

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE' DE ELEKTRİK TALEBİNİN BELİRLEYİCİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Selda KUŞDİL BİLGİÇ**

**Balıkesir, 2018**



**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DE ELEKTRİK TALEBİNİN BELİRLEYİCİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Selda KUŞDİL BİLGİÇ**

**Tez Danışmanı**

**Dr. Öğretim Üyesi İbrahim Murat BİCİL**

**Balıkesir, 2018**

T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün İktisat Anabilim Dalı'nda 201012505008 numaralı Selda KUŞDİL BİLGİÇ'in hazırladığı "Türkiye'de Elektrik Talebinin Belirleyicileri" konulu ~~DOKTORA~~/YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 17.01.2019 Tarihinde yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda tezin onayına OY BİRLİĞİ ile karar verilmiştir.

Başkan  
Dr. Öğr. Üyesi Özer YILMAZ



Üye(Danışman)  
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Murat BİCİL




Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk BİCEN



Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylım.

...../...../2019

Enstitü Onayı



Prof. Dr. Kenan Ziya TAŞ  
Müdür

## ÖNSÖZ

Bu çalışmanın planlama aşamasından tamamlandığı ana kadar olan tüm süreçte karşılaştığım sorunların çözümünde bana yol gösteren danışmanım Sayın Dr. Öğretim Üyesi İbrahim Murat BİCİL'e rehberliği ve hoşgörüsü için teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışmanın hazırlanma aşamasında benden manevi desteklerini esirgemeyen, öğrenim hayatım boyunca daima yanımda olan ve her zaman desteklerini üzerimde hissettiğim aileme sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

Selda KUŞDİL BİLGİÇ

Balıkesir, 2018

# ÖZET

## TÜRKİYE'DE ELEKTRİK TALEBİNİN BELİRLEYİCİLERİ

KUŞDİL BİLGİÇ, Selda

Yüksek Lisans, İktisat Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi İbrahim Murat BİCİL

2018, 71 Sayfa

Bu çalışmada, 1988-2017 dönemi Türkiye elektrik enerjisi talebi ve enerji talebini belirleyen faktörler incelenmiştir. Çalışmada konut elektrik talebi ile konut elektrik fiyatı ve GSYİH arasındaki ilişki, sanayi elektrik talebi ile sanayi elektrik fiyatı ve sanayileşme arasındaki ilişki ayrı başlıklar altında incelenmiştir. Sonuçlar mevcut literatür çerçevesinde değerlendirilmiştir. Ekonometrik çalışmada elde edilen sonuçlara göre uzun dönemde sanayi elektrik fiyatının artması enerji talebini azaltırken, sanayileşmenin artması enerji talebini arttırmaktadır. Yine uzun dönemde konut elektrik fiyatının artması enerji talebini azaltırken GSYİH' nin artması enerji talebini arttırmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Talebi, Fiyat Esnekliği, Gelir Esnekliği,

## **ABSTRACT**

### **DETERMINANTS OF ELECTRICITY DEMAND IN THE TURKEY**

**KUŞDİL BİLGİÇ, Selda**

**Master degree with Thesis, Department of Economics**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. İbrahim Murat BİCİL**

**2018, 71 Pages**

In this study, Electric Energy Demand of Turkey from 1988 through 2017 and the factors that determine the energy demand have been examined. In the study, the demand for residential electricity with its price and the relation between GDP, the demand for industrial electricity with its price and the relation between industrialization have been examined under different titles. The results, within available frames have been evaluated. Depending on the results that were acquired in the study, in the long terms, when the increment of the industrial electricity price decreases the energy demand, the increment of the industrialization increases it. Again, in long terms, when the increment of residential electricity decreases the energy demand, the increment of GDP increases it.

**Keywords:** Price Elasticity, Income Elasticity, Energy Demand

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vi</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Problem</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2. Amaç</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3. Önem</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4. Varsayımlar</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5. Sınırlılıklar</b> .....	<b>3</b>
<b>2. ENERJİ VE ENERJİ KAYNAKLARI</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. Enerji Sektörüne Genel Bakış</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2. Enerji Kaynağının Tanımı ve Sınıflandırılması</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2.1. Yenilebilir Enerji Kaynakları</b> .....	<b>6</b>
2.2.1.1. Hidrolik Enerji.....	7
2.2.1.2. Güneş Enerjisi.....	8
2.2.1.3. Rüzgâr Enerjisi.....	10
2.2.1.4. Biyokütle Enerjisi.....	13
2.2.1.5. Jeotermal Enerji.....	14
<b>2.2.2. Yenilenemez Enerji Kaynakları</b> .....	<b>16</b>
2.2.2.1. Kömür.....	17
2.2.2.2. Petrol.....	19



2.2.2.3. Doğalgaz .....	20
2.2.2.4. Nükleer Enerji .....	21
<b>3. TÜRKİYE'DE ELEKTRİK PİYASASI .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1. Türkiye'de Elektrik Enerjisi Piyasasının Tarihsel Gelişimi.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2. Türkiye'de Elektrik Piyasası Faaliyetleri.....</b>	<b>26</b>
3.2.1. Elektrik Üretim Faaliyeti .....	27
3.2.2. Elektrik İletim Faaliyeti .....	30
3.2.3. Elektrik Dağıtım Faaliyeti.....	30
3.2.4. Toptan ve Perakende Satış Faaliyeti .....	31
3.2.5. Piyasa İşletim Faaliyeti .....	31
<b>4. ENERJİ TALEBİ .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1. Ekonomik Büyüme .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2. Nüfus .....</b>	<b>33</b>
<b>4.3. Enerji Fiyatları .....</b>	<b>33</b>
<b>4.4. Teknolojik Gelişme ve Verimlilik .....</b>	<b>34</b>
<b>5. LİTERATÜR .....</b>	<b>35</b>
<b>6. TÜRKİYE'DE ELEKTRİK TALEBİNİN BELİRLEYİCİLERİ .....</b>	<b>44</b>
<b>6.1. Veri ve Yöntem .....</b>	<b>44</b>
<b>6.2. Birim Kök Testleri.....</b>	<b>44</b>
6.2.1. Dickey Fuller (DF) Testi.....	45
6.2.2. Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Testi .....	47
6.2.3. Phillips Perron Testi.....	48
<b>6.3. ARDL Yaklaşımı ve Sınır Testi.....</b>	<b>49</b>
<b>6.4. Bulgular .....</b>	<b>50</b>
6.4.1. Birim Kök Testi Sonuçları .....	50
<b>6.4.2 Sanayi Elektrik Talebine ilişkin ARDL sınır testi sonuçları .....</b>	<b>52</b>
<b>6.4.3 Konut Elektrik Talebine ilişkin ARDL sınır testi Sonuçları .....</b>	<b>55</b>

<b>7. SONUÇ</b> .....	<b>60</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>62</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>69</b>

## TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	5
Tablo 2. Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminin Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (GWh).....	6
Tablo 3. Türkiye’de Elektrik Piyasasının Tarihsel Gelişimi.....	26
Tablo 4. ADF Birim Kök Testi .....	51
Tablo 5. PP Birim Kök Testi.....	51
Tablo 6. ARDL(4,0,1) Modelinin Tahmin Sonuçları .....	53
Tablo 7. ARDL(4,0,1) Modeli Sınır Testi Sonuçları .....	54
Tablo 8. ARDL(4,0,1) Modelinden Elde Edilen Uzun Dönem Katsayıları.....	54
Tablo 9. ARDL(4,0,1) Modelinden Elde Edilen Kısa Dönem Katsayıları .....	55
Tablo 10. ARDL(1,0,4) Modelinin Tahmin Sonuçları .....	57
Tablo 11. ARDL(1,0,4) Modeli Sınır Testi Sonuçları .....	57
Tablo 12. ARDL(1,0,4) Modelinden Elde Edilen Uzun Dönem Katsayıları.....	58
Tablo 13. ARDL(1,0,4) Modelinden Elde Edilen Kısa Dönem Katsayıları .....	58

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Hidroelektrik Santrallerinin Elektrik Kurulu Gücü ve Üretimdeki Payı (%) . 8	
Şekil 2. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) ..... 9	
Şekil 3. Kaynağına Göre Lisansız Elektrik Kurulu Gücü (%)..... 10	
Şekil 4. Rüzgar Enerjisinin Elektrik Kurulu Gücü ve Üretimdeki Payı (%) ..... 12	
Şekil 5. Jeotermal Enerjinin Elektrik Kurulu Gücünde ve Üretimdeki Payı (%) ..... 16	
Şekil 6. Türkiye Kömür İthalatı ..... 17	
Şekil 7. Bazı Ülkelerin Kanıtlanmış Petrol Rezervleri (%) ..... 19	
Şekil 8. Doğalgazın Elektrik Kurulu Gücü ve Üretimdeki Payı (%) ..... 21	
Şekil 9. 2017 Yılı Türkiye Elektrik Üretiminin Kuruluşlara Göre Dağılımı (%) ..... 27	
Şekil 10. 2017 Yılı Türkiye Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (%)..... 28	
Şekil 11. Elektrik Üretimi Yapan Kuruluşların Pazar Payları (%) ..... 29	
Şekil 12. Akaike Bilgi Kriteri ..... 53	
Şekil 13. Akaike Bilgi Kriteri ..... 56	

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>EMO</b>	: Elektrik Mühendisleri Odası
<b>EPDK</b>	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
<b>EPIAŞ</b>	: Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi
<b>EÜAŞ</b>	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
<b>GEPA</b>	: Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
<b>GES</b>	: Güneş Enerjisi Santrali
<b>GWh</b>	: Gigawatt Saat
<b>İHD</b>	: İşletme Hakkı Devri
<b>kWh</b>	: Kilowatt Saat
<b>MGM</b>	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
<b>MW</b>	: Megawatt Saat
<b>RES</b>	: Rüzgar Enerjisi Santrali
<b>TEİAŞ</b>	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
<b>TEK</b>	: Türkiye Elektrik Kurumu
<b>TETAŞ</b>	: Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi
<b>TKİK</b>	: Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu
<b>YEGM</b>	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
<b>Yİ</b>	: Yap İşlet
<b>YİD</b>	: Yap İşlet Devret

# 1. GİRİŞ

Günümüzde uluslararası alanda en çok tartışılan konulardan biri enerjidir. Bunun nedeni azalmakta olan enerji kaynakları, enerji tüketimi sonucunda oluşan küresel ısınma, enerjide arz güvenliği ve gelişmekte olan ülkelerin enerji talebindeki artışlardır. Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye büyüyen ekonomi, teknoloji, gelişen endüstri ve artan nüfus gibi faktörlerle beraber ilerleme sürecinde gün geçtikçe artan enerji talebi sorunuyla karşılaşacaktır.

Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarından çeşitli yollarla elde edilen ve ikincil enerji kaynağı olan elektrik, ekonomik açıdan saklanamamasından dolayı üretildiği gibi tüketilmesi gerektiğinden önem arz etmektedir. Bu yüzden elektriğin verimli kullanılmaması ve lüzumsuz tüketimi başka enerji kaynaklarının boşa kullanılmasına neden olacaktır. Ayrıca enerji alanında yeterli yatırımın yapılamaması, ülkemizde elektrik tüketiminde yaşanacak sürekli artış nedeniyle arz ve talep veya üretim ve tüketim dengelerinde sorunlara yol açacak ve gelecekte talebi karşılamada sorunlar yaşanacaktır.

Türkiye’de sanayi ve konut elektrik talebinin fiyat ve esnekliklerinin analiz edildiği bu çalışma yedi bölümden oluşmaktadır. Tezin giriş bölümünde problem, amaç, önem, varsayımlar ve sınırlılıklardan bahsedilmektedir.

Tezin ikinci bölümünde enerji sektörünün genel bir değerlendirmesine ilave olarak enerji kaynaklarının tanımı ve sınıflandırılması yer almaktadır. Tezin üçüncü bölümünde Türkiye’de elektrik piyasasının tarihsel gelişiminden bahsedilmiş ve ilerleyen başlıklarda elektrik piyasası faaliyetlerine değinilmiştir.

Tezin dördüncü bölümünde enerji talebinden bahsedilmiştir. Talebi etkileyen ekonomik büyüme, nüfus, enerji fiyatları, teknolojik gelişme, verimlilik ayrı başlıklar altında açıklanmıştır. Tezin beşinci bölümünde konu ile ilgili literatür araştırması yer almaktadır.

Tezin altıncı bölümünde birim kök testleri ve sınır testi yaklaşımından bahsedilmiştir. Veri seti ve yöntem açıklanarak birim kök testleri ve sınır testi analiz edilmiştir. Tezin son bölümünde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

### **1.1. Problem**

Elektrik enerjisi sosyo-ekonomik altyapının en önemli unsurlarından biridir. Gündelik yaşamın her alanında yaygın kullanım alanına sahiptir. Endüstride kullanılan başlıca girdilerden biri olması diğer taraftan kaliteli bir yaşam sürmek amacıyla yeni malların kullanımının elektriğe tabi olması gün geçtikçe elektrik enerjisine olan bağımlılığı fazlaştırmaktadır. Çalışmada Türkiye’de sanayi ve konut elektrik talebini belirleyen fiyat ve fiyat dışı faktörlerin elektrik talebi üzerindeki kısa ve uzun dönem etkileri açıklanmak istenmektedir. Bu amaçla konut ve sanayi için elektrik talebi ayrı başlıklarda incelenmiştir. Konut elektrik talebi ile konut elektrik fiyatı ve GSYİH, sanayi elektrik talebi ile sanayi elektrik fiyatı ve sanayileşme değişkenleri arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişki analiz edilmiştir.

### **1.2. Amaç**

Çalışmada Türkiye’de sanayi ve konut elektrik talebini belirleyen fiyat, GSYİH, sanayileşme gibi faktörlerin elektrik talebi üzerindeki kısa ve uzun dönem etkileri açıklanmak istenmektedir.

### **1.3. Önem**

Elektrik kullanımında talebin hangi faktörlere bağlı olduğu ve tüketicilerin elektrik tüketimlerinin hangi koşullarda değişiklik gösterdiği bilgisi yeni yatırımların altyapısının hazırlanmasında büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma ilgili değişkenler çerçevesinde Türkiye’de elektrik talebinin kısa ve uzun dönem esnekliklerini açıklamaktadır.

#### **1.4. Varsayımlar**

Çalışmada sanayi ve konut elektrik talebini etkileyen faktörler ele alınarak fiyat verisi dışında elektrik talebini etkileyen faktörlerin etkileri açıklanmak istenmektedir. Bu doğrultuda elektrik talebini etkileyen faktörler literatürde yer alan çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiştir.

#### **1.5. Sınırlılıklar**

Türkiye’de sanayi ve konut elektrik talebine ait esnekliklerin araştırıldığı bu çalışmada kullanılan verilerle ilgili çeşitli kısıtlar bulunmaktadır. Elektrik tüketiminin fiyat ve gelir esneklikleri dünyada sıklıkla araştırılan bir konudur. Fakat ülkemizde bu oran daha düşüktür. Bunun temel nedeni, ülkemizde elektrik sektörü ile ilgili yeterli verinin bulunmamasıdır. Bu çalışmada elektrik fiyatları ile ilgili veri bulmada kaynak sıkıntısı yaşanmış, ilgili veriler IEA istatistiklerinden temin edilmiştir. Bu nedenle elektrik fiyatlarına ilişkin veri setinin zaman aralığı kısa tutulmuştur.



## **2. ENERJİ VE ENERJİ KAYNAKLARI**

### **2.1. Enerji Sektörüne Genel Bakış**

Enerji, ekonomik ve sosyal hayatın vazgeçilmez unsurlarından biridir. Hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve kentleşme nedeniyle enerjiye olan talep gün geçtikçe fazlalaşmakta bu nedenle enerji sektörü önemli bir konuma yükselmektedir (Kavak, 2008: 1).

Gündelik yaşamın her aşamasında kullanım alanı bulan enerji, eğitim, sağlık, ulaşım ve altyapı hizmetlerinin sunulmasında, üretimde verimliliğin artırılmasında ve temel ihtiyaçlarımızın giderilmesinde önemli bir yere sahiptir (Keleş, 2005: 7).

### **2.2. Enerji Kaynağının Tanımı ve Sınıflandırılması**

Enerji kaynakları, tabiatta var olan ve uygun teknik kullanıldığı takdirde enerji verebilen maddeler olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde enerji, bütün ülkeler için büyük önem arz etmektedir. Gelişmiş ülkelerde olduğu kadar gelişmekte olan ülkelerde de hızlı nüfus artışı ve sanayileşmenin gelişmesine paralel ve hatta ondan daha hızlı artan bir enerji talebi bulunmaktadır. Bu bakımdan bu ülkeler, her türlü olanakları kullanarak ihtiyaç duydukları enerjiyi temin etmeye çalışmaktadırlar. Çünkü enerji ülkelerin gelişmişlik seviyelerini etkilemekte ve uluslararası politikalarının tayin edilmesinde etkili olmaktadır. Üretimde zorunlu bir faktör olan enerjinin varlığı, ülkelerin ekonomik kalkınmasında, bireylerin hayat standartlarının yükseltilmesinde veya en azından aynı düzeyde sürdürebilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Koç ve Şenel, 2013: 33).

Nükleer, termal (ısı), jeotermal, hidrolik, kimyasal, mekanik (potansiyel ve kinetik), rüzgar, güneş, elektrik enerjisi gibi değişik formlarda bulanabilen enerjinin, uygun metotlarla birbirlerine dönüşümü sağlanabilmektedir. Ekonomik açıdan çeşitli yöntemlerle enerji elde edilen kaynaklar, enerji kaynakları olarak tanımlanmakta ve farklı kategorilerle sınıflandırılmaktadır. Kullanışlarına göre enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak ikiye ayrılırken; çevirim

işlemleri sonrasında ise birincil ve ikincil enerji kaynakları şeklinde sınıflandırılmaktadır (Koç ve Şenel, 2013: 33).

**Tablo 1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması**

<b>Enerji Kaynakları</b>	
<b>Kullanışlarına Göre</b>	<b>Dönüştürülebilirliklerine Göre</b>
<b>A) Yenilenemez (Tükenir)</b>	<b>A) Birincil (Primer)</b>
a) Fosil Kaynaklı * Kömür * Petrol * Doğalgaz	* Kömür * Petrol * Doğalgaz * Nükleer
b) Çekirdek Kaynaklı * Uranyum * Toryum	* Biyokütle * Hidrolik * Güneş
<b>B) Yenilenebilir (Tükenmez)</b>	* Rüzgar * Dalga, Gel-Git
* Hidrolik * Güneş * Rüzgar * Biyokütle * Jeotermal * Hidrojen * Dalga, Gel-Git	<b>B) İkincil (Sekonder)</b>
	* Elektrik, Motorin, Benzin, Mazot * İkincil Kömür * Kok, Petrokok * Hava Gazı * LPG

**Kaynak:** Koç ve Şenel, (2013). Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu- Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makine Dergisi. 54(639), s. 33.

Enerji sektöründe, doğadan bir üretim faaliyeti sonrası dolaylı olarak elde edilen kömür, petrol, doğalgaz, jeotermal ve nükleer enerji kaynakları ve direk alınan güneş enerjisi, hidrolik enerji, odun, hayvan ve bitki artıkları birincil enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Dünyada kullanılan enerjinin büyük bir kısmı birincil enerji kaynaklarından temin edilmektedir (Koç ve Şenel 2013: 34).

**Tablo 2. Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminin Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (GWh)**

		2014		2015		2016	
Birincil Enerji Kaynağı		Elektrik Üretim (GWh)	Toplam Üretim İçindeki Payı	Elektrik Üretim (GWh)	Toplam Üretim İçindeki Payı	Elektrik Üretim (GWh)	Toplam Üretim İçindeki Payı
KÖMÜR	Taşkömürü+ İthal Kömür+ Asfaltit	39.647	15,7%	44.830	17,12%	53.778	19,67%
	Linyit	36.615	14,5%	31.336	11,97%	38.460	14,07%
SIVI YAKITLAR	FUEL-OIL	1.663	0,66%	980	0,37%	1.103	0,40%
	MOTORİN	482	0,19%	1.244	0,48%	1.548	0,57%
	LPG		0,00%		0,00%		0,00%
	Nafta		0,00%		0,00%	2	0,00%
DOĞALGAZ+LNG		120.576	47,9%	99.219	37,9%	87.820	32,1%
YENİLENEBİLİR+ATIK		1.433	0,57%	1.758	0,67%	2.179	0,8%
TERMİK		200.417	79,5%	179.366	68,52%	184.889	67,63%
HİDROLİK		40.645	16,1%	67.146	25,6%	67.268	24,6%
RÜZGAR		8.520	3,4%	11.652	4,45%	15.492	5,67%
JEOTERMAL		2.364	0,9%	3.424	1,31%	4.767	1,74%
GÜNEŞ		17,4	0,01%	194	0,07%	972	0,36%
GENEL TOPLAM		251.963	100%	261.783	100%	273.387	100%

**Kaynak:** ETKB. (2017). Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü.

Ülkemizde 2017 yılı sonu ile elektrik üretimimizin % 37'sini doğalgaz, %33'ünü kömür, % 20'sini hidrolik enerji, % 6'sını rüzgâr, % 2'sini jeotermal enerji ve % 2'sini diğer kaynaklar karşılamaktadır. Ülkemiz, birincil enerji tüketiminde % 1,0 pay ile dünyada 19. sırada yer almaktadır (ETKB, 2017).

### 2.2.1. Yenilebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji, sürekli devam eden doğal süreçlerdeki var olan enerji akışından elde edilen enerjidir. Yenilenebilir enerji kaynakları doğal kaynaklardan sağlanır ve sürdürülebilirliği mümkün olan enerjilerdir. Başlıca yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş, rüzgar, hidrolik, jeotermal ve biyokütle yer almaktadır.

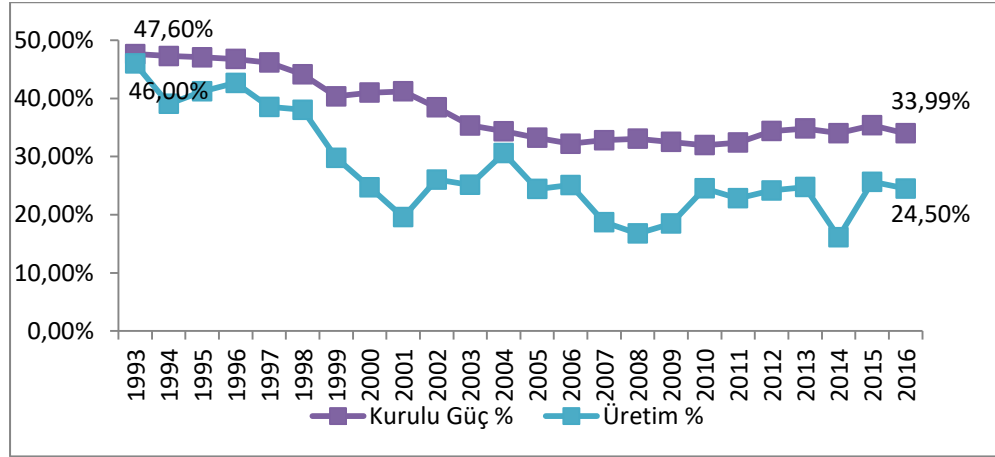
### 2.2.1.1. Hidrolik Enerji

Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi sonucunda ortaya çıkan enerji çeşididir. Suyun üst kısımlardan alt kısımlara dökülmesi ile ortaya çıkan enerji, türbinlerin dönmesini sağlayarak elektrik enerjisine dönüşmektedir. Hidrolik enerji, maliyet bakımından yenilenebilir enerji türleri içerisinde avantajlı konumdadır. Bu nedenle dünya çapında yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en yaygın kullanıma sahip enerji kaynağıdır. Hidroelektrik santraller, çevre dostu, temiz, yenilenebilir, verimi çok, yakıt masrafı olmayan, işletme maliyeti minimum seviyelerde olan, ömrü uzun ve dışa tabi olmayan iç kaynaktır (Karagöl ve Kavaz, 2017: 13).

Hidrolik enerji iklim şartlarındaki değişimlere duyarlıdır ve potansiyeli yağış oranına bağlıdır. Hidroelektrik santraller, başka üretim çeşitleri ile karşılaştırıldığında minimum ölçüde işletme maliyetine, çok uzun süreli işletme ömrüne ve maksimum verime sahiptirler. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında olduğu gibi, hidrolik enerjinin üretilmesi için de ülkelerin coğrafi konumu oldukça önemlidir. Özellikle inişli çıkışlı arazilere ve bol yağış rejimine sahip ülkeler bu enerji çeşidinin potansiyeli açısından avantajlı konumdadır. Bu avantajlara sahip ülkeler arasında Brezilya, Türkiye, Hindistan, Vietnam ve Malezya yer almaktadır. Bu ülkeler hidrolik enerji alanında ciddi kapasite artışları gerçekleştirmektedirler (Karagöl ve Kavaz, 2017: 13).

Hidroelektrik santraller; sera gazı emisyonu üretmemeleri, yakıt masraflarının olmaması, yenilenebilir kaynaktan enerji elde etmeleri, inşaatının yerli imkanlarla yapılabilmesi, uzun ömürlü olması, işletme bakım masraflarının az olması, kırsal bölgelerde ekonomik ve sosyal hayatı canlandırması, istihdam imkanı yaratmaları gibi avantajları nedeniyle en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarıdır (YEGM). Türkiye'nin, başka enerji seçenekleri karşısında yerli kaynak olan suyu kullanan hidroelektrik santrallerine gerekli önceliğin verilmesi, ekonomik ve stratejik bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Ülkemizde hidroelektrik enerjinin gelişimi, enerjide arz güvenliğini sağlamak amacıyla, yenilenebilir ve yerli olması bakımından teşvik edilmektedir. Hidroelektrik enerjinin gelişimi, rüzgar, jeotermal vb. yenilenebilir, temiz ve yerli diğer enerji kaynaklarının önünde değerlendirilmektedir. Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejik Belgesiyle 2023 yılına kadar

ekonomik ve teknik açıdan değerlendirilebilecek hidroelektrik potansiyelinin tümünün elektrik enerjisi üretiminde kullanılması amaçlanmıştır. Ancak, hidroelektrik enerjinin, yenilenebilir bir enerji kaynağı olması ve küresel ölçekteki su döngüsüne bağlı olduğu unutulmamalıdır (Gökdemir, Kömürcü ve Evcimen, 2012: 18).



**Şekil 1. Hidroelektrik Santrallerinin Elektrik Kurulu Gücü ve Üretimdeki Payı (%) (1993-2016)**

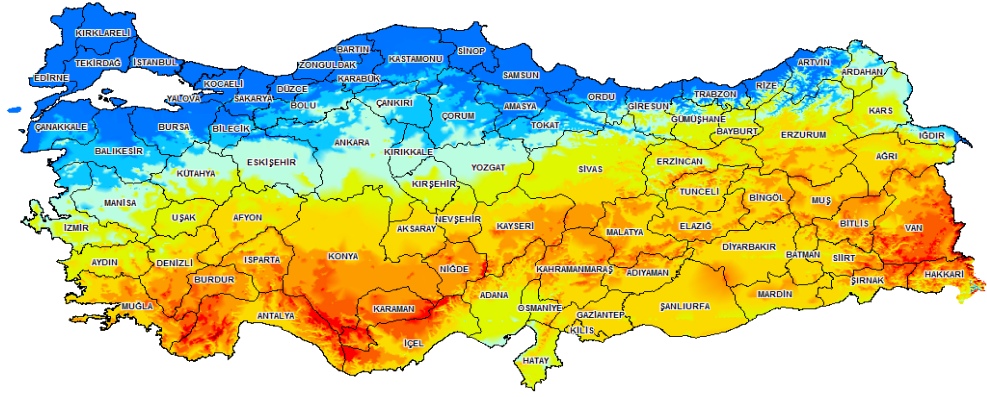
**Kaynak:** TEİAŞ. (2017) Sektör Raporu

Ülkemizde, Haziran 2017 itibariyle 649 adet HES bulunmaktadır ve 273.387 GWh olan elektrik üretimimizin, 67.268 GWh'i hidroelektrik santrallerden karşılanmaktadır. Bu HES'ler 26.681 MW'lık kurulu güce sahip olup toplam kurulu güç içindeki payı yaklaşık % 34'tür (ETKB, 2017).

### 2.2.1.2. Güneş Enerjisi

Güçlü bir enerji kaynağı olan Güneş Enerjisi, güneş çekirdeğinde bulunan ve hidrojen gazını helyuma çeviren füzyon reaksiyonunun sonucunda oluşmaktadır. Güneş enerjisi dünyanın en önemli, en eski ve en yaygın enerji kaynağıdır ve konvansiyonel (alışılmış) enerji kaynaklarının tümünün doğrudan veya dolaylı bir şekilde faydalandıkları bir enerji türüdür. Bu enerji türünden elektrik ve ısı elde etmek için yararlanılmaktadır (TÇVY, 2006: 35).

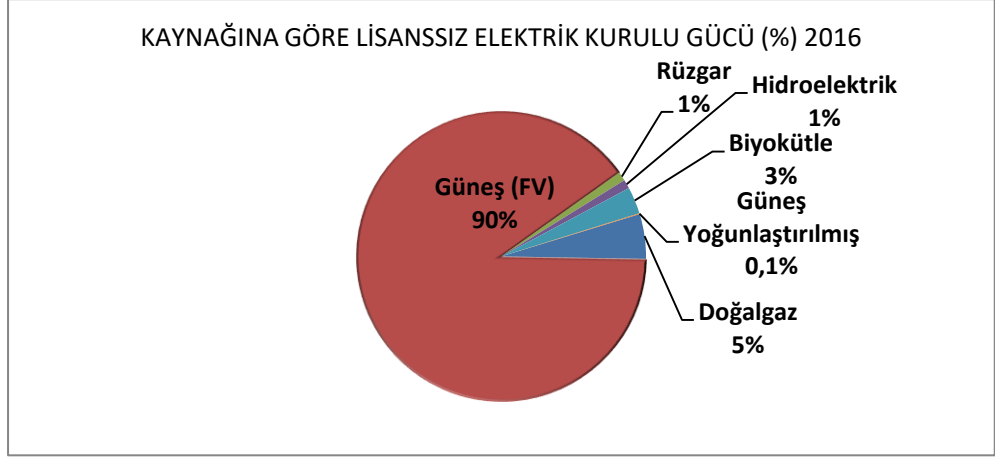
Güneş enerjisi doğa dostu bir enerji kaynağı olması sebebiyle fosil enerji türlerine alternatif olmaktadır. Türkiye'nin coğrafi konumu dikkate alındığında güneş enerjisi potansiyelinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, ülkemiz yıl içerisinde 2.741 saat güneşlenme süresine sahiptir. Bu süre günlük 7,5 saate denk gelmektedir. Tüm yıl gelen güneş enerjisi ise 1.527 kWh/m<sup>2</sup>.yıl (günlük toplam 4,18 kWh/m<sup>2</sup>) olarak tespit edilmiştir (Yılmaz, 2012: 44).



**Şekil 2. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA)**

**Kaynak:** www.yegm.gov.tr

EİE tarafından 2010 yılında derlenen Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası doğrultusunda Türkiye'de yaklaşık olarak 56.000 MW gücünde termik santral kapasitesi karşılığı güneş enerjisi potansiyeli bulunmaktadır. Bu potansiyelden yararlanılarak senelik yaklaşık 380 milyar kWh elektrik enerjisi üretilebileceği öngörülmüştür (Yılmaz, 2012: 45). Türkiye'de bu önemli potansiyelden ticari olarak faydalanma, GES kurulumunun maliyetinin yüksekliği ve iletim sistemine katılmasındaki birtakım problemlerden dolayı bugüne kadar oldukça azdır. GES'lere en yakın trafo merkezine bağlanma şartı konularak iletim şebekesine bağlanan santrallerin 2012'de 500 MW, 2013'de 600 MW'ı aşamayacağı yönündeki kısıtlamalar GES yatırımlarını sınırlandırmıştır. Türkiye'de 2018 Haziran ayı sonu itibarıyla PV güneş enerjisi santrali kurulu gücü 4.726 MW olup bunlardan 4.703 MW'ı lisanssız, 23 MW'ı lisanslıdır (Öztürk, 2017: 25).



**Şekil 3. Kaynağına Göre Lisansız Elektrik Kurulu Gücü (%) (2016)**

**Kaynak:** TEİAŞ. (2017) Sektör Raporu ve Öztürk, 2017:26

GES'ler elektrik üretimine 2014 yılında başlamıştır. Lisansız elektrik kurulu gücü içerisindeki payı %90'ın üzerinde olması GES'lerin santrallerinin küçük hacimli olması ve ürettikleri elektriğin büyük bir kısmının üretildiği yerde tüketildiğini göstermektedir (Öztürk, 2017: 26). 2017 yılı sonunda, 3.421 MW'lık kurulu güç ile 3.616 adet Güneş Enerji Santrali işletmede bulunmakta olup Türkiye toplam kurulu gücünün yaklaşık % 4'üne tekabül etmektedir. 2017 yılı içerisinde 2.684 GWh elektrik üretimi güneş enerjisinden elde edilmiş olup elektrik üretimimizin % 0.91'ini oluşturmaktadır (ETKB, 2017).

### 2.2.1.3. Rüzgâr Enerjisi

Güneş radyasyonunun yer yüzeyini farklı ısıtması sonucunda rüzgar oluşur. Rüzgar enerjisi, dünyaya ulaşan güneş enerjisinin % 2 'sidir. Güneşin, atmosferi ve yer yüzeyini homojen ısıtamamasından kaynaklanan sıcaklık ve basınç farkı hava akımına neden olur. Bir hava kütlesi mevcut durumundan daha çok ısınırsa atmosferin üst tarafına doğru yükselir ve bu hava kütesinin yükselmesiyle boşalan alana, benzer hacimdeki soğuk hava kütlesi yerleşir. Bu şekilde yer değiştiren hava kütlelerine rüzgâr adı verilmektedir (YEGM).

Rüzgâr enerjisi, yenilenebilir enerji kapasitesi bakımından yaygın olarak kullanılan enerji kaynakları içerisinde ön sıralarda yer almaktadır. Ticari anlamda da en elverişli enerji türüdür. Elektrik üretimi için önemli bir faktör olan rüzgar enerjisi, elektrik ihtiyacını gidermede gelişen bir role sahiptir. Çin rüzgâr enerjisi kapasitesi bakımından dünya sıralamasının başında yer almaktadır. Çin'den sonra sırayla ABD, Almanya, Hindistan, İspanya ve Birleşik Krallık gelmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017: 16).

Bilinen kaynaklara göre rüzgâr gücünden elde edilen ilk elektrik üretimi 1890 yıllarında Danimarka'nın Lolland adası yakınlarında 5 MW güçle çalışan Vindeby rüzgâr çiftliğidir. Rüzgar gücünden ilk üretimini gerçekleştiren Danimarka, 2015 yılı içerisinde toplam enerji üretiminin yaklaşık yarısını rüzgâr enerjisi tarafından karşılamıştır. Almanya'nın ise bazı bölgelerinde bu oran % 60 civarlarındayken Uruguay, Portekiz, İrlanda ve İspanya'da % 15 civarlarındadır. ABD dünyanın en büyük rüzgar enerjisi üreticisi konumundadır ve ürettiği enerjiyi dış piyasalara satmaktadır. ABD'nin rüzgar enerjisinden ürettiği elektriğin oranı % 4,5'dir. Çin'de ise bu oran % 3,2 civarlarındadır. Ülkeler ilerleyen zaman içerisinde elektrik üretiminde rüzgar enerjisi kullanımına daha fazla önem verecektir. IEA verileri doğrultusunda 2050 yılına kadar dünya üzerinde kullanılan elektriğin % 18'inin rüzgâr enerjisinden sağlanacağı tahmin edilmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017: 15-16).

Bu rakamlara bakıldığında gün geçtikçe elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları olan rüzgâr ve güneş enerjisinden daha fazla faydalanılacağı görülmektedir. Dünya piyasasında elektrik üreticilerinin hidrolik yerine bu enerji kaynaklarından faydalanmayı tercih ettiği ve edeceği de son yıllarda yapılan yatırımlardan anlaşılmaktadır. Bunların yanı sıra ilerleyen dönemlerde bu alanlardaki teknolojinin gelişimiyle birlikte yatırım maliyetlerinin düşeceği ve rüzgâr ve güneş enerjisi ile elektrik üretiminin daha da yaygınlaşacağı anlaşılmaktadır (Karagöl ve Kavaz, 2017: 15).

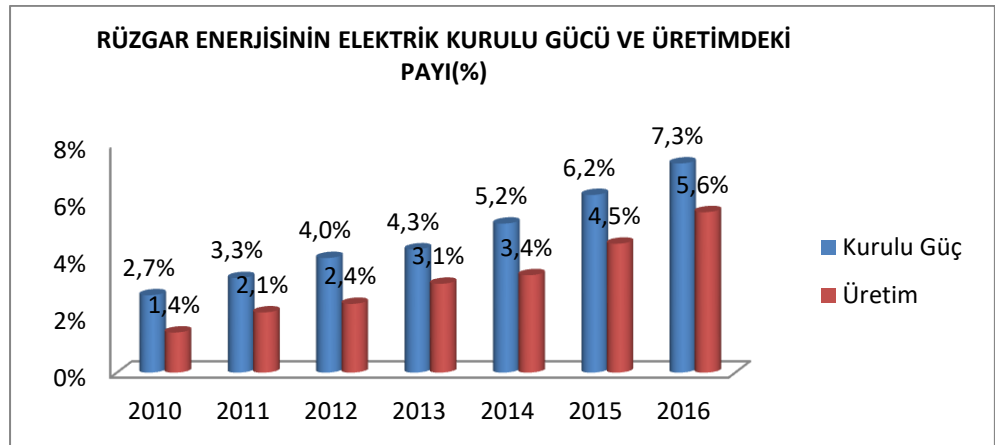
Türkiye 784.347 km<sup>2</sup> yüzölçümü ile geniş alana sahip bir ülke olup iklim özellikleri bakımından önemli bir rüzgâr kapasitesine sahiptir. Türkiye'deki rüzgâr enerjisi potansiyeli; rüzgârın şiddeti ve sürekliliği doğrultusunda bölgeler arasında



farklılık göstermektedir. Türkiye’ de yerden 50 metre yükseklikte ve 7.5 m/s üzeri rüzgâr hızı bulunan kesimlerde kilometrekare başına gücü 5 MW olan rüzgâr santrali kurulması konusunda karar alınmıştır. Alınan kararlar neticesinde, Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) hazırlanmıştır. Ülkemizin rüzgâr enerjisi kapasitesi 48.000 MW olarak tespit edilmiştir. Ülkemizin yüz ölçümünün % 1,30’u bu kapasiteye karşılık gelen alan olarak belirtilmektedir (ETKB, 2017).

1998 yılında İzmir Çeşme’de (8,7 MW) işletmeye açılan rüzgar santrali, ülkemizde ticari statü taşıyan ilk santraldir. Rüzgâr enerjisine bağlı elektrik üretim kapasitesi dünya genelinde 2000 yılından sonra artarken Türkiye’de 2006 yılına kadar rüzgâr enerjisi ile ilgili önemli gelişmeler yaşanmamıştır. Türkiye’de rüzgâr enerjisi 2006 yılından itibaren gelişme kaydetmiştir. 2005 yılında yasalaşan 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanununun bu gelişmelere önemli katkısı olmuştur ve yenilenebilir enerji kaynaklarında talep artışı yaşanmıştır.

Türkiye’de 2017 Haziran ayı itibariyle 154 lisanslı, 31 lisansız olmak üzere toplam 185 adet RES bulunmaktadır. Bu RES’ler toplam 6.161 MW kurulu güce sahiptir ve büyük oranda kıyı kesimlerdeki İzmir, Balıkesir, Çanakkale ve İstanbul illerinde bulunmaktadır (Öztürk, 2017: 24).



**Şekil 4. Rüzgar Enerjisinin Elektrik Kurulu Gücü ve Üretimdeki Payı (%) (2010-2016)**

**Kaynak:** TEİAŞ. (2017) Sektör Raporu ve Öztürk, 2017: 24

Günümüzde üretilen rüzgâr enerjisi enerji açığını kapatabilecek oranda değilse de gelecekte daha yaygın hale geleceği öngörülmektedir. Rüzgâr enerjisi uygulamalarının ilk yatırımının yüksek maliyetli olması, kapasite faktörlerinin düşük olması, değişken enerji üretimi vb. engelleri bulunmaktadır. Fakat yenilenebilir bir kaynak olması, çevre dostu olması, atmosferde bol ve serbest bulunması, kaynağının güvenilir olması, zamanla bitmesi veya fiyatının artma riskinin olmaması, işletme bakım maliyetlerinin düşük olması, kısa sürede işletmeye alınabilmesi ve küçük bir alanda santrallerin kurulabilmesi gibi çeşitli avantajları bulunmaktadır (ETKB, 2017)

#### **2.2.1.4. Biyokütle Enerjisi**

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde biyokütle enerjisi sonsuz bir kaynaktır. Biyokütle enerjisi, her ortamdan temin edilebilmesi, bilhassa kırsal alanlarda ekonomik ve sosyal gelişmelere katkısından dolayı stratejik bir enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir. Biyokütle veya biyomas enerjisi, organik maddelerden çeşitli yollarla elde edilmektedir. Bu enerji çoğunlukla ısınma amaçlı kullanılmaktadır. Biyokütle enerjisinin hammaddesi odun kömürü ve hayvan gübresinden oluşmaktadır. Mısır, buğday vb. türde özel yetiştirilen bitki türleri, hayvan dışkısı, sanayi ve gübre atıkları, yosun ve otlar, denizde bulunan algler ve evlerden atılan meyve ve sebze türü çöpler biyokütle için kaynak oluşturmaktadır (YEGM).

Biyokütle enerjisi yakma işlemi sonucu elde edilmektedir. Kentsel atıklardan, enerji tarımı ürünlerinden, tarımsal endüstri atıklarından yanma işlemi ile veya çeşitli yöntemler kullanarak sıvı, katı ve gaz yakıtla dönüştürülerek biokütle yakıt elde edilerek ısı ve elektrik üretilmektedir. Petrol, doğalgaz gibi yenilenemez enerji kaynaklarının sınırlı olması ve bu kaynakların bazılarının çevre kirliliğine sebebiyet vermesinden dolayı enerji problemini çözmede biyokütle kullanımı günden güne önemli hale gelmiştir (Dolun, 2002: 56).

Son yıllarda enerji taleplerinin karşılanması ve çevresel faktörlerin önemi ile bazı ülkelerde biyoenerji üretimi artmaktadır. Fakat sektör son dönemlerde birtakım piyasalarda petrol fiyatlarının düşüklüğü ve politika belirsizliklerinin yaşanmasından

dolayı çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Biyokütle enerjisinden ısınma, enerji ve ulaşım gibi çeşitli alanlarda faydalanılmaktadır. Biyokütle enerjisi dünyada tüketilen toplam enerjinin % 14'üne karşılık gelmektedir ve bu oranın % 4'ü hidrojen ile işlem görmüş bitkisel yağlar, % 22'si biyodizel yakıtlar ve % 74'ü de etanol yakıtlardan oluşmaktadır. Biyokütle enerjisi üretiminde ABD birinci sıradadır ve üretimdeki payı % 46'dır. İkinci sırada yer alan Brezilya'da ise bu oran % 24'tür. 2015 yılında biyoyakıt üretimi dünya genelinde % 0,9 oranında artış göstererek 2000 yılından bu yana en yavaş büyüme oranına sahip olmuştur. Etanol yakıt üretiminde 2015 yılında % 4 oranında artış meydana gelmiştir. Fakat biyodizel üretimine bakıldığında önemli üretim bölgelerindeki azalma sebebiyle % 4,9 oranında düşüş göstermiştir.

Ülkemizde biyokütle atık kapasitesinin yaklaşık 8.6 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP), üretilebilecek biyogaz miktarının 1,5-2 MTEP olduğu öngörülmektedir. Türkiye'de toplam kurulu gücü 695 MW olan biyokütle kaynaklı elektrik üretim santrallerinden, 2018 Haziran ayı sonu itibarıyla 1.610 GWh elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir (ETKB, 2017).

### **2.2.1.5. Jeotermal Enerji**

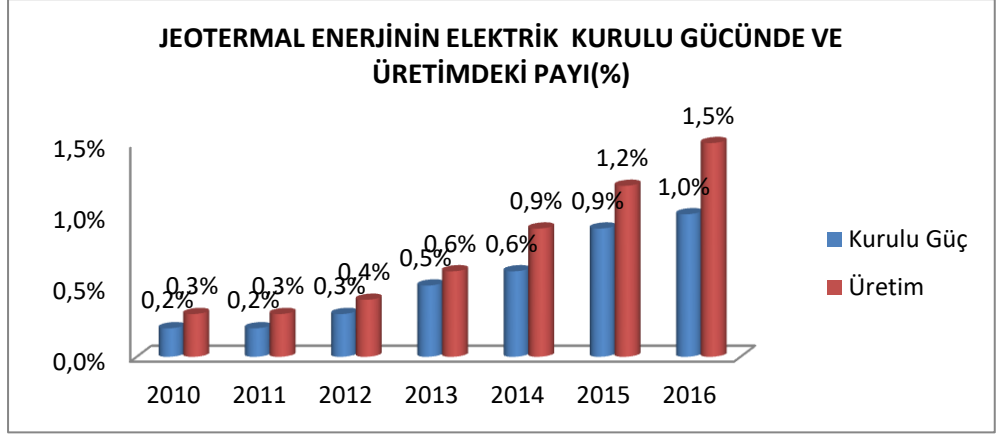
Jeotermal enerji yerin en alt seviyelerindeki kayalar içerisinde toplanan ısının rezervuarlarda toplanması ile oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Jeotermal enerji, düşük maliyetli olması, çevreye zarar vermemesi, iklim koşullarından etkilenmemesi, rüzgar ve güneş gibi hava koşullarına bağlı olmaması ve enerji arz güvenliğine sağladığı katkılardan dolayı yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde önemli bir yere sahiptir. Ülkelerin coğrafi özelliklerine bağlı olarak yaygın bir şekilde faydalanılmaktadır (ETKB, 2017).

Uygun jeolojik şartlarda yer kabuğunun derinliklerinde doğal yöntemlerle oluşan ve yeryüzüne kendiliğinden çıkan bu sular tuz, mineral ve türlü element özellikleri bakımından çeşitlilik göstermektedir. Jeotermal kaynaklar 20. yüzyılın başına kadar sağlık alanında ve yiyecekleri pişirmek amacıyla kullanılmıştır. Teknolojide yaşanan gelişmelerle birlikte farklı alanlarda doğrudan ve dolaylı olarak

kullanım alanı bulmuştur. Jeotermal kaynaklar ısı ve kimyasal özelliklerine göre çeşitli şekillerde kullanım alanlarına sahiptir. Jeotermal kaynakların en yaygın kullanıldığı alanlar elektrik üretimi, ısıtmacılık ve sanayideki türlü kullanımlardır. Düşük (20-70°C) sıcaklıklı alanlar öncelikli olarak ısıtmacılık, endüstri ve kimyasal madde üretiminde kullanılmaktadır. Orta (70-150°C) ve yüksek sıcaklıklı (150°C'den yüksek) alanlar ise elektrik üretimiyle birlikte reenjeksiyon koşulları doğrultusunda entegre şekilde ısıtma uygulamaları için de kullanılmaktadır (YEGM).

Ülkemiz, Alp-Himalaya kuşağı üzerinde bulunmaktadır ve aktif faylar bakımından çok zengindir. Bu nedenle yüksek jeotermal kapasitesine sahiptir. Türkiye'nin jeotermal kapasitesi teorik olarak 31.500 MW'tır ve kapasite bakımından dünyada yedinci Avrupa'da ise ilk sıradadır. Bunun aksine ülkemizde jeotermal kaynakların elektrik üretimindeki payı % 1,5 oranındadır (Öztürk, 2017: 27). Türkiye'de jeotermal potansiyelinin büyük bir bölümü Batı Anadolu'da yer almaktadır ve tüm kapasitenin %78'ine karşılık gelmektedir. Bu potansiyel İç Anadolu'da % 9, Marmara Bölgesinde % 7, Doğu Anadolu'da % 5 ve diğer bölgelerde % 1 civarındadır. Ülkemizde jeotermal kaynakların % 90'ı orta ve düşük sıcaklık kategorisinde yer almaktadır. Bu nedenle termal turizm, ısıtma, mineral eldesi vb. gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. % 10'luk bir kısmı ise elektrik enerjisi üretimi için uygun görülmektedir. (ETKB, 2017).

2002 yılından itibaren jeotermal enerjide ülkemiz ciddi gelişmeler kaydetmiştir. 2002 yılında elektrik üretimine elverişli saha sayısı 16 iken 2016 yılında 25 adede çıkartılmış ve 2002 yılında 15 MW olan elektrik üretimimiz 2016 yılı sonunda % 5.36 'lık bir artışla 820 MW olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıllarda 30.000 konut jeotermal enerjiden ısınma amaçlı faydalanırken 2016 yılında bu rakam 114.567 olarak belirlenmiş ve toplamda % 281 oranında bir artış göstermiştir. 2016 yılı itibariyle dünya genelinde jeotermal enerji 13,300 MW'lık kurulu güce sahiptir. Senelik elektrik üretim miktarı takribi 75 milyar kWh olup elektrik dışı kullanım ise 70.328 MW termaldir (ETKB, 2017).



**Şekil 5. Jeotermal Enerjinin Elektrik Kurulu Gücünde ve Üretimdeki Payı (%) (2010-2016)**

**Kaynak:** TEİAŞ. (2017) Sektör Raporu ve Öztürk, 2017:27

Elektrik üretiminde jeotermal enerjiden yararlanan ilk beş ülke; ABD, Filipinler, Endonezya, Yeni Zelanda ve İtalya'dır (ETKB, 2017). Dünyada jeotermal enerjiden elektrik üretim oranı takribi % 0,04'tür. IEA' nın yapmış olduğu tahminlere göre 2050 yılında toplam elektrik üretiminin yaklaşık % 3,5'i jeotermal enerjiden elde edilecektir. Ülkemiz jeotermal enerji kapasitesi bakımından sekizinci sırada yer almaktadır. 2015 yılında yaşanan kapasite artışı doğrultusunda dünyada birinci sıradadır. Türkiye'de yaşanan bu kapasite artışı dünyada gerçekleşen 315 MW' lık artışın yaklaşık % 50'sine denk gelmektedir. Türkiye'den sonra dünyada en yüksek kapasite artışı gerçekleştiren ülkeler ABD, Meksika ve Kenya'dır (Karagöl ve Kavaz, 2017: 17).

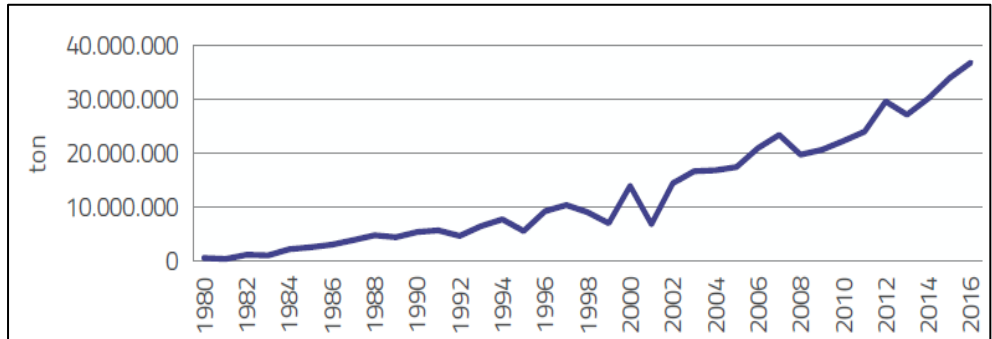
### 2.2.2. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Zaman içerisinde biten ve oluşumu çok uzun yıllar alan enerji kaynaklarına yenilenemez enerji kaynakları denir. Kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerji başlıca yenilenemez enerji kaynaklarıdır.

### 2.2.2.1. Kömür

Kömür dünyanın en bol, en sağlam, en güvenilir fosil yakıttır ve insanoğlunun yaşamında önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde bulunan fosil enerji kaynakları içerisinde en önemli pay kömüre aittir. Elektrik üretimi, demir-çelik, çimento imalatı, ısınma gibi birçok alanda kömürden faydalanılmaktadır. Dünyada elektrik üretiminin yaklaşık % 40'ı kömürden elde edilmektedir. Bu oran, ABD'de ve Almanya'da % 53, Yunanistan'da % 69, Çin'de % 75, Danimarka'da % 77, Avustralya'da % 83, Güney Afrika'da % 93, Polonya'da % 95'dir. Ülkemizde kömürden üretilen elektrik enerjisinin oranı % 32'dir (TKİK, 2016).

Ülkemizde elektrik kurulu gücü ve üretiminde yerli kömürün payı giderek azalırken ithal kömür payında artış gözlenmektedir. Ülkemizde kömür rezervlerinin ömrünü doldurması dolayısıyla üretimde düşüş yaşanması ve ithal kömür fiyatlarının yerli kömür fiyatlarına göre daha uygun olması bu durumu etkilemektedir. Ülkemizde 1980'li yıllardan önce başlayan kömür ithalatı çok düşük miktarlarda gerçekleşmekteydi. 1990'lı yıllarda 10 milyon tonun, 2000'li yıllarda ise 20 milyon tonun üzerinde gerçekleşen kömür ithalatı 2016 yılı için yaklaşık 37 milyon ton düzeyindedir. 2016 yılı içerisinde en fazla kömür ithalatı yapılan ülke 15,6 milyon ton ile Kolombiya'dır. İkinci sırada ise 12,4 milyon ton ile Rusya yer almaktadır. Güney Afrika Cumhuriyeti ile 2,3 milyon ton, Avusturalya ile 2,3 milyon ton, Kanada ile 1,3 milyon ton ve ABD ile 1,2 milyon ton kömür ithalatı yapılmıştır (TKİK, 2016).



Şekil 6. Türkiye Kömür İthalatı (1980-2016)

**Kaynak:** TKİK.(2016) Kömür Sektör Raporu.

Türkiye, üretilen kömürün yaklaşık % 95'i linyittir. Ülkemiz linyit rezerv ve üretim miktarı bakımından küresel ölçekte orta seviyede, taşkömüründe ise alt seviyelerde değerlendirilmektedir. Dünyada linyit/alt bitümlü kömür rezervlerinin % 3,2'lik kısmı ülkemizde yer almaktadır (ETKB, 2017). Ülkemizde 15,6 milyar ton linyit rezervi bulunmaktadır. Bu rezervin % 55'i Elektrik Üretim A.Ş. 'ye aittir. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumunun bu rezerv içindeki payı % 24, özel sektörün % 20 ve Maden Tetkik Aramanın % 2'dir. Türkiye 1,3 milyar tonluk taş kömürü rezervine sahiptir. Bu rezervler Türkiye Taş kömürü Kurumu (TTK) ve rödovanslı şirketlerin bünyesinde (Öztürk, 2017: 20).

ETKB'nin 2015-2019 Stratejik Plan ve 2023 Yılı hedefleri arasında 2016 yılı itibariyle yerli kömür ile ürettiğimiz 43.500 MWh elektrik üretimimizin 60.000 MWh'a çıkartılması yer almaktadır. Ayrıca mevcut tüm linyit taş kömürü rezervlerinin elektrik üretiminde kullanılması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda 2016 yılı içerisinde ETKB yerli kömür ile üretilen elektriğe satın alma garantisi vererek elektrik üretiminde yerli kömürün oranı arttırılmak istenmiştir (Öztürk, 2017: 19).

Linyit, ülkemizde genellikle termik santrallerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni barındırdığı kül ve nem miktarının fazla, ısı değeri düşük olmasıdır. Türkiye'de linyit rezervlerinin yaklaşık % 46'sı Afşin-Elbistan havzasındadır. Taşkömürü ise yüksek kalorili kömürler grubunda yer alır. Zonguldak ve çevresi Türkiye'nin taşkömürü rezervleri bakımından stratejik bir öneme sahiptir ve Zonguldak havzasında toplam 1,30 milyar ton rezerv bulunmaktadır. Havzada mevcut görünür rezerv 506 milyon ton civarındadır (ETKB, 2017). Türkiye'de 2016 yılında üretilen taş kömürünün yaklaşık %47'si elektrik santrallerinde, %23'ü konutlarda ısınma amaçlı, %19'u kok kömürü üretiminde, %7'si sanayide %2'si ise demir-çelik sanayinde kullanılmaktadır (Öztürk, 2017: 20).

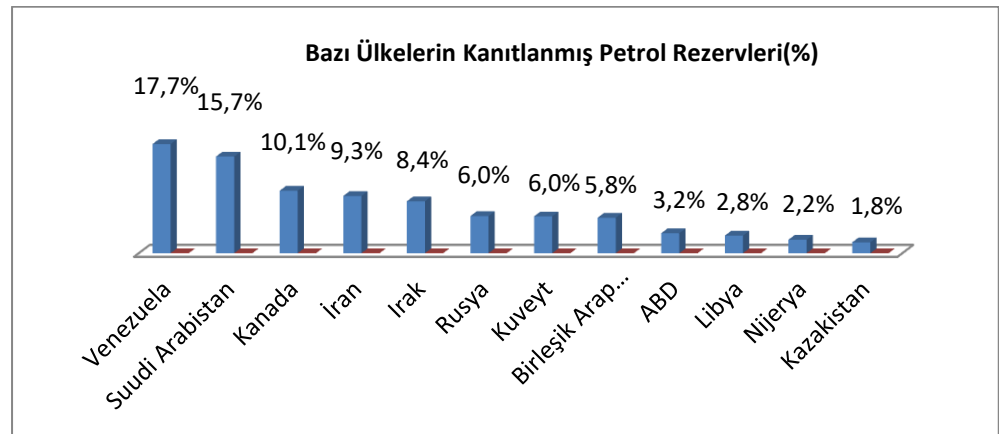
Ülkemizde artan enerji talebini karşılamak amacıyla dışa bağıllığı minimize etmek ve enerji üretiminde yerli kaynakları etkili şekilde kullanmak için 2005 yılından itibaren yeni kömür sahalarının bulunması ve mevcut sahaların geliştirilmesi çalışmaları hız kazanmıştır. Çalışmalar sonucunda 8,3 milyar ton olan mevcut

rezerve ilave olarak 7,38 milyar ton yeni linyit rezervi eklenmiş olup 2015 yılı itibariyle bu rakam yaklaşık 15 milyar tona ulaşmıştır. 2016 yılı içerisinde kömür kaynaklı santraller toplam 92,3 TWh elektrik üretmiştir ve bu rakam toplam elektrik üretimimizin % 33,9'na karşılık gelmektedir. 2016 yıl sonu itibariyle ülkemizde 17.316 MW kurulu güce sahip kömür kaynaklı santral mevcuttur. Bu rakam toplam kurulu gücümüzün % 22,1'ine denk gelmektedir. Bu santrallerin 9.437 MW yerli kaynak ve 7.879 MW ithal kömür kaynaklıdır (ETKB, 2017).

### 2.2.2.2. Petrol

Petrol; temel olarak hidrojen ve karbondan oluşmaktadır ve az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt barındıran çok karmaşık bir bitümdür. Doğada gaz, sıvı ve katı halde bulunmaktadır. Kimyasal bileşimlerine göre petrolün rengi değişiklik göstermektedir (ETKB, 2017).

2016 yılı dünya petrol rezervi 1.707 milyar varildir. 2015 yılı ile kıyaslandığında dünya petrol rezervi minimum miktarda artmıştır. Irak 10,5 milyon varil ile en çok rezerv artışı gösteren ülkedir. Trinidad ve Tobago ise 0,6 milyon varil ile rezervleri en fazla azalan ülkedir.



Şekil 7. Bazı Ülkelerin Kanıtlanmış Petrol Rezervleri (%)

Kaynak: ETKB. (2017). Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü.



2015 de 50,7 yıl olan dünya petrol rezervi 2016 yılında 50,6 yıla düşmüştür. 2017 yılı sonu ile dünya enerji talebinin % 33,7'sini karşılayan ham petrol birincil enerji kaynakları arasında önemli bir konuma sahiptir (ETKB, 2017).

Dünya üretilebilir doğalgaz ve petrol rezervlerinin yaklaşık % 72'lik kısmı, ülkemize yakın bir coğrafyadadır. Türkiye, dünya kanıtlanmış petrol ve doğal gaz rezervlerinin % 75'ine sahip ülkelere komşudur. Türkiye, enerji bakımından zengin Orta Doğu, Hazar ve Orta Asya ülkeleri ile Avrupa'daki tüketici piyasaları arasında doğal bir "Enerji Merkezi" olabilmek için birçok önemli projede yer almakta ve bu projeleri desteklemektedir (ETKB, 2017).

2017 yılının ilk 6 aylık dönemi sonunda ülkemizde üretilebilir ham petrol rezervi 332,8 milyon (48 milyon ton) varildir. Mevcut rezervler dışında yeni kaynakların bulunmaması halinde mevcut üretim seviyesi ile ülkemizde ham petrol rezervinin toplamda 18 senelik bir ömrü vardır. 2017 yılının ocak ve mayıs ayları arasındaki döneme ait tüketimin takribi % 7,7'si yerli üretimle karşılanmıştır (ETKB, 2017).

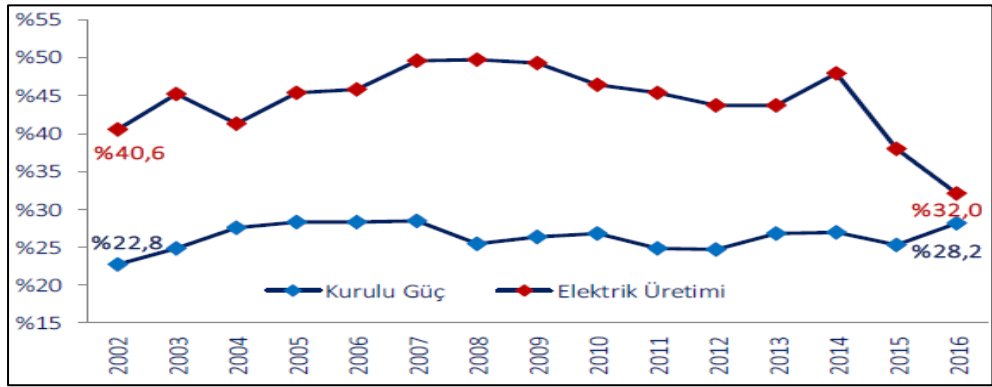
### **2.2.2.3. Doğalgaz**

Denizlerde yaşamış olan bitki ve hayvan kalıntılarının milyonlarca yıl kayalıkların ve çamurların içinde yüksek basınç ve sıcaklıkta kalması sonucu doğal gaz ve petrol meydana gelmektedir (Dolun, 2002: 47). Fosil yakıtlar içerisinde en temiz enerji kaynağıdır. Petrolün bir türevi olan doğalgaz yanıcı, kokusuz, havadan hafif ve renksizdir. Çoğunlukla petrol ile birlikte yerin altında veya gaz rezervuarlarında bulunmaktadır. Kaynağından çıkarıldığı haliyle herhangi bir işlem görmeden kullanılabilir ve boru hatları aracılığıyla veya sıvılaştırılarak tankerlerle taşınmaktadır. Ülkemizde, kısıtlı bulunan doğalgazın depolanmasından dağıtım sürecine kadar olan tüm faaliyetler BOTAŞ Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir (ETKB, 2017).

Dünya doğalgaz rezervlerinin büyük bölümü Orta Doğu ülkelerindedir ve 79 trilyon metreküp rezervleri bulunmaktadır. Avrasya ve Avrupa ülkelerinin rezervleri

57 trilyon metreküp, Afrika/Asya Pasifik ülkelerinin rezervleri ise 32 trilyon metreküptür (ETKB, 2017).

Diğer fosil kaynaklara göre doğa dostu olarak bilinen doğalgaz 21. yüzyılın stratejik enerji kaynaklarından birisidir. Doğalgaz Türkiye enerji piyasasında oldukça hızlı gelişme göstermiştir. Türkiye’de 1976 yılında ilk doğalgaz üretimi Trakya’da gerçekleştirilmiştir. Üretilen gaz Hamitabat ve civarındaki sanayi kuruluşlarına verilmiştir. Fakat üretim değerleri düşük olduğu için pek yaygınlaşmamıştır (Şahin, 2007). Ülkemizde ise 2016 yılı sonunda üretilebilir doğal gaz rezervi 18,7 milyar metreküptür. 2017 yılı sonu itibariyle doğalgaz elektrik kurulu gücümüz ve üretimdeki payımız sırasıyla % 28,2 ve % 33,3’tür (Öztürk, 2017: 14).



**Şekil 8. Doğalgazın Elektrik Kurulu Gücü ve Üretimindeki Payı (%) (2002-2016)**

**Kaynak:** TEİAŞ. (2017) Sektör Raporu ve EPDK. (2017) Piyasa Gelişim Raporu

#### 2.2.2.4. Nükleer Enerji

Nükleer enerji atom çekirdeğinden elde edilmektedir. Nötronların çarpması sonucu ağır radyoaktif atomların parçalanarak daha küçük atomlara bölünmesi ile ya da hafif radyoaktif atomların bir araya gelerek daha ağır atomları oluşturmasıyla beraber çok fazla miktarda enerji ortaya çıkar. Ortaya çıkan bu enerji nükleer enerji olarak tanımlanmaktadır. Nükleer santraller, atom çekirdeğinin bölünmesiyle

oluşan ısı enerjisini ilk olarak mekanik enerjiye daha sonra elektrik enerjisine çeviren sistemlerdir (Dolun, 2002: 52).

Günümüzde üzerinde en fazla konuşulan ve tartışılan enerji türü nükleer enerjidir. Nükleer etkileşim, nükleer enerji, atomik enerji tanımları ilk olarak İkinci Dünya Savaşı sırasında gündeme gelmiştir. Enerji üretimi için nükleer hammaddelerden yararlanılmasına yönelik ilk bilimsel çalışmalar 20. yüzyılın başlarında gerçekleşmiş olup Rutherford, Hans, Strassman, Oppenheimer ve Einstein gibi isimler bu alanda çalışan ilk bilim insanlarıdır (Karabulut, 1999).

Yaşanan petrol krizi ile beraber 1970'lerin başında, nükleer santraller yaygınlaşmaya başlamıştır. Petrol ve diğer hidrokarbon kaynaklar yönünden fakir olan ülkeler, nükleer santrallere yönelerek enerji arz güvenliklerini sağlamalarının yanı sıra temel olarak ülkelerinde az bulunan bu kaynaklara olan bağımlılıklarını azaltmayı amaçlamışlardır. Bu nedenle tüm dünyada nükleer santraller hızla işletmeye alınmıştır. 1979 yılında ABD'de meydana gelen Three Mile Island (TMI) ve 1986 yılında Sovyet Rusya'da gerçekleşen Çernobil kazaları ile bir miktar yavaşlama gösterse de, nükleer santrallerin tüm dünyada kurulma süreci devam etmiştir. Mevcut kazalar göz önünde bulundurularak güvenlik kavramı gündeme gelmiştir. Tüm dünyada güvenilir nükleer santrallerin inşa edilmesi ve işletilebilmesi amacıyla teknik ve idari açıdan gelişmeler yaşanmıştır. Nükleer enerji denetleme kurum ve kuruluşları oluşturularak bu faaliyetlerin kontrolünün ve takibinin yapılmasına başlanmıştır (ETKB, 2017).

Nükleer enerji santralleri, düşük üretim ve yüksek yatırım maliyetinin olması, insana ve doğaya karşı önemli ölçüde zarar vermesi, nükleer atıkların depolanmasının sorun teşkil etmesi, kazalara karşı güvenliğin sağlanabilmesinin zor olması, nükleer silaha yönelik bir basamak teşkil etmesi ve santrallerde kullanılan yakıtların radyoaktif olması nedeniyle yurt içinde ve yurt dışında tartışmalara konu olmaktadır. Bunun yanı sıra nükleer enerji kullanımının enerji arz çeşitliliği yaratması, yakıt fiyatlarının dalgalanmasından etkilenmemesi, fosil yakıtlara oranla daha az sera gazı oluşturması, uzun işletme ömrünün olması ve iklim şartlarından etkilenmemesi gibi avantajlarından dolayı bazı kesimler tarafından desteklenmektedir. Günümüzde nükleer santrallerin 30-40 yıllık işletme ömrü

bulunmaktadır. Fakat gelişen teknolojiyle birlikte bu sürenin 60 yıla çıkabileceği öngörülmektedir (Köksal ve Civan, 2010: 119).

2017 yılı itibariyle dünya genelinde 31 ülkede 449 nükleer reaktör işletmede bulunmaktadır ve toplam kurulu gücü 392,2 Gwh'dır. 16 ülkede ise inşası devam eden 60 adet nükleer reaktör bulunmaktadır. Dünya elektrik arzının % 11'i bu reaktörlere karşılık gelmektedir. Elektrik üretiminin takribi % 76'sını nükleer enerjiden karşılayan Fransa dünya sıralamasında başı çekmektedir. Fransa' dan sonra Ukrayna elektrik üretiminin % 56'sını, Belçika % 37'sini, İsveç %34'ünü, Güney Kore % 30'unu, AB % 30'unu ve ABD % 20'sini nükleer enerjiden karşılamaktadır (ETKB, 2017).

Türkiye'de nükleer güç santrali kurma hedefi doğrultusunda çalışmaları 2010 yılı içerisinde başlayan, tamamen Rus sermayesi ile kurulması amaçlanan Mersin-Akkuyu santralının kapasitesi 4.800 MW olarak belirlenmiştir. Kurulacak olan bu santrale ait ilk ünitenin 2023 yılı içerisinde devreye alınması planlanmıştır. Geriye kalan ünitelerin ise 2026 yılı sonuna kadar bir yıl ara ile işletmeye alınması planlanmıştır. Akkuyu nükleer santralının inşasına 2018 yılı sonuna kadar başlanması hedeflenmektedir. Elektrik satın alım anlaşması kapsamında TETAŞ, üretilecek olan elektriğin ilk iki ünite için %70'ini ve üçüncü ve dördüncü ünitelerde ise % 30'unu 15 yıl boyunca satın alma garantisi vermiştir (ETKB, 2017).

Ülkemizin ikinci nükleer santral projesi ise 2013 yılında Japon hükümetiyle anlaşma yapılarak Sinop il sınırları içinde inşa edilmesi planlanmıştır. Santralin toplam kurulu gücünün 4.480 MW'lık kapasiteye sahip olması ve inşasının 2019 yılı sonuna kadar başlaması öngörülmektedir. Anlaşma gereği santralin birinci ve ikinci ünitelerinin 2023 ve 2024 yıllarında kalan ünitelerin ise 2027 ve 2028 yıllarında işletmeye alınması planlanmıştır (Öztürk, 2017: 32, ETKB, 2017).

### 3. TÜRKİYE'DE ELEKTRİK PİYASASI

#### 3.1. Türkiye'de Elektrik Enerjisi Piyasasının Tarihsel Gelişimi

Elektrik Enerjisi 19. Yüzyılın sonlarında bulunarak aydınlatma amaçlı insanların kullanımına sunulmuştur. Ülkemizde elektrik üretimi ilk defa 1902 yılında Tarsus'ta tesis edilen gücü 2 kW olan küçük bir su türbini vasıtasıyla gerçekleşmiştir (TEİAŞ). 1910 yılında uluslararası Macar şirketi Ganz Elektrik Company, Osmanlı Devleti'yle anlaşma imzalayarak elli yıl işletim karşılığında İstanbul'da elektrik santrali kurmuştur. Osmanlı Elektrik Anonim Şirketi adıyla faaliyet gösteren Ganz Elektrik Company 1914'te 15 MW güce sahip Silahtarğa termik santralinde elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir (EMO).

1935 yılında Etibank, Maden Tetkik ve Arama (MTA), Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) kurulmuş, ardından 1945 yılında İller Bankası elektrik sektöründe faaliyet göstermeye başlamıştır. 1953 yılında hidroelektrik santrallerin inşası hedeflenerek Devlet Su İşleri (DSİ) kurulmuştur. 1970 yılında 1312 sayılı kanun ile Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurularak elektrik sektöründeki dağılık yapının ortadan kaldırılması ve işletme bütünlüğünün sağlanması amaçlanmıştır. İmtiyazlı şirketlerin faaliyet bölgeleri ve belediye sınırları dışında kalan alanlarda tüm yurttaki elektriğin üretim, iletim, dağıtım ve satış hizmetleri Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) çatısı altında toplanmıştır (TEİAŞ). Böylece, Belediyeler ve İller Bankası dışında bütünlük sağlanmıştır (EMO).

3 Eylül 1982 tarih ve 2705 sayılı Kanun ile Belediyeler ve Birliklerin bünyesindeki elektrik tesisleri Türkiye Elektrik Kurumuna devredilmiş, böylelikle köy satışları da dahil tüm satışların Türkiye Elektrik Kurumu tarafından yürütülmesi sağlanmıştır (EMO). Ülkemizde bu kanunla birlikte Türkiye Elektrik Kurumu ve Devlet Su İşleri'nin haricinde özel sektöre de elektrik santrali kurma ve kurulan bu santrallerde üretilen elektriğin Türkiye Elektrik Kurumuna satışına imkân verilmiştir. 1984 yılında çıkartılan 3096 sayılı kanun ile Türkiye elektrik piyasasında serbestleşme süreci devam etmiştir (Çetintaş ve Bicil, 2015: 10). Bu kanun ile enerji piyasalarında Türkiye Elektrik Kurumu tekeli kaldırılmıştır. Özel sektörde faaliyet

gösteren şirketlere de gerekli izinleri alarak enerji üretimi, iletimi ve dağıtım konularında imkân verilmiştir. Aynı yılda Türkiye Elektrik Kurumunun hukuki bünyesi, organları ve yapısı düzenlenerek bir Kamu İktisadi Kuruluşu kimliğine kavuşturulmuştur (EMO). Daha verimli, etkin ve çağdaş bir şekilde hizmetlerin yürütülebilmesi amacıyla 1993 yılında 513 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile özelleştirme politikaları kapsamında TEK, Türkiye Elektrik Üretim-İletim A.Ş. (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) adı altında iki ayrı İktisadi Devlet Teşekkülü olarak tekrardan yapılandırılma yoluna gidilmiştir (TEİAŞ).

4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu 2001 yılında yürürlüğe girerek elektrik enerjisi piyasasında faaliyetlerin hızlı, sistemli ve aktif bir şekilde yürütülebilmesi, özel sektör oyuncularının üretim, iletim, dağıtım ve elektrik ticareti alanlarında daha fazla faaliyet göstererek yatırım yapabilmeleri için önlerinin açılması sağlanmıştır. Böylece elektriğin daha az maliyetle, kaliteli, devamlılık gösteren ve yeterli olarak tüketiciye ulaştırılması hedeflenmiştir. Bu hedefler neticesinde oluşturulan yeni piyasa yapısında, fiyatların gerçek maliyetleri yansıması ve serbest rekabetin gelişmesinin sağlanması öngörülmüştür. Kamu tüzel kişi ve kuruluşlarının da reel maliyetlerle çalışmasının sağlanması ile beraber, verimli, yeni ve az maliyetli yatırımların yapılması amaçlanmıştır (TETAŞ). Bu doğrultuda 5 Şubat 2001 tarihinde Resmi Gazetede yayınlanan 2001/2026 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile TEAŞ; Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ), Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) ve Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi (TETAŞ) olacak şekilde yeniden teşkilatlandırılması kararlaştırılmıştır (Çetintaş ve Bicil, 2015: 11). Mevcut düzende dağıtım faaliyetlerini EPDK tarafından lisans verilen şirketler yürütürken, TEİAŞ piyasada sistem operatörü olarak görevini icra etmektedir.

1 Ağustos 2006 tarihinde organize elektrik piyasası kurularak öncelikli olarak dengeleme mekanizması ile çalışmaya başlanmıştır. 31 Aralık 2009 tarihinde ise Gün Öncesi Planlama, Dengeleme Güç Piyasası ve Saatlik Uzlaştırma da dahil edilerek Organize Elektrik Piyasasının ilk aşaması oluşturulmuştur. 2010 yılı içerisinde stratejik öneme sahip, büyük ölçekli hidroelektrik santraller hariç EÜAŞ bünyesindeki varlıklar özelleştirme sürecine dahil olmuştur. Organize elektrik piyasasının ikinci basamağı olan Gün Öncesi Piyasası ve Teminat Mekanizması 31 Aralık 2011 tarihinde devreye alınmıştır (TETAŞ).

Türkiye Elektrik Piyasasının işleyişi ile ilgili 30 Mart 2013 tarihinde yayınlanan Resmi Gazete ile yürürlüğe giren 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunuyla piyasa güvenilirliğinin ve şeffaflığının artırılması amaçlanmıştır. Bu kanun çerçevesinde elektrik toptan satış piyasasına yönelik önemli adımlar atılmıştır. Üretimde özelleştirme sürecinin tamamlanmasıyla beraber etkin bir toptan satış piyasasının var olabilmesi için piyasa işletmecileri dahil tüm tarafların yetki ve sorumlulukları yeniden belirlenmiştir. 1 Temmuz 2015’de Gün İçi Piyasası İşlerlik kazanmış ve 6446 Sayılı Kanun çerçevesinde Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi (EPIAŞ) piyasa işletim lisansı ile faaliyete başlamıştır (TETAŞ).

**Tablo 3. Türkiye’de Elektrik Piyasasının Tarihsel Gelişimi**

1878	• Elektiriğin İlk Kullanımı
1970	• Türkiye Elektrik Kurumunun (TEK) Kurulması
1984	• 3096 Sayılı Elektrik Üretimi, İletimi, Dağıtımı ve Ticareti Görevlendirme Kanunu
1993	• TEK Ayrıştırılarak Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. ve Türkiye Elektrik İletim A.Ş.'nin Kurulması
1994	• 3996 Sayılı Bazı Hizmetlerin Yap İşlet Devret Modeli İle Yapıtırılması
1997	• 4283 Sayılı Yatırım ve Hizmetlerin Yap İşlet Modeli İle Yapıtırılması
2001	• TEAŞ Ayrıştırılarak TETAŞ, EÜAŞ, ve TEİAŞ'ın Kurulması
2001	• Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun Kurulması
2004	• Strateji Belgesi, Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği
2013	• Üretim Özelleştirmelerinin Hazırlanması
2015	• Enerji Piyasaları İşletme A.Ş.'nin (EPIAŞ) Kurulması

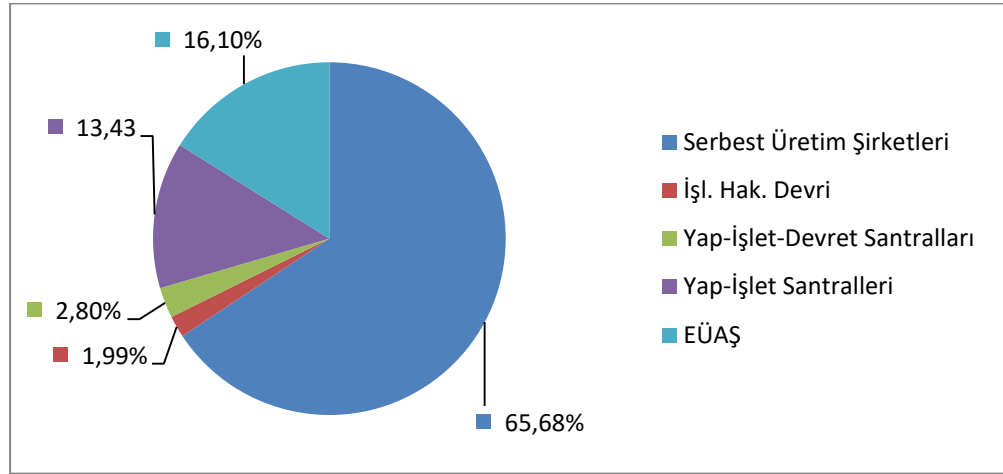
**Kaynak:** ETKB, 2016

### 3.2. Türkiye’de Elektrik Piyasası Faaliyetleri

Elektrik Piyasası, elektrik enerjisinin üretim, iletim, dağıtım, piyasa işletimi, toptan ve perakende satış faaliyetleri ile bu faaliyetlere ilişkin iş ve işlemlerden oluşan bir piyasadır.

### 3.2.1. Elektrik Üretim Faaliyeti

Kimyasal, mekanik ve ısı enerjisinin çeşitli işlemler sonucunda elektriğe dönüştürülmesi işlemine elektrik enerjisi adı verilmektedir. Elektrik; kömür, petrol, doğalgaz, nükleer kaynak veya yenilebilir enerji kaynakları kullanılarak, bir takım çevirim işlemleri sonrasında ikincil bir enerji olarak ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde elektrik üretimi, Devlet tarafından Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) vasıtasıyla, EÜAŞ'ın özel sektöre ihale yoluyla yaptırdığı ya da işletme hakkını devir ettiği Yap-İşlet (Yİ), Yap-İşlet-Devret (YİD) ve İşletme Hakkı Devri (İHD) sözleşmesiyle ya da doğrudan özel sektör firmaları tarafından gerçekleştirilmektedir. 2017 yılında Türkiye'de elektrik üretiminin kuruluşlara göre dağılımı incelendiğinde, yaklaşık üretimin % 16'sı Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) tarafından, % 13'ü Yap-İşlet (Yİ), % 3,0'ü Yap-İşlet Devret (YİD), % 2,0 İşletme Hakkı Devri (İHD) yoluyla, % 66'sı doğrudan özel sektör firmaları tarafından gerçekleştirilmiştir (Öztürk, 2017: 5).



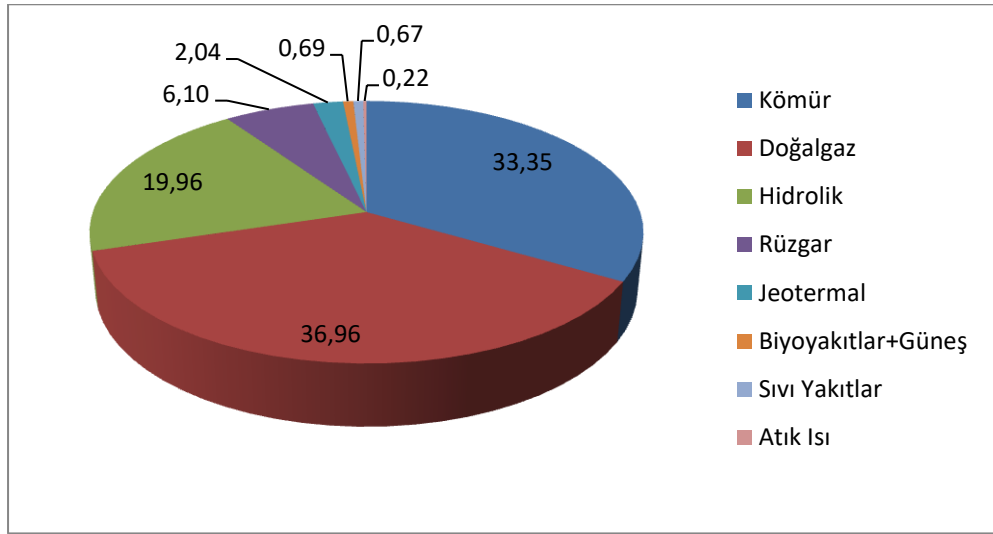
**Şekil 9. 2017 Yılı Türkiye Elektrik Üretiminin Kuruluşlara Göre Dağılımı (%)**

**Kaynak:** EÜAŞ. (2017) Sektör Raporu

Kaynağına göre kurulu gücün dağılımı incelendiğinde, 2017 yılı içerisinde toplam elektrik üretimimizin % 33,4'ünü kömürden, % 37'sini doğalgazdan, % 20,0'sini hidrolik kaynaklardan, % 6,1'ini rüzgardan, % 2,0'sini jeotermalden karşılanmıştır. Sıvı yakıtların üretim içindeki payı % 0,7, biyoyakıtlar ve güneş enerjisinin toplam payı ise % 0,7 oranındadır. Doğal gaz, jeotermal ve rüzgâr



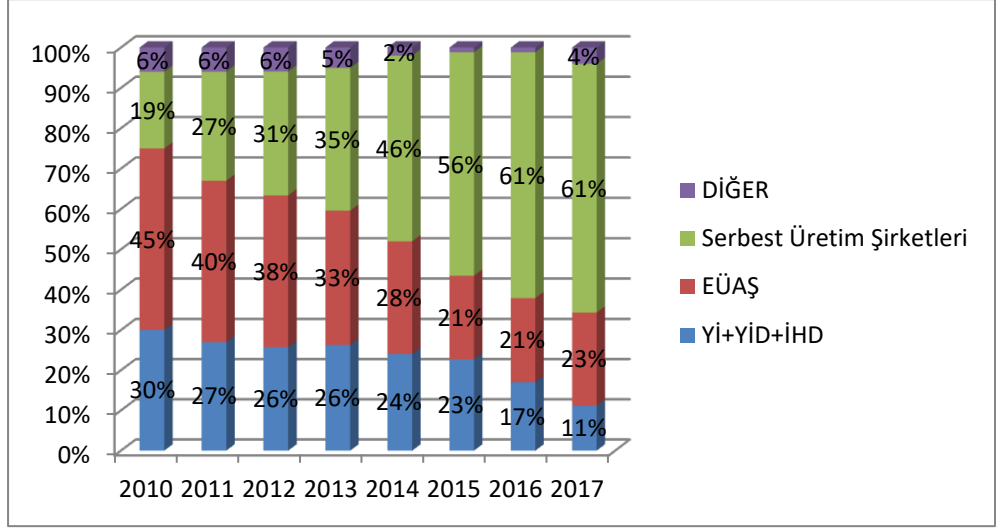
kaynaklarından yararlanma oranı 2016 yılına kıyasla bir artış gösterirken, biyo yakıtlar, sıvı yakıtlar, kömür ve hidrolik kaynaklarda ise düşüş gözlemlenmiştir (EÜAŞ, 2017).



**Şekil 10. 2017 Yılı Türkiye Elektrik Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı (%)**

**Kaynak:** EÜAŞ. (2017) Sektör Raporu

Türkiye 2017 yılı sonu itibarıyla 85.200,0 MW kurulu güce sahiptir. Bu kurulu gücün kuruluşlara göre dağılımı incelendiğinde, Serbest üretim şirketlerinin toplam kurulu gücü 52.353,3 MW olup % 61,44 oranla en büyük üretim kapasitesine sahiptir. EÜAŞ'nin toplam kurulu gücü 19.899,8 MW olup % 23,36 oranında bir payla ikinci sırada yer almaktadır. Yap-İşlet (Yİ), Yap-İşlet Devret (YİD) ve İşletme Hakkı Devri (İHD) toplam kurulu gücün yaklaşık % 10,9'luk bir kısmını, Lisansız Dağıtım Şirketleri ise % 4,28'lik bir payı elinde bulundurmaktadır (EÜAŞ, 2017).



**Şekil 11. Elektrik Üretimi Yapan Kuruluşların Pazar Payları (%)**

**Kaynak:** EPDK. (2017) Piyasa Gelişim Raporu ve Öztürk, 2017:11

Elektrik üretimi yapan kuruluşların 2017 yılındaki payları incelendiğinde EÜAŞ'nin payı % 23'e çıkarken, Yİ-YİD-İHD santrallerinin payları % 11'e gerilemiştir. Özel şirketlerin payı sürekli artış göstermiş ve 2017'de % 61'e yükselmiştir (Öztürk, 2017: 11).

Türkiye'nin 2023 yılı enerji hedefleri doğrultusunda, arz güvenliğini sağlamak amacıyla 2023 yılına kadar bilinen linyit ve taş kömürü kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amacıyla değerlendirilmesi ve iki nükleer güç santralının işletmeye alınarak ve üçüncü santralin de yapım çalışmasına başlanması hedeflenmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim payının artırılması amacıyla 2023 yılına kadar bu kaynakların elektrik enerjisi üretimi içindeki oranının % 30'a çıkarılması, rüzgar enerjisi kurulu gücünün 20.000 MW'a yükseltilmesi, 600 MW'lık jeotermal kapasitesinin tümünün işletilmeye alınabilmesi, teknik ve ekonomik açıdan faydalanılabilecek hidrolik potansiyelinin tümünün elektrik enerjisi üretme amacıyla kullanılması, elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesinin 110 bin MW'ın üstüne, elektrik enerjisi toplam üretiminin ise 440 milyar kWh'a çıkartılması hedeflenmiştir. Aynı zamanda 2019 yılı sonuna kadar yerli kömür ile üretilen elektrik enerjisinin 60 milyar kWh'a yükseltilmesi, kaynağı yenilenebilir enerji olan elektrik üretim santrallerinin kurulu gücünün 46.710 MW'a yükseltilmesi, hidrolik santrallerin toplam kurulu gücünün 32.000 MW' yükseltilmesi, fotovoltaik güneş

enerjisi bağılı gücün 3.000 MW'a, jeotermal enerjiden sağlanan elektrik üretimi kurulu gücünün 1.000 MW'a yükseltilmesi planlanmıştır (EÜAŞ).

### **3.2.2. Elektrik İletim Faaliyeti**

Ülkemizde 36 kV üzeri gerilim seviyesindeki elektrik iletim sistemlerinin işletilmesi için kurulmuş olan TEİAŞ, bu faaliyet için tek yetkili kurumdur (TEİAŞ). Türkiye elektrik üretim ve iletim sistemi, bir Milli Yük Tevzi İşletme Müdürlüğü ile 9 adet Bölgesel Yük Tevzi İşletme Müdürlüğü tarafından gözlenip yönetilmektedir. TEİAŞ iletim şebekesi; 2017 yılı sonu itibariyle, enerji iletim hattının genişliği 66.285 km, iletim trafo merkezlerinin sayısı 727 adet, büyük güç trafolarının sayısı 1750 adet, trafo gücü 163.181 MVA, sınırı olan ülkelerle toplam 11 adet enterkoneksiyon hattından oluşmaktadır. Türkiye elektrik sistemi 18 Eylül 2010 tarihi itibariyle ENTSO-E Avrupa Kıtası Senkron Bölgesi şebekesine bağlanmış ve paralel çalıştırılmaya başlamıştır (TEİAŞ).

### **3.2.3. Elektrik Dağıtım Faaliyeti**

Elektrik dağıtım faaliyeti, dağıtım şirketleri tarafından elektrik enerjisinin 36 kV ve altındaki hatlar üzerinden nakil edilmesi olarak açıklanmaktadır. Dağıtım faaliyeti tüketim ihtiyaçları doğrultusunda şebekeler kurmak, bu şebekeleri yönetmek ve bakımını gerçekleştirmek, tüketicilerle şebeke arasındaki bağlantıları oluşturmak ve dağıtılan elektriğin devamlılığını sağlamaktır. Türkiye'nin dağıtım şebekesi, 17 Mart 2004 tarihli Elektrik Enerjisi Sektörü Reformu ve Özelleştirme Strateji Belgesi ile 21 dağıtım bölgesine ayrılarak tamamı özelleştirilmiştir (Gölaş ve İpek).

Ülkemizde büyük tüketimli sanayi tesisleri iletim sisteminden, bunun dışında kalan küçük ve orta ölçekli tüketiciler ise dağıtım sisteminden elektrik enerjisi ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Türkiye 1.128.550 km uzunluğunda dağıtım hattına sahiptir. Dağıtım sistemini kullanan toplam tüketici sayısı 2017 yılı sonunda 42.514.302 olarak belirlenmiştir. Bu oran 2016 yılına göre %3,55 artış göstermiştir (EPDK, 2017).

### **3.2.4. Toptan ve Perakende Satış Faaliyeti**

6646 sayılı Kanuna göre Elektrik kapasitesinin ve/veya enerjisinin tekrar satışı “toptan satış”, tüketicilere satışı ise “perakende satış” olarak adlandırılmaktadır. Bu çerçevede, tedarik lisansına sahip tedarik şirketleri özel sektör ya da kamu olsa bile, üretim şirketleri ile birlikte toptan satış piyasasının piyasa katılımcılarıdır. Ülkemizde serbest tüketicilere elektrik satış faaliyeti kapsamında perakende veya toptan satış için tedarik şirketlerine bir bölge kısıtlaması uygulaması bulunmamaktadır (Rekabet Kurumu). Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu’nun belirlediği elektrik enerjisi tüketim tutarının üzerinde olan, iletim sistemine direk bağlanan ya da organize sanayi bölgesi tüzel kişiliğine haiz olan tüketiciler tedarikçisini seçme serbestine sahip gerçek veya tüzel kişiler “Serbest Tüketici” olarak tanımlanır. EPDK’nın belirlediği asgari tüketim miktarına serbest tüketici limiti denir ve her yıl yeniden belirlenerek 31 Ocak tarihine kadar Resmi Gazete ’de ilan edilir. Serbest tüketici sınırı ile ilgili indirimler Kurul vasıtasıyla; rekabet, alt yapı yeterliliği, ilgili kurumlardan temin edilen istatistikî bilgiler, piyasa mali uzlaştırma merkezinin işlem hacmi göz önünde bulundurularak hesaplanır (EPDK).

### **3.2.5. Piyasa İşletim Faaliyeti**

Elektrik sektöründe, önceden TEİAŞ-Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi tarafından yürütülen piyasa işletim faaliyetlerini 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununa istinaden 1 Eylül 2015 tarihi itibarıyla EPIAŞ devralmıştır. Borsa İstanbul Anonim Şirketi ile TEİAŞ tarafından işletilmekte olan piyasalar hariç organize toptan elektrik piyasalarının işletilerek bu piyasalarda gerçekleştirilen çalışmaların mali uzlaştırma işlemleri ve bu çalışmalarla ilgili diğer mali işlemler EPIAŞ tarafından yürütülmektedir (EPIAŞ, 2017).

## 4. ENERJİ TALEBİ

Enerji talebi, faaliyette olan tüm kamu ve özel kuruluşların, konutların, sanayi tesislerinin vb. tüm tüketicilerin günlük tüketim talepleri olarak tanımlanmaktadır (Yılmaz, 2010:28). Enerji talebini belirleyen unsurlar arasında ekonomik büyüme, enerji fiyatlarındaki değişimler, nüfus artışı, teknolojik gelişme ve verimlilik yer almaktadır (Esen ve Bayrak, 2015: 48). Bu unsurlardan en önemlileri ülkelerin demografik yapıları, büyüme hızları ve enerji fiyatlarıdır (Bayramoğlu, Pabuçcu ve Çelebi Boz, 2017: 432). Sanayileşmeyle birlikte üretim faaliyetlerindeki artış neticesinde işgücü ve sermaye ile beraber enerji talebi de artmış ve ekonomik büyümeyle beraber enerji kullanımı da teşvik edilmiştir. Ekonomik büyümenin vazgeçilmez bir unsuru olan enerji gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için önem teşkil etmekte ve ülkelerin enerji politikalarına yön vermektedir. Ülkeler gelişme düzeylerini arttırmak ve gelişmiş ülke sınıfına çıkabilmek için daha fazla enerji tüketmek durumunda kalacaklar ve hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve şehirleşmeyle birlikte küreselleşmeye bağlı olarak artan ticaret ve üretme olanakları doğrultusunda enerji talebi bugün olduğu gibi gelecek yıllarda da önemini koruyacaktır (Bayramoğlu, Pabuçcu, Çelebi Boz, 2017: 432).

### 4.1. Ekonomik Büyüme

Enerji talebi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişki vardır. Ekonomik büyümenin gerçekleşebilmesi için ülkelerin temel ihtiyacı enerjidir. Ülkeler yeterli miktarda enerji kapasitesine sahip ise ekonomik büyüme sağlanabilmektedir. Fakat yeteri kadar enerji kaynağına sahip olmamaları durumunda enerjiyi başka ülkelere temin etmeye çalışacak, bundan dolayı da ekonomik büyüme yavaşlayacaktır. Ekonomik büyümenin gerçekleşmesiyle toplumların refah seviyeleri artarak paralelinde enerji ihtiyaçları da artacaktır. Bu nedenle ekonomik büyüme ile enerji faktörleri birbirini tamamlayıcı değişkenler şeklinde ifade edilmektedir (Hotunluoğlu, 2011: 38).

## 4.2. Nüfus

Ülkelerin enerji taleplerinin temel belirleyicilerinden biri olan nüfus, enerji talebiyle doğrusal ilişki içerisinde. Ülkelerin nüfus miktarındaki artışla birlikte enerji talepleri de artmaktadır (Hotunluoğlu, 2011: 38). Şehirleşme ve gelişen teknoloji ile birlikte dünyadaki nüfus miktarı artmaktadır. Artan nüfusa paralel olarak çok daha fazla bireyin tüketim ihtiyacı oluşmakta ve üretim faaliyetleri artmaktadır. Artan üretim faaliyetleri neticesinde enerji tüketim oranları da artmaktadır. Küresel ölçekte nüfus artışı dikkate alındığında, 2030 yılında OECD dışındaki düşük ve orta gelirli ülkelerin nüfuslarının % 90 seviyesine ulaşacağı ve kentleşme, sanayileşme gibi olaylara paralel Gayri Safi Yurt İçi Hâsıladaki büyüme oranının ise %70 civarında olabileceği tahmin edilmektedir. Buna bağlı olarak, Hindistan ve Çin gibi ülkelerin de içinde bulunduğu, gelişmekte olan piyasalarda enerji talebinde % 90'ların üzerinde bir artış meydana geleceği öngörülmektedir (BP Energy Outlook, 2013: 9).

Nüfusun yanı sıra enerji miktarını etkileyen diğer faktör nüfusun yaş gruplarıdır. Farklı yaş grubundaki bireyler farklı miktarda enerji tüketmektedirler. En az enerji tüketen yaş gurubu okul öncesi çocukları ile emekli olmuş bireylerdir. En fazla enerji tüketen kesim ise eğitim gören ve çalışan bireylerdir (Biçici, 2008: 23-24).

## 4.3. Enerji Fiyatları

Enerji fiyatlarında meydana gelen değişimler de enerji talebinin belirleyicileri arasındadır. Arz ve talepte meydana gelen değişimle beraber, enerji girdisinde fiyat değişimleri ortaya çıkmaktadır. Dünyadaki ekonomik veya siyasi gelişmeler, enerji arz ve talebini etkilemekte, dolayısıyla enerji fiyatlarına da etki edebilmektedir. Bu sebeple enerji talebinin yanı sıra enerji arzının da güvenilir bir biçimde sağlanmasının önemi oldukça fazladır. Dolayısıyla ortaya çıkan enerjiye ulaşım zorluğunun maliyetleri etkilemesi fiyat artışlarını beraberinde getirmektedir. Maliyet artışları sonrasında üretim faaliyetleri azalmakta ve ekonomik büyüme negatif yönde etkilenebilmektedir (Solak, 2012: 119-120).

#### **4.4. Teknolojik Gelişme ve Verimlilik**

Enerji talebini belirleyen bir diğer faktör teknolojik gelişmedir. Teknoloji üretimde kullanılan enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlayarak, daha az enerji kullanımı ile daha çok çıktı sağlamaktadır. Teknoloji enerjide verimliliği sağlarken aynı zamanda birim üretim için daha az enerji kullanılmasına imkan vermektedir. Bir diğer deyişle enerji yoğunluğunun azaltılmasını ifade etmektedir (Hotunluoğlu, 2011: 38).

## 5. LİTERATÜR

Literatürde elektrik talebinin belirleyicileri birçok çalışma ile analiz edilmiştir. Bu bölümde ön plana çıkan çalışmaların bazıları incelemektedir.

Bakırtaş, Karbuz ve Bildirici, (2000) yaptıkları çalışma iki aşamalıdır. Bunlardan birincisi eş bütünleşme ve hata düzeltme modelleri kullanılarak 1962-1996 yılları arasında Türkiye'deki elektrik talebi ile gelir arasındaki uzun dönemli ilişkinin incelenmesidir. İkincisi ise tek değişkenli ARMA yöntemi kullanarak elektrik tüketimini modellemek ve 1997-2010 yılları için tahminde bulunmaktır. Fiyat, nüfus, gelir ve enerji tüketimi değişkenlerinin kullanıldığı bu çalışmada elektrik tüketimi ile gelir arasında eş bütünleşme olduğunu ve uzun dönemde bu iki değişkenin aynı yörüngeyi izlediği bulunmuştur. Gelir esneklikleri kısa dönem için 0.692 uzun dönem için 3.134 olarak tahmin edilmiştir. Fiyat esnekliği için ise bulunan sonuçlar anlamsızdır.

Bentzen ve Engsted (2001) Danimarka'da 1960-1996 dönemlerine ait yıllık verileri kullanarak konutlarda tüketilen enerji ile reel gelir ve reel enerji fiyatları ile hava sıcaklığı değişkenleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmalarında ARDL modelini kullanmışlardır. ARDL tahminlerini, Eş Bütünleşme ve Hata Düzeltme Modelleri kullanılarak elde edilen tahminlerle karşılaştırmışlardır. Kısa dönem gelir ve fiyat esneklikleri sırasıyla yaklaşık 0.444 ve -0.354 olarak tahmin edilmiştir. Uzun dönem esneklikleri ise 1.294 ve -1.031 olarak bulunmuştur. Bu makale enerji ekonomisi yazınında ARDL yönteminin ilk defa kullanıldığı çalışma olarak bilinmektedir.

Filippini ve Pachaur (2004), Hindistan'ın tüm kentsel alanlarının konut sektöründe elektrik talebinin mevsimsel fiyat ve gelir esnekliklerini, ilk kez yaklaşık 30.000 hane için ayrıık düzey anket verileri kullanılarak tahmin etmişlerdir. Bu çalışmada bireysel ve hane halkı davranışlarını yansıtan mikro veriler kullanılmıştır. Gelir, fiyatlar, hane halkı büyüklüğü ve diğer hane halkı özelliklerine benzer faktörlerin bireysel hane halkının elektrik talebinde gözlemlenen değişimleri nasıl etkilediğini anlamak için 3 tip talep fonksiyonu oluşturulmuştur. Bu model de kış,



muson ve yaz mevsimleri için aylık veriler kullanılarak ekonometrik tahmin yapılmıştır. Yapılan çalışmada fiyat esnekliği kış aylarında -0.42, muson aylarında -0.51 ve yaz aylarında -0.29'dur. Elektrik talebi, tüm modellerde üç mevsim boyunca yaklaşık 0.60-0.64'lik bir gelir esnekliği seviyesine cevap vermektedir. Elektrik talebinin her üç mevsimde de gelir ve fiyat esneklikleri bir 'den küçük bulunmuştur ve hanehalkı, demografik ve coğrafi değişkenlerin elektrik talebini belirlemede önemli rol oynadığını açıklamışlardır.

Hondroyiannis (2004), Yunanistan'daki uzun ve kısa dönemli konut elektrik talebi tahmini için istikrar, fiyat ve gelir duyarlılığı konularını 1986-1999 dönemine ait aylık veriler kullanılarak incelemiştir. Çalışmasında eşbütünleşme tekniğini kullanmış ayrıca kısa dönemde sapmaların etkisini vektör hata düzeltme modeliyle analiz etmiştir. Hondroyiannis araştırmasında Yunanistan'daki kısa dönemli konut elektrik talebinin gelir bakımından esnek olmadığını ve fiyattan bağımsız olduğunu belirtmiştir. Ayrıca çalışmasında gelir esnekliğini 1,56 fiyat esnekliğini ise -0,41 olarak tahmin etmiştir.

Narayan ve Smyth (2005) çalışmalarında, 1969-2000 dönemi verileriyle ARDL yöntemini kullanarak Avusturalya'da konut elektrik talebinin kısa ve uzun dönem esnekliklerini araştırmışlardır. Çalışmalarında mevcut literatürde konut elektrik talebinin standart gösterimine en yakın olan iki modeli kullanmışlardır;

$$\ln Ec = a_0 + a_1 + \ln Y + a_2 \ln EP + a_3 \ln GP + a_4 \ln TM + \varepsilon \quad (1)$$

$$\ln Ec = a_0 + a_1 + \ln Y + a_2 \ln RP + a_3 \ln TM + \mu_t \quad (2)$$

Bu modellerde Ec: Kişi başı elektrik tüketimini, Y: Kişi başı geliri, EP: Reel ortalama elektrik fiyatını, GP: Doğalgaz gaz fiyatını, TM: Sıcaklığı RP: Elektrik fiyatının doğalgaz fiyatına oranını ve  $\varepsilon$  ve  $\mu$  hata terimini temsil etmektedir. Elde edilen bulgulara göre uzun dönem elektrik talebinin en önemli belirleyicileri gelir ve fiyat olmuştur. Ayrıca kısa dönem esnekliklerin uzun dönem esnekliklerden çok

küçük olduğu anlaşılmıştır. Uzun dönemde gelir esnekliği model bir ve iki için sırasıyla 0,323, 0,408 olarak bulunmuştur. Ancak kısa dönem gelir esneklikleri model bir için 0.0121 model iki için ise 0.0415 olup istatistiksel olarak anlamsız bulmuşlardır.

Reiss ve White (2005) ABD 'nin California eyaleti için hanehalkı elektrik talebi üzerine bir çalışma yaparak, alternatif tarife tasarımlarının elektrik kullanımı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için bir model geliştirdiler. Modelde 1993-1997 arası verileri ile 1300 California hane halkının temsili bir örnekleme kullanılmıştır. Model aynı zamanda doğrusal olmayan fiyatlama, tüketici fiyat duyarlılığındaki heterojenlik ve toplam tüketim gibi çeşitli birbiriyle ilişkili güçlükleri açıklamaya çalışmıştır. Çalışma sonucunda hanehalkı için ortalama yıllık elektrik fiyat esnekliğini -0.39 olarak bulmuşlardır.

Halıcıoğlu, ( 2007), 1968-2005 dönemleri arasında ARDL, Engle-Granger ve hata düzeltme modeli kullanarak Türkiye'de konut elektrik talebinin kısa ve uzun dönem esneklerini araştırmıştır. Bu çalışmada kullandığı model;

$$\ln C_t = a_0 + a_1 \ln Y_t + a_2 \ln P_t + a_3 U_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

Bu modelde kişi başına konut elektrik tüketimi ( $C_t$ ), KW/h olarak, kişi başına reel gelir ( $Y_t$ ), reel elektrik fiyatı ( $P_t$ ) (TL/KWh), kentleşme oranı ( $U_t$ ) ile açıklamaya çalışılmıştır. Seçilen modelden elde edilen gelir ve fiyat esneklikleri genel olarak literatürdeki daha önceki çalışmalarla uyumludur ve kısa vadeli esneklikler beklediği gibi uzun vadeli esnekliklerden daha düşüktür. Halıcıoğlu bu çalışmasında; uzun dönem gelir esnekliğini 0.70, fiyat esnekliğini ise -0,52 olarak bulmuştur. Kısa dönemde ise gelir esnekliği 0.44 fiyat esnekliği ise -0.33'tür.

Erdoğan, (2007) 1984-2004 dönemini ele alarak Eş bütünleşme ve ARIMA metoduyla yapmış olduğu bu çalışmada elektrik talebinin kısa ve uzun dönemli fiyat ve gelir esnekliklerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda kısa dönemde gelir esnekliği 0.01 fiyat esnekliği ise 0.01 olarak bulunmuştur. Uzun dönem gelir esnekliği 1.09 fiyat esnekliği ise 0.91 'dir. İstatistiksel olarak anlamsız bulunan sonuçlar düzeltilmiş kısmı intibak modeli (Readjusted Partial Adjustment Model ) ile yeniden analiz edilerek kısa dönem fiyat ve gelir esneklikleri -0.041 ve 0.057, uzun dönem de fiyat

ve gelir esneklikleri -0.297 ve 0.414 olarak tahmin edilmiştir. Çalışma, tüketicilerin fiyat ve gelir değişikliklerine tepki vermesinin oldukça sınırlı olduğunu ve dolayısıyla Türk elektrik piyasasında ekonomik düzenlemeye ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Ziramba (2008), Güney Afrika'da 1978-2005 dönemine ait yıllık verileri kullanarak konutların elektrik tüketimi üzerine yaptığı çalışmada, reel GSYH, elektrik fiyatı ve konut elektrik tüketimi değişkenlerini kullanmıştır. ARDL yöntemini kullanarak yaptığı analiz sonucunda uzun dönem gelir esnekliğini 0.31, kısa dönem gelir esnekliğini 0.30 olarak tahmin etmiştir. Uzun dönem fiyat esnekliği -0.04, kısa dönem fiyat esnekliği ise -0.02'dir. Ziramba(2008), uzun dönemde konutlardaki elektrik talebinin ana belirleyicisinin gelir olduğunu, elektrik fiyatının ise istatistiksel olarak anlamsız olduğu bulgularına ulaşmıştır.

Kınık (2008) , Johansen Eşbütünleşme metoduyla Türkiye'de mesken elektrik talebini analiz etmiştir. 1975-2005 dönemleri için elektrik tüketimi, sanayi elektrik tüketimi ve mesken elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelenmiştir. Elektrik tüketimleri ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada elektrik tüketiminin ekonomik performansla yakından ilgili olduğu ve Türkiye'deki ekonomik büyümenin elektrik tüketimine bağlı olduğu belirtilmiştir.

Babatunde ve Shuaibu (2009), 1970-2006 yılları arasında Nijerya'da konut elektrik talebini incelemişlerdir. ARDL metodolojisini kullanılarak yapılan analizde kısa ve uzun dönem de konut elektrik talebinin istikrar sorunları incelenmiştir. Çalışmada uzun dönem gelir esnekliği yaklaşık 0.19, kısa dönem gelir esnekliği ise 0.10 olarak tahmin edilmiştir. Kısa ve uzun dönemli fiyat esneklikleri sırasıyla 0.057, 0.030 olup, çapraz fiyat esneklikleri ise uzun dönem için 0.228 kısa dönem için -0.119 olarak belirtilmiştir.

Dilaver( 2009), Türkiye için konut elektrik tüketimi, hanehalkı toplam nihai tüketim harcamaları ve konut elektrik fiyatları arasındaki ilişkiyi 1971-2006

dönemleri arası verileri yapısal zaman serileri modellemesi kullanarak tahmin etmiştir. Araştırmasında gelir yerine tüketim harcaması kullanmış ve tüketim harcaması esneklikleri kısa dönemde 0.41, uzun dönemde ise 2.29 olarak bulmuştur. Ayrıca kısa ve uzun dönemli fiyat esnekliği ise sırasıyla -0.10 ve 0.57 olarak tahmin edilmiştir.

Dilaver ve Hunt (2009), 1960 yılından 2008 yılına kadar olan dönemdeki yıllık verilere yapısal zaman serisi modelini uygulayarak, konut elektrik tüketimi, hane halkı toplam nihai tüketim harcamaları ve konut elektrik fiyatları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Tahmin edilen kısa dönem gelir ve fiyat esneklikleri sırasıyla 0.38, -0.38 uzun dönem gelir ve fiyat esneklikleri ise 1.57, -0.09'dur. Yine Dilaver ve Hunt 1960-2008 dönemini ele alarak yapısal zaman serisi tekniğiyle Türkiye için sanayi elektrik talep fonksiyonunu tahmin etmiştir. Çalışmada kısa dönem gelir esnekliği 0.149 fiyat esnekliği ise -0.160 olarak bulunmuştur.

Wiesmann, Azevedo, Ferrao ve Fernandez (2010) Portekiz'de konut elektrik tüketimine ilişkin ekonometrik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada konut özelliklerinin tüketim üzerindeki etkisine odaklanmışlardır. Kişi başına konut elektrik tüketimi üzerindeki konut ve hanehalkı özellikleri arasındaki ilişkiyi, iki ayrı veri tabanından oluşan iki farklı ölçekte tahmin etmişlerdir. Birinci model, 2001 yılı için belediye düzeyindeki verileri içermektedir. İkincisi ise 2005 ve 2006 yılları en son Portekizli tüketici harcamaları anketidir. Sıradan en küçük kareler (OLS) metodu kullanılarak model bir için gelir esnekliği 0.2115 model iki için gelir esnekliği 0.1282 olarak tahmin edilmiştir. Yapılan çalışmada her iki ölçeğin de analiz sonuçlarının tutarlı olduğunu belirtmişlerdir.

Lotz (2010) Kalman filtresini kullanarak 1980-2005 dönemleri arası verileriyle Güney Afrika'daki elektriğin fiyat esnekliğini tahmin etmiştir. Ortalama fiyat esnekliğini -0.237 gelir esnekliğini ise 0.799 olarak bulmuştur.

Saygılı (2010), Hata Düzeltme Modeli ve Eşbütünleşme metoduyla 1970-2008 dönemi için Türkiye'de toplam elektrik tüketiminin gelir ve fiyat esnekliklerini incelemiştir. Türkiye'de toplam elektrik tüketiminin uzun ve kısa dönem gelir

esneklikleri sırasıyla 1.29 ve 0.44 olarak tahmin edilmiştir. Önceki çalışmalarla tutarlı olarak talebin gelir esnekliği uzun dönemde kısa döneme kıyasla oldukça yüksek bulunmuştur. Ayrıca talebin elektrik fiyatına bağlı olmadığı tespit edilmiş ve talebin fiyat esnekliği sıfır olarak hesaplanmıştır.

Jamil ve Ahmad, (2011) Eşbütünleşme ve vektör hata düzeltme yöntemiyle Pakistan'da toplam ve sektörel (sector-wise) düzeyde elektrik talebinin belirleyicilerini 1961-2008 dönemleri için incelemişlerdir. Çalışmada değişken olarak özel tüketim harcamaları, elektrik fiyatı, dizel fiyatı (ikame mal), sermaye stoku, ağırlıklı aylık sıcaklık kullanılmıştır. Kısa dönemli gelir esnekliği 0.49, fiyat esnekliği ise 0.07 olup her iki değişken de kısa dönemde anlamsızdır.

Blazquez, Boogen ve Filippini (2012) 2000 ve 2008 yılları arası 47 ilde, il düzeyinde toplam panel verilerini kullanarak İspanya'da konut elektrik talebi tahmininde bulunmuşlardır. Bu ampirik çalışma ile İspanyol konut elektrik talebinin bazı özelliklerini aydınlatmaya çalışmışlardır. Çalışmada fiyat, gelir ve hava koşullarının elektrik talebi üzerindeki etkisine özellikle dikkat edilmiştir. Tahmin edilen kısa ve uzun vadeli fiyat esneklikleri beklendiği gibi olumsuzdur ve kısa dönem fiyat ve gelir esneklikleri sırasıyla -0.07, 0.23 'tür. Uzun dönem fiyat ve gelir esneklikleri ise -0.19, 0.61 olarak tahmin edilmiştir.

Okajima ve Okajima (2013) çalışmalarında, 1990-2007 dönemlerine ait verilerle GMM yöntemini kullanarak Japonya'nın konut elektrik talebinin fiyat esnekliği tahmin etmişlerdir. Kısa dönem gelir esnekliğini -0.397 uzun dönem gelir esnekliğini ise -0.487 olarak hesaplamışlardır. Kısa dönemli esnekliklerin önceki çalışmalar ile benzerlik gösterdiğini ancak uzun dönemli esnekliklerin önemli ölçüde düşük olduğunu sonucuna varmışlardır. Ayrıca konut elektrik tüketiminin fiyat esnekliği, gelir eşitsizliği ve şiddetli hava koşullarından önemli ölçüde etkilenmektedir.

Zhou ve Teng (2013) 2007-2009 yılları arasında Çin'in Sichuan Eyaletinin yıllık kentsel hanehalkı anket verilerini kullanarak konut elektrik talebinin gelir ve fiyat esnekliklerini sıradan En Küçük Kareler (OLS) yöntemiyle tahmin etmişlerdir.

Tahmin edilen fiyat ve gelir esneklikleri sırasıyla 0,35 ila 0,50 ve 0,14 ila 0,33 arasında değişmektedir.

İspanya'da Jordan, Penasco ve Rio (2014) 1998 ve 2009 yılları arası verileriyle hanehalkı elektrik talebi belirleyicilerini analiz etmişlerdir. Elektrik talebinin birçok değişkenle (bir önceki yıldaki elektrik talebi, gelir, sıcaklık aralığı, evlerde elektrikli su ısıtmasının nüfuzu ve ısıtma ve soğutma derecesi gün sayısı) anlamlı ve pozitif ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Elektrik talebinin, fiyat değişikliklerinden ziyade gelirden meydana gelen değişikliklere biraz daha esnek olduğunu açıklamışlardır. Tercih edilen modelin kısa ve uzun dönemli fiyat esneklikleri sırasıyla -0,26 ve -0,37'dir. Gelir esneklikleri kısa dönem de 0.31, uzun dönem 0.43 olarak tahmin edilmiştir.

Fell, Li ve Paul (2014) Bu çalışmaları ile ABD'de tüketicilerin marjinal fiyatlardan ziyade ortalama fiyatlara cevap verdiği varsayımıyla kamuya açık hane halkı verilerini kullanarak konut elektrik talebini tahmin etmek için Genelleştirilmiş Momentler Yöntemine (GMM) dayanan yeni bir ampirik strateji geliştirmişlerdir. Tahminlerine ilişkin temel veri kaynağı, 2006-2008 dönemleri arası tüketici harcamaları anketidir. Aylık bazda elektrik fiyatlarını veya miktarlarını içeren bu anket yaklaşık 7500 hane halkına üç aylık görüşmeler yapılarak veriler toplanmıştır. Birçok farklı spesifikasyonda, fiyat esnekliğini  $-0.50$ 'ye yakın olduğunu belirtmişlerdir. Tahminler, literatürdeki büyük fiyat esnekliği tahminleri arasında üst sınırdadır (büyüklükte) olup, yine de tahminler aralığındadır.

Arısoy ve Öztürk (2014) Türkiye'deki sanayi ve konut elektrik talebinin fiyat ve gelir esnekliğini 1960 - 2008 dönemleri için tahmin etmişlerdir. Çalışmada Kalman filtresini temel alarak zamanla değişen parametreler modelini (TVP) kullanmışlar ve sanayi ve konut elektrik talebinin gelir ve fiyat esnekliklerini bir 'den küçük bulmuşlardır. Hesaplanan gelir esnekliği sanayi için 0.979 konut için 0.955 olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Fiyat esnekliği ise sanayi için -0.014 konut için -0.0223 olarak tahmin edilmiştir.

Wang ve Mogi (2017), 1989 ile 2014 yılları arasındaki verileri kullanarak Japonya'daki sanayi ve konut elektrik talebinin fiyat ve gelir esnekliklerini tahmin etmişlerdir. Çalışmada dışsal şok (2008'de yaşanan finansal kriz) ve yapısal bozulmalar (elektriği liberalleştirme ve Fukushima Daiichi krizi) dikkate alınarak , 'post-bubble' dönemde tüketici davranışlarının gelişimini izlemek için Kalman filtreli zamanla değişen parametre (TVP) modeli uygulanmıştır. Elektriğin liberalleştirilmesi ve mali kriz sonrasında hem sanayi hem de konut tüketicilerinin fiyata daha az duyarlı ve Fukushima Daiichi krizinden sonra ise fiyata daha fazla duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Sanayi ve konut sektöründe tüketicilerin gelir esneklikleri incelenen dönemde kararlıdır( durağandır). Sonuçlar aynı zamanda, elektrik talebinin fiyat esnekliği ile elektrik sektörünün liberalleştirilmesinden sonraki elektrik fiyat seviyesi arasında negatif bir ilişki bulunduğunu göstermektedir.

Boogen, Datta ve Filippini (2017) İsviçre'deki elektrik talebinin kısa ve uzun dönemli esnekliklerini, Kiviet'in tarafından tanıtılan(getirdiği) düzeltmeyi içeren dinamik bir konut elektrik tüketim modeli kullanmışlardır. 2006 yılından 2012 yılına kadar 7 yılı kapsayan 30 set dengesiz panelli bir veri seti kullanılmıştır. Elektrik talebinin kısa ve uzun dönemli fiyat esnekliklerini karşılaştırmak için sıradan en küçük kareler yöntemi( OLS), sabit etkiler modeli (FE) ve Kiviet düzeltmesi ile sabit etkiler modeli kullanarak tahminde bulunmuşlar ve kısa dönem esnekliği -0,3, uzun dönem esnekliği ise -0,6 olarak tahmin etmişlerdir. Yapılan tahminlere göre, enerji stratejisi için planlanan fiyatlandırma politikasının kısa dönemde konut müşterileri üzerlerinde ılımlı bir etkiye sahip olabileceğini ancak uzun dönemde daha güçlü bir etkiye sahip olacağını göstermektedir. Bu sonuçlar, kısa vadeli fiyat esnekliğinin Carlevaro ve Spierer'in tahminine göre daha inelastik olduğuna; uzun vadeli fiyat esnekliğinin önceki çalışmaların çoğundan daha esnek olduğuna işaret ediyor. Bu sonuçlar, uzun dönemli fiyat esnekliğinin kısa dönemli fiyat esnekliğinden daha yüksek olması gerektiği teorisiyle uyumludur.

Silva, Soares ve Pinho (2017), 1989 ve 2010 dönemlerini kapsayan ve beş bağımsız anketten oluşan bir örneklem ile mikro veriler kullanılarak Portekiz'de elektriğin fiyat ve gelir esnekliklerini hesaplamışlardır. Özellikle kırsal ve kentsel alanlar arasındaki farklılıkları incelemişlerdir. Çalışmalarında hanehalkı büyüklüğüne, yerin türüne (kırsal veya kentsel), bölgeye ve gelir dilimine dayalı

olarak 350 grup oluşturan pseudo-panel metodolojisini kullanmışlardır. Silva ve arkadaşları kırsal ve kentsel nüfusun farklı davranışlara sahip olduğunu, özellikle kırsal kesimdeki hanehalkının fiyat değişikliklerine daha duyarlı davrandığını öngörmüşlerdir. Sonuç olarak, kentsel nüfusun elektrik fiyat değişimlerinden daha fazla etkilendiğini belirtmişlerdir.

Campbell (2017), Jamaika için yaptığı bu çalışmada, elektrik fiyatı, gelir ve kentsel nüfus payının Jamaika'daki elektrik tüketimi üzerindeki toplam maliyet düzeyinin konut, ticari ve sanayi sektöründe etkilerini tahmin etmiştir. Bu çalışmada kullanılan zaman serileri verileri yıllık olup, 1970 ile 2014 dönemini kapsamaktadır. Eş bütünleşme ve sınır testi yaklaşımı kullanılan bu analizde tahmini fiyat esneklikleri konut, ticari ve sanayi sektörlerinde sırasıyla -0,82, -0,15 ve -0,25'dir. Ticari ve sanayi tüketicilerinin gelir esneklikleri 0,77 ve 1,22 arasındadır ve gelirdeki değişimlere çok duyarlıdır. Konut ve endüstriyel tüketicilerin ise fiyat değişikliklerine daha duyarlı oldukları öngörülmüştür.

Cialani ve Mortazavi (2018), elektrik piyasasının serbestleştirilmesi sürecinde 29 Avrupa ülkesinde elektrik talebini ve belirleyicilerini incelemişlerdir. 1995-2015 yıllarını kapsayan bu çalışmada konut ve sanayi tüketicilerinin elektrik talebi GMM (genelleştirilmiş moment yöntemi) ve ML (maksimum olasılık) olmak üzere iki yaklaşımla tahmin etmişlerdir. Bulgular, hem konut hem de sanayi elektrik tüketimlerinin fiyat ve gelir esnekliğinin olmadığını göstermektedir. Ancak, konut sektörü, hem kısa hem de uzun dönemde, sanayi sektörüne göre, fiyat değişimlerine mutlak anlamda daha az duyarlıdır.



## 6.TÜRKİYE’DE ELEKTRİK TALEBİNİN BELİRLEYİCİLERİ

### 6.1. Veri ve Yöntem

Çalışmada Türkiye’de elektrik talebi, konut ve sanayi elektrik talebi olarak iki başlıkta incelenmektedir. 1988-2017 dönemlerini kapsayan bu çalışmada konut elektrik talebi, sanayi elektrik talebi, GSYİH, konut elektrik fiyatı, sanayi elektrik fiyatı, sanayi sektörünün GSYİH içindeki payı değişkenlerine ilişkin yıllık zaman serileri kullanılmıştır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve Türkiye Elektrik İletim AŞ’den (TEİAŞ) alınan Sanayi ve Konut elektrik fiyat verileri 2010 bazlı tüketici fiyat endeksi ile deflate edilmiştir. Sanayi ve konut elektrik talebi verileri Türkiye İstatistik Kurumundan alınmıştır ve MW (megawatt saat ) olarak kullanılmıştır. GSYİH verisi dünya bankasından ( World Bank) alınarak 2010 bazlı tüketici fiyat endeksi ile deflate edilmiştir. Sanayi sektörünün GSYH içindeki payı Dünya Bankasından temin edilmiş olup 2010 bazlı tüketici fiyat endeksi ile deflate edilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin logaritması alınmıştır.

Çalışmada konut elektrik talebi ile konut elektrik fiyatı ve GSYİH arasındaki ilişki, sanayi elektrik talebi ile sanayi elektrik fiyatı ve sanayileşme arasındaki ilişki ARDL sınır testi yaklaşımıyla ele alınmaktadır. ARDL sınır testi uygulamasına geçilmeden önce değişkenlerin durağanlık seviyelerini belirlemek üzere Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Philips Perron Testleri uygulanmıştır. Birim kök testleri ve ARDL sınır testinin uygulanmasına ilişkin açıklamalar izleyen başlıkta verilmektedir.

### 6.2. Birim Kök Testleri

Bir serinin uzun dönemde sahip olduğu özellik, bir önceki dönemde değişkenin aldığı değeri, bu dönemi ne şekilde etkilediğinin belirlenmesiyle ortaya çıkartılabilir. Bu yüzden, serinin nasıl bir süreçten geldiğini anlamak için, serinin her dönemde aldığı değerlerin daha önceki dönemdeki değerleriyle regresyonun bulunması gerekmektedir. Bu amaçla farklı metotlar geliştirilmiş olmakla birlikte, ekonometride

birim kök analizi adıyla bilinen yöntem ile serilerin durağan olup olmadıkları anlaşılabilir (Tari, 2015: 387).

Formel testler bir sistemin içerip içermediğini ve bu trendin deterministik mi yoksa stokastik mi olup olmadığını anlamaya yardımcı olmaktadır. Bunun yanı sıra mevcutta bulunan testler, birim kök ve birim kök süreçleri arasında herhangi bir ayırım yapmada çok güçlü değillerdir. Birim kök testleri bir değişkenin durağan olup olmadığını veya durağanlık derecesini ortaya koymada kullanılan en geçerli yöntemlerdir (Gujarati, 802).

Zaman serilerinde birim kök testlerine ait ilk çalışma Dickey ve Fuller tarafından 1979'da yapılmıştır (Dickey ve Fuller, 1979: 427-431). Daha sonra birim kök testleri üzerine yapılan araştırmalar artarak günümüzde güncelliğini korumaya devam etmiştir.

### **6.2.1. Dickey Fuller (DF) Testi**

Dickey ve Fuller (DF) zaman serilerinde durağanlığın test edilebilmesi için birim kök testi geliştirmişlerdir. İlk olarak 1979'da öne sürülen bu test 1981'de genişletilmiştir. DF testi, Monte-Carlo simülasyon çalışmalarına dayanarak sıfır hipotezinde yer alan birim kökün var olup olmadığını araştırmaktadır (Kuzu, 2016: 6).

Literatürde en fazla kabul gören durağanlık testi Dickey-Fuller testidir. Zaman serileri konusunda durağanlığın tespit edilmesinde en geçerli test olarak kabul edilmiştir (Enders, 1995). Dickey ve Fuller gerçekleştirdikleri simülasyon çalışmaları neticesinde t tablosu yerine  $\tau$ (Tau) tablosu adını verdikleri düzeltilmiş t tablosunun kullanılması gerekliliğini savunmuşlardır. Çalışmada ayrıca Monte Carlo simülasyonları yardımıyla hesaplanan  $\tau$  testlerinin Box-Pierce Portmanteau testlerine göre daha güçlü olduklarını gösterilmiştir (Dickey ve Fuller, 1979:430).

Dickey-Fuller birim kök testi;

$$Y_t = \rho Y_{(t-1)} + u_t \quad (4)$$

şeklinde modellenmiştir. Burada  $Y_t$  değişkeninin bu dönemde aldığı değeri,  $Y_{(t-1)}$  geçen dönemde aldığı değeri,  $u_t$  stokastik hata terimini ifade eder. Bu regresyon model birinci dereceden otoregresif AR(1) modelidir (Tarı, 2015: 388). Bu testlerdeki temel amaç yukarıdaki denklemde yer alan  $\rho$  katsayısı hakkında bilgi edinebilmek için sıfır hipotezine karşılık alternatif hipotez test edilir. Yukarıdaki denkleme göre  $H_0: \rho = 1$ , hipotezi seride birim kök olduğunu yani durağan olmadığını belirtirken,  $H_1: \rho \neq 1$ , seride birim kök olmadığını belirtmektedir. Bu test birim kök olduğu durumunda yanlıdır ve denklem EKK ile tahmin edilemez ve  $t$  istatistik değeriyle  $\rho=1$  hipotezi test edilemez (Gujarati, Porter: 754).

Bu durumdan kurtulmak için denklemin her iki tarafından  $Y_{(t-1)}$  çıkartılır ve yeni denklem;

$$Y_t - Y_{(t-1)} = \rho Y_{(t-1)} - Y_{(t-1)} + u_t \quad (5)$$

$$(\rho - 1)Y_{(t-1)} + u_t \quad (6)$$

olarak yazılır. Bu eşitlik aynı zamanda;

$$\Delta Y_{(t-1)} = \emptyset Y_{(t-1)} + u_t \quad (7)$$

Şeklinde de yazılabilir. Bu denklemde  $\emptyset = \rho - 1$  ve  $\Delta$  birinci farkı ifade etmektedir ve yeni hipotezler;

$$H_0: \emptyset = 0$$

$$H_1: \emptyset < 0$$

şeklindedir.

Dickey ve Fuller birbirinden farklı üç model kalıbını göz önünde bulundurarak testlerini uygulamışlardır. Bunlardan ilki Rassal Yürüyüş modeli,

ikincisi sabit terimin olduğu ancak trendin olmadığı model, üçüncüsü ise sabit terim ve trendin etkisinin birlikte dikkate alındığı en genel modeldir. Her üç denklem için de hataların sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı olduğu kabul edilmektedir. Ayrıca hepsi için de sıfır hipotezi  $\emptyset = 0$  yani “birim kök vardır”, alternatif hipotez ise  $\emptyset < 0$  yani “birim kök yoktur, seri durağandır” şeklindedir (Kuzu, 2016: 18).

### 6.2.2. Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Testi

Dickey-Fuller testi, hata terimlerinin bağımsız olduğu varsayımı üzerine yalnızca birinci dereceden otoregresif süreç üzerine kurulmuştur. Fakat bu otoregresif süreçler her zaman birinci dereceden olmayabilir. ADF testi, üst dereceden korelasyon sorununu kontrol edebilmek amacıyla bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerini açıklayıcı değişkenlerin tarafına almaktadır. Hata terimlerindeki korelasyon probleminden kurtulmaya yetecek sayıda gecikmeli fark terimi, regresyon açıklayıcı değişken olarak dahil edilir.

$p$ . dereceden otoregresif süreç;

$$Y_t = \rho_1 Y_{(t-1)} + \rho_2 Y_{(t-2)} + \dots + \rho_p Y_{(t-p)} + u_t \quad (8)$$

şeklinde yazılabilir. İlk farkları alındığında ise,

$$\Delta Y_t = \emptyset_1 Y_{(t-1)} + \emptyset_2 Y_{(t-2)} + \dots + \emptyset_p Y_{(t-p)} + u_t \quad (9)$$

eşitlik (9) elde edilir. DF testinde olduğu gibi burada da hata teriminin varyansı sabit, ortalaması sıfır, birbirinden bağımsız ve aynı dağılımdan geldiği varsayılmaktadır. Eşitlik 1 için kurulan hipotezler;

$$H_0: \emptyset = 0$$

$$H_1: \emptyset < 0$$

şeklindedir. Bu noktada  $H_0$  hipotezinin kabul edilmesi  $Y_t$  serisinin birim kök içerdiğini yani durağan olmadığını göstermektedir. Bu durumda serinin farkı alınarak

seri durağan hale getirilir.  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi durumunda ise  $Y_t$  serisi durağandır. Hipotezlerin test edilmesinde kullanılan kritik değerler DF testinin kritik değerleri ile aynıdır (Kuzu, 2016: 19).

### 6.2.3. Phillips Perron Testi

Phillips ve Perron birim kökler için parametrik olmayan bir test önermişlerdir. DF testinde seriler üzerinde trendin etkisini ve bu trende bağlı olarak ortaya çıkabilecek hata terimlerinin standart hatasının farklı olmasına bağlı etkileri yoktur. Phillips-Perron bu eksikliği eleştirmişler ve Phillips ve Perron (PP) Testi diye adlandırılan birim kök testini geliştirmişlerdir. Bu nonparametrik teste göre hataların dağılımının bağımsız ve sabit varyanslı olması gerekmez. PP testi, DF ve ADF testlerinin hata terimine ilişkin varsayımlarına göre daha esnektir (Tarı, 2015: 399). PP birim kök testi, hatalar zayıf bağımlı olsa ve varyanslar eşit olmasa da uygulanabilir (Kuzu, 2016: 20). Bu yöntemi kullanırken dikkat edilecek hususlar, hata terimlerinin arasında korelasyon bulunmaması ve sabit varyansların varlığı ile ilgili bilginin kesinliğidir. PP (1998) DF'nin hata terimleri ile ilgili varsayımlarını genişletmişlerdir. Aşağıdaki regresyon durumu açık bir şekilde göstermektedir.

$$Y_t = a_0 + a_1 y_{(t-1)} + u_t \quad (10)$$

$$Y_t = \alpha_0 + y_{(t-1)} + \alpha_2(t - T/2) + u_t \quad (11)$$

Yukarıdaki denklemden T gözlem sayısını,  $u_t$  hata terimlerinin dağılımını göstermektedir. Bu hata terimlerinin beklenen ortalaması sıfıra eşittir. Ancak burada hata terimlerinin arasında içsel bağlantının (serial correlation) olmaması ya da homojenlik hipotezi gerekli bulunmamaktadır. Bu yönden PP testinde, DF testindeki homojenite ve bağımsızlık beklentileri olmadan hata terimlerinin zayıf bağımlılığı ve heterojen dağılımı kabul edilmektedir. Bu nedenle Phillips-Perron, DF t istatistiklerinin geliştirilmesinde hata terimlerinin varsayımları hakkındaki kısıtlamaları göz önünde bulundurmamıştır (Tarı, 2015: 400).

### 6.3. ARDL Yaklaşımı ve Sınır Testi

Seviyelerinde durağan olmayan minimum iki serinin durağan bir birleşimi olduğunu belirten eşbütünleşme kavramının test edilmesi literatürde çoğunlukla Engle-Granger ve Johansen testleri kullanılarak yapılmaktadır. Bu testlerde, birbirleri ile eşbütünleşme ilişkisi araştırılan serilerin aynı dereceden durağan olmaları hipotezi bulunmaktadır. Değişkenlerin bütünleşme derecelerinin aynı olmasını gerektiren geleneksel eşbütünleşme testlerinin aksine Pesaran, Shin ve Smith, (2001)  $I(0)$  ve  $I(1)$  olan değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin araştırılmasına olanak tanıyan sınır testi yaklaşımını geliştirmiştir (Gülmez, 2015: 145). Bu yaklaşımın dayandığı istatistik koşullu bir kısıtsız hata düzeltme modeli (ECM) ele alınarak değişkenlerin gecikmeleri alınmış düzeylerinin önemini test etmede kullanılan genelleştirilmiş Dickey – Fuller tipi bir regresyondaki F ya da Wald istatistiğine benzerdir. Değişkenlerin yalnızca  $I(0)$  ya da  $I(1)$  olup olmaması dikkate alınmadığı için temel hipotez altında bu istatistiklerin asimptotik dağılımları standart değildir. Asimptotik kritik değerler bir tarafta tüm değişkenlerin  $I(0)$  diğer tarafta  $I(1)$  olduğu varsayımıyla iki kutuplu bir durum için oluşturulmuşlardır.

ARDL sınır testi yaklaşımı 3 aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle ilgili değişkenlerin aralarındaki uzun dönemli bir ilişkinin var olup olmaması araştırılırken, ikinci ve üçüncü aşamalarda eşbütünleşme ilişkisinin var olma şartı ile sırasıyla uzun ve kısa dönem elastikiyetleri elde edilir (Narayan ve Smyth, 2006: 337).

Diğer eşbütünleşme testlerine göre sınır testi yaklaşımının avantajları şu şekildedir:

1- Modelde kullanılacak değişkenlerin  $I(0)$  ya da  $I(1)$  ihtimali dikkate alınmadan sınır testi uygulanabilmektedir. Böylece sınır testi uygulanmadan değişkenlerin durağanlık derecelerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmamaktadır. Ancak Pesaran vd. (2001)'deki kritik değerler, değişkenlerinin  $I(0)$  veya  $I(1)$  olup olmadığına göre tablola oluşturduklarından, değişkenlerin  $I(2)$  olma ihtimali göz önüne alınarak sınanması gerekmektedir.

2- ARDL metodunda kullanılan kısıtsız hata düzeltme modeli, Engle-Granger testine kıyasla istatistiksel anlamda daha iyi özelliklere sahiptir ve küçük örneklerde Johansen ve Engle-Granger testlerine kıyasla sonuçlar daha güvenilirdir (Narayan ve Narayan, 2005: 429).

## **6.4. Bulgular**

### **6.4.1. Birim Kök Testi Sonuçları**

$\ln\text{EFK}$ ,  $\ln\text{EFS}$ ,  $\ln\text{IND}$ ,  $\ln\text{GDP}$ ,  $\ln\text{KELK}$  ve  $\ln\text{SELK}$ 'in 1988 ve 2017 yılları arasındaki seyrini incelemek için Eviews 9 istatistik programı kullanılmıştır. Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillips Perron (PP) test sonuçları tablo 4 ve 5'de gösterilmektedir. Uygulanan test sonuçlarına göre;

Augmented Dickey-Fuller ve Phillips-Perron testi uygulanarak tüm zaman serilerinin birim köke sahip olup olmadığı ve sonucunda serilerin durağanlık içerip içermemesi durumuna ilişkin boş ve alternatif hipotez oluşturulur.

$H_0$ = Seri birim kök içermektedir.

$H_1$ = Seri birim kök içermemektedir.

Bu doğrultuda seri birim köke sahip ise durağan olmadığı, birim köke sahip değil ise durağan olduğu şeklinde ifade edilmektedir. Tablo 4 ve 5 de yer alan ADF ve PP testi sonuçları ve kritik değerlere ilişkin aşağıdaki sonuçları ulaşılmıştır.

**Tablo 4. ADF Birim Kök Testi**

Değişken	Düzyey (ADF-t İstatistiği)			Birinci Fark (ADF-t İstatistiği)			1%	5%	10%
	Sabit ve Trend	1%	5%	10%	Sabit ve Trend	1%			
LNEFK	-2.576 [0.2929]	-4.310	-3.574	-3.222	-4.842 [0.0030]	-4.324	-3.581	-3.225	
LNEFS	-3.412 [0.0693]	-4.310	-3.574	-3.222	-5.076 [0.0017]	-4.324	-3.581	-3.225	
LNIND	-2.055 [0.5480]	-4.310	-3.574	-3.222	-4.829 [0.0031]	-4.324	-3.581	-3.225	
LNGDP	-2.139 [0.5035]	-4.310	-3.574	-3.222	-5.799 [0.0003]	-4.324	-3.581	-3.225	
LNKELK	-1.736 [0.7137]	-4.324	-3.581	-3.225	-4.074 [0.0175]	-4.324	-3.581	-3.225	
LNSELK	-3.965 [0.0223]	-4.324	-3.581	-3.225	-5.652 [0.0004]	-4.324	-3.581	-3.225	

ADF test sonuçları doğrultusunda lnEFK, lnEFS, lnIND, lnGDP ve lnKELK'in birim köke sahip olduğu hesaplanan t istatistik değerlerinin mutlak değer olarak kritik değerlerin altında kalmasından dolayı boş hipotezin ( $H_0$ ) reddedilemediği görülmüştür. Ancak lnSELK'in % 5 anlamlılık düzeyinde kritik değer üzerinde kalarak boş hipotezin reddedildiği ve birim kök içermediği görülmüştür. Birinci farkların alınması ile boş hipotezin lnEFK, lnEFS, lnIND, lnKELK ve lnGDP için reddedildiği yani serilerin farklarının durağan hale geldiği gözlemlenmektedir.

**Tablo 5. PP Birim Kök Testi**

Değişken	Düzyey (PP-t İstatistiği)			Birinci Fark (PP-t İstatistiği)			1%	5%	10%
	Sabit ve Trend	1%	5%	10%	Sabit ve Trend	1%			
LNEFK	-2.124 [0.5118]	-4.310	-3.574	-3.222	-5.456 [0.0007]	-4.324	-3.581	-3.225	
LNEFS	-3.438 [0.0658]	-4.310	-3.574	-3.222	-5.115 [0.0016]	-4.324	-3.581	-3.225	
LNIND	-2.140 [0.5031]	-4.310	-3.574	-3.222	-5.884 [0.0002]	-4.324	-3.581	-3.225	
LNGDP	-2.297 [0.4222]	-4.310	-3.574	-3.222	-5.803 [0.0003]	-4.324	-3.581	-3.225	
LNKELK	-0.940 [0.9372]	-4.310	-3.574	-3.222	-4.343 [0.0096]	-4.324	-3.581	-3.225	
LNSELK	-3.593 [0.0481]	-4.310	-3.574	-3.222	-13.151 [0.0000]	-4.324	-3.581	-3.225	



PP test sonuçları doğrultusunda lnEFK, lnEFS, lnIND, lnGDP ve lnKELK'in birim köke sahip olduğu hesaplanan t istatistik değerlerinin mutlak değer olarak kritik değerlerin altında kalmasından dolayı boş hipotezin ( $H_0$ ) reddedilemediği görülmüştür. Ancak lnSELK değişkeninin %5 anlamlılık düzeyinde birim kök içermediği görülmektedir. Birinci farkların alınması ile boş hipotezin lnEFK, lnEFS, lnIND, lnGDP ve lnKELK için reddedildiği yani serilerin farklarının durağan hale geldiği gözlemlenmektedir.

#### 6.4.2 Sanayi Elektrik Talebine ilişkin ARDL sınır testi sonuçları

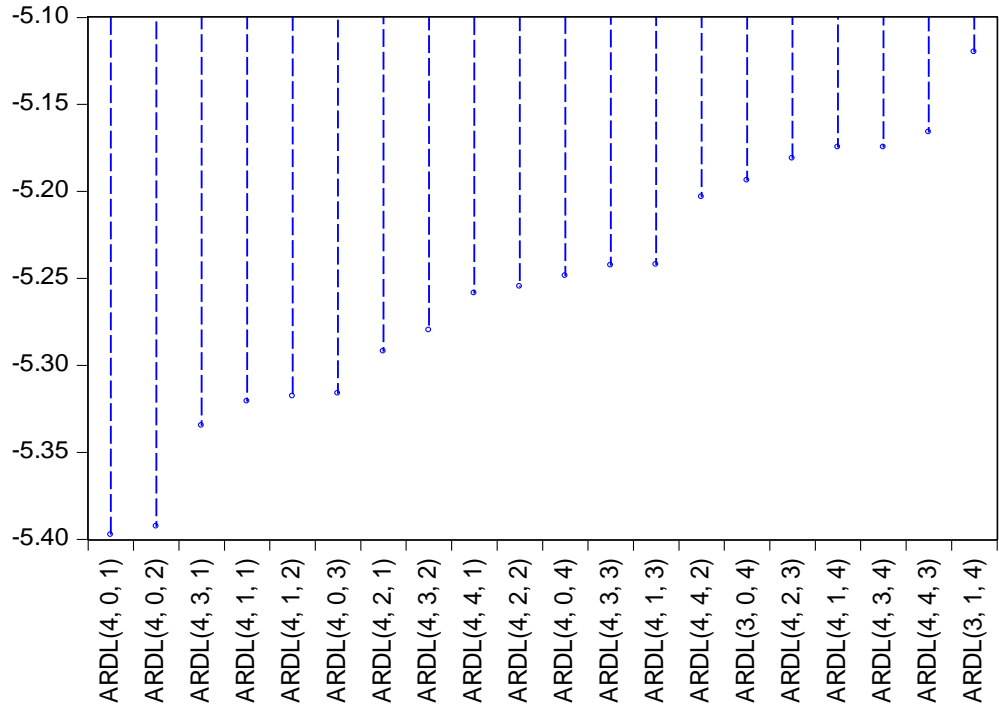
Çalışmada birim kök testleri sonucunda verilerin bazılarının düzeyde durağan bazılarının ise birinci farkının durağan olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada eşbütünlük ilişkisinin varlığının araştırılması için Pesaran(2001) tarafından geliştirilen sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmada sanayi elektrik talebi için oluşturulan temel model 12 nolu denklemde verilmiştir.

$$LNSELK_t = \alpha_0 + \alpha_1 + LNEFS_t + \alpha_2 + LNIND_t + \varepsilon_t \quad (12)$$

Sanayi elektrik talebine ilişkin ARDL modeli 13 nolu denklemde gösterilmiştir. Gecikme sayılarının belirlenmesi için Akaike bilgi kriterinden faydalanılmıştır.

$$\Delta LNSELK_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \sum_{i=1}^m \alpha_{2i} \Delta LNSELK_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{3i} \Delta LNEFS_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{4i} \Delta LNIND_{t-i} + \alpha_5 LNSELK_{t-1} + \alpha_6 LNEFS_{t-1} + \alpha_7 LNIND_{t-1} + \varepsilon_t \quad (13)$$

Akaike Information Criteria (top 20 models)



Şekil 12. Akaike Bilgi Kriteri

Tablo 6. ARDL(4,0,1) Modelinin Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t istatistiği	Olasılık
LNSELK(-1)	0.496	0.071	6.997	0.000
LNSELK(-2)	0.020	0.089	0.229	0.821
LNSELK(-3)	0.028	0.128	0.222	0.827
LNSELK(-4)	0.261	0.089	2.923	0.009
LNEFS	-0.115	0.032	-3.597	0.002
LNIND	0.487	0.030	16.161	0.000
LNIND(-1)	-0.366	0.047	-7.840	0.000
C	0.540	0.373	1.448	0.165

Tanısal Özellikler				
$R^2 = 0.999$	$Adj. R^2 = 0.999$	F- ist. = 2.631	DW = 2.391	
$\chi^2_{SER}$	2.783 (0.248)	$\chi^2_{NOR}$	0.324 (0.850)	
$\chi^2_{HET}$	4.07 (0.77)			

### *Sınır Testi*

**Tablo 7. ARDL(4,0,1) Modeli Sınır Testi Sonuçları**

Test Statistic	Değer	K
F- istatistik	12.07688	2
Kritik Değer Sınırları		
Anlamlılık Düzeyi	Alt Sınır	Üst Sınır
10%	2.63	3.35
5%	3.1	3.87
2.5%	3.55	4.38
1%	4.13	5

ARDL (4,0,1) modelinin sınır testi sonuçları tablo 7’de gösterilmiştir. F istatistik değeri yaklaşık 12,08 olarak bulunmuştur. Bu değer, %1 kritik eşik alt ve üst sınırından daha büyük olması nedeniyle değişkenler arasında eşbütünlüşme olduğu sonucuna varılmıştır.

### *Uzun Dönem*

**Tablo 8. ARDL(4,0,1) Modelinden Elde Edilen Uzun Dönem Katsayıları**

Uzun Dönem Katsayıları				
Değişken	Katsayı	Std.Hata	t istatistiği	Olasılık
LNEFS	-0.595	0.169660	-3.507	0.0025
LNIND	0.621	0.080	7.760	0.0000
C	2.782	2.232	1.246	0.2287

Sınır testi ile aralarında eşbütünlüşik ilişkinin saptandığı değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi ARDL (4,0,1) modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan uzun dönem katsayıları tablo 8’de gösterilmektedir. Sanayi elektrik fiyatında (LNEFS) gerçekleşen %1’lik artış elektrik talebinde yaklaşık % 0,6 oranında azalışa neden olacaktır. Sanayileşmede (LNIND) meydana gelecek %1’lik bir artışın ise elektrik talebinin yaklaşık %0,6 oranında artışına neden olacaktır.

## Kısa Dönem

**Tablo 9. ARDL(4,0,1) Modelinden Elde Edilen Kısa Dönem Katsayıları**

Eş Bütünleşme Formu				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t istatistik	Olasılık
D(LNSELK(-1))	-0.309	0.065	-4.734	0.0002
D(LNSELK(-2))	-0.290	0.063	-4.601	0.0002
D(LNSELK(-3))	-0.261	0.070	-3.725	0.0016
D(LNEFS)	-0.118	0.043	-2.741	0.0134
D(LNIND)	0.484	0.056	8.656	0.0000
ECT(-1)	-0.194	0.022	-8.648	0.0000

Sanayi elektrik fiyatı, sanayi elektrik kullanımı ve sanayileşme değişkenlerinin aralarındaki kısa dönemli ilişkilerin incelenmesi amacıyla ARDL yaklaşımına dayalı hata düzeltme modeli sonuçları tablo 9'da gösterilmiştir. Tabloda yer alan  $EC_{t-1}$  değişkeni uzun dönem ilişkisinden elde edilen hata terimleri serisinin bir dönem gecikmeli değeridir. Çalışmada hata düzeltme değişkeninin katsayısı -0.194 olarak bulunmuştur. Narayan and Smyth (2006) in de çalışmalarında belirttiği gibi hata düzeltme değişkeninin katsayısının mutlak değerinin 1'den büyük olması durumunda sistemin dalgalanarak dengeye geldiğini ifade etmektedir. Uzun dönemde dengeye dönüşü sağlayacak bu dalgalanmalar git gide azalacaktır (Karagöl, Erbaykal, Ertuğrul, 2007: 78). Hata teriminin gecikmeli değeri incelendiğinde beklenildiği gibi negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Kısa dönemde gerçekleşen dengesizliğin % 19 'luk kısmının bir sonraki dönem de telafi edileceği görülmektedir.

### 6.4.3 Konut Elektrik Talebine İlişkin ARDL Sınır Testi Sonuçları

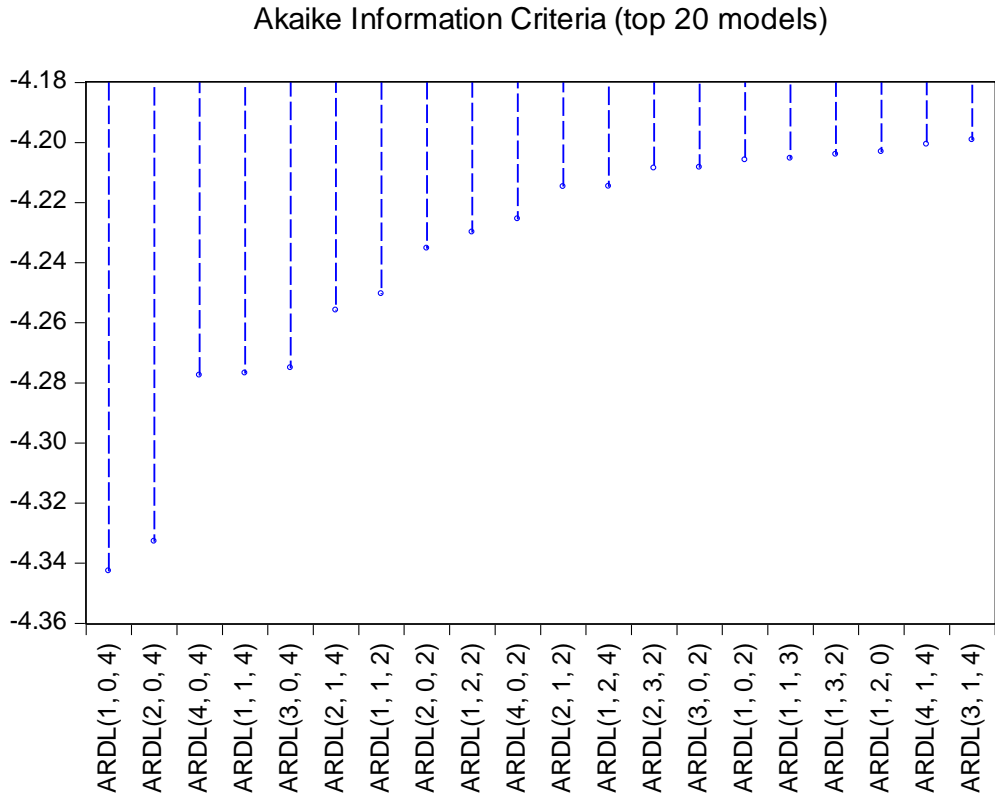
Çalışmada birim kök testleri sonucunda verilerin bazılarının düzeyde durağan bazılarının ise birinci farkının durağan olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada eşbütünleşme ilişkisinin varlığının araştırılması için Pesaran(2001) tarafından

geliştirilen sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışma da konut elektrik talebi için oluşturulan model ;

$$LNKELK_t + \beta_0 + \beta_1 LNEFK_t + \beta_2 LNGDP_t + \varepsilon_t \quad (14)$$

Konut elektrik talebine ilişkin ARDL modeli 15 nolu denklemde gösterilmiştir. Gecikme sayılarının belirlenmesi için Akaike bilgi kriterinden faydalanılmıştır.

$$\Delta LNKELK_t \alpha_0 + \alpha_1 t + \sum_{i=1}^m \alpha_{2i} \Delta LNKELK_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{3i} \Delta LNEFK_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{4i} \Delta LNGDP_{t-i} + \alpha_5 LNKELK_{t-1} + \alpha_6 LNEFK_{t-1} + \alpha_7 LNGDP_{t-1} + \varepsilon_t \quad (15)$$



Şekil 13. Akaike Bilgi Kriteri

**Tablo 10. ARDL(1,0,4) Modelinin Tahmin Sonuçları**

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t istatistiği	Olasılık
LNKELK(-1)	0.860	0.024	3.562	0.000
LNEFK	-0.217	0.059	-3.675	0.002
LNGDP	0.045	0.034	1.323	0.202
LNGDP(-1)	0.067	0.043	1.571	0.134
LNGDP(-2)	-0.118	0.033	-3.632	0.002
LNGDP(-3)	-0.004	0.029	-0.147	0.885
LNGDP(-4)	0.066	0.030	2.244	0.038
C	1.159	0.249	4.646	0.000

Tanısal Özellikler				
$R^2 = 0.998$	$Adj. R^2 = 0.997$	F- ist.= 1.351	DW = 2.442	
$\chi^2_{SER}$	3.354 (0.186)	$\chi^2_{NOR}$	0.370 (0.831)	
$\chi^2_{HET}$	6.537 (0.478)			

**Sınır Test****Tablo 11. ARDL(1,0,4) Modeli Sınır Testi Sonuçları**

Test Statistic	Değer	K
F- istatistik	9.661.103	2
Kritik Değer Sınırları		
Anlamlılık Düzeyi	Alt Sınır	Üst Sınır
10%	2.63	3.35
5%	3.1	3.87
2.5%	3.55	4.38
1%	4.13	5

ARDL (1,0,4) modelinin sınır testi sonuçları tablo 11’de gösterilmiştir. F istatistik değeri 9,66 olarak bulunmuştur. Bu değer, %1 kritik eşik alt ve üst sınırından daha büyük olması nedeniyle değişkenler arasında eşbütünleşme olduğu sonucuna varılmıştır. Eşbütünleşme ilişkisi tespit edilen değişkenlerin uzun ve kısa dönem ilişkilerini belirleyen ARDL modelleri tahmin edilmiştir.

## *Uzun Dönem*

**Tablo 12. ARDL(1,0,4) Modelinden Elde Edilen Uzun Dönem Katsayıları**

Uzun Dönem Katsayıları				
Değişken	Katsayı	Std.Hata	t istatistiği	Olasılık
LNEFK	-1.554	0.421	-3.689	0.0017
LNGDP	0.406	0.069	5.850	0.0000
C	8.296	2.212	3.750	0.0015

Sınır testi ile aralarında eşbütünleşik ilişkinin saptandığı değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi ARDL (1,0,4) modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan uzun dönem katsayıları tablo 12 'de gösterilmektedir. Konut elektrik fiyatında (LNEFK) gerçekleşen %1'lik artış elektrik talebinde yaklaşık %16 oranında azalmaya neden olacaktır. GSYİH'de (LNGDP) meydana gelecek %1'lik bir artış ise elektrik talebinde yaklaşık % 4 oranında artışa neden olacaktır.

## *Kısa Dönem*

**Tablo 13. ARDL(1,0,4) Modelinden Elde Edilen Kısa Dönem Katsayıları**

Eş Bütünleşme				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t istatistik	Olasılık
D(LNEFK)	-0.234	0.050	-4.649	0.000
D(LNGDP)	0.040	0.033	1.220	0.238
D(LNGDP(-1))	0.059	0.032	1.859	0.079
D(LNGDP(-2))	-0.060	0.031	-1.950	0.067
D(LNGDP(-3))	-0.062	0.030	-2.052	0.055
ECT(-1)	-0.139	0.015	-8.999	0.000

Konut elektrik fiyatı, konut elektrik kullanımı ve GSYİH değişkenlerinin aralarındaki kısa dönemli ilişkilerin incelenebilmesi amacıyla ARDL yaklaşımına

dayalı hata düzeltme modeli sonuçları tablo 13’de gösterilmiştir. Çalışmada hata düzeltme değişkeninin katsayısı -0.139 olarak bulunmuştur. Hata terimin gecikmeli değeri incelendiğinde beklenildiği gibi negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Kısa dönemde gerçekleşen dengesizliğin % 13 ‘lük kısmının bir sonraki dönem de telafi edileceği görülmektedir.



## 7. SONUÇ

Konut elektrik talebi ve sanayi elektrik talebini açıklamak için fiyat, gelir ve sanayileşme oranının kullanıldığı bu çalışmada elektrik talebi ile elektrik talebini etkileyen faktörler arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmada konut elektrik talebi ve sanayi elektrik talebi ayrı ayrı ele alınarak iki farklı talep modeli oluşturulmuştur.

ARDL sınır testi yaklaşımı ile 1988-2017 arasındaki yıllık veriler kullanılarak sanayi ve konut elektrik talebi incelenmiştir. Öncelikle Augmented Dickey-Fuller ve Phillips-Perron testi uygulanarak tüm zaman serilerinin durağanlık dereceleri belirlenmiştir. Augmented Dickey-Fuller ve Phillips-Perron birim kök testleri sonuçlarına göre bazı değişkenlerin düzey değerlerinde bazı değişkenlerin ise birinci farklarında durağan oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma kapsamında analiz edilen değişkenlerin farklı durağanlık derecelerine sahip olmaları nedeni ile değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunup bulunmadığı ARDL sınır testi yaklaşımı ile araştırılmıştır. ARDL sınır testi sonuçları doğrultusunda, uzun dönemde, sanayi elektrik talebi ile sanayi elektrik fiyatı ve sanayileşme arasında, konut elektrik talebi ile konut elektrik fiyatı ve GSYİH değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu bulgularına ulaşılmıştır.

Literatürde Dilaver ve Hunt (2009) çalışmasında 1960-2008 verilerini kullanarak sanayi ve konut elektrik talebini incelemişlerdir. Konut elektrik talebi için tahmin edilen kısa dönem gelir ve fiyat esneklikleri sırasıyla 0.38, -0.38 uzun dönem gelir ve fiyat esneklikleri ise 1.57, -0.09 olarak bulunmuştur. Sanayi elektrik talebi için tahmin edilen kısa dönem gelir esnekliği 0.149 fiyat esnekliği ise -0.160 olarak tahmin edilmiştir.

Bu çalışmada sanayi elektrik talebinin uzun dönem fiyat esnekliği, yaklaşık -0.59 kısa dönem fiyat esnekliği ise yaklaşık -0.12 olarak tahmin edilmiştir. Konut elektrik talebinin uzun dönem fiyat ve gelir esneklikleri sırasıyla yaklaşık -1.6, 0.4 olarak tahmin edilmiştir. Kısa dönem fiyat esnekliği -0.23 gelir esnekliği ise 0.04 olarak bulunmuştur.

ARDL modeli çerçevesinde elde edilen uzun dönem katsayıları analiz edildiğinde şu sonuçlara ulaşılmıştır:

Uzun dönemde sanayi elektrik fiyatında gerçekleşen % 1'lik artış elektrik talebinde yaklaşık % 0,6 oranında azalışa neden olacaktır. Sanayileşmede meydana gelecek % 1'lik bir artışın ise elektrik talebinin yaklaşık % 0,6 oranında artışına neden olacaktır.

Uzun dönemde konut elektrik fiyatında gerçekleşen % 1'lik artış elektrik talebinde yaklaşık % 1,55 oranında azalmaya neden olacaktır. GSYİH'de meydana gelecek % 1'lik bir artış ise elektrik talebinde yaklaşık % 0,4 oranında artışa neden olacaktır.

## KAYNAKÇA

- Arısoy, İ., & Öztürk, İ. (2014). *Estimating industrial and residential electricity demand in Turkey: A time varying parameter approach*. *Energy*, 66, 959-964.
- Babatunde, M., & Shuaibu, M. (tarih yok). *The demand for residential electricity in Nigeria: A bound testing approach*.
- Bakırtaş, T., Karbuz, S., & Bildirici, M. (2000). *An econometric analysis of electricity demand in Turkey*. *METU Studies in Development*, 27 (1-2) , 23-34.
- Bayramoğlu, T., Pabuçcu, H., & Çelebi Boz, F. (2017). *Türkiye İçin Anfis Modeli İle Birincil Enerji Talep Tahmini*. *Ege Akademik Bakış*, 17(3), 431-446.
- Bentzen, J., & Engsted, T. (2001). *A Revival of the Autoregressive Distributed Lag Model in Estimating Energy Demand Relationships*. *Energy*, 26, 45–55.
- Biçici, R. (2008). *Türkiye'de Enerji Ekonomisi*. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Blazquez, L., Boogen, N., & Filippini, M. (2013). *Residential Electricity Demand in Spain: New empirical evidence using aggregate data*. *Energy Economics*, 36, 648-657.
- Boogen, N., Datta, S., & Filippini, M. (2017). *Dynamic Models of Residential Electricity Demand: Evidence from Switzerland*. *Energy Strategy Reviews*, 18, 85-92.
- BOTAŞ. (2016). *Sektör Raporu*. <https://www.botas.gov.tr> [ Erişim tarihi: 08.05.2018].
- BP Energy Outlook . (2013). *BP World Energy Outlook Booklet*.

- Campbell, A. (2017). *Price and Income Elasticities of Electricity Demand: Evidence from Jamaica*. Energy Economics.
- Cialani, C., & Mortazavi, R. (2018). *Household and industrial electricity demand in Europe*. Energy Policy, 122, 592–600.
- Çetintaş, H., & Bicil, İ. M. (2015). *Elektrik Piyasalarında Yeniden Yapılanma ve Türkiye Elektrik Piyasasında Yapısal Dönüşüm*. Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 2(2), 1-15.
- Dilaver, Z. (2009). *Residential Electricity Demand for Turkey: A Structural Time Series Analysis*. Surrey Energy Economics Centre (SEEC),.
- Dilaver, Z., & Hunt, L. (2009). *Industrial electricity demand for Turkey: A structural time series analysis*. Energy Economics, 33, 426–436.
- Dilaver, Z., & Hunt, L. (2009). *Modelling and forecasting Turkish residential electricity demand*. Energy Policy, 39, 3117–3127.
- Dolun, L. (2002). *Türkiye'de Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kullanılan Kaynaklar*. Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., ANKARA.
- EMO. (tarih yok). *Türkiye'de Elektrik Enerjisi Gelişiminin Kısa Tarihçesi ve Genel Üretim Bilgileri*.
- Enders, W. (1995). *Applied Econometric Time Series* .
- EPIAŞ. (2017). *Yıllık Faaliyet Raporu*. <https://www.epias.com.tr> [ Erişim tarihi: 08.05.2018).
- Erdoğan, E. (2007). *Electricity Demand Analysis Using Cointegration and ARIMA Modelling: A case study of Turkey*. Munich Personal RePEc Archive.

- Esen, Ö., & Bayrak, M. (2015). *Enerji Açığının Belirleyicilerinin Teorik Perspektiften İncelenmesi*. Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3(1), 45-61.
- ETKB. (2009). *Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi Belgesi*.
- ETKB. (2017). *Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü*. Strateji Geliştirme Başkanlığı [ Erişim tarihi: 08.05.2018].
- EÜAŞ. (2017). *Yıllık Faaliyet Raporu*. <http://www.euas.gov.tr> [Erişim tarihi: 28.10.2018].
- EÜAŞ. (2017). *Yıllık Sektör Raporu*. <http://www.euas.gov.tr> [Erişim tarihi: 28.10.2018].
- Fell, H., Li, S., & Paul, A. (2014). *A new look at residential electricity demand using household expenditure data*. International Journal of Industrial Organization, 33, 37–47.
- Filippini , M., & Pachauri, S. (2004). *Elasticities of Electricity Demand in Urban Indian Households*. Energy Policy, 32, 429–436.
- Gökdemir, M., Kömürcü, M. İ., & Evcimen, T. U. (2012). *Türkiye'de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış*. THM, 471(1), 18-26.
- Göлтаş, C., & İpek, N. (2008). *Türkiye'de Elektrik Sistemi ve Genel Politikalar*. Elektrik Mühendisleri Odası, ANKARA.
- Gujarati, D. (1999). *Temel Ekonometri*. İstanbul : Literatür Yayıncılık.
- Gülmez, A. (2015). *Türkiye'de dış finansman kaynakları ekonomik büyüme ilişkisi: ARDL sınır testi yaklaşımı*. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11, 139-152.

- Halıciođlu, F. (2007). *Residential electricity demand dynamics in Turkey*. Energy Economics, 29, 199–210.
- Hondroyiannis, G. (2004). *Estimating residential demand for electricity in Greece*. Energy Economics, 26, 319– 334.
- Hotunluoğlu, H. (2011). *Türkiye'nin Enerji Talebi Projeksiyonlarına Yönelik Ampirik Bir Analiz*. Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Jamil, F., & Ahmad, E. (2011). *Income and Price Elasticities of Electricity Demand: Aggregate and sector-wise analyses*. Energy Policy, 39, 5519–5527.
- Karabulut, Y. (1999). *Enerji Kaynakları* . Ankara Üniversitesi Basımevi, ANKARA.
- Karagöl, E., & Kavaz, İ. (2017). *Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji*. Seta, 197, 7-28.
- Kavak, H. (2008). *Türkiye Elektrik Piyasasının Yeniden Yapılandırılması Süreci*. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. ANKARA.
- Keleş, M. (2005). *Elektrik Enerjisi Talep Tahminleri ve Türkiye Ekonomisine Olan Etkileri*. Hazine Müsteşarlığı Kamu İktisadi Teşebbüsleri Genel Müdürlüğü. Hazine Uzmanlık Tezi. ANKARA.
- Kınık, E. (2008). *Türkiye' de Mesken Elektrik Talebi*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, KAHRAMANMARAŞ.
- Koç, E., & Şenel, M. (2013). *Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu- Genel Değerlendirme*. Mühendis ve Makine, 54(639), 32-44.

- Köksal, B., & Civan, A. (2010). *Nükleer Enerji Sahibi Olma Kararını Etkileyen Faktörler ve Türkiye için Tahminler*. Uluslararası İlişkiler Akademik Dergi, 6(24), 117-140.
- Kuzu, S. (2016). *Enerji sektörünün çok değişkenli zaman serileri analizi ile incelenmesi*. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İSTANBUL.
- Lotz, R. (2011). *The Evolution of Price Elasticity of Electricity Demand in South Africa: A Kalman filter application*. Energy Policy, 39(6), 3690-3696.
- Narayan, P. K., & Smyth, R. (2005). *The Residential Demand for Electricity in Australia: an application of the bounds testing approach to cointegration*. Energy Policy, 33, 467-474.
- Narayan, P. K., & Smyth, R. (2006). *What Determines Migration Flows From Low-Income to High-Income Countries? An Empirical Investigation of Fiji-U.S. Migration 1972-2001*. Contemporary Economic Policy, 24(2), 332-342.
- Okajima, S., & Okajima, H. (2013). *Estimation of Japanese Price Elasticities of Residential Electricity*. Energy Economics, 40, 433-440.
- Öztürk, A. B. (2017). *Elektrik Üretimi Sektörü*. Türkiye İş Bankası, İktisadi Araştırmalar Bölümü.
- Pesaran, M., Shin, Y., & Smith, R. (2001). *Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships*. Journal of Applied Econometrics, 16(3), 289-326.
- Reiss, P., & White, M. (2005). *Household Electricity Demand Revisited*. The Review of Economic Studies Limited, 72, 853-883.
- Rekabet Kurumu . (2015). *Elektrik Toptan Satış ve Perakende Satış Sektör Araştırması*. Rekabet Kurumu, ANKARA.

- Romero-Jordan, D., Penasco, C., & Pablo del, R. (2014). *Analysing the Determinants of Household Electricity Demand in Spain*. *Electrical Power and Energy Systems*, 63, 950-961.
- Saygılı, T. (2010). *Türkiye' de Toplam Elektrik Talebinin Fiyat ve Gelir Esneklikleri, 1970-2008*. Atılım Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, ANKARA.
- Silva, S., Soares, I., & Pinho, C. (2018). *Electricity Residential Demand Elasticities: Urban versus rural areas in Portugal*. *Energy*, 144, 627-632.
- Şahin, N. (2007). *Türkiye'nin Doğalgaz Politikası*. *Ekonomik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1, 113-122.
- Tarı, R. (2015). *Ekonometri*. İzmit/Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- TÇVY. (2006). *Türkiyenin Yenielenebilir Enerji Kaynakları*. Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, ANKARA.
- TEİAŞ. (2017). *Yıllık Sektör Raporu*. <http://www.euas.gov.tr> [ Erişim tarihi: 28.10.2018].
- TETAŞ. (2016). *Yıllık Sektör Raporu*. <http://www.tetas.gov.tr> [ Erişim tarihi: 04.05.2018].
- TKİK. (2016). *Kömür Sektör Raporu (Linyit)* . Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (05.06.2018).
- Wang, N., & Mogi, G. (2017). *Industrial and Residential Electricity Demand Dynamics in Japan: How did price and income elasticities evolve from 1989 to 2014*. *Energy Policy*, 106, 233-243.
- Wiesmann, D., Azevedo, I., Ferrao, P., & Fernandez, J. (2011). *Residential Electricity Consumption in Portugal: Findings from top-down and bottom-up models*. *Energy Policy*, 39, 2772-2779.



YEGM. (2018). <http://www.yegm.gov.tr> [ Erişim tarihi 06.04.2018].

Yılmaz, M. (2012). *Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenielenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi*. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 4(2), 33-54.

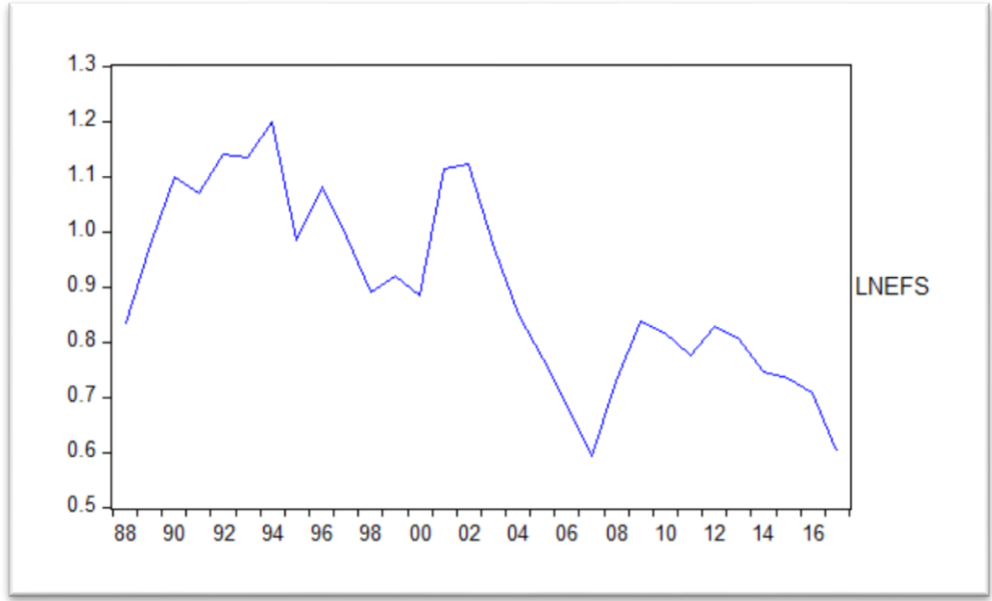
Zhou, S., & Teng, F. (2013). *Estimation of Urban Residential Electricity Demand in China Using Household Survey Data*. Energy Policy, 61, 394–402.

Ziramba, E. (2008). *The Demand for Residential Electricity in South Africa*. Energy Policy, 36, 3460– 3466.

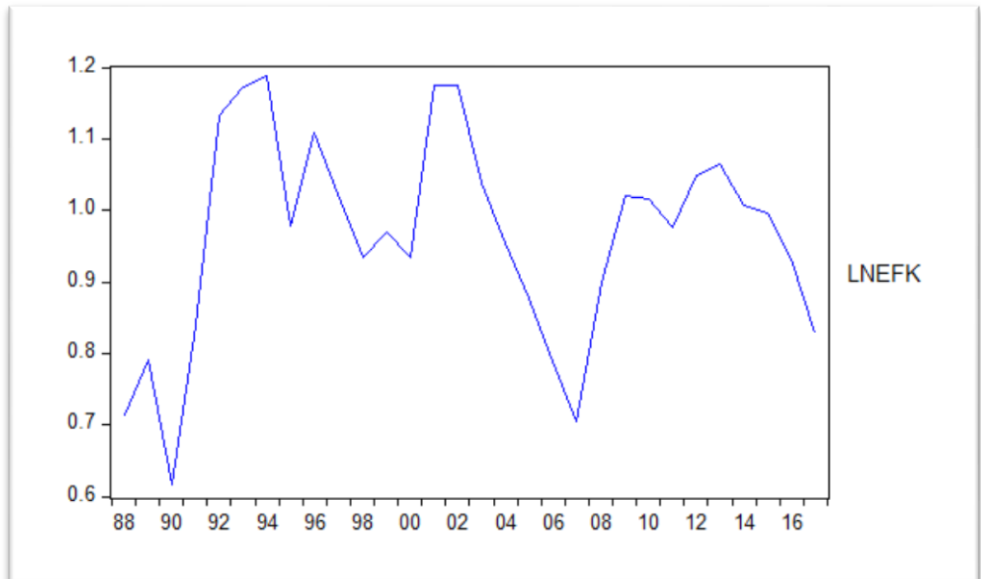
## EKLER

Konut elektrik talebi, sanayi elektrik talebi, GSYİH, konut elektrik fiyatı, sanayi elektrik fiyatı, sanayi sektörünün GSYİH içindeki payı değişkenlerine ilişkin grafikler aşağıda gösterilmiştir.

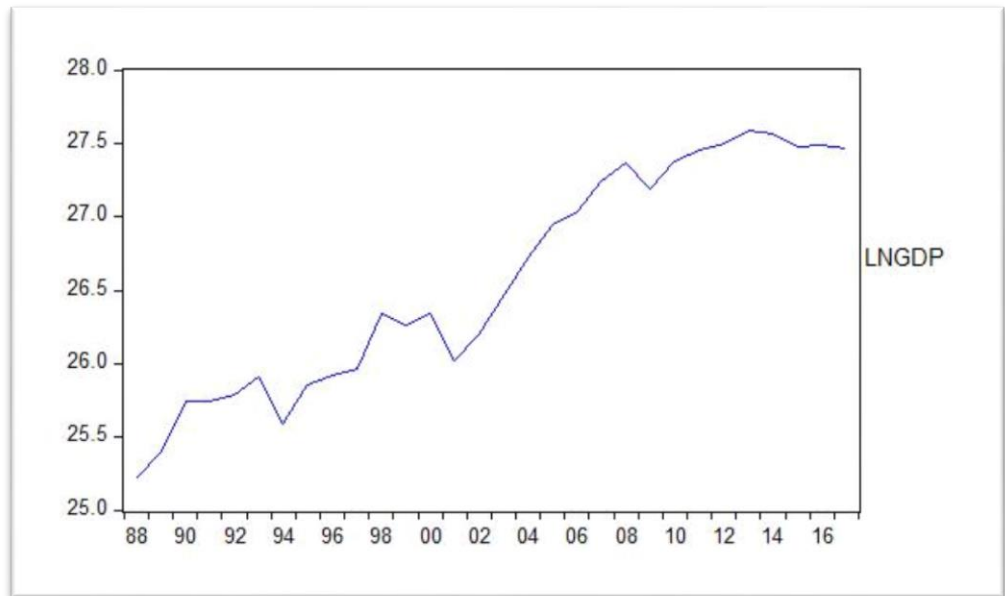
**EK 1:**



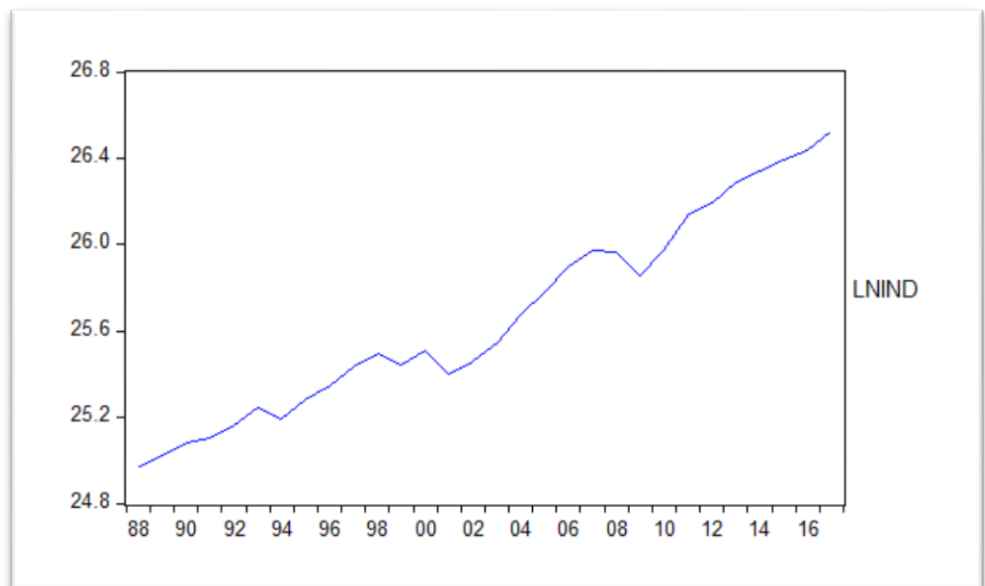
**EK 2:**



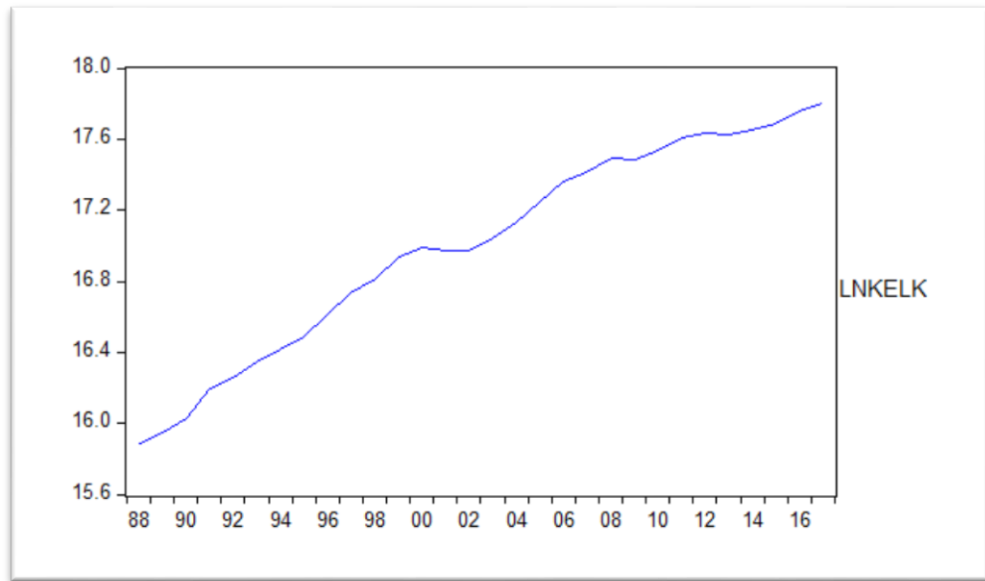
**EK 3:**



**EK 4:**



**EK 5:**



**EK 6:**

