)</b>	Çin	1953-2002	Koentegrasyon Analizi ve Granger	Ekonomik büyüme ve petrol tüketimi arasındaki iki yönlü nedensellik olayı bulunmuştur
<b>Lee ve Chang (2008)</b>	16 asya ülkesi	1971-2002	Panel Veri	Uzun dönemde ekonomik büyüme ile enerji tüketimine doğru nedensellik bulunmuştur
<b>Akınlo (2009)</b>	Nijerya	1980-2006	Nedensellik Testi	Elektrik tüketimiyle gayrisafi yurtiçi hasıla arasında iki yönlü ilişki bulunmuştur
<b>Cheng Lin ve Chang (2010)</b>	Tayvan	1982-2008	Granger Nedensellik Testi	Reel gayrisafi yurtiçi hasıladan toplam elektrik tüketimi ve sanayi sektörüne doğru tek yönlü ilişki bulunmuştur.
<b>Belloumi (2009)</b>	Tunus	1971-2004	Koentegrasyon Analizi ve Granger Nedensellik	Kısa dönemde elektrik tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü ilişkisi bulunmuştur



			Testi	
<b>Shahbaz Khan ve Tahir (2013)</b>	Çin	1971-2011	Hata Düzeltme Modeli	Elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye arasında tek yönlü ilişki bulunmuştur
<b>Iyke (2013)</b>	Nijerya	1971-2013	Granger Nedensellik Testi	Ticaret, sanayi sektörleri ile elektrik tüketiminden ekonomik büyüme doğru çift yönlü nedensellik bulunmuştur.
<b>Soytaş ve Sarı (2003)</b>	Türkiye Gelişmekte olan 10piyasa ile G-7 (Çin veri eksikliği nedeniyle analiz dışı bırakılmıştır .)	1950-1992	Granger Nedensellik Yöntemi	Türkiye, Almanya, Fransa ve Japonya için tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
<b>Altınay ve Karagöl (2004)</b>	Türkiye	1950-2000	Granger Nedensellik Yöntemi	Elektrik tüketiminden gayrisafi yurtiçi hasılaya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.
<b>Terzi (1998)</b>	Türkiye	1950-1991	Granger Nedensellik ile Hata Düzeltme Modeli	Ticaret ile sanayi sektörlerinin elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik ortaya çıkmıştır.
<b>Şengül ve Tuncer(2006)</b>	Türkiye	1960-2000	Var Yöntemi	Ticari enerji kullanımından büyümeye doğru işlemiş olan tek yönlü ilişki bulunmuştur.
<b>Sarı Soytaş ve Özdemir (2001)</b>	Türkiye	1960-1995	Koentegrasyon Analizi	Enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
<b>Mury ve Nan (1996)</b>	Türkiye'nin dahil olduğu 15 ülke	1970-1990	Granger Nedensellik Yöntemi	Ülkelere özgü sonuçlar çıkarılmış ve nedensellik elektrik tüketiminden gelire doğru Türkiye de çıkmıştır.
<b>Lise ve Montfort (2007)</b>	Türkiye	1970-2003	Koentegrasyon Analizi ve Granger Nedensellik Testi	Gayrisafi yurtiçi hasıladan enerji tüketimine doğru tek taraflı nedensellik ilişkisi bulunmuştur
<b>Karanfil (2008)</b>	Türkiye	1970-2005	Koentegrasyon Analizi ve Granger N.Testi	Resmi gayrisafi yurtiçi hasıladan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
<b>Uzunöz ve Akçay (2012)</b>	Türkiye	1970-2010	Koentegrasyon Analizi ve Granger Nedensellik Testi	Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
<b>Karagöl,Erbaykal</b>	Türkiye	1971-2004	Sınır testi	Ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi

ve Ertuğrul (2007)			yaklaşımı	ilişkisi incelenmiş, seriler arasında eş bütünleşme olduğu görülmüştür. Kısa dönem içinde değişkenler arasındaki ilişki pozitif olduğu çıkmış uzun dönem içerisinde negatif ilişkiye dönüşmektedir.
Kar ve Kınık (2008)	Türkiye	1975-2005	Johansen Eşbütünleşme Testi	Türkiye de ki toplam elektrik tüketimi sanayi ile meskenin elektrik tüketimleriyle ekonomik büyüme arasında uzun dönem ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Nedensellik yönü vektör hata düzeltme mekanizması yardımı ile nedensellik yönü elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğu ve mesken elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu görülmüştür.
Öcal ve Aslan (2013)	Türkiye	1990-2010	Ardl Sınır Testi	Ekonomik büyümeden incelenen yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü ilişki olduğu görülmüştür.

**Kaynak:** Tablo tarafımızca literatür araştırılması yapılarak oluşturulmuştur.

### 4.3. Veri seti ve Metodoloji ile Ekonometri Analizler

Bu çalışmada 1980-2013 dönemlerini kapsayan yıllık veriler kullanılmıştır. Veri seti, TÜİK tarafından açıklanmış olan büyüme hızları kullanılarak, Kalkınma Bakanlığı tarafından hesaplanmıştır. Veriler TÜİK ve 3. Kalkınma Planından alınmıştır.

GSYİH: Bu veri TÜİK'in elektronik veri dağıtım sisteminden (EVDS) alınmıştır.

KÖMÜR: Modelde kullanılan kömür, taşkömürü olarak alınmıştır.(Bin ton petrol eşdeğeri ile alınmıştır.)

Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Güneş, Rüzgâr, Hidrolik, Jeotermal, Biyokütle (Bin ton petrol eşdeğeri ile ölçülmüştür.)

Çalışmada kullanılacak verilerin durağan olup olmadığı ADF birim kök testi ile araştırılmıştır. Veriler, ilk olarak logaritmik forma dönüştürülmüş, daha sonra

seviye değerleri ve birinci sıra farkları, alınarak birim kök testine tabi tutulmuşlardır. Seriler birinci dereceden farkları alınarak durağanlaştırılmaları sağlanmıştır.

Üç ayrı model oluşturulmuştur. Her bir model de kendi içinde tüketimin büyüme ile ilişkisi ve nedensellik etkisi araştırılmıştır. Modellerin entegre derecesi belirlenmesi için ayrı ayrı Johansen koentegrasyon (eşbütünleşme) testi ve Var granger nedensellik/blok dışsallık Wald testi incelenmesi yapılmıştır.

Bu çalışmada enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki farklı enerji kaynaklarının tüketimine göre incelenmiştir. Seçilen enerji kaynakları birincil enerji kaynaklarıdır. Türkiye birincil enerji kaynaklarının tümünü uzun süredir kullanan bir ülkedir. Bu nedenle incelenmiştir. Verileri öncelikle ADF ve PP birim kök testlerine göre durağanlıkları test edilmiştir. İlk aşamada değişkenlerin durağanlık analizleri (Augmented Dickey Fuller ve PP) yapılarak durağanlık koşulunu sağmaları halinde bir sonraki aşamaya geçilecektir. Daha sonra aralarındaki nedensellik ilişkisi sınanacak değişkenler için bir vektör oto regresyonu (VAR) modeli kurulur. VAR modeli kontrol amaçlı olarak çözülür ve yapısal anlamda bir sorun içerip içermediği tespit edilir. Hata terimlerinin oto korelasyon olmadığı hata varyansının sabit olduğu sonucu elde edilmiştir. Daha sonra temel amaç olan katı fosil yakıt ve modellerde kullanılan diğer yakıt türlerinin büyüme üzerindeki etkisini araştırmak olduğundan sadece büyümeye doğru nedensellik yönü değerlendirilmiştir. Büyümenin bağımlı değişken olduğu Var Granger nedensellik/blok dışsallık Wald testi yapılarak, kullanılan değişkenlerin büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin istatistiki olarak anlamlı olup olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan analizde en son olarak etkinin ve tepkinin analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Türkiye analizinde enerjinin tüketilmesi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin sonucuna göre gerekli enerji politikalarının değerlendirilip, belirlenebilmesine yönelik bazı fikir ve beyanlarda bulunulmuştur. Tez de üç model kurulmuştur. Enerji kaynaklarını ayrıştırarak inceleme yapılmıştır. Bunun nedeni ise kendi içerisinde aynı tür olan enerji kaynaklarının ekonomideki büyümeye olan etkisinin daha anlaşılır olmasını sağlamaktır. VAR modelinin uygulanabilmesi için serilerin durağan olabilmesi için fark alınarak durağan hale getirilir. Bu sebeple çalışmamızda kullanacağımız

verilerin en önce durağan testine tabi tutulması gerekmektedir. Bu sebeple Dickey Fuller ve Phillips-Perron testlerinden yararlanılmıştır.

Değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü, derecesini ve nedenselliğini belirleme amacıyla yapılacak analizler öncesinde serilerin durağanlıkları Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) testi ve PP testi ile incelenmiştir. Birim kök testi yapılırken çıktı tablosundaki t istatistik değeriyle Mac Kinnon değerleri karşılaştırılıp serinin durağan olup olmadığına karar verilir. Eğer t istatistik değeri Mac Kinnon değerinden büyükse seri durağandır ve birim köke sahip değildir. Tam tersi durumda ise yani t istatistik değeri Mac Kinnon değerinden düşükse bu durumda seri durağan değildir ve birim kök mevcuttur şeklinde yorum yapılır.

$H_0$ :Seri durağan değildir (birim kök vardır).

$H_1$ :Seri durağandır (birim kök yoktur).

**Tablo 10:** Serilerin Durağanlık Yönünden İncelenmesi

Değişkenler <sup>1</sup>	Augmented Dickey-Fuller (ADF) t-Statistic		Phillips-Perron URT (Barlet Kernel – Newey-West Bandwith)	
	Sabit terimli düzeyinde	Sabit terimli (-1)	Sabit terimli düzeyin de	Sabit terimli (-1)
Kömür	-2,44	-7,80**	-1,67	-9,49**
Doğalgaz	-0,72	-4,49**	-1,12	-4,49**
Hayvansal ve bitkisel artıklar	-1,64	-3,02*	-1,64	-3,02*
Odun	-0,25	-0,13**	-0,25	-0,22*
Petrol	-1,71	-6,28**	-1,86	-6,26**
Elektrik	-0,44	-4,49**	-0,44	-4,48**
Yenilenebilir	-1,12	-5,12**	-1,84	-5,12**
GSYİH	-2,44	-5,64**	-2,57	-5,64**

\*\* p<0,01

\*p<0,05 <sup>1</sup>Tüm değişkenlerin logaritması alınmıştır

Tablo 10’da veri setine birim kök testi yapıldıktan sonra tabloların özetlenmesiyle oluşturulmuştur. Analiz sonuçlarına göre tüm değişkenlerin sabit terimli ve birinci dereceden farkları alındığında durağanlaştıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle analizin devamında söz konusu değişkenlerin birinci dereceden farkları kullanılacaktır.

Çalışmada üç model kurulmuştur:

Model 1: Katı fosil yakıt (kömür, hayvansal ve bitkisel atıklar, odun) tüketiminin büyüme ile ilişkisi ve nedensellik etkisi

Model 2: Diğer fosil yakıt (petrol, doğalgaz) tüketiminin büyüme ile ilişkisi ve nedensellik etkisi

Model 3: Diğer yakıt (elektrik, yenilenebilir) tüketiminin büyüme ile ilişkisi ve nedensellik etkisi

Tüm modellerde araştırmaya dahil edilen her yakıt türü için tüketimin büyüme ile ilişkisi ve ardından yine her yakıt türü için tüketimin büyüme üzerindeki nedensellik etkisi incelenmiştir.

#### 4.3.1. Model 1 İçin Eş-Bütünleşme Analizi

Katı fosil yakıtlar (kömür, hayvansal ve bitkisel atıklar) ile büyüme arasındaki eş-bütünleşme analizinde uygun gecikme uzunluğunun bulunabilmesi için VAR modeli kurulmuştur.

**Tablo 11:** Bilgi Kriterlerine Göre Uygun Gecikme Uzunluğu Seçimi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	50,710	NA	0,000	-3,221	-3,032*	-3,162
1	72,074	35,361	0,000	-3,591	-2,648	-3,296
2	<b>99,041</b>	<b>37,195*</b>	<b>0,000*</b>	<b>-4,347*</b>	<b>-2,650</b>	<b>-3,816*</b>
3	110,845	13,026	0,000	-4,058	-1,607	-3,290

Tablo 11 incelendiğinde bilgi kriterlerinin en uygun değerlerinin ikinci gecikmede aldığı görülmektedir. Bu durumda eş-bütünleşme analizinde uygun modeli belirlemek amacıyla değişkenlerin ikinci gecikmeleri kullanılacaktır.

**Tablo 12: Model 1 Eş-Bütünleşme Analizi İçin Uygun Modelin Belirlenmesi**

Model	Akaike <sup>(a)</sup>	Schwarz
Sabit terimsiz, trendsiz	<b>-3,584(2)*</b>	<b>-1,335(1)*</b>
Sabit terimli, trendli	-3,447(2)	-1,219(2)
Doğrusal, sabit terimli, trendsiz	-3,329(2)	-0,893(2)
Doğrusal, sabit terimli, trendli	-3,198(2)	-0,782(2)
Quadratic, sabit terimli, trendli	-3,084(2)	-0,457(1)

\* %5 önem düzeyinde sıfır hipotezi reddedildi <sup>(a)</sup>Gecikme uzunluğu

Tablo 12 incelendiğinde bilgi kriterlerine göre her iki bilgi kriterinde de sabit terimsiz, trendsiz modelin uygun olduğu; Akaike bilgi kriterine göre ikinci gecikmenin, Schwarz bilgi kriterine göre birinci gecikmenin uygun olduğu görülmektedir. En düşük katsayının Akaike bilgi kriterinde olması nedeniyle ikinci gecikmeli sabit terimsiz, trendsiz model eş bütünleşmenin olduğu modeldir.

Trace ve Max-Eigen istatistiklerine göre Johansen-Juselius eş-bütünleşme testi bulguları ise Tablo 13’de yer almaktadır.

**Tablo 13: Model 1 Eş-Bütünleşme Analizi Sonuçları**

Hipotezler	Özdeğer	Trace		Max-Eigen	
		Kritik değer	Test istatistiği	Kritik değer	Test istatistiği
Yok	0,725	40,174	77,785**	24,159	37,458**
En fazla 1	0,599	24,275	40,447**	17,787	26,536**
En fazla 2	0,291	12,230	13,811**	11,224	10,005**

H0: Eş-bütünleşme yoktur. \*%5 önem düzeyinde \*\*%1 önem düzeyinde sıfır hipotezi reddedildi

Tablo 13’deki eş-bütünleşme analizi sonuçlarına göre trace ve max-eigen istatistikleri ikişer adet eş bütünleşme vektörü bulunduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğunu (uzun dönemli birlikte hareket ettiklerini) göstermektedir.

Serilerin birinci dereceden farkları alınarak durağanlaştırılmaları sırasında uzun dönemli bilgilerde kayıp oluşmuştur. Bu kayıpların oluşturduğu dengesizlikleri ortadan kaldırmak için hata düzeltme modelleri uygulanır. Hata düzeltme

modellerinde regresyon serisinin hata terimleri oluşturulur ve elde edilen hata terimlerinin bir gecikmeli hali modele eklenir.

#### 4.3.1.1. Model 1 Tüm Serilerin Birlikte Durağanlık İncelemesi

Bir sonraki aşamada seriler arasında nedensellik ilişkisini belirlemek ve yönünü tayin etmek için VAR (Vector Otoregresif) Modeli tahmin edildi. VAR modelinin kullanıldığı çalışmalarda kesin olarak içsel ve dışsal değişken ayırımına gidilmemektedir. Değişkenler eş zamanlı olarak incelenir. Ayrıca iktisadi teoriden oluşabilecek kısıtlamaların, varsayımların model tanımını bozmasına izin verilmez. Böylece değişkenler arasındaki ilişkinin doğru olmasını sağlamaktadır (Bahar, 2006: 143).

VAR modelinin yapısal anlamda bir sorun içerip içermediğini tespit edebilmek üzere oto-korelasyon LM ve White Değişen Varyans testleri de yapılmıştır.

**Tablo 14:** Otokorelasyon-LM Testi Sonuçları

Gecikme	LM-test	p
1	25,23	0,066
2	17,97	0,325

H0: Seriler arasında oto-korelasyon yoktur.  
p>0,05: H0 Kabul, oto-korelasyon yoktur.

Tahmin edilen VAR modelindeki hata terimlerinin birbirleri ile ilişkili olma durumu (oto-korelasyon) incelendiğinde ikinci gecikme modelinde oto korelasyonun olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 14). Kurulan VAR Granger modellerinde değişkenlerin ikinci gecikme uzunluğu kullanıldığından modelde oto korelasyon olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

#### 4.3.1.2. Model 1 Değişen Varyans İncelemesi

Hata terimlerinin varyansının sabit (veya değişken) olma durumu için yapılan White değişen varyans analizi Tablo 15’de gösterilmiştir.

**Tablo 15:** White Değişen Varyans Testi Sonuçları

X <sup>2</sup>	df	p
224,12	220	0,410

H0: Değişen varyans yoktur.

H0 Kabul: Değişen varyans yoktur ( $X^2=224,12$ ;  $p>0,05$ )

Tablo 15 incelendiğinde ki-kare istatistiğinin anlamlı olmadığı görüldüğünden değişen varyans sorununun olmadığına karar verilmiştir. Modeldeki tüm değişkenlerin hata varyansının sabit olduğu sonucu elde edilmiştir.

#### 4.3.1.3. Model 1 Granger Nedensellik İncelemesi

Model 1'deki temel amaç katı yakıt (kömür, hayvansal ve bitkisel atıklar, odun) tüketiminin büyüme üzerindeki etkisini araştırmak olduğundan sadece büyümeye doğru nedensellik yönü değerlendirilmiştir. Büyümenin bağımlı değişken olduğu VAR Granger nedensellik/blok dışsallık Wald testi sonuçları Tablo 16'de gösterilmiştir.

**Tablo 16:** Gecikmeli VAR Modeli - Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı değişken: GSYİH	Gecikme uzunluğu	Granger Nedensellik/Blok Dışsallık Wald			VAR Tahmini		
		X <sup>2</sup>	df	p	β	t	p
Kömür tüketimi büyümenin nedeni değildir	2	210,36	2	<b>0,000</b>	0,06	2,82	<b>0,006</b>
Hayvansal ve bitkisel atık tüketimi büyümenin nedeni değildir	2	624,73	2	<b>0,000</b>	-0,01	-0,18	0,855
Odun tüketimi büyümenin nedeni değildir	2	611,39	2	<b>0,000</b>	-0,77	-3,89	<b>0,000</b>

Tablo 16. incelendiğinde kömür tüketiminden büyümeye doğru bir ilişkinin bulunduğu görülmektedir.

H1: Kömür tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

$X^2=210,36$ ;  $p<0,05$  olduğundan hipotez kabul edilir. Yani kömür tüketimi değişkeni büyümenin nedenidir.

H1 Kabul: Kömür tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.



VAR modeli sonuçları incelendiğinde kömür tüketimi değişkeninden büyümeye doğru olan nedensel ilişkinin 0,06 düzeyinde ( $\beta=0,06$ ;  $t=2,82$ ;  $p<0,01$ ) ve anlamlı olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre kömür tüketimindeki bir birimlik artış 2 dönem gecikme ile büyümede 0,06 birimlik artışa neden olmaktadır.

H2: Hayvansal ve bitkisel atıklar tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

$X^2=624,73$ ;  $p<0,05$  olduğundan hipotez kabul edilir. Yani hayvansal ve bitkisel atıklar tüketimi değişkeni büyümenin nedenidir.

H2 Kabul: Hayvansal ve bitkisel atıklar tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

VAR modeli sonuçları incelendiğinde hayvansal ve bitkisel atıklar tüketimi değişkeninden büyümeye doğru olan nedensel ilişkinin anlamlı olmadığı ( $\beta=-0,01$ ;  $t=-0,18$ ;  $p>0,05$ ).

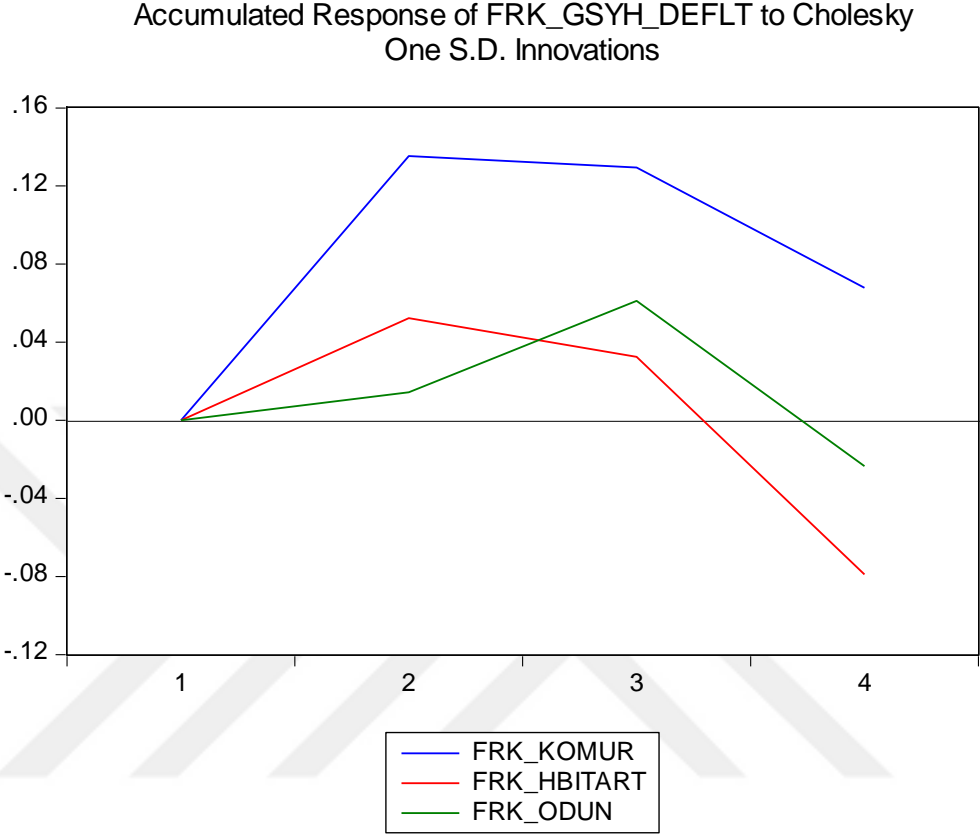
H3: Odun tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

$X^2=611,39$ ;  $p<0,05$  olduğundan hipotez kabul edilir. Yani odun tüketimi değişkeni büyümenin nedenidir.

H3 Kabul: Odun tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

VAR modeli sonuçları incelendiğinde odun tüketimi değişkeninden büyümeye doğru olan nedensel ilişkinin 0,77 düzeyinde ( $\beta=-0,77$ ;  $t=-3,89$ ;  $p<0,01$ ) ve anlamlı olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre odun tüketimindeki bir birimlik artış 2 dönem gecikme ile büyümede -0,77 birimlik azalışa neden olmaktadır.

#### 4.3.1.4. Model 1 Etki-Tepki İncelemesi



**Şekil 4:** Büyümenin Elektrik ve Yenilenebilir Enerji Tüketimine Verdiği Tepki (Etki-Tepki Fonksiyonu)

Kömür, hayvansal ve bitkisel atık ve odun tüketiminde meydana gelen bir standart hatalık şok karşılığında büyüme değişkeni önce artan bir tepki vermekte, ardından azalan tepki göstermektedir (Şekil 4).

#### 4.3.2. Model 2 İçin Eş-Bütünleşme Analizi

Diğer fosil yakıtlar (petrol, doğalgaz) ile büyüme arasındaki eş-bütünleşme analizinde uygun gecikme uzunluğunun bulunabilmesi için VAR modeli kurulmuştur.

**Tablo 17: Bilgi Kriterlerine Göre Uygun Gecikme Uzunluğu Seçimi**

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	10,962	NA	0,000	-0,531	-0,391	-0,486
1	26,981	27,766*	0,000*	-0,999*	-0,438*	-0,819*
2	34,747	11,908	0,000	-0,916	0,064	-0,603

Tablo 17 incelendiğinde bilgi kriterlerinin en uygun değerlerini ikinci gecikmede aldığı görülmektedir. Bu durumda eş-bütünleşme analizinde uygun modeli belirlemek amacıyla değişkenlerin ikinci gecikmeleri kullanılacaktır.

**Tablo 18: Model 2 Eş-Bütünleşme Analizi İçin Uygun Modelin Belirlenmesi**

Model	Akaike <sup>(a)</sup>	Schwarz
Sabit terimsiz, trendsiz	<b>-0,875(2)*</b>	<b>0,381 (2)*</b>
Sabit terimli, trendli	-0,738(2)	0,497(2)
Doğrusal, sabit terimli, trendsiz	-0,669(2)	0,728(2)
Doğrusal, sabit terimli, trendli	-0,551(2)	0,837(2)
Quadratic, sabit terimli, trendli	-0,513(2)	1,037(2)

\* %5 önem düzeyinde sıfır hipotezi reddedildi <sup>(a)</sup>Gecikme uzunluğu

Tablo 18 incelendiğinde bilgi kriterlerine göre her iki bilgi kriterinde de ikinci gecikmeli sabit terimsiz, trend siz modelin uygun olduğu görülmektedir. En düşük katsayının ikinci gecikmeli sabit terimsiz, trend siz model eş bütünleşmenin olduğu modeldir.

Trace ve Max-Eigen istatistiklerine göre Johansen-Juselius eş-bütünleşme testi bulguları ise Tablo 16'da yer almaktadır.

**Tablo 19: Model 2 Eş-Bütünleşme Analizi Sonuçları**

Hipotezler	Özdeğer	Trace		Max-Eigen	
		Kritik değer	Test istatistiği	Kritik değer	Test istatistiği
Yok	0,757	24,275	68,053**	17,797	41,130**
En fazla 1	0,416	12,320	26,923**	11,224	15,633**
En fazla 2	0,322	4,129	11,289**	4,129	11,289**

H0: Eş-bütünleşme yoktur. \*%5 önem düzeyinde \*\*%1 önem düzeyinde sıfır hipotezi reddedildi

Tablo 19'daki eş-bütünleşme analizi sonuçlarına göre trace ve max-eigen istatistikleri üçer adet eş bütünleşme vektörü bulunduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğunu (uzun dönemli birlikte hareket ettiklerini) göstermektedir.

Serilerin birinci dereceden farkları alınarak durağanlaştırılmaları sırasında uzun dönemli bilgilerde kayıp oluşmuştur. Bu kayıpların oluşturduğu dengesizlikleri

ortadan kaldırmak için hata düzeltme modelleri uygulanır. Hata düzeltme modellerinde regresyon serisinin hata terimleri oluşturulur ve elde edilen hata terimlerinin bir gecikmeli hali modele eklenir.

#### 4.3.2.1. Model 2 Tüm Serilerin Birlikte Durağanlık İncelemesi

Bir sonraki aşamada seriler arasında nedensellik ilişkisini belirlemek ve yönünü tayin etmek için VAR (Vector Otoregresif) Modeli tahmin edildi. VAR modelinin kullanıldığı çalışmalarda kesin olarak içsel ve dışsal değişken ayırımına gidilmemektedir. Değişkenler eş zamanlı olarak incelenir. Ayrıca iktisadi teoriden oluşabilecek kısıtlamaların, varsayımların model tanımını bozmasına izin verilmez. Böylece değişkenler arasındaki ilişkinin doğru olmasını sağlamaktadır (Bahar, 2006: 143).

VAR modelinin yapısal anlamda bir sorun içerip içermediğini tespit edebilmek üzere oto-korelasyon LM ve White Değişen Varyans testleri de yapılmıştır.

**Tablo 20:** Oto korelasyon-LM Testi Sonuçları

Gecikme	LM-test	p
1	14,529	0,104
2	13,614	0,136

H0: Seriler arasında oto-korelasyon yoktur.  
p>0,05: H0 Kabul, oto-korelasyon yoktur.

Tahmin edilen VAR modelindeki hata terimlerinin birbirleri ile ilişkili olma durumu (oto-korelasyon) incelendiğinde ikinci gecikme modelinde oto korelasyonun olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 0). Kurulan VAR Granger modellerinde değişkenlerin ikinci gecikme uzunluğu kullanıldığından modelde oto korelasyon olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

#### 4.3.2.2. Model 2 Değişen Varyans İncelemesi

Hata terimlerinin varyansının sabit (veya değişken) olma durumu için yapılan White değişen varyans analizi Tablo 21’de gösterilmiştir.

**Tablo 21:** White Değişen Varyans Testi Sonuçları

X <sup>2</sup>	df	p
105,34	108	0,554

H0: Değişen varyans yoktur.

H0 Kabul: Değişen varyans yoktur ( $X^2=105,34$ ;  $p>0,05$ )

Tablo 21 incelendiğinde ki-kare istatistiğinin anlamlı olmadığı görüldüğünden değişen varyans sorununun olmadığına karar verilmiştir. Modeldeki tüm değişkenlerin hata varyansının sabit olduğu sonucu elde edilmiştir.

#### 4.3.2.3. Model 2 Granger Nedensellik İncelemesi

Model 2'deki temel amaç diğer fosil yakıt (petrol, doğalgaz) tüketiminin büyüme üzerindeki etkisini araştırmak olduğundan sadece büyümeye doğru nedensellik yönü değerlendirilmiştir. Büyümenin bağımlı değişken olduğu VAR Granger nedensellik/blok dışsallık Wald testi sonuçları Tablo 22'de gösterilmiştir.

**Tablo 22:** Gecikmeli VAR Modeli - Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı değişken: GSYIH	Gecikme uzunluğu	Granger Nedensellik/Blok Dışsallık Wald			VAR Tahmini		
		$X^2$	df	p	$\beta$	t	p
Petrol tüketimi büyümenin nedeni değildir	2	7352,58	2	<b>0,000</b>	0,02	0,30	0,765
Doğalgaz tüketimi büyümenin nedeni değildir	2	2248,64	2	<b>0,000</b>	0,00	0,11	0,911

Tablo 22 incelendiğinde petrol ve doğalgaz tüketiminden büyümeye doğru bir ilişkinin bulunduğu görülmektedir.

H4: Petrol tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

$X^2=7352,58$ ;  $p<0,05$  olduğundan hipotez kabul edilir. Petrol tüketimi değişkeni büyümenin nedenidir.

H4 Kabul: Petrol tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

VAR modeli sonuçları incelendiğinde petrol tüketimi değişkeninden büyümeye doğru olan nedensen ilişkinin anlamlı olmadığı ( $\beta=0,02$ ;  $t=0,30$ ;  $p>0,05$ ) tespit edilmiştir.

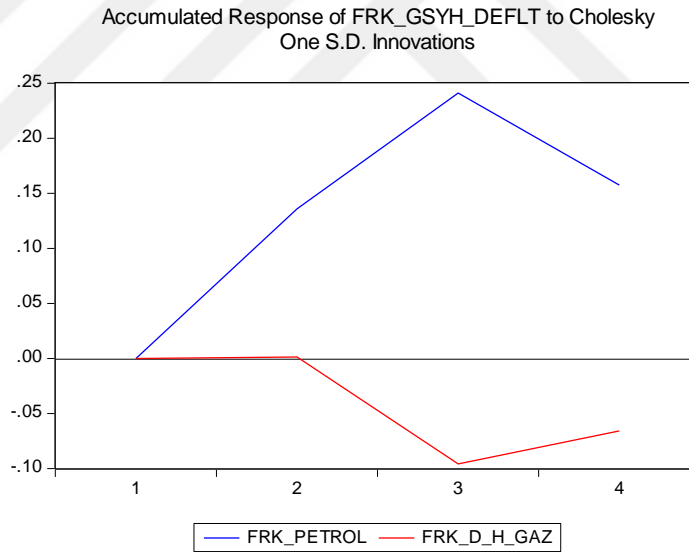
H5: Doğalgaz tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

$X^2=2248,64$ ;  $p<0,05$  olduğundan hipotez kabul edilir. Doğalgaz tüketimi değişkeni büyümenin nedenidir.

H5 Kabul: Doğalgaz tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

VAR modeli sonuçları incelendiğinde doğalgaz tüketimi değişkeninden büyümeye doğru olan nedensel ilişkinin anlamlı olmadığı ( $\beta=0,00$ ;  $t=0,11$ ;  $p>0,05$ ) tespit edilmiştir.

#### 4.3.2.4. Model 2 Etki-Tepki İncelemesi



**Şekil 5:** Büyümenin Petrol ve Doğalgaz Tüketimine Verdiği Tepki (Etki-Tepki Fonksiyonu)

Petrol tüketiminde meydana gelen bir standart hatalık şok karşılığında büyüme değişkeni önce artan bir tepki göstermekte, üçüncü dönemden sonra azalan bir tepki göstermektedir.

### 4.3.3. Model 3 İçin Eş-Bütünleşme Analizi

Diğer yakıtlar (elektrik, yenilenebilir enerji) ile büyüme arasındaki eş-bütünleşme analizinde uygun gecikme uzunluğunun bulunabilmesi için VAR modeli kurulmuştur.

**Tablo 23:** Bilgi Kriterlerine Göre Uygun Gecikme Uzunluğu Seçimi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	26,911	NA	0,000	-1,649	-1,508*	-1,605
1	40,024	22,609*	0,000*	-1,933*	-1,367	-1,756*
2	48,388	12,690	0,000	-1,889	-0,899	-1,579
3	57,288	11,662	0,000	-1,882	-0,468	-1,439

Tablo 23 incelendiğinde bilgi kriterlerinin en uygun değerlerini birinci gecikmede aldığı görülmektedir. Bu durumda eş-bütünleşme analizinde uygun modeli belirlemek amacıyla değişkenlerin birinci gecikmeleri kullanılacaktır.

**Tablo 24:** Model 3 Eş-Bütünleşme Analizi İçin Uygun Modelin Belirlenmesi

Model	Akaike <sup>(a)</sup>	Schwarz
Sabit terimsiz, trendsiz	<b>-1,457(2)*</b>	<b>0,397 (2)*</b>
Sabit terimli, trendli	-1,332(2)	0,618(2)
Doğrusal, sabit terimli, trendsiz	-1,263(2)	0,734(2)
Doğrusal, sabit terimli, trendli	-1,145(2)	0,947(2)
Quadratic, sabit terimli, trendli	-1,083(2)	1,057(2)

\* %5 önem düzeyinde sıfır hipotezi reddedildi <sup>(a)</sup>Gecikme uzunluğu

Tablo 24 incelendiğinde bilgi kriterlerine göre her iki bilgi kriterinde de ikinci gecikmeli sabit terimsiz, trend siz modelin uygun olduğu görülmektedir. En düşük katsayının ikinci gecikmeli sabit terimsiz, trend siz model eş bütünleşmenin olduğu modeldir.

Trace ve Max-Eigen istatistiklerine göre Johansen-Juselius eş-bütünleşme testi bulguları ise Tablo 25’de yer almaktadır.

**Tablo 25:** Model 3 Eş-Bütünleşme Analizi Sonuçları

Hipotezler	Özdeğer	Trace		Max-Eigen	
		Kritik değer	Test istatistiği	Kritik değer	Test istatistiği
Yok	0,752	24,275	64,924**	17,797	40,448**
En fazla 1	0,440	12,320	24,475**	11,224	16,840**
En fazla 2	0,231	4,129	7,635**	4,129	7,635**

H0: Eş-bütünleşme yoktur. \*%5 önem düzeyinde \*\*%1 önem düzeyinde sıfır hipotezi reddedildi

Tablo 25'deki eş-bütünleşme analizi sonuçlarına göre trace ve max-eigen istatistikleri üçer adet eş bütünleşme vektörü bulunduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğunu (uzun dönemli birlikte hareket ettiklerini) göstermektedir.

Serilerin birinci dereceden farkları alınarak durağanlaştırılmaları sırasında uzun dönemli bilgilerde kayıp oluşmuştur. Bu kayıpların oluşturduğu dengesizlikleri ortadan kaldırmak için hata düzeltme modelleri uygulanır. Hata düzeltme modellerinde regresyon serisinin hata terimleri oluşturulur ve elde edilen hata terimlerinin bir gecikmeli hali modele eklenir.

#### 4.3.3.1. Model 3 Tüm Serilerin Birlikte Durağanlık İncelemesi

Bir sonraki aşamada seriler arasında nedensellik ilişkisini belirlemek ve yönünü tayin etmek için VAR (Vector Otoregresif) Modeli tahmin edildi. VAR modelinin kullanıldığı çalışmalarda kesin olarak içsel ve dışsal değişken ayırımına gidilmemektedir. Değişkenler eş zamanlı olarak incelenir. Ayrıca iktisadi teoriden oluşabilecek kısıtlamaların, varsayımların model tanımını bozmasına izin verilmez. Böylece değişkenler arasındaki ilişkinin doğru olmasını sağlamaktadır (Bahar, 2006: 143).

VAR modelinin yapısal anlamda bir sorun içerip içermediğini tespit edebilmek üzere oto-korelasyon LM ve White Değişen Varyans testleri de yapılmıştır.

**Tablo 26:** Oto korelasyon-LM Testi Sonuçları

Gecikme	LM-test	p
1	32,904	0,000
2	14,602	0,102

H<sub>0</sub>: Seriler arasında oto-korelasyon yoktur.

p>0,05: H<sub>0</sub> Kabul, oto-korelasyon yoktur.

Tahmin edilen VAR modelindeki hata terimlerinin birbirleri ile ilişkili olma durumu (oto-korelasyon) incelendiğinde ikinci gecikme modelinde oto korelasyonun olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 26). Kurulan VAR Granger modellerinde değişkenlerin ikinci gecikme uzunluğu kullanıldığından modelde oto korelasyon olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.



#### 4.3.3.2. Model 3 Değişen Varyans İncelemesi

Hata terimlerinin varyansının sabit (veya değişken) olma durumu için yapılan White değişen varyans analizi Tablo 27’de gösterilmiştir.

**Tablo 27:** White Değişen Varyans Testi Sonuçları

$X^2$	Df	p
84,580	108	0,953

H0: Değişen varyans yoktur.

H0 Kabul: Değişen varyans yoktur ( $X^2=84,580$ ;  $p>0,05$ )

Tablo 27 incelendiğinde ki-kare istatistiğinin anlamlı olmadığı görüldüğünden değişen varyans sorununun olmadığına karar verilmiştir. Modeldeki tüm değişkenlerin hata varyansının sabit olduğu sonucu elde edilmiştir.

#### 4.3.3.3. Model 3 Granger Nedensellik İncelemesi

Model 3’deki temel amaç diğer fosil yakıt (petrol, doğalgaz) tüketiminin büyüme üzerindeki etkisini araştırmak olduğundan sadece büyümeye doğru nedensellik yönü değerlendirilmiştir. Büyümenin bağımlı değişken olduğu VAR Granger nedensellik/blok dışsallık Wald testi sonuçları Tablo 28’de gösterilmiştir.

**Tablo 28:** Gecikmeli VAR Modeli - Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı değişken: GSYIH	Gecikme uzunluğu	Granger Nedensellik/Blok Dışsallık Wald			VAR Tahmini		
		$X^2$	df	p	$\beta$	t	p
Elektrik tüketimi büyümenin nedeni değildir	2	0,646	2	0,023	0,95	0,78	0,437
Yenilenebilir enerji tüketimi büyümenin nedeni değildir	2	8,140	2	0,017	0,15	0,92	0,360

Tablo 28 incelendiğinde petrol ve doğalgaz tüketiminden büyümeye doğru bir ilişkinin bulunduğu görülmektedir.

H4: Elektrik tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

$X^2=0,646$ ;  $p<0,05$  olduğundan hipotez kabul edilir. Elektrik tüketimi değişkeni büyümenin nedenidir.

H4 Kabul: Elektrik tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

VAR modeli sonuçları incelendiğinde elektrik tüketimi değişkeninden büyümeye doğru olan nedensel ilişkinin anlamlı olmadığı ( $\beta=0,95$ ;  $t=0,78$ ;  $p>0,05$ ) tespit edilmiştir.

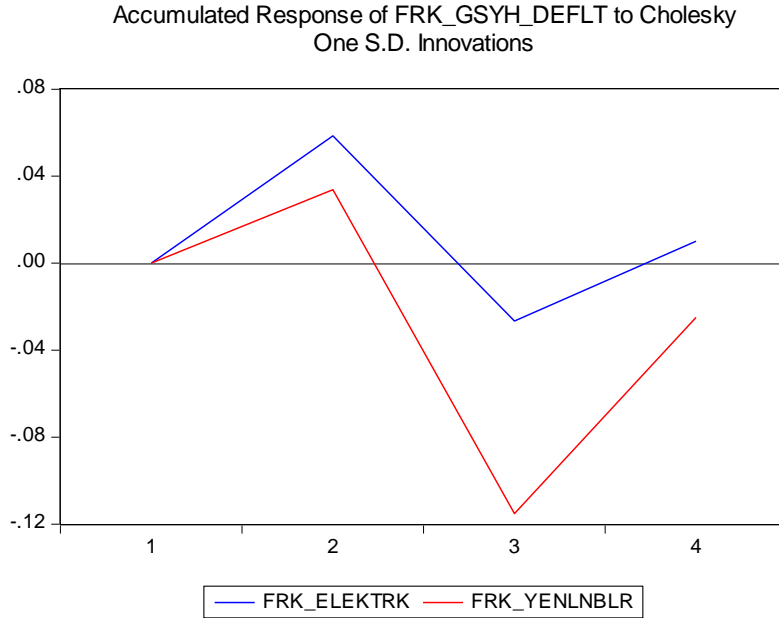
H5: Yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

$X^2=8,140$ ;  $p<0,05$  olduğundan hipotez kabul edilir. Yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni büyümenin nedenidir.

H5 Kabul: Yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni büyümedeki değişimin nedenidir.

VAR modeli sonuçları incelendiğinde yenilenebilir enerji tüketimi değişkeninden büyümeye doğru olan nedensel ilişkinin anlamlı olmadığı ( $\beta=0,15$ ;  $t=0,92$ ;  $p>0,05$ ) tespit edilmiştir.

#### 4.3.3.4. Model 3 Etki-Tepki İncelemesi



**Şekil 6:** Büyümenin Elektrik ve Yenilenebilir Enerji Tüketimine Verdiği Tepki  
(Etki-Tepki Fonksiyonu)

Elektrik ve yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen bir standart hatalık şok karşılığında büyüme değişkeni önce artan bir tepki göstermekte, ardından azalan, üçüncü dönemden sonra tekrar artan bir tepki göstermektedir (Şekil 6).



## SONUÇ

Tüm dünyada sanayi üretimi ve sosyal refahın yükselmesindeki en önemli neden olarak enerji görülmektedir. Enerji insanoğlunun hayatında büyük önem kazanmıştır. Her sektörde enerji aktif bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle 21. yüzyıl içerisinde teknolojinin gelişmesi bunun yanında nüfusun artması, sanayi üretimindeki artış sonucunda dünyadaki enerji ihtiyacında büyük bir artış gözlenmiştir. Dünyada enerji tüketiminde en fazla tercih edilen kaynak olarak birincil enerji kaynakları görülmektedir. Birincil enerjili kaynakları doğalgaz, petrol ve kömürden oluşmaktadır. Dünyada yenilenebilir enerjinin oranı %7'ye tekabül etmektedir. Dünyada fosil kaynaklarının ömrünün sınırlı olması nedeniyle ülkeler enerji açısından büyük problemler taşıyacaktır. Bu nedenle ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye başlamışlardır. Ülkeler yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde dışa bağımlılığı önlemiş olacaktırlar. Fakat ülkeler yine de yenilenebilir enerji kaynaklarına gereken önemi göstermemektedirler. Ülkemizde son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin birçok yatırım ve çalışma yapılmış, yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili birçok santral kurulmuştur.

Türkiye'deki enerji kaynakları incelendiğinde petrol ve doğalgaz yönünden dışa bağımlı bir ülke olduğu görülmektedir. Özellikle elektrikteki üretimin %40'ı dışa bağımlıdır. Dışa bağımlılığın nedeni ise doğalgazdan bu elektriğin üretilmesidir. Bu nedenle enerji fiyatlarındaki artış dövize odaklıdır. Bu da Türkiye'deki enerji fiyatlarındaki yükselmenin ekonomide negatif etki yaratmasına neden olmaktadır. Türkiye'de enerjide dışa bağımlılık oranı %75'lere çıkmıştır. Dışa bağımlılıkta en önemli sorun pahalıya alınan enerjinin üretimden çok tüketimde kullanılmasıdır. 2002 yılında ülkemizin enerjideki dışarıya bağımlılığı %67 iken bu oran 2018 senesinde ise %75'dir.

Son zamanlarda enerjinin fiyatındaki dalgalanmanın ivme kazanması özellikle petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki büyük artışlara neden olmaktadır. Bu artışlar da ülke ekonomisini olumsuz etkilemektedir. Türkiye'de bu nedenle yeni enerji politikaları oluşturulmaya başlamıştır. Uluslararası Enerji Raporu'na göre enerji

konusunda Türkiye'nin dışa bağımlılık oranının azaltılabilmesi ancak doğru yapılan politikaların, uzun döneme yayılacak stratejilerin belirlenmesi ve bunun sonucunda bilimsellik içeren, ekonomik, çevresel, dış politika gibi menfaatlerini göz önünde bulunduran bir strateji etrafında planlamalıdır. Enerjinin bir portföy olarak düşünülmesi gerekmektedir. Bu nedenle özellikle güneş, HES, rüzgâr ve kömür santrallerinden maksimum düzeyde faydalanılması sağlanmalıdır. Bir kaynaktan tamamını üretmek hem verimlilik hem de bölgesel enerji arz talebinin dengesi açısından doğru değildir. Türkiye'de enerji üretim stratejisinin içerisinde o yüzden güneş, hidroelektrik, rüzgâr, yerli kömür ve nükleer enerjinin bulunması gerekmektedir. Enerjide dışa bağımlı olan Türkiye'nin son on yıl ortalaması petrol ve doğalgaz ithalatında 44 milyar dolardır. Türkiye'de 15 yıl önce keşfedilmiş kömür rezervi yaklaşık 7-8 milyar ton iken son 15 yıldaki keşiflerle bu rakam 15 milyara çıkmıştır.

Burada enerji tüketiminin artmasından çok, enerji tüketiminin etkinlik ve verimlilik ilkeleri çerçevesinde yapılarak ekonomik büyümeye yardımcı olacak şekilde gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğinin sorgulanması daha fazla önem taşımaktadır. Üretim sürecinde en temel girdiler arasında yer alan enerji faktörü günümüzde çok farklı yönlerden ele alınmaktadır. Bu çalışmada enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi birim kök, eş bütünleşme analizi, Var granger nedensellik/blok dışsallık Wald testi kullanılarak araştırılmıştır. Temel amaç tüketimin büyüme üzerindeki etkisini araştırmak olduğundan sadece büyümeye doğru nedensellik yönü değerlendirilmiştir.

Sonuçlar ise uzun dönemde Model 1 için şöyledir: Katı fosil yakıt (kömür, hayvansal ve bitkisel atıklar, odun) tüketiminin büyüme ile ilişkisi uzun dönemde anlamlıdır ve nedenidir. Kısa dönemde ise; kömür tüketimi değişkeninden büyümeye doğru nedensellik ilişkisi anlamlı ve büyümede artışa neden olmaktadır. Odun tüketimi değişkeni de büyümeye doğru nedensellik ilişkisi anlamlı ve büyümede azalışa neden olmaktadır. Ancak hayvansal ve bitkisel atıklar tüketimi kısa dönemdeki tüketimi büyümedeki değişimin nedeni değildir. Model 2 Fosil Yakıtlar (petrol, doğalgaz) için sonuçlar; değişkenlerin tüketiminin büyüme ile ilişkisi uzun

dönemde anlamlı ve nedenidir. Kısa dönemde ise petrol ve doğalgaz tüketiminden büyümeye doğru olan nedensellik ilişkisi anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Model 3 Diğer yakıtlar (elektrik, yenilebilir enerji) için sonuçlar; değişkenlerin tüketiminin büyüme ile ilişkisi uzun dönemde anlamlı ve nedenidir. Kısa dönemde ise elektrik ve yenilebilir enerji tüketiminden büyümeye doğru olan nedensellik ilişkisi anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, birinci farklarında durağan olan ele aldığımız değişkenlerle GSYİH arasında uzun dönemde nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Değişkenler uzun dönemde birbirlerinden bağımsız değildir. Değişkenler arasında söz konusu ilişkinin enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru gerçekleştiğini ve enerji tüketiminin büyümeyi pozitif yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca büyüme ile birlikte enerji talebi artacağı için de ülkenin kendi enerji kaynaklarını harekete geçirip, mevcut kaynakları da etkin ve verimli şekilde kullanması gerekir.

Ülkemizde enerjinin dışa bağımlılığını minimuma indirmek için Milli Enerji Politikası oluşturulmuştur. Bu yeni politika; 3 alan içerisinde 30 stratejik hedeften oluşmaktadır. Bu politikanın saç ayaklarını arz güvenliği, millileştirme ve tahmin edilebilir piyasa oluşturmaktadır. Arz güvenliğinin sağlanabilmesi için doğalgaz ve elektrik alanında yeni hedefler ortaya konulması sağlanmalıdır. Türkiye'nin boru hatları ve kaynak ülke çeşitliliği, bunun yanında tüketim ihtiyacından dolayı daha fazla gazın Türkiye'ye girmesi sağlanarak, bir ticaret merkezi haline gelmesi gerekmektedir. Bu nedenle Türkiye'nin ihtiyacı olan gazı, temin kaynaklarında sorun çıksa da ısınma ve sanayide sıkıntı çekmemek için hayata geçirilmesi gereken depolama stratejilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Türkiye'de 2023 hedefine göre en az on milyar metreküp bir depolama kapasitesine sahip ve senelik doğalgaz tüketiminin minimum %20'sinin depolanması sağlanmalıdır.

Türkiye'de yeni dönem içerisinde yenilenebilir enerji modellerine ağırlık verilmesi sağlanmalıdır. Cevher maddeler yurt dışına gönderilmeyerek, Türkiye'de ürün haline getirilmesi için fabrika kurma şartı aranmalıdır.

## KAYNAKÇA

- Akça, A.: (2008). *An Examination Of The Legislative Framework For Supporting The Renewable Tariffs*. (Master Thesis), Middle East Technical University, Ankara
- Andican, A.: (2006). “Çin Satrancında Orta Asya”, *Avrasya Dosyası*, Cilt: 12, Sayı:1.
- Arioğlu, E., & Yılmaz, A. O.: (2002). General Outlook for Worldwide Hard Coal Mining and the Evaluation of the Zonguldak Coal Enterprise. *In Proceedings of the 13th Coal Congress of Turkey*. Zonguldak Branch of Mining Engineers Chamber of Turkey, Zonguldak
- Atkins, B.: (2003). **Coal Bed Methane - From Resource to Reserves**. *Focus*, Issue no.34, October 2003.
- Balat, M.: (2008). **Energy Consumption and Economic Growth in Turkey during the Past Two Decades**. *Energy Policy*, 36, 118–127.
- Balat, M.: (2007). **An Overview of Biofuels and Policies in the European Union**, *EnergySources Part B* 2007, 2, 167-181
- Balat, M.: (2005). Use of Biomass Sources for Energy in Turkey and a View to Biomass Potential. *Biomass and Bioenergy*. 29, 32–41.

- Bayraç, H. N. – Aras, H.: (2007). “*Dünya’da ve Türkiye’de Sürdürülebilir Doğalgaz Politikaları*”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Uluslararası Doğalgaz Kongresi ve Sergisi Bildiri Kitabı, 3-5 Mayıs 2007, Ankara.
- Bayraç, H.N.: (2009). *Küresel Enerji Politikaları Ve Türkiye: Petrol Ve Doğal Gaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma*, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), s. 115-142
- Breeze, P.: (2005). *Power Generation Technologies*. Elsevier
- BP: (2012). *Energy Outlook 2030*. London: BP.
- BP: (2008). *Statistical Review of World Energy*. June 2008.
- BP: (2017). *Statistical Review of World Energy*. June 2017.
- Barbier E.: (2002). Geothermal Energy Technology and Current Status: An Overview. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, 6, 3–65
- Bayazit, M., & Avcı, I.: (1997). Water Resources of Turkey: Potential, Planning, Development and Management. *Water Resources Development*, 13, 443–52.
- Cebeci. M.: (2006). “*Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu*”, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Enerji Forumu 2005, 2-3 Aralık 2005, *Bildiriler Kitabı*, TMMOB EMO Diyarbakır Şubesi, Diyarbakır



- Cihak, M., Kunt, A., D.,  
Feyen, E., and Levine, R.: (2012). Benchmarking financial systems around the World. The World Bank. *Policy Research Working Paper*, 6175.
- Çarkıt, T.: (2017). ***Yenilenebilir Enerji Kaynakları Depolama Sistemlerinin İncelenmesi.*** (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Kayseri
- Çetinkaya, M.: (2004), ***“Türkiye Ekonomisinde Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlarının Sektörel Dağılımının Önemi”***, (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya
- Daly, J. C. K.: (2009). *Turkey Hopes Black Sea Oil will Make the Country Self-Sufficient*, <https://www.upi.com/Turkey-hopes-Black-Sea-oil-will-make-the-country-self-sufficient/67681236868316/> (15.10.2017).
- Demirgüç, K., A., and Levine, R.: (2008). “Finance, Financial Sector Policies, and Long- Run Growth.” *M. Spence Growth Commission Background Paper 11*, World Bank, Washington, DC.
- Doğan, B.: (2010). ***Enerji Tüketimi-Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği (1980 - 2008)***, (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Ana Bilim Dalı İktisat Bilim Dalı, Konya

- Dokuzlar, B.: (2006). *Dünya Güç Dengesinde Yeni Silah Doğal Gaz (Orta Asya'dan Avrupa'ya)*, IQ Kültür Sanat Yayını No: 164, Araştırma-İnceleme Dizisi No: 125, İstanbul
- Ediger, V. Ş. (t.y.): *Black Sea: A High-Energy Geopolitical Basin of Eurasia.* [http://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/4037c86334bb0dc\\_ek.pdf](http://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/4037c86334bb0dc_ek.pdf)
- Edward M.W. Smeets,  
André P.C. Faaij,  
Iris M. Lewandowski ve  
Wim C. Turkenburg: (2007). "A Bottom-up Assessment and Review of Global Bio-energy Potentials to 2050", *Progress in Energy and Combustion Science*, Volume: 33, Issue: 1, February
- Erdoğdu, E.: (2009). On the Wind Energy in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 1361–1371.
- Erdoğdu, E.: (2008). An Expose of Bioenergy and its Potential and Utilization in Turkey. *Energy Policy*. 36, 2182– 2190.
- Granger, C. W. J.: (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods, *Econometrica*, 37, 424-438.
- Granger, C. W. J., Newbold, P.: (1974). Spurious regressions in Econometrics, *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120.
- Gujarati, D. N.: (2001). *Essential of Econometrics*, McGraw Hill, New York, Çev. Ü.Şenesen, G. G. Şenesen, İstanbul: Literatür Yayıncılık.

- Güneş, H.: (2007). **“Çin Halk Cumhuriyeti’nin Orta Asya Politikası: Enerji ve Güvenlik”**, Orta Asya’da Değişen Dengeler ve Türkiye Sempozyum Bildirileri, Askeri Tarih ve Stratejik Etüt Başkanlığı, Stratejik Araştırma ve Etüt Merkezi (SAREM), Genelkurmay Basımevi Ya. No: 2007/26, Ankara.
- Hacisalihoglu, B.: (2008). Turkey’s Natural Gas Policy. *Energy Policy*: 361867–1872
- Harrop, J.: (2000). *The Political Economy of Integration in the European Union*, Third Edition, Edward Elgar, Cheltenham 2000
- Haskök, A.Ş.: (2005). ***Türkiye’nin Mevcut Enerji Kaynaklarının Durum Değerlendirilmesi*** (Yüksek Lisans Tezi), Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- IEA.: (2010). *World Energy Outlook 2010*. Paris: OECD/IEA.
- International Energy Agency (IEA): (2008). *Electricity information*. Paris, France: IEA.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change: (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

- Karayigit A.I.; A, Gayer,  
R.; Querol, X.; Onacak, T.: (2000). Contents of major and trace elements in feed coals from Turkish coal-fired power plants, *International Journal of Coal Geology*, [Volume 44, Issue 2](#), August 2000, Pages 169-184
- Kat, B. (2011). *Mathematical Modeling For Energy Policy Analysis*. (Master Thesis), Middle East Technical University, Ankara
- Kaygusuz, K. (2002). Renewable and Sustainable Energy Use in Turkey: Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6, 4, 339-366
- Koç, E.; Kaplan, E. (2008). “**Dünyada ve Türkiye’de Genel Enerji Durumu-I Dünya Değerlendirmesi,**” *Termodinamik Dergisi*, sayı: 187, s.70-80
- Koç, E.; Şenel, M. C. (2013). **Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme**, *Mühendis ve Makina*, cilt 54, sayı 639, s. 32-44.
- Kraft, J.; Kraft, A. (1978). On the Relationship Between Energy and GNP, *Journal of Energy and Development*, New York.
- Hayrullah, D. (2006). “**Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız**”,**Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar** Cilt-1, 27-30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul

- Haydaroğlu, C. (2006), “*Türk Sanayinde Enerji Verimliliği ve Yoğunluğunun Analizi*”, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Kar, M., Kınık, E. (2008). “**Türkiye’de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi**”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, C:10, S:2, Afyon.
- Karagöl, E., Erbaykal, E., Ertuğruş, H. M. (2007). “**Türkiye’de Ekonomik Büyüme Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı**”, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, İstanbul.
- Levine, R. Loayza, N. and Beck, T.: (2000). Financial intermediation and growth: Causality and causes. *Journal of monetary economics*, 46, 31-77
- Marciukaitis, M., Katinas, V., & Kavaliauskas, A. (2008). Wind Power Usage and Prediction Prospects in Lithuania. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, 265–77.
- Mavi Kitap, (2011). *Enerji Tabii ve Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri*, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.
- MMO, (2012). **Türkiye’nin Enerji Görünümü**, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası*, Yayın No: MMO/588, Ankara

- Murry, D. A.; Nan, G. D. (1996). A Definition of the Gross Domestic Product-Electrification Interrelationship, *The Journal of Energy and Development*, London.
- Nowak, S. (2009). PVPS, *IEA Annual Report 2008*
- Nuclear Energy Agency. (2008). *Turkey: Nuclear Power Situation*. <http://www.nea.fr/html/general/profiles/turkey.html#nppstatus#nppstatus> (17.10.2017).
- Öztopal, A., Şahin, A. D., Akgün, N., & Şen, Z. (2000). On the Regional Wind Energy Potential of Turkey. *Energy*, 25, 189–200.
- Öztürk, M., Bezir, N.C., & Ozek, N. (2009). Hydropower–Water and Renewable Energy in Turkey: Sources and Policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 605–615
- Petra, V. (2012). The role of financial development in economic growth: A Meta-analysis, *Master thesis, Charles University in Prague*.
- Philibert, C. (2005). *The Present and Future use of Solar Thermal Energy as a Primary Source of Energy*. InterAcademy Council
- Rende, M.: (2004). Water Transfer from Turkey to Water Stressed Countries in the Middle East, [\*Water Resources in the Middle East\*](#), pp 165-173

- Sarı, R., Soytaş, U., Özdemir, Ö.: (2001). **“Energy Consumption and GDP Relations in Turkey: A Cointegration and Vector Error Correction Analysis”**, *Economies and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings, Global Business and Technology*, New York.
- Soylu, A. Türkay, M.: (2005). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Geçiş Sürecinin Planlanmasında Doğrusal En İyileme Tekniğinin Kullanılması*, 3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İstanbul
- Söğüt, Z.; Oktay, Z.: (2006), **“Sanayi Sektöründe Enerji Taramasının Enerji Verimliliğine Etkisi ve Bir Uygulama”**, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı:10, Kütahya.
- Stern D. I.: (2004). *Economic Growth and Energy. Encyclopedia of Energy*, Volume 2.
- Stern D. I. & Cleveland C. J.: (2004). *Energy and Economic Growth. Rensselaer Working Papers in Economic, March 2004, Number 0410.*
- Şengül, S., Tuncer, İ.: (2006). **“Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme 1960-2000”**, *İktisat, İşletme Finans Dergisi*, Cilt:21, Sayı: 242, İstanbul.
- Terzi, H.: (1998). **“Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sektörel Bir Karşılaştırma”**, *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, Cilt:13, Sayı:144, İstanbul.

- TPAO: (2009). *Petrol ve Doğal Gaz Sektörü Raporu 2008*. Mevcut: [www.tpao.gov.tr](http://www.tpao.gov.tr)
- Turan, S.: (2006). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Konya
- Turkishny: (2009). *TPAO says Chevron's Turkey Black Sea Energy Exploration Talks Stall*. <http://www.hurriyet.com.tr/tpao-says-chevrons-turkey-black-sea-energy-exploration-talks-stall-11650699> (15.10.2017).
- Tsikalakis, A. G., & Hatziargyriou, N. D.: (2011). Centralized control for optimizing microgrids operation. In *Power and Energy Society General Meeting, 2011 IEEE* (pp. 1-8). IEEE.
- Turkish Geothermal Association: (2003). *Geothermal Energy Projection between 2007-2013*. <http://www.jeotermaldernegi.org.tr> [in Turkish]
- Uğurlu, Ö.: (2006). *Türkiye' de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları*,( Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara
- Uğurlu, E., Ünsal, A.: (2009). “Ham Petrol İthalatı ve Ekonomik Büyüme: Türkiye, <http://iletisim.atauni.edu.tr/eisemp/html/tammetinler/144.pdf>, 2017.
- Ulusoy, V.: (2006). “Ekonomik Büyüme ve enerji Tüketimi: Bir Ekonometrik Uygulama”, Bahçeşehir Üniversitesi, İşletme Bölümü, İstanbul.



- Ulutaş M.: (2008). “*Küresel Enerji Savaşları ve Türkiye'nin Konumu*”, Cumhuriyet Enerji, EMO Yayını, Sayı: 1, Ocak-2008, Ankara
- U.S. Energy Information Administration: (2009). *Turkey: Oil*.
- Üşümezsoy, Ş. – Şen, Ş. (2003). *Yeni Dünya Petrol Düzeni ve Körfez Savaşları*, İnkilap Kitapevi Yayını, İstanbul.
- Üşümezsoy, Ş. (2006). *Petrol Şoku ve Yeni Orta Doğu Haritası*, İleri Yayınları No: 119, İstanbul.
- Yüksek, O. (2008). Reevaluation of Turkey's Hydropower Potential and Electric Energy Demand. *Energy Policy*, 36, 3374– 3382
- WEF: (2011). The financial development report "World Economic Forum". New York: USA Inc.
- World Energy Council (WEC): (2007). *Survey of Energy Sources*, WEC Publications, London

### **İnternet Kaynakları**

<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji>

<http://www.enerji.gov.tr> (2009). <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz>