

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
FİNANSAL İKTİSAT VE BANKACILIK PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE ENDÜSTRİYEL ELEKTRİK TALEBİNİN
EKONOMETRİK ANALİZİ

Sa Ad Muse ABDILAHİ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Kerim Eser AFŞAR

İZMİR – 2020

TEZ ONAY SAYFASI



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi “Türkiye Endüstriyel Elektrik Talebinin Ekonometrik Analizi” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

..../..../

Sa Ad Muse ABDILAHİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Türkiye Endüstriyel Elektrik Talebinin Ekonometrik Analizi

Sa Ad Muse ABDILAHİ

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İktisat Anabilim Dalı

Finansal İktisat ve Bankacılık Programı

Bu tez, 1998-2018 döneminde Türkiye'de yıllık endüstriyel elektrik talebini tahmin etmektedir. Çalışmada, endüstriyel elektrik kullanımı, elektrik fiyatları, gaz fiyatları, kişi başına GSYİH ve üretim değeri ile ilgili veriler kullanılmaktadır. Tüm değişkenler seviye I (0) 'da durağan olmadığı için, birinci farkları alınarak durağan hale getirilmiş; eşbütünleşme ilişkisi, vektör hatası düzeltme modeli kullanılarak test edilmiştir. Model sonuçlarına göre, endüstriyel elektrik kullanımı ile ilgili fiyatlar ve GSYİH arasında hem kısa hem de uzun dönemli bir ilişki vardır.

Çalışmada, endüstriyel elektrik talebiyle ilgili esneklikler hesaplanmıştır. Elektrik talebinin fiyat esnekliği - 0.0434, çapraz fiyat esnekliği ise 0.074596 olarak bulunmuştur. Sanayi üretim endeksi esnekliği ise 0.812207 olarak bulunmuştur. Her üç esnekliğin işaretleri ve büyüklükleri teoriyi doğrulamaktadır. Hem talebin fiyat esnekliği hem de çapraz fiyat esneklikleri istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Ancak sanayi üretim endeksi esnekliği istatistiksel olarak anlamlıdır.

Anahtar Kelimeler: Elektrik talebi, Birim Kök Testi, Eşbütünleşme, Vektör Hata Düzeltme Modeli.

ABSTRACT
Master Thesis
An Econometric Analysis of Turkish Industrial Electricity Demand
Sa Ad Muse ABDILAHİ

Dokuz Eylül University
Graduate School of Social Sciences
Department of Economy
Financial Economics and Banking Program

This thesis estimates the yearly industrial electricity demand in Turkey over the time period 1998-2018. This thesis employs data on industrial use of electricity, electricity prices, gas prices, gdp per capita and value of production. All variables are not stationary at the level I (0), they become stationary at first difference I (1). Cointegration was tested by looking at the vector error correction model

There is long-run and short run relationship in this model. The dependent variable of the model is industrial electricity use.

The study finds electricity own price elasticity of -0.0434 , cross price elasticity of 0.074596 ; and industrial production index of 0.812207 . The signs of all three elasticities are as predicted by theory. Both own price elasticity and cross price elasticities are found to be statistically insignificant. However industrial production index elasticity is statistically significant.

Keywords: Electricity Demand, Cointegration Test, Vector Error Correction Model.

TÜRKİYE ENDÜSTRİYEL ELEKTRİK TALEBİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LISTESİ	ix
ŞEKİLLER LISTESİ	x
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM TÜRKİYE ELEKTRİK PAZARI

1.1. TÜRK ELEKTRİK PAZARININ TARİHSEL GELİŞİMİ	3
1.2. TÜRKİYE ELEKTRİK DÜZENLEME REFORMU	5
1.3. ULUSAL POLİTİKA VE MEVZUAT	9
1.3.1. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	9
1.3.2. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu	9
1.4. ULUSAL ENERJİ POLİTİKASI	10
1.5. ULUSAL KALKINMA PLANLARI	10
1.6. TÜRKİYE’NİN ENERJİ ALT SEKTÖRÜ	11
1.6.1. Kömür ve Linyit	11
1.6.2. Petrol	12
1.6.3. Doğal Gaz	14
1.6.4. Hidroelektrik Güç	16
1.6.5. Rüzgar Enerjisi	17
1.6.6. Güneş Enerjisi	17

İKİNCİ BÖLÜM

ELEKTRİK TALEBİ DAVRANIŞININ MODELLENMESİ

2.1. TALEP FAKTÖRÜNÜN TEORİSİ	24
2.2. TALEPLERİN ESNEKLİĞİ	25
2.2.1. Talebin Fiyat Esnekliği	25
2.2.2. Talebin Çapraz Fiyat Esnekliği	25
2.2.3. Talebin Çıktı Esnekliği	26
2.3. MODEL TAHMİNİ	26
2.4. DEĞİŞKENLERİN TANIMLANMASI	27
2.4.1. Kullanılan toplam endüstriyel elektrik.	27
2.4.2. Yıllık elektrik enerjisi ortalama fiyatı (IEP).	27
2.4.3. Sanayi Üretim Endeksi IPI	28
2.5. BİRİM KÖK TESTİ	28
2.6. ENGLE GRANGER EŞBÜTÜNLEŞME TESTİ	29
2.7. EŞBÜTÜNLEŞME	30
2.8. VEKTÖR HATA DÜZELTME MODELİ (VECM)	32
2.9. HETEROSKEDASTİTE TESTİ: ARCH	33
2.10. NORMALLİK TESTİ	33
2.11. SERİ KORELASYON: LM TESTİ	34

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

EMİRİK ANALİZLER VE SONUÇLAR

3.1. LİTERATÜR TARAMASI	35
3.2. ELEKTRİK FİYAT ESNEKLİĞİ	46
3.3. TALEBİN ÇAPRAZ FİYAT ESNEKLİĞİ	46
3.4. SANAYİ ÜRETİM ENDEKSİ	46
3.5. BİRİM KÖK TESTİ	47
3.6. JOHANSEM EŞBÜTÜNLEŞME TESTİ VE VEKTÖR HATA DÜZELTME MODELİ	49
3.6.1. Vektör Hata Düzeltme Modeli	52

3.6.2. Wald Testi	55
3.7. NORMALİTE TESTİ	55
3.8 BREUSCH-GODFREY SERİ KORELASYON LM TESTİ	56
3.9. ENGLE GRANGER TESTİ	57
 SONUÇ	 59
KAYNAKÇA	61



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Bazı Ülkelerin Kanıtlanmış Petrol Rezervleri	s.13
Tablo 2: Bazı Ülkelerin Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri	s.15
Tablo 3: Türkiye Elektrik Enerjisi Görünümü (Milyar kwh)	s.19
Tablo 4: Türkiyenin Elektrik Enerjisi Görünümü (Milyar KWh)	s.22
Tablo 5: Literatür Taramasının Özeti	s.44
Tablo 6: Tanımlayıcı İstatistikler	s.46
Tablo 7: Birim Kök Testi I(0)	s.47
Tablo 8: Birim Kök Testi I(1)	s.48
Tablo 9: Gecikme Seçimi	s.50
Tablo 10: Eş bütünleşme Testinin Sonuçları (İz İstatistiğine göre)	s.50
Tablo 11: Eş-bütünleşme Testinin Sonuçları (Max. Öz-değer İstatistiğine göre)	s.51
Tablo 12: Vektör Hata Düzeltme Modeli(Uzun Dönem)	s.52
Tablo 13: Vektör Hata Düzeltme Modeli(Kısa Dönem)	s.52
Tablo 14: Katsayı Sonuçları ve T Değeri	s.54
Tablo 15: Wald Testi	s.55
Tablo 16: Normalite Testi	s.56
Tablo 17: Breusch-Godfrey seri korelasyon LM testi	s.57
Tablo 18: Engle Granger test (1)	s.57
Tablo 19: Engle Granger Testi (2)	s.58

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Enerji Endüstrisinde Düzenleyici Reform	s.6
Şekil 2: Piyasa yapısının Gelişimi	s.7
Şekil 3: Türkiyede Yıllara Göre Kömür Oranı	s.12
Şekil 4: Bazı ülkelerin kanıtlanmış petrol rezervleri	s.14
Şekil 5: Türkiye’de Yıllara Göre Doğal Gaz Oranı	s.16
Şekil 6: Elektrik Üretimi Ve Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımları	s.18
Şekil 7: Bazı Ülkelerin Kaynak Bazında Elektrik Üretim Oranı	s.20
Şekil 8: Net Elektrik Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı	s.21
Şekil 9: Normalite Testi	s.56

GİRİŞ

Milli enerji ve madencilik politikası, Türkiye'nin enerji ihtiyacının ekonomi ile benzer bir şekilde büyümesi sonucunda uygulanmıştır. Politika, enerji tedarik güvenliğinin güçlendirilmesi, yerel ve yenilenebilir kaynakların kullanılması ve öngörülebilir piyasa koşullarının oluşturulması ile ilgilidir.

Türkiye ithal enerjiye bağımlılığını azaltmayı hedeflemektedir. Bu amaçlara ulaşmak için, Türkiye hükümeti, enerji pazarında özel yatırımları teşvik etmeye çalışırken, enerji yasalarını yeniden düzenlemiştir. Özellikle elektrik ve yenilenebilir enerji sektörlerindeki son eğilimler, Türkiye ekonomisinin ve nüfusunun büyümesine karşılık gelen özelleştirmeye doğru daha güçlü bir baskı olduğunu göstermektedir.

Enerji sektörü, Türkiye ekonomisinde en umut verici ve en cazip yatırım alanı olarak görülmektedir. Enerji piyasası, son özelleştirmeler, lisans ihaleleri ve stratejik ortaklıklar ile birlikte hızlı bir büyüme ve serbestleşme sürecine tanık olmaktadır. Sektör son zamanlarda dikkat çekici bir şekilde aktif bir hale gelmekte ve yatırımcılara büyük fırsatlar sunmaktadır. Türkiye'nin enerji tüketimi Batı Avrupa ülkelerine kıyasla daha düşüktür ancak, Türkiye'deki büyük, genç ve gittikçe artan kentsel nüfus enerji kullanımında bir büyüme potansiyeli oluşturmaktadır. Günümüzde, enerji tüketimindeki artış yerli üretimi geride bıraktığından, Türkiye büyük bir enerji ithalatçısıdır. Türkiye'de artan enerji talebini karşılamak için yakın gelecekte enerji sektörüne önemli miktarda yatırım yapılması gerekmektedir. Dünya Enerji Konseyi'nin (WEC) yönettiği Dünya Enerji Trilemma Endeksine göre, Türkiye, 2018 yılında 125 ülke arasından 44. sırada yerini almıştır.

Dünya Enerji Trilemma Endeksi, küresel ve ulusal verilere dayanarak enerji performansını üç faktöre göre belirlemektedir - Enerji Güvenliği, Enerji Eşitliği ve Çevresel Sürdürülebilirlik.

Elektrik, her ülkenin ekonomisinde önemli bir rol oynamaktadır, çünkü ekonomik ve sosyal kalkınma için çok önemli bir faktördür. (Toklu, 2013, p.456).

Dünya genelinde toplam elektrik tüketimi 2000–2010 döneminde % 40 artarken, genel enerji kullanımı aynı dönemde % 26 artmıştır (EIA 2013). Elektrik tüketiminin toplam küresel enerji tüketimindeki oranı 2005 ve 2010 yılları arasında % 16,3'ten % 17,7'ye yükselmiştir.

Türkiye'de elektrik talebi, ekonomik büyüme ve nüfus artışına bağlı olarak artmaktadır. Son yıllarda Türkiye, OECD ülkeleri arasında elektrik talebindeki en hızlı büyümeyi 2002'den bu yana % 5,5'lik bir büyüme ile göstermiştir. Türkiye'de elektrik talebindeki artış, 1990'lı yılların başında uygulamaya konan yeniden yapılanma sürecinin bir sonucudur ve daha sonra 2001 yılında elektrik piyasası kanununun çıkarılmasıyla istikrar kazanmıştır (IEA, 2012).

Türkiye'nin elektrik tüketimi 2010'da 172 milyar kWh iken, 2018'de 303.2 milyar kWh'e ulaşmıştır. (MENR).

Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Türkiye Endüstriyel Elektrik Talebinin incelemektir. Özellikle, 1988 – 2018 döneminde elektrik talebinin fiyat ve ürün verimi elastikiyeti ve talep paternindeki yapısal değişimler üzerine yoğunlaşmıştır

Metodoloji

Türkiye endüstrisinde elektrik kullanımı, elektrik ve gaz fiyatları, kapsamlı üretim üzerine olan tarihsel veriler incelenmiş ve bir faktör talep modeli türetilmiştir. Bu tezin amacı doğrultusunda teorik yapı, zaman serisi verilerini kullanarak lineer fonksiyonunu uygulayan ekonometrik bir yaklaşım olarak değerlendirilir.

Kapsam ve Sınırlılıklar

Bu tez başlıca, Türk Endüstrisindeki total elektrik kullanımını değerlendirmektedir.

Modelleme amacıyla diğer ikameler göz ardı edilmiştir. Dahası, Türk endüstrisi için üretimin değerini değerlendirecektir. Elektrik talebini etkileyecek diğer değişkenler göz ardı edilmiştir. Bu tezin limitlerini belirleyecek veri setleri 1988 – 2018 dönemini kapsayacak genişliktedir. Bu tez boyunca elektrik ve enerji kelimeleri kullanılacaktır. Enerji, elektriğin eş anlamlısı değildir fakat hem elektriğe hem de diğer enerji taşıyıcılarına verilen isimdir.

BİRİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE ELEKTRİK PAZARI

1.1. TÜRK ELEKTRİK PAZARININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Türkiye’de elektrik endüstrisi ilk olarak su değirmeni bağlantılı 12 kw güçte özel bir şirket tarafından 1902 yılında Mersinin Tarsus ilçesinde kurulmuştur. Daha geniş skalada ilk güç tesisi, hidrogüç tesisi 18 mW güçte 1913 yılında İstanbul’da inşaa edilmiştir. Bu tesisin kurulu kapasite 29.664 KW’dur. Türkiye Cumhuriyeti 1923 yılında kurulduğunda yıllık üretim kapasitesi 45 GWh’dı. O yıllarda elektrik yalnızca İstanbul, Adapazarı ve Mersin (Tarsus) isimli üç ilde mevcuttu.

İlk Türk elektrik şirketi, Kayseri ve Civarı Türk Elektrik A.Ş 1926 yılında kuruldu. 1920’li yılların sonunda, toplamda 106.3 GWsa elektrik üreten 48 güç tesisi (74.8MW) vardı ve kişi başına düşen elektrik tüketimi 6.2 kWsa’ydı. (TEAS, 2001).

EİE’de dahil olmak üzere elektrik üretimine yetkili birçok devlet enstitüsü 1935 yılında kuruldu. Bugün halen faaliyet gösteren Elektrik Enerjisi Kaynakları Araştırma ve Geliştirme İdaresi (Elektrik İşleri Etüt İdaresi, EİE), hidro potansiyelleri belirlemek, planlamak ve hidro tesis ve baraj projelerini hazırlamak için ölçme ve hazırlık çalışmalarını yürütmektedir. Ayrıca, enerjinin korunumu, yeni ve yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımının araştırılmasını da kapsamaktadır.

1950’lerde kurulu kapasite toplamda 789.5GWh, elektrik üretimi 408 MW civarlarında iken, kişi başı tüketim 32 kWh’lara yükseldiğinde bu tüketimin sadece %23’ü tüketici tarafından kullanılırdı. (IEA, 2001). Türkiye’nin Enerji ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı, 1963 yılının Aralık ayında kuruldu ve Türkiye’nin enerji politikasından sorumluydu. Bunu, Türk elektrik sektöründe her aşamada tekel olan Türkiye Elektrik İdaresi Komisyonu’nu yaratan kanunun yürürlüğe girmesi izlemiştir. Bu durum, Türk elektrik sektörünün her aşamada tekel olmasına olanak sağlamıştır (A. Hepbaslı 2005).

1970 yılında, kurulu kapasite 2234.9 MW’e arttırıldığında, köylerin yalnızca %7’si elektrikleştirilmişti ve hükümetin elektrifikasyonu, enerji sektörünün daha anlaşılır bir şekilde örgütlenmesini gerektiriyordu. Kurulu hidroelektrik santralleri, elektrik gücünün yaklaşık % 32’sini sağlıyordu.

1971 yılında yürürlüğe giren bir kanuna göre, tamamen devlete ait ve devlet tarafından işletilen bir kuruluş olan Türkiye Elektrik Kurumu (TEK), tüm ülke genelinde elektrik üretimi ve dağıtımından sorumluydu (A. Hepbasli, 2002).

Hidroelektrik üretimi, 1973 - 1982 yılları arasında termal enerji üretimi olmasına rağmen sürekli bir artış göstermiştir. Belediyelerin ve sendikaların sahip olduğu enerji santrali Türkiye Elektrik Kurumu'na taşınmıştır.(IEA, 2001).

1973 ve ilerleyen yıllarda petrol krizi ekonomik şartları etkiledi ve petrol fiyatları Türkiye'yi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya teşvik etti. Yine Türkiye 1982 yılında petrol krizinin atlatılmasından sonra termal enerjiyi kullanmaya başladı.

1970-1980 yıllarını kapsayan dönemde, Türkiye dünyadaki enerji krizinden etkilendi ve zorunlu elektrik kısıtlamalarına başvurdu. Bu zorluklara rağmen, Türkiye 1980 yılında 5118,7 MW kurulu güce sahip olup, 2705 sayılı Kanun'a göre 23,3 milyar kWh üretim gerçekleştirmiştir.

10 Eylül 1982'de; Belediye ve Sendika Elektrik Tesisleri, TEK'e transfer edilmiş ve Kanun kapsamı dışında kalan İller Bankası'nın personeli ve çalışmaları, 1986 yılında kurumlar arasında yapılan anlaşma ile kamu sektöründe hedeflenen bütünleşme sağlanarak tüm fonksiyonları ile TEK'e devredilmiştir.

O sırada, Türkiye'nin kurulu gücü 6.638.6 MW'dı ve üretim 26.6 milyar kWh idi. 1984 yılında yürürlüğe giren 3096 sayılı Kanun ile özel sektörün elektrik piyasasına girmesi ve elektrik pazarına katılımı sağlanmıştır ve özel sektör şirketleri elektiriğin üretimi, iletimi ve dağıtımını yapma hakkını elde etmiştir. Bu Kanun, yap-işlet-devret (YİD), işletme haklarının devri (İHD) ve otoprodüktör özel sektör üretim yatırım modellerini sunarak TEK'in üretimdeki tekel konumuna son vermiştir.

233 sayılı Kanun Hükmünde Kararnameye dayanarak verilen 12.08.1993 tarihli ve 93/4789 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile; Devlete ait bir kuruluş olan, Türkiye Elektrik Üretim ve İletim Anonim Şirketi (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (TEDAŞ) Atanasoff'un elektrik sektörünün özelleştirilmesi uygulamalarının başlatılması için iki ayrı iktisadi devlet kuruluşu olarak yeniden düzenlenmiştir. Asıl bölünme 1994 yılında gerçekleşmiştir (Tetas 2015).

Enerji sektörünün yeniden yapılandırılmasına ilişkin 3 Mart 2001 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu, rekabetçi ve özel

kanun hükümlerine uygun olarak güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik piyasası oluşturmayı amaçlamaktadır.

Bağımsız, düzenleyici ve denetleyici bir çerçevenin sürdürülmesinin yanı sıra, tüketicilerin tasarrufu için yüksek kaliteli, yeterli düzeyde sürekli, düşük maliyetli ve çevre dostu elektrik tedariği ana hedef olmuştur. Kanun elektriğin üretimini, iletimini, dağıtımını, toptan ve perakende satışını kapsamaktadır.

1.2. TÜRKİYE ELEKTRİK DÜZENLEME REFORMU

1960'larda, hükümet “gelişme planları dönemi”ni başlattı. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) 1963 yılında kurulmuş ve Türkiye'nin enerji politikasından sorumlu olmuştur. ETKB'yi 1970 yılında, Türkiye elektrik sektöründe yerel idarelere bırakılan dağıtımın, hemen hemen tüm aşamalarında tekel olacak olan Türkiye Elektrik İdaresi Başkanlığı (TEK) takip etmiştir.

1980'lerin başında, birçok Avrupa ülkesinde olduğu gibi, Türk elektrik endüstrisi, devlete ait dikey olarak entegre bir şirket olan TEK'in elindedir. 1980'lerden başlayarak, hükümet genel bütçeye yatırım yükünü hafifletmek için sektöre özel katılımı çekmeye çalıştı. 1982 yılında, kamu sektörünün üretimdeki tekeli ortadan kalktı ve özel sektörün enerji santralleri inşa etmesine ve elektriğini TEK'e satmasına izin verildi. 1984 yılında TEK, yeniden yapılandırıldı ve devlete ait girişimlerin statüsünü kazandı.

Elektrik üretim görevi kamu sektörü olan EÜAŞ ve ortak özel şirketler tarafından yerine getirilmektedir. Başlıca ortaklık türleri, Yap İşlet (Yİ), Yap İşlet Devret (YİD), İşlem Hakkı Devrine sahip (İHD) Üretici Şirketler ve Otoprodüktör şirketlerdir.

EUAS'ın özelleştirilmesi, 2009 yılında Yüksek Planlama Kurulu tarafından Elektrik Sektörü ve Strateji Belgesi Reformu ile başlamıştır. Özel şirketlere 50 küçük hidroelektrik santrali ve 21 elektrik santrali ihale ile satılmıştır. Özelleştirme İdaresi diğer tesislerin özelleştirilmesinin geri kalanını gerçekleştirmektedir. Özelleştirmenin temel hedefleri verimli kapasite kullanımı, daha fazla elektrik üretimi ve rekabet ortamını artırmaktır.

Yap-İşlet-Devret (YİD) modeli 1984 yılında geliştirilmiştir. Bu model, özel sektör/şirket tarafından kamu şirketlerine önceden belirlenmiş bir sözleşme ile elektrik satmasıdır. Sözleşme sona erdiğinde, hükümet tesisi şirketten devralır. Bu şekilde özel sektörün yatırım maliyetlerini, kar yükünü ve primini düşürmesi amaçlanmaktadır. Bu yöntem özelleştirmenin önemli bir parçasıdır (Imre, 2001).

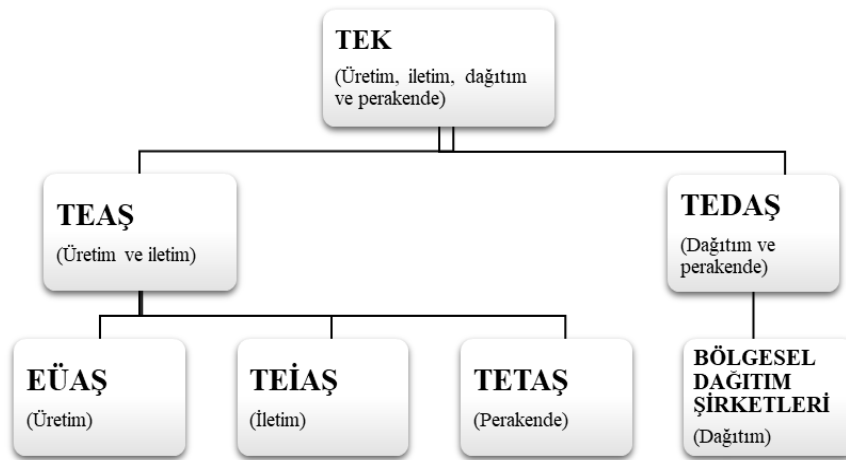
Yap ve İşlet (Yİ) Bu model, 1997'den beri 4283 sayılı yasa ile yürürlüktedir. Bu şekilde, özel şirketlerin enerji santralleri inşa etmelerine ve işletmelerine ve üretilen elektriği hazine garantisi altında halka açık şirketlere satmalarına izin verilmektedir. Ancak hidrolik, nükleer, jeotermal ve yenilenebilir enerji santralleri bu kanun kapsamında değildir.

İşletme Haklarının Devri (IHD) Hükümetin tesisin mülkiyetine sahip olduğu ve özel bir şirketin işlettiği modeldir. Şirket, ürettiği elektriği satarak kâr etmektedir.

Otoprodüktör ve Otoprodüktör Grupları: Otoprodüktör çalışma prensipleri 2001 yılında Elektrik Piyasası Kanununa göre düzenlenmiştir. Kendi veya iştiraklerinin ihtiyaçları için elektrik üretirler. Ayrıca üretilen fazla elektriğini piyasaya satmalarına izin verilir.

Özel Jeneratör Şirketleri Faaliyetleri 2001 yılında Elektrik Piyasası Kanununda da tanımlanmıştır. Üretim lisansı ile elektrik üretim tesisleri kurmalarına ve işletmelerine izin verilmektedir. Esas olarak piyasadaki ikili sözleşmeler yoluyla elektrik satarlar. Güçlü, rekabetçi ve şeffaf bir endüstri için faydalıdır.

Şekil 1: Türkiye Elektrik Düzenleme Reformu

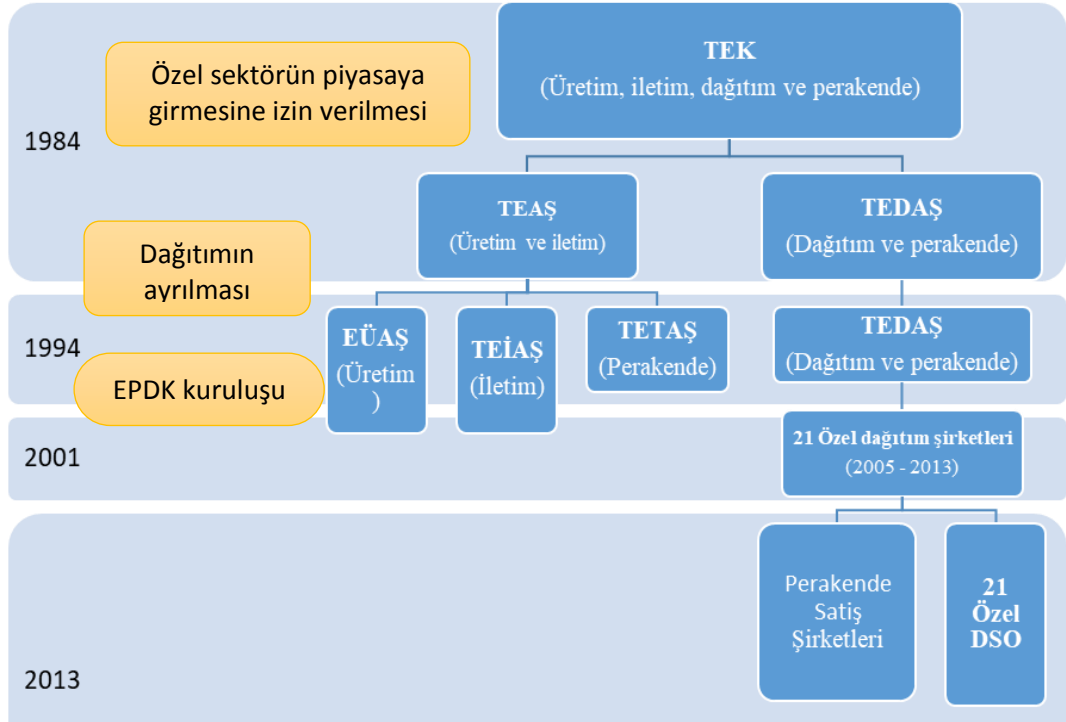


Kaynak: Starodustev(2007)

İletim: TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi), 2001 yılında “Ekonomik İstikrar ve Enflasyonla Mücadele Programı” ve Elektrik Kanunu hükümleri uyarınca TEAŞ'ın üç halka açık şirkete bölünmesinden sonra kurulmuştur. TEİAŞ'ın temel sorumlulukları yük sevkiyatının planlanması, karşı taraflarca elektrik dağıtımının öngörülmesi (dağıtım şirketleri, devlet kurumları vb.), elektrik üretim kapasitesi projeksiyonları, iletim hatları için yeni gereksinimlere göre yatırım planlaması, mevcut altyapının işletilmesi ve bakımındır, Ar-Ge faaliyetleri, 16 adet elektrik iletim ve kullanım tarifesinin planlanması, şebekeye bağlı tüm şirketlerle sözleşme hazırlanmasıdır.

Dağıtım: Elektrik Kanunu (2001), “Dağıtım, elektriğin 36 kV ya da daha düşük hatlar üzerinden taşınmasıdır. Dağıtım Şirketleri, belirli bir coğrafi bölgede elektrik dağıtımıyla uğraşan tüzel kişilerdir ”der. Türkiye Elektrik Dağıtım Şirketi, esas olarak elektrik dağıtımını ve ticaretini kapsayan hizmetlerinde maksimum üretkenlik ve karlılığa ulaşmak amacıyla 1994 yılında faaliyetlerine başlamıştır (TEDAŞ, 2010).

Şekil 2: Piyasa yapısının Gelişimi



Kaynak: Starodustev(2007)

Buna göre, dağıtım bölgeleri yeniden tanımlanmış, Türkiye 21 bölgeye bölünmüş ve 20 elektrik dağıtım şirketi pazarda faaliyete başlamıştır.

EÜAŞ: İkili sözleşmelerle TEDAŞ ve TETAŞ'a elektrik satan piyasa oyuncularından biridir. Elektrik üretmek için EÜAŞ doğal gazı BOTAS'tan alır. İkili sözleşmeler tarafından satılmak üzere düzenlenmiş miktardan daha fazlasını üretirse, bunu Piyasa Takas Merkezine satabilir. 19

TETAŞ, Toptancı ve Perakendeci Şirketler: Piyasa oyuncuları olarak, elektrik alıp satarak ticaret şirketi olarak hareket ederler. TEDAŞ, elektriği doğrudan bağlı müşterilere, TEDAŞ'a ve ayrıca gerekli şartlar altında ihracat faaliyetlerinde satabilir. Toptancılar elektriği lisanslarının belirlediği şartlar altında alıp satabilirler. Perakendeci şirketler elektriği uygun ve serbest olmayan tüketicilere satmakla yükümlüdür. Serbest olmayan tüketicilerin sayısının distribütörlerini seçmelerini mümkün kılmak ve piyasa verimliliğini artırmak için sıfır olmasını planlanlar. Ulusal Yük Tevzi Merkezi, sisteme sürekli elektrik sağlamak için sistemin talep ve arzını düzenleyen yönetici olarak düşünülebilen havuz sistemidir.

Elektrik Fiyatları piyasa modellerine baktığımızda tek fiyat modeli ve çift fiyat piyasa modeli olmak üzere iki tip sistem vardır. Türkiye'deki mevcut sistem, ikili sözleşmeler ve dengeleme piyasası olan tek fiyat piyasasıdır. Bu sistem eleştirildiği için yeni amaç, Avrupa'ninkine benzer şekilde, portföy bazlı kendi kendine gönderilen çift fiyat modeline dönüştürmektir. (Erdoğan, 2009). Elektrik fiyatları ikili sözleşmelere göre belirlenmektedir ve perakende tarifeler TEDAŞ, TETAŞ ve Spot Piyasa oyuncuları tarafından resmen ilan edilmektedir. Elektrik Piyasası Dengeleme ve Uzlaştırma Anlaşması ile piyasa oyuncuları elektriği spot piyasada satma fırsatı bulmaları Havuz sistemi Ulusal Sevk Merkezi (NDC) tarafından organize edilmiştir. Oyuncuların piyasalar için NDC'ye bildirmesi gereken iki tür fiyat vardır. Gün öncesi ve Dengeleme Gücü Spot market, tek saat için alım satım teklifleri ve blok teklifler sunar. Piyasa fiyatı, tüketicilerin yanı sıra tedarikçiler tarafından belirlenir. Gün için üç dönem tanımlanmıştır: gündüz, zirve ve gece. Gündüz saatleri 06:00'dan başlar ve 17: 00'da sona erer, yoğun saatler 17: 00-22: 00 arasında ve gece saatleri 22:00 ila 06:00 arasındadır.

Toptan satış piyasasında gün öncesi piyasası düşünüldüğünde 2010 yılında ortalama fiyat 122 TL / MWsa, dengeleme güç piyasasında ortalama fiyat 118 TL / MWsa olmuştur (AEE, 2010). Her iki pazarda da yıllık zirve zamanı olan 19 Ağustos'ta en yüksek fiyat 420 TL bulunmuştur. Hava koşullarına bağlı olarak elektriğin fiyatı yükselir. Bu durumun sebebi kış döneminde ısınma ve yaz aylarında klima kullanımıyla serinleme amaçlıdır. Şubat 2012'de Türkiye'nin Azerbaycan ve İran'dan ithal ettiği doğal gaz sorunu ortaya çıkmıştır, bu dönemde bazı elektrik santralleri bile gaz kıtlığı nedeniyle boşa çıktı. En yoğun saatlerde elektrik fiyatı 2000 TL / Msa'ya yükseldi. (Ulusal Dağıtım Enstitüsü, Garanti Bankası Raporu, 2012)

AB mevzuatına göre, yıllık elektrik tüketimi 500-2000 Msa arasında olan tüketiciler endüstriyel tüketici olarak tanımlanmaktadır. Türkiye'de konut fiyatı AB'den düşük olsa da, ortalama fiyatlardaki artış daha yüksektir. Bu durum sanayi sektörü için de benzerdir.

1.3. ULUSAL POLİTİKA VE MEVZUAT

1.3.1. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Enerji sektöründe politikanın oluşturulmasından ve uygulanmasından Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) sorumludur. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın, ülkenin enerji ve doğal kaynaklar için kısa ve uzun dönem ihtiyaçlarının belirlenmesi, enerji sektörünün gelişimi için programlar hazırlanması, enerji sektörünün gelişmesi için tanımlama ve saptamaların yapılması, doğal kaynakların üretilmesinin sağlanması, genel politikanın koordinasyonunun sağlanması ve denetlenmesi gibi gerçekleştirilmesi gereken birkaç amacı vardır.

1.3.2. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), Başkan ve İkinci Başkan dahil 9 üyeden oluşan bir karar alma kurulusudur. 10 bölüm ve yaklaşık 495 personeli vardır.

2001 yılında kurulmuştur ve sorumluluğu elektrik, petrol ve doğal gaz alt akım işlemleri piyasalarının çalışmasını düzenlemek ve denetlemektir.

1.4. ULUSAL ENERJİ POLİTİKASI

Son yıllarda ekonomik görünümünü geliştiren Türkiye, ülkeyi küresel ekonomik sistemde sözü olan ülkelerden biri haline getirdi. Türkiye, bölgesinde istikrarlı, gelişmiş ülkelerden biridir ve enerji tedarik ve talep eden ülkelerin transit yolundadır.

Türkiye enerji politikaları, enerji tüketiminde bir artışa neden olan ekonomik büyümenin ardından çeşitlenmiştir. Yerli kaynaklarla üretilen enerji, artan talebi karşılayamamıştır. Türkiye'nin enerji talebinin yüzde 70'ini karşılamak için ülke ithal enerjiye bağımlı olmuştur. İthal edilen enerji faturasındaki artış, cari işlemler açığındaki artışın en önemli nedenlerinden biri haline gelmiştir. Bu nedenle, Türkiye kaçınılmaz olarak enerji ithalatını azaltmak için yeni politikalar üzerinde çalışmak zorunda kalmıştır.

Ulusal enerji ve maden politikasının üç aşaması vardır: enerji tedarik güvenliğini sağlamak, enerjiyi yerelleştirmek ve bir enerji piyasası oluşturmak

1.5. ULUSAL KALKINMA PLANLARI

2007 - 2013 yıllarını kapsayan dokuzuncu ulusal kalkınma planı ve 2014 - 2018 yıllarını kapsayan onuncu Ulusal Kalkınma Planı, Türkiye'de enerji sektörünün ulusal stratejik yönünü belirlemiştir. Dokuzuncu ulusal kalkınma planı döneminde, enerji sektörüne ilişkin vizyon ve amaçlar aşağıdaki belirtildiği gibi belirlenmiştir:

Vizyon: enerji tedarik güvenliğini minimum maliyetle gerçekleştirmek, nükleer enerji dahil alternatif enerji kaynaklarını göz önünde bulundurmak, çevresel etkileri minimum seviyede tutmak, rekabetçi bir enerji endüstrisi yapısıyla ulusal sanayinin uluslararası rekabet edebilirliğine katkıda bulunmak ve üretici ile tüketici ülkeler arasındaki transit konumunu ilerletmek.

1.6. TÜRKİYE’NİN ENERJİ ALT SEKTÖRÜ

Türkiye’Nin başlıca enerji kaynakları arasında linyit, taş kömürü, petrol, doğal gaz, hidro, jeotermal, hayvan ve bitki atıkları, güneş ve rüzgar yer almaktadır.

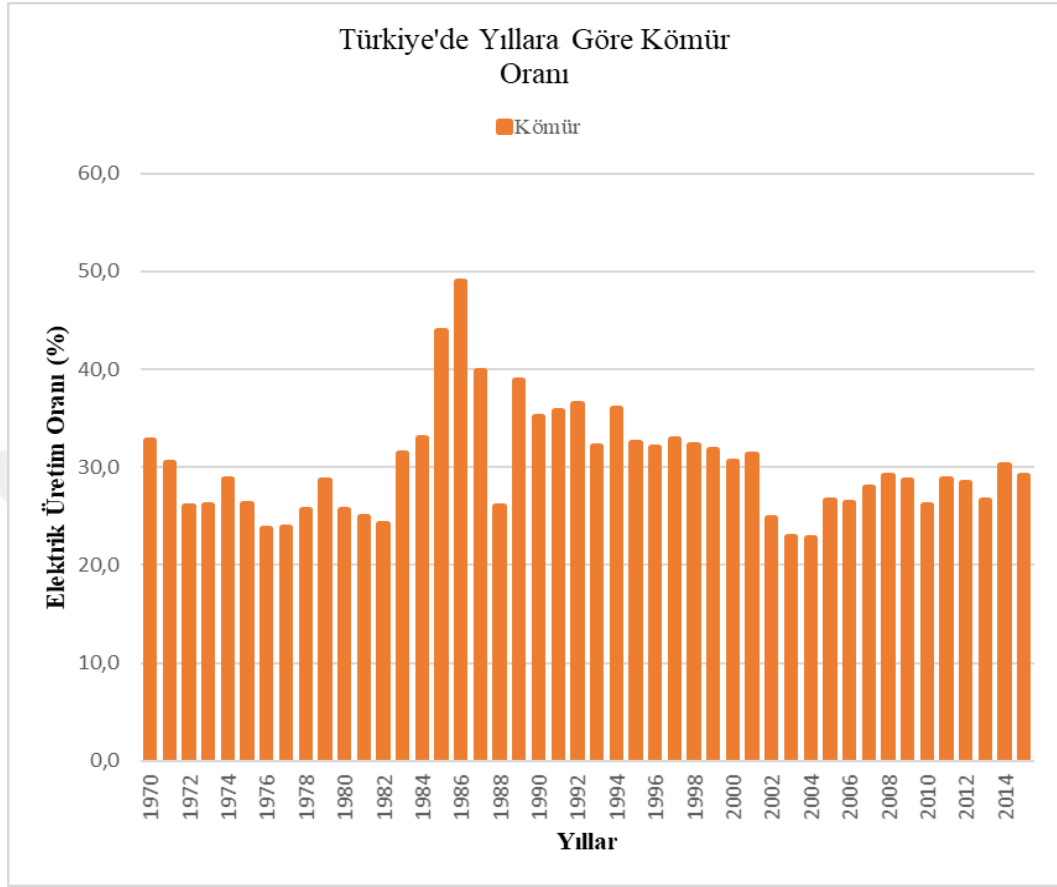
1.6.1. Kömür ve Linyit

Küresel anlamda kömür birincil enerji tüketiminin % 30'unu kapsar ve en önemli ikinci enerji kaynağıdır. Sert kömür ve linyit, küresel anlamda kömür temelli üretilen gücün % 40'ının üretiminde rol alan önemli bir enerji kaynaklarıdır. (World Energy 2016)

Dünya Enerji Konseyi, dünyanın kömür rezervlerinin yaklaşık 80 ülkede bulunduğunu ve rezervlerin en büyük bölümü oluşturan 250.9 gigaton kömürün ABD’de bulunduğunu açıklamıştır. ABD’yi, 160.4 gigaton ile Rusya Federasyonu ve 144,8 gigaton ile Avustralya takip etmektedir. Kömür bakımından zengin olan diğer ülkeler arasında Çin (138.8 gigaton), Hindistan (97.7 gigaton), Almanya (36.1 gigaton) ve Ukrayna (34.4 gigaton) yer almaktadır (MENR, 2014)

Türkiye hem kömür hem de linyit rezervlerine sahiptir. Türkiye’nin toplam fosil enerji kaynaklarının 2012 yılında 2454 Mton olduğu, bu miktarın %48’inin ülkenin en önemli fosil enerji kaynağı olan linyite ait olduğu ve % 28’inin taş kömürüne ait olduğu tahmin edilmektedir. Kömür, Türkiye’nin birincil enerji talebini karşılamak için önemli bir kaynaktır. 2014 yılı Türkiye kömür bilançosuna göre, kömür tüketimi 95,9 milyon tona ulaşmıştır. Bunun% 68’i yerel kaynaklar tarafından karşılanırken kalan kısım kömür ithalatı yoluyla karşılandı.

Şekil 3:Türkiyede Yıllara Göre Kömür Oranı



Kaynak: TEİAŞ

1.6.2. Petrol

Petrol, toplam küresel enerji tüketiminin % 32, 9'unu oluşturarak dünyanın lider yakıtı olmaya devam etmektedir. (World energy council 2016).

Türkiye, ağırlıklı olarak güneydoğu bölgesindeki Hakkari'de bulunan ham petrol rezervlerine sahiptir. Petrol rezervleri 845 Mt (milyon ton) olarak hesaplanmaktadır. Türkiye'de petrol tüketimi 2012'de 25,8 Mt, 2018'de 30 Mt idi. Ham petrol, ülkenin toplam enerji ihtiyacının yaklaşık% 40'ını sağlamaktadır.

Tablo 1:Bazı Ülkelerin Kanıtlanmış Petrol Rezervleri

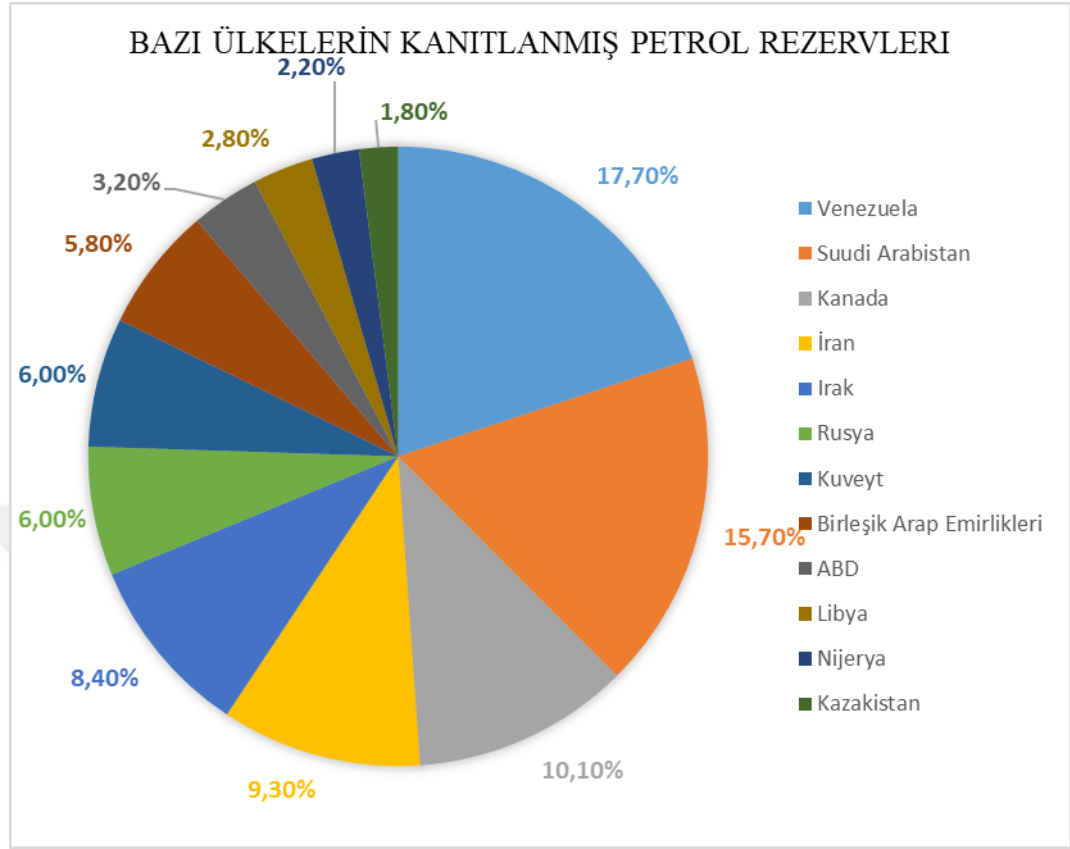
ÜLKE	Miktar (Milyar varil)	Dünya Toplamındaki Payı (%)
Venezuela	300,9	17,7%
Suudi Arabistan	266,6	15,7%
Kanada	172,2	10,1%
İran	157,8	9,3%
Irak	143,1	8,4%
Rusya	102,4	6,0%
Kuweyt	101,5	6,0%
Birleşik Arap Emirlikleri	97,8	5,8%
ABD	55,0	3,2%
Libya	48,4	2,8%
Nijerya	37,1	2,2%
Kazakistan	30,0	1,8%
Dünya Toplamı	1.698	100%

Kaynak: ETKB(2017)

Bu tablo, 2015 yılında bazı ülkelerin Kanıtlanmış Petrol Rezervlerini göstermektedir. Dünya petrol rezervinin yaklaşık olarak yarısı Orta Doğu bölgesinde, %19'u Güney ve Orta Amerika bölgesinde, %17,7'i Venezuela'da, %15,7'si ise Suudi Arabistan'da bulunmakta ve ülkelerin sahip oldukları rezerv miktarlarını gösteren veriler gösterilmektedir.

Tabloyu net bir şekilde görebilmek için şekil, şekil 4 grafiksel olarak gösterilmiştir.

Şekil 4: Bazı ülkelerin kanıtlanmış petrol rezervleri



Kaynak: ETKB(2017)

1.6.3. Doğal Gaz

Doğal gaz, küresel birincil enerjinin % 24'ünü oluşturan üçüncü önemli enerji kaynağıdır ve elektrik üretiminde % 22'lik payı temsil eden ikinci enerji kaynağıdır. (World energy resources 2016)

Türkiye’Nin toplam doğal gaz rezervleri 18, 6 Bcm olarak tahmin edilmektedir. 2012 yılında Türkiye'nin doğal gaz talebinin% 98,5'i Rusya (% 58), İran (% 19), Cezayir (% 9), Azerbaycan (% 9), Nijerya (% 3) ve spot ithalat (% 2) ile karşılanmaktadır. Doğal gaz, % 33, 4 payıyla diğer birincil enerji kaynaklarını aşmakta ve elektrik enerjisi sektörü için ana kaynak olarak yerini almaktadır.

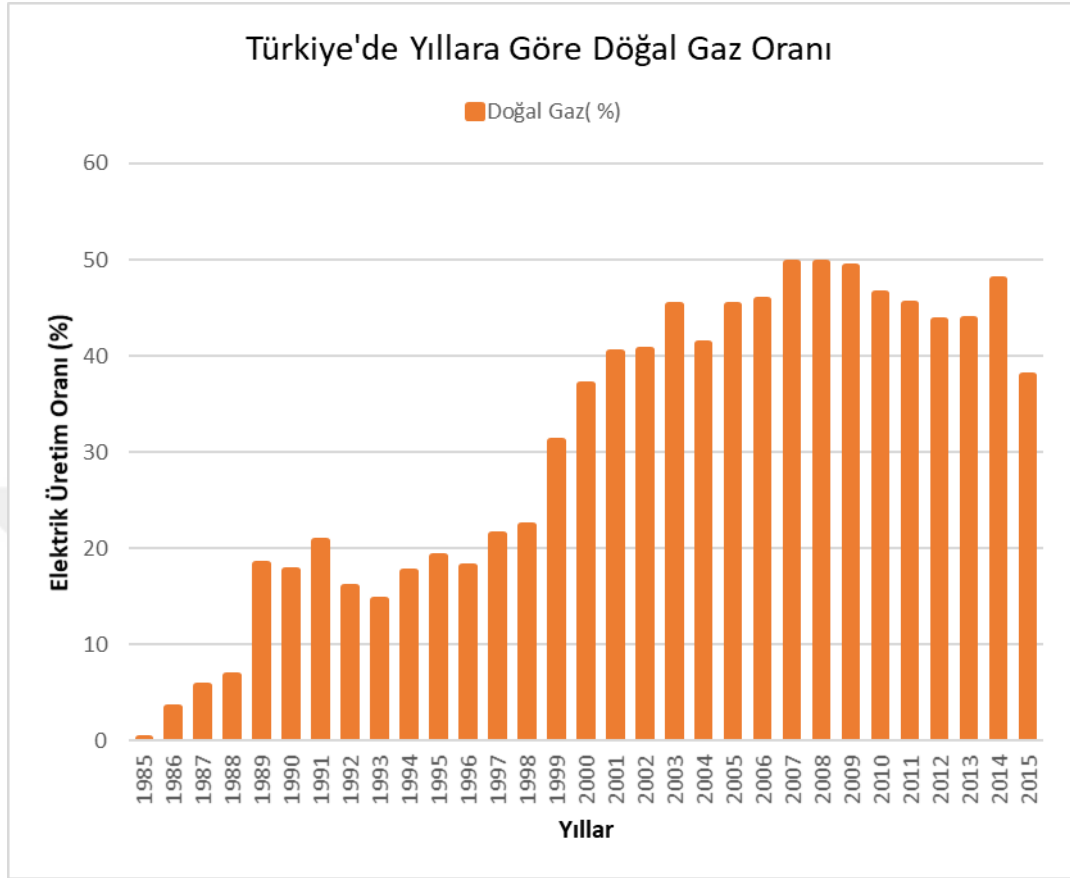
Tablo 2:Bazı Ülkelerin Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri

ÜLKE	Miktar (Trilyon m ³)	Dünya Toplamındaki Payı (%)
İran	34,0	18,2%
Rusya	32,3	17,3%
Katar	24,5	13,1%
Türkmenistan	17,5	9,4%
ABD	10,4	5,6%
Suudi Arabistan	8,3	4,5%
Birleşik Arap Emirlikleri	6,1	3,3%
Venezuela	5,6	3,0%
Nijerya	5,1	2,7%
Cezayir	4,5	2,4%
Çin	3,8	2,1%
Irak	3,7	2,0%
Dünya Toplamı	186,9	100%

Kaynak: ETKB (2017)

Dünya doğal gaz rezervi 2015 yılı sonu itibarıyla 186,9 trilyon m³'dür. Bu rezervin %42,8'i Orta Doğu bölgesinde bulunmaktadır. İran ve Katar bu bölgede önemli rezervlere sahip ülkeler olarak öne çıkmaktadır. Avrupa ve Avrasya bölgesi rezerv açısından %30,4 ile ikinci sırada yer almaktadır. Kuzey Amerika Bölgesi dünya üretiminin %28,1'ini karşılarken bu oran Avrupa ve Avrasya'da 27,8 Orta Doğu'da ise %17,4'dür. Dünya doğal gaz rezervlerinin bölgesel dağılımları, bazı ülkelerin doğal gaz rezervleri ve bölgesel doğal gaz tüketimleri Çizelge 1.7, Çizelge 1.8 ve Çizelge 1.9'da verilmiştir.

Şekil 5:Türkiye’de Yıllara Göre Doğal Gaz Oranı



Kaynak: TEİAŞ

1.6.4. Hidroelektrik Güç

Hidroelektrik, tüm üretim teknolojileriyle iyi bir uyuma sahip olduğundan, geleceğin elektrik sistemlerinde rolünün öneminin artması beklenmektedir.

Son yıllarda küresel olarak hidroelektrik kalkınmasında büyük bir artış olmuştur. Toplam kurulu güç, 2005'ten 2015'e kadar % 39 oranında artmış ve yıllık ortalama % 4'lük bir büyüme gerçekleşmiştir.

Hidro güç, dünya genelinde elektrik üretimi için lider ve yenilenebilir kaynak olup, yenilenebilir elektriğin% 71'ini sağlamaktadır. 2016 yılında 1064 GW kurulu kapasiteye ulaşarak, dünya elektriğinin % 16, 4'ünü tüm kaynaklardan üretmiştir. (World Energy Resources 2016)

Güneş enerjisiyle çalışan elektrik için küresel kurulu güç kapasitesi, 2015 sonunda yaklaşık 227 GWe'ye ulaşarak katlanmaktadır ve küresel olarak kullanılan tüm elektriğin % 1'ini üretmiştir. Hidroelektrik kaynakları, Türkiye'deki en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Türkiye'nin hidroelektrik gücünün teorik potansiyeli, dünya teorik potansiyelinin yaklaşık % 1'i ve Avrupa teorik potansiyelinin % 16'sı olan 433000 GWH olarak tahmin edilmektedir. (Spo, 2001)

1.6.5. Rüzgar Enerjisi

Dünya rüzgar enerjisi üretim kapasitesi, 2015 yılı sonunda toplam küresel enerji üretim kapasitesinin % 7'si civarında olan 435 GW'a ulaşmıştır. 2015 yılında, bu kapasite 64 GW' güç ile en yüksek düzeye ulaştı. Bu küresel % 17,2'lik büyüme, 2014'teki % 16,4'lük orandan daha yüksekti (World energy 2016).

Rüzgar enerjisinden elektrik üretimi ilk olarak ABD'de 1888 yılında doğru akım çıkısına sahip 12 KW rüzgar değirmeni ile başlamıştır. İlk alternatif akım rüzgar türbini inşa edildi ve bu küçük ölçekli rüzgar türbini 1930 yılına kadar kullanıldı (IEA 2013).

Türkiye, rüzgar potansiyeli açısından Avrupa'nın en zengin ülkesidir. Rüzgar potansiyeli yüksek yerler kıyı bölgeleri, dağlık bölgeler ve açık alanların yakınında bulunan alanlardır. 1990'lı yıllardan beri, enerji üretim potansiyeli yüksek olan alanların tespitinde Türkiye'nin rüzgar hızı ve yönü ölçülmektedir (World energy council, 2002).

Ülkenin rüzgar enerjisi potansiyeli ve teknik potansiyeli sırasıyla 400 ve 120 milyar kW s / yıl olarak tahmin edilmektedir ve teknik potansiyel yıllık elektrik üretiminin 1.1 katına eşittir.

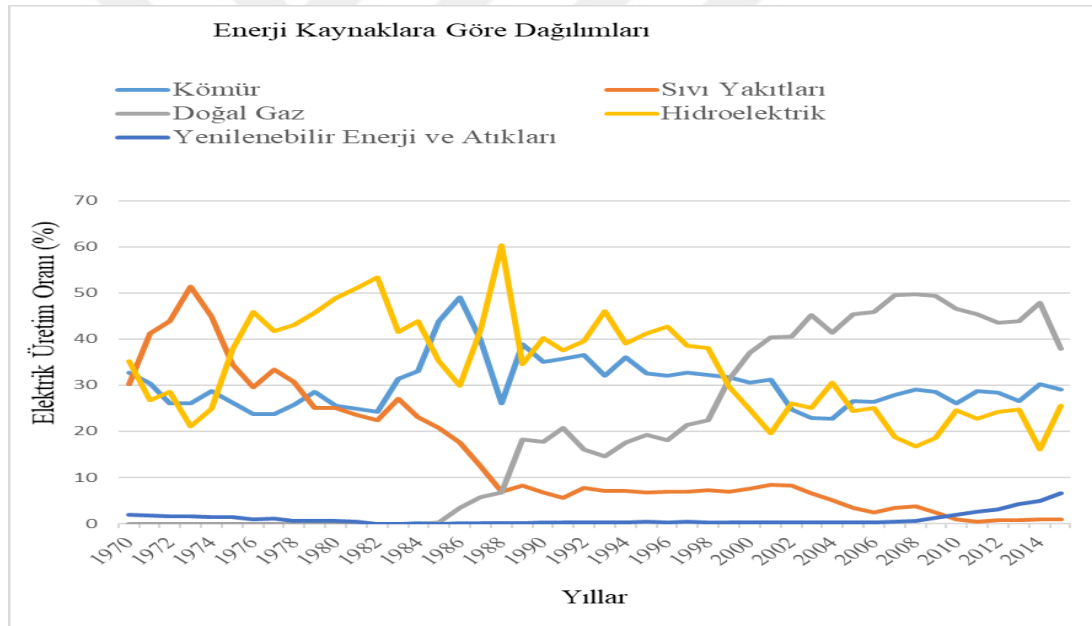
Türkiye'nin rüzgar enerjisi potansiyeli 7m/s'den daha yüksek rüzgar hızı için yaklaşık 48 GW olarak hesaplanmaktadır.

1.6.6. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisinin çevre üzerindeki diğer enerji üretim sistemlerine göre daha az zararlı etkisi vardır ve sürdürülebilir enerji üretim sisteminin en güvenli formlarından biridir.

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle güneş enerjisi açısından en şanslı ülkelerden biridir. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli yüksek olmasına rağmen, bu yüksek potansiyel verimli kullanılmamaktadır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen araştırmaya göre, Türkiye'nin yıllık ortalama toplam radyasyonunun yaklaşık 2649 saat (günlük toplam 7,2 saat) ve Türkiye Devlet Meteoroloji Servisi'nin 1966 - 1982 yılları arasındaki verilerine dayanarak ortalama güneş enerjisi yoğunluğu 1311 kw / m² - yıl (günlük toplam 3,6 kwh / m²) olarak hesaplanmıştır. Türkiye güneş enerjisi için oldukça yüksek potansiyele sahiptir, ancak bu yüksek potansiyel verimli kullanılmamaktadır. (World energy council, 2002.)

Şekil 6: Elektrik Üretimi Ve Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımları



Kaynak: TEİAŞ

Türkiye’de elektriğin enerji kaynaklarına göre üretimi ve paylarının yıllar içindeki değişimi Şekil 6’da verilmektedir. Buna göre 1970 yılında toplam üretim 8.623 GWH, 2015 yılsonu itibariyle ise 261.783 GWH düzeyindedir. 1985 yılı itibariyle doğalgaz kaynağı da üretim içindeki yerini almaktadır. 1985-2015 yılları arasında doğalgaz kaynağından elde edilen üretimin hızla arttığı gözlemlenmektedir. 1970 yılında sıvı yakıtlardan elde edilen elektrik enerjisi üretimi içindeki payı

%30,2'dir. 1970-1987 yılları arasında sıvı yakıtlardan elde edilen elektrik enerjisi üretimindeki payında dalgalanmaların olduğu ve 1988 yılı itibariyle sahip olduğu oranın düşüşe geçtiği gözlemlenmektedir. 2015 yılında ise bu oran %0,4'e gerilmiştir. Hidrolik santrallerden elde edilen elektrik enerjisi oranı %35,2 iken 2015 yılı itibariyle %25,6'ya düşmüştür. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisi üretimi 1970 yılında %1,9'luk bir orana sahip iken 2015 yıl sone itibariyle bu oranın %6,5'ye yükseldiği görülmektedir.

Tablo 3: Türkiye Elketrik Enerjisi Görünümü (Milyar kwh)

YIL	URETIM	ITHALAT	IHRACAT	TUKETIM	Üretim Artış Oranı	Tüketim Artış Oranı
2002	129.400	3.588	435	132.553	5,4%	4,5%
2003	140.581	1.158	588	141.151	8,6%	6,5%
2004	150.698	464	1.144	150.018	7,2%	6,3%
2005	161.956	636	1.798	160.794	7,5%	7,2%
2006	176.300	573	2.236	174.637	8,9%	8,6%
2007	191.558	864	2.422	190.000	8,7%	8,8%
2008	198.418	789	1.122	198.085	3,6%	4,3%
2009	194.813	812	1.546	194.079	-1,8%	-2,0%
2010	211.208	1.144	1.918	210.434	8,4%	8,4%
2011	229.395	4.556	3.645	230.306	8,6%	9,4%
2012	239.497	5.826	2.954	242.370	4,4%	5,2%
2013	240.154	7.429	1.227	246.357	0,3%	1,6%
2014	251.963	7.953	2.696	257.220	4,9%	4,4%
2015	261.783	7.135	3.194	265.724	3,9%	3,3%
2016	273.387	6.400	1.442	278.345	4,4%	4,7%

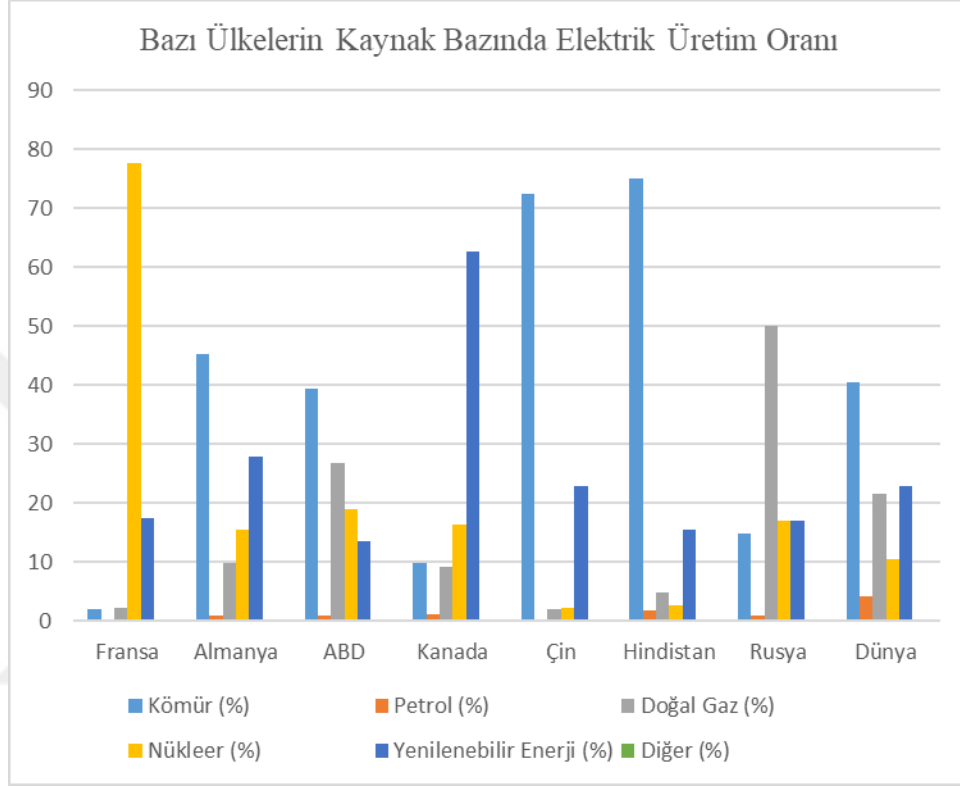
Kaynak: ETKB(2017)

Türkiye'nin elektrik enerjisi görünümü verilerinin yıllara göre değişimi tablo 3'de gösterilmektedir. 2002 ve 2016 yıllara arasında düzenli bir artışa sahip olduğu gözlemlenmektedir.

2002 yılında toplam üretim 129.400 milyar kwh iken toplam tüketimin 132.553 milyar kwh olduğu görülmektedir. 2016 yılında toplam üretim 273.387 milyar kwh iken toplam tüketimin 278.345 milyar kwh olduğu görülmektedir 2002 yılından 2009 yılına kadar ise elektrik enerjisi ithalatında düşüş görülmektedir.

Elektrik enerjisi ihracatının ise 2004 -2010 yılları arasında ithalatının üzerine çıktığı dikkat çekmektedir.

Şekil 7:Bazı Ülkelerin Kaynak Bazında Elektrik Üretim Oranı

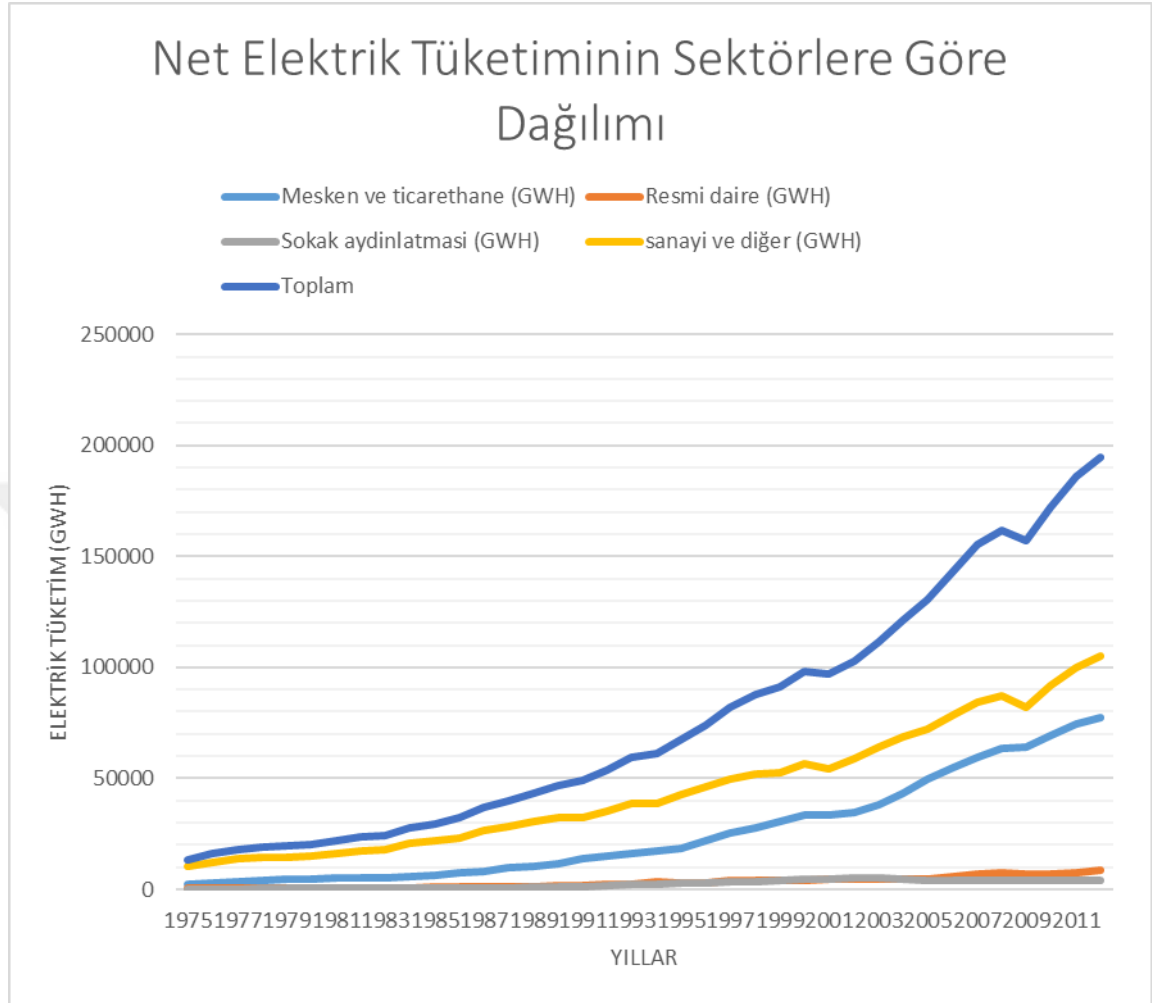


Kaynak: ETKB(2017)

Yukarıdaki tabloda bazı ülkelerin Kaynak Tabanlı Elektrik Üretim Oranları gösterilmektedir. Fransa ve Kanada'da en fazla elektrik üretimi kaynağı, sırasıyla %17.5 ve %62.8 olan yenilenebilir enerjidir.

Çin ve Hindistan, sırasıyla %72.5 ve %75.1 ile kömürü elektrik üretimi olarak kullanan, dünyanın en büyük iki ülkesidir.. Ayrıca Almanya ve ABD'de elektrik üretimi kaynakları %45,5 ve %39,5 ile kömürdür. Rusya'nın en büyük elektrik üretimi kaynağı %50,1 olan doğal gazdır.

Şekil 8: Net Elektrik Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı



Kaynak: ETKB (2017)

Türkiye’de net elektrik tüketiminin sektörlere göre dağılımı 1975-2012 yılları arasında grafik 8’de gösterilmektedir. Toplam net elektrik tüketimi 1975 yılında 13491.7 GWH iken 2012 yılı itibariyle 194923.3 GWH ye ulaşmaktadır. 1975-2012 yılları arasında elektrik tüketimi düzenli olarak artış göstermektedir. 1975 yılında mesken ve ticarethane sektöründe elektrik tüketim oranı %18.9 iken 2012 yılındaki oran %39.6 dir. En yüksek elektrik tüketim oranı ise %40.9 ile 2009 yılında görülmektedir.

Sokak aydınlatması alanında ise net elektrik tüketiminin oranı 1975 yılında %1,9 iken 2012 yılında bu oranda %2 artış görülmektedir.

Sanayi ve diğer sektörlerde elektrik tüketim miktarı 1975 yılında %75.6 iken,2012 yılında ise bu değer %53,9 olarak görülmektedir.

Tablo 4: Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Durumu (Milyar KWh)

YIL	ÜRETİ M	İTHAL AT	İHRAC AT	TÜKETİ M	Üretim Artış Oranı	Tüketim Artış Oranı
2002	129.400	3.588	435	132.553	5,4%	4,5%
2003	140.581	1.158	588	141.151	8,6%	6,5%
2004	150.698	464	1.144	150.018	7,2%	6,3%
2005	161.956	636	1.798	160.794	7,5%	7,2%
2006	176.300	573	2.236	174.637	8,9%	8,6%
2007	191.558	864	2.422	190.000	8,7%	8,8%
2008	198.418	789	1.122	198.085	3,6%	4,3%
2009	194.813	812	1.546	194.079	-1,8%	-2,0%
2010	211.208	1.144	1.918	210.434	8,4%	8,4%
2011	229.395	4.556	3.645	230.306	8,6%	9,4%
2012	239.497	5.826	2.954	242.370	4,4%	5,2%
2013	240.154	7.429	1.227	246.357	0,3%	1,6%
2014	251.963	7.953	2.696	257.220	4,9%	4,4%
2015	261.783	7.135	3.194	265.724	3,9%	3,3%
2016	273.387	6.400	1.442	278.345	4,4%	4,7%

Kaynak: ETKB (2017)

Türkiye'nin elektrik enerjisi durumu verilerinin yıllara göre değişimi tablo 4 de gösterilmektedir. 2002 yılında toplam tüketim 132.553 milyar KWh iken toplam üretim 129.400 milyar KWh olduğu görülmektedir. 2016 yılında elektrik talebinde gerçekleşen artış %4,7 iken üretimde artış oranının %4,4'e düştüğü görülmektedir. Elektrik üretim ve tüketiminin 2002 ve 2016 yılları arasında düzenli bir artışa sahip

olduğu gözlemlenmektedir. 2002 yılından 2009 yılına kadar ise elektrik enerjisi ithalatında düşüş görölmektedir. Elektrik enerjisi ihracatının ise 2004-2010 yılları arasında ithalatın üzerine çıktığı dikkat çekmektedir. 2016 yılında elektrik üretiminin 273.387 milyar KWH, elektrik tüketimini ise 278.345 milyar KWH olduğu görölmektedir.



İKİNCİ BÖLÜM

ELEKTRİK TALEBİ DAVRANIŞININ MODELLENMESİ

2.1. TALEP FAKTÖRÜNÜN TEORİSİ

Bir firma, üretim planlamasında üretim faktörlerine olan talebi inceleyerek ne kadar verim alacağına karar vermek zorunda kaldığında faktör karışımı yaratılabilir. Bu durum her bir üretim değişkenine ayrı bir talep işlevi sunacaktır.

Üretimdeki değişkenlere yönelik talep belirlenirken yapılacak temel hipotez, her bir firmanın karını maksimize etmesi yönündedir. Şirketler ne kadar tedarik edeceğine, sadece belirli bir üretim aşaması için üretim faktörlerinin birkaç kombinasyonunu kullanarak teknolojik kısıtlamalar ile karar verirler. Üretim faktörlerinin olası kombinasyonları, üretim seviyesinin sınırı ve üretim bileşimi üretim fonksiyonu olarak bilinir.

Bu fonksiyon, belirli bir üretim faktörü kombinasyonundan maksimum üretim seviyesini tanımlar. Bir üretim fonksiyonunun kullanılması sayesinde belirli bir girdi için marjinal gelir ürünü belirlenebilir. Yani, girdideki bir değişiklik nedeniyle gelirdeki değişim, bir girdi için talep fonksiyonu türetilirken ihtiyaç duyulan değişimdir. (Nicholson, 2005).

Bu tez için üretim fonksiyonu, farklı sermaye (K), emek (L) ve enerji (E) kombinasyonlarını kullanarak üretilebilecek maksimum çıktı miktarını (Q) göstermektedir. Ayrıca, E, elektrik (EL) ve gazın (GAS) bir işlevidir. Burada üretim fonksiyonu eksojen teknik değişimin etkisi olarak yorumlanır ve aşağıdaki gibi yazılabilir : üretim fonksiyonu:

$$Q = f(K, L, E).$$

Firmanın öncelikli konusu olan karı maksimize etmek için, aynı zamanda ikili problemi göz önünde bulundurmaları, belirli bir çıktı miktarı üretme maliyetini en aza indirmeleri ve belirli bir girdi için talep fonksiyonunu belirlemeleri gerekir. Üretim oranındaki hızlı artıştan olumlu yönde etkilenmiştir. Tam maliyet fonksiyonu, belirli bir üretim miktarını ve çeşitli girdi değişkenlerinin çıktı fiyatlarını göz önünde bulundurken firma için, minimum fiyatı göstermektedir. (Nicholson, 2005).

Devam etmek için, zayıf ayrılabilirlik varsayımı yapılabilir, varsayım tüketici davranışı için iki aşamalı bir modeli ima eder. İlk olarak, firma toplam maliyet fonksiyonunu tahsis eder. Daha sonra, ikinci bir aşamada, firma, yalnızca o kategorideki malların nispi fiyatlarına dayanarak, enerji alanında toplam maliyeti tahsis eder. Bu, elektrik ve petrol arasındaki karışımın K ve L 'nin boyutuna bağlı olmadığını gösterir. L (Varian, 1996). Bu nedenle K ve L modelden dışlanabilir.

2.2. TALEPLERİN ESNEKLİĞİ

Esneklik, değişkenlerdeki veya mallardaki değişikliklerin diğer değişkenleri veya malları nasıl etkilediğine dair bir ölçüdür. Esnekliklerin en büyük avantajı, değişkenlerin ve ürünlerin aynı birimlerde ölçülmesi gerekmemesidir.

2.2.1. Talebin Fiyat Esnekliği

Elektrik talebinin fiyat esnekliği, elektrik fiyatındaki bir değişimin %1 değişimin tüketilen elektrik miktarını nasıl değiştireceğini göstermektedir. Bu elastikiyet birden az ise, talep esnek değildir ya da fiyat duyarsızdır. Yorumlama şöyle ki, yüksek elektrik fiyatlarının azlığı, elektrik talebidir. Talebin Fiyat Esnekliği aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$e_{EL, P_{EL}} = \frac{\Delta EL / EL}{\Delta P_{EL} / P_{EL}} = \frac{\partial EL}{\partial P_{EL}} * \frac{P_{EL}}{EL}$$

2.2.2. Talebin Çapraz Fiyat Esnekliği

Elektrik talebinin çapraz fiyat esnekliği, ikame ve gaz fiyatı değiştiğinde elektrik talebindeki değişimi göstermektedir. Bu çapraz fiyat esnekliği aşağıdaki gibi tanımlanabilir :

$$e_{EL, P_{GAS}} = \frac{\Delta EL / EL}{\Delta P_{GAS} / P_{GAS}} = \frac{\partial EL}{\partial P_{GAS}} * \frac{P_{GAS}}{EL}$$

Elektrik talebinin çapraz fiyat esnekliğinin pozitif olması durumunda, malların brüt ikame olduğu söylenir, bu ikame fiyatı arttıkça elektrik talebinin artacağı anlamına gelmektedir. Bunun yanında, elektrik talebinin çapraz fiyat esnekliği negatif ise mallara brüt tamamlayıcılar denir, bu da ikame fiyatı arttıkça elektrik talebinin azalacağı anlamına gelmektedir.

2.2.3. Talebin Çıktı Esnekliği

Elektrik talebinin çıktı esnekliği, toplam üretimdeki değişime cevap olarak elektrik talebindeki değişimi göstermektedir. Bu çıktı esnekliği aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

$$e_{EL, Q} = \frac{\Delta EL / EL}{\Delta Q / Q} = \frac{\partial EL}{\partial Q} * \frac{Q}{EL}$$

Genel olarak elektrik talebinin çıktı esnekliği pozitiftir, çünkü toplam çıktıdaki bir artış daha fazla girdi gerektirmelidir.

2.3. MODEL TAHMİNİ

Bu tez için log lineer bir talep fonksiyonu tanımlanmıştır. Bu modelde logaritmik fonksiyon seçilmiştir, çünkü tahmini katsayının esnekliği fonksiyonun esnekliğine eşittir. Fonksiyonu tahmin etmek için Vektör Hata Düzeltme Modelini kullanılmaktadır. Logaritmik Lineer fonksiyon aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$\ln IEU = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P_{EL} + \alpha_2 \ln P_{GAS} + \alpha_3 \ln IPI + \alpha_4 \ln GDPC + \alpha_5 T + \mu$$

IEU : Toplamda kullanılan endüstriyel elektrik .

α_0 : Sabit

α_1 : Fiyat Esnekliği

α_2 : Gaz fiyatına göre çapraz fiyat esnekliği

α_3 : Toplam sanayi üretim endeksi

IEP : ortalama yıllık elektrik fiyatı

GP : gaz fiyatı

IPI : endüstriyel üretim endeksi

GPDC: Kişi başına GSYİH

U: Hata terimi

2.4. DEĞİŞKENLERİN TANIMLANMASI

Önceki bölümde belirtildiği gibi, birçok araştırmacı tarafından enerji maliyetleri, üretim seviyeleri, çapraz fiyatlar ve işletme sayısı, zaman eğilimi, kullanım süresi ve hava koşulları gibi çeşitli değişkenler kullanarak endüstriyel elektrik talebi modellenmiştir. Bu çalışmada bu tür modellemeler daha önce incelenmiştir. Bu nedenle bu çalışmada değişkenler elektrik fiyatı, gaz fiyatı, endüstriyel üretim endeksi ile sınırlandırılmıştır.

2.4.1. Kullanılan toplam endüstriyel elektrik

Toplam endüstriyel elektrik kullanımı bağımlı değişkendir. Literatür taramasından ve tartışılmış olan ekonomik teorilerden, endüstriyel elektrik talebi birçok değişkenin bir fonksiyonudur. Ancak bu çalışma, Türkiye'de toplam endüstriyel elektrik kullanımının PEL (elektrik fiyatı), PGa'lar (gaz fiyatı) ve IP1'in (sanayi üretim endeksi) bir fonksiyonu olarak açıklanmasını amaçlamaktadır. Bu değişkenin birim ölçüsü GWH'dır.

2.4.2. Yıllık elektrik enerjisi ortalama fiyatı

Talep teorisi ve talep yasası teorisinde belirtildiği gibi elektriğin fiyatı, bu modelde önemli bir değişkendir. Elektriğin birim fiyatı arttığında, sanayinin elektriği daha verimli kullanarak, yani elektriği koruma ve yönetim önlemleri alarak yanıt vermesi beklenmektedir. Elektrik fiyatının yüzde bir oranında artması durumunda

talep edilen elektrik miktarının azaldığını belirten negatif bir katsayı olması ön görülmektedir.

2.4.3. Sanayi Üretim Endeksi

Sanayi üretim endeksi, sanayi sektörünün ürettiği üretim hacmini ifade eder. Sanayi üretim endeksindeki yüzde bir artışın toplam elektrik talebindeki artışı belirttiği durumlarda sanayi üretim endeksindeki katsayının pozitif olması beklenmektedir.

2.5. BİRİM KÖK TESTİ

Sabit bir veri serisinin incelenmesi zaman serileri analizinde önemli bir adımdır. Bir regresyon analizinde durağan olmayan serilerin uygulanması sahte çıkarımlara yol açar.

Fuller (1985) durağan olmayan değişkenlerin kullanılmasının, asimptotik varyansın sınırsız sınır dağılımına sahip olan katsayı tahmini için yanlış t-testine ve f-testine neden olduğunu ileri sürmüştür.

Bir serinin durağan olup olmadığını belirlemek için birim kök testi kullanılır. Dickey ve Fuller (1979), zaman serisi verilerinin durağanlığını araştırmak için temel birim kök testi kavramını önermişlerdir. Dickey Fuller testi aşağıdaki denklemi tahmin etmeyi içerir

$$\Delta y_t = \alpha y_{t-1} + x'_t \gamma + u_t \quad (1)$$

Burada y_t , t zamanında bir birim kökü için test edilen zaman serisidir ve T , gözlem sayısıdır. X_t eksojen değişkenlerdir. Δ fark fonksiyonunu simgeler. u_t , bağımsızlık ve aynı şekilde dağıtılmış bir hata terimidir.

Dickey ve Fuller (1981), daha yüksek bir korelasyon sırası için Y 'nin k -gecikmeli farklılıkların'ya ekleyerek Dickey Fuller testinin parametrik bir düzeltmesi olan Genişletilmiş (Augmented) Dickey Fuller testini geliştirdiler :

$$\Delta y_t = \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta_i \Delta y_{t-i} + x'_t \gamma + u_t \quad (2)$$

Gecikmeli terimlerin hata terimlerinde seri korelasyonu düzeltilmesi ve gecikmelerin sayısı Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criterion, AIC) tarafından tanımlanır (1974). ADF istatistiği, 1,2 denklemindeki t 'nin istatistiklerinden çıkarılır ve testin sıfır hipotezi, serinin durağan (H_1 :) karşısında birim kök (H_0 :) varlığıdır. t -istatistikleri negatif olursa, sıfırdan anlamlı düzeyde farklı ve kritik değerden daha az olması durumunda H_0 reddedilir.

Dickey Fuller testi, Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) testi (1979) ve Philips Peron (PP) testi (1988) gibi zaman serisi verilerinin kararlılığını test etmek için farklı yöntemler vardır. Bu çalışmada, zaman serisinin birim kökü olup olmadığı Genişletilmiş Dickey Fuller ADF ile araştırılmıştır.

Bir sekansın entegrasyon derecesi $I(d)$ 'yi gösterebilir. Burada d , entegrasyon sırasındır. Entegrasyon dizisi, seride mevcut olan birim köklerin sayısını veya seriyi stabilize etmek için gereken diferansiyel sayısını belirtir. Örneğin, seviyede sabit olan bir zaman serisi $I(0)$ 'da entegre edilmiştir ve ilk farkta sabit olan zaman serisi $I(1)$ seviyesinde entegre edilmiştir.

ADF testi yapılmadan önce gecikme uzunluğu (p) belirlenmelidir. Gecikmenin uzunluğu Schwarz Bayesian/Akaike bilgi kriterinin en aza indirilmesi veya son gecikme istatistiksel olarak anlamlı olana kadar gecikmenin alınmasıyla belirlenir. Bu nedenle çalışmada, en düşük AIC (Akaike bilgi kriteri) değerine sahip gecikme uzunluğu seçilmiştir.

2.6 .ENGLE GRANGER EŞBÜTÜNLEŞME TESTİ

Ekonometrik teorilerdeki gelişmeler araştırmacıları, zaman serileri verisi durağan olmadığında kısa ve uzun dönemli ilişkileri tahmin etmelerini sağlamıştır. Granger ve Weiss (1983) ve Engle ve Granger (1987) ilk bütünleşme konseptini geliştirdiler

Eşbütünleştirilmiş bir sistemde değişkenler durağan olmayabilir, ancak değişkenlerin doğrusal bir kombinasyonu durağan olabilir. Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilen yöntem, artığın sabitine dayanan popüler yaklaşımdır.

Granger (1981), durağan olmayan zaman serilerinin bir vektörünün sabit doğrusal kombinasyona sahip olabileceğini belirlemiştir, böylece hata teriminin yapısı eşbütünleşme sistemini temsil edebilir.

Engle ve Granger (1987)'e göre uzun dönem denge ilişkisi (yani eşbütünleşme regresyonunun) değişkenlerin seviyelerini içeren basit bir regresyon ile modellenenebilir. İlk adımda, tüm dinamikler göz ardı edilir ve eşbütünleşme regresyonu OLS tarafından tahmin edilir.

2.7. EŞBÜTÜNLEŞME

Eşbütünleşme Engle ve Granger tarafından 1980'lerin başında öne sürüldü ve daha sonraki yıllarda yapılan iyileştirmeler ve ilavelerle tanıtıldı. Eşbütünleşme, hem uzun dönem ilişkiler hem de kısa dönem dinamikler ile durağanlık içermeyen bir modelleme sürecidir.

Engle ve Granger (1987) ilk bütünleşme konseptini geliştirdiler. Eşbütünleştirilmiş bir sistemde değişkenler durağan olmayabilir, ancak değişkenlerin doğrusal bir kombinasyonu durağan olabilir. Engle Granger (1987) ve Johansen ve Julies (1990) tarafından geliştirilen yöntemler, artıkların sabitlerine dayanılarak kullanılan yaygın yöntemlerdir.

Geçmiş çalışmalar sırasında iki ana eşbütünleşme testi sıklıkla kullanılırdı; İki Aşamalı Tahmin Metodu ve hem İz istatistiği hem de Maximum özdeğer istatistiği kullanılan Johansen iz istatistiği.

Engle Granger yöntemi, çeşitli zayıflıklara rağmen literatürde yaygın olarak kullanılmıştır (Brooks 2008). Engle-Grangers İki Aşamalı Tahmin yaklaşımının çalıştırılması kolaydır, ancak olası tahmin hatalarından kaçınmak için daha büyük bir numune boyutuna ihtiyaç duyar ve en fazla iki değişkenle çalıştırılabilir. Ayrıca, Johansen'in yönteminden farklı olarak, bütünleşik ilişkiler üzerinde hipotez testlerine izin vermez.

Ender (2004), Engle Granger yönteminin ana eksikliklerinden birinin, sadece bir uzun dönemli ilişki saptaması olduğunu, ancak seriler arasında birden fazla uzun dönemli ilişki olabileceğini ileri sürmüştür.

Engle Granger'ın zorluklarının üstesinden gelmek için Johansen ve Juselius (1990), eşbütünleşme vektörlerinin varlığını belirleyen bir teknik önermişler ve maksimum olabilirlik prosedürü uygulamışlardır. Johansen ve Juselius yöntemi, her bir diziyi endojen veya eksojen olarak sınıflandırarak eşbütünleşme ilişkisinin varlığını ve sayısını inceler yani bu teknik ile sistemdeki tüm uzun dönemli ilişkiyi tespit etmek için sistemdeki tüm değişkenler incelenmiş olur.

Eşbütünleşme kullanarak zaman serisi verilerini incelemek için, seviye formundaki zaman serisi durağan olmamalı ve I (1) olarak yazılan 1. sıraya entegre edilmelidir. 1. sıraya entegre edildiğinde, seri bir kez farklılaştırıldıktan sonra durağan hale gelir. Değişkenlerin I (1) olmaları ve verileri farklılaştırmaya gerek kalmadan sabit olan doğrusal bir kombinasyona sahip olmaları durumunda eşbütünlü olduğu söylenir.

Johansen prosedürü, bir vektör otoregresif (VAR) modeline dayanarak ko-entegrasyon ilişkisini analiz eder :

$$Y_t = \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \beta_3 y_{t-3} + \dots + \beta_k y_{t-k} + \mu_t \quad (3)$$

Yani;

$Y_t = (n \times 1)$ vektör değişkenleri

$\beta_t = (n \times n)$ katsayı matrisi

$\mu_t = (n \times 1)$ hata terimi vektörü

Hedef, Johansen Eşbütünleşme testini kullanmaktır. Fakat önce yukarıdaki eşitlik vektör-hata düzeltme modeline dönüştürülmelidir.

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-k} + \pi_1 \Delta y_{t-1} + \pi_2 \Delta y_{t-2} + \pi_3 \Delta y_{t-3} + \dots + \pi_{k-1} y_{t-(k-1)} + \mu \quad (4)$$

Π = Matris Sırası

π = Katsayı matrisi

Katsayı π matrisi $r < n$ derecesini düşürdüyse, her birinde r rütbesi ile $n \times r$ matrisleri α ve β vardır, yani $\pi = \alpha\beta'$ ve $t \beta'y$ is durağandır.

r , eşbütünleşme ilişkilerinin sayısıdır, α 'nın elemanları, vektör hatası düzeltme modelindeki ayar parametreleri olarak bilinir ve β 'nin her bir sütunu, eşbütünleştirici bir vektördür. Belirli bir r için β 'nin maksimum olabilirlik tahmin edicisinin, mevcut olduğunda gecikmeli farklılıklar ve deterministik değişkenler düzeltildikten sonra, t

Δy 'nin $t - 1$ ile $t - 1$ y arasındaki en büyük kanonik korelasyonlarını veren $t - 1$ y kombinasyonunu tanımladığı gösterilebilir. Johansen (1991) iki farklı olabilirlik oranı önermektedir: İz testi ve maksimum özdeğer testi.

$$J_{trace} = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (5)$$

$$J_{max} = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (6)$$

Burada T örnek büyüklüğü ve $\hat{\lambda}_i$ i: inci en büyük kanonik korelasyonudur. İz testi testlerin eşbütünleşme vektörlerinin alternatif hipotezine karşı r eşbütünleşme vektörlerinin sıfır hipotezini, maksimum özdeğer testi ise, r eşbütünleşme vektörlerinin $r + 1$ eşbütünleştiricilerinin alternatif hipotezine karşı sıfır hipotezini test eder. Bu test istatistiklerinin hiçbiri genel olarak bir ki-kare dağılımını izlemez; asimptotik kritik değerler Johansen ve Juselius (1990) 'da bulunabilir. Maksimum özdeğer ve izleme testi istatistikleri için kullanılan kritik değerler, saf bir birim kök varsayımına dayandığından birime yakın kök işlemleri olduğunda, sistemdeki değişkenler artık doğru olmayacaktır.

2.8. VEKTÖR HATA DÜZELTME MODELİ (VECM)

Bir değişken kümesinin bir veya daha fazla eşbütünleşme vektörüne sahip olduğu bulunursa, değişkenlerdeki kısa çalışma değişikliklerine ve dengeden sapmalara ayarlanarak kullanılan bir tahmin tekniği bir VECM'dir (Vektör Hata Düzeltme Modeli). Gecikme uzunluğu kriterleri ayrıca VECM'yi tahmin etmek için bir gecikmenin seçilmesini önermektedir. Kullanılan VECM modelinin genel şekli :

$$\Delta y_t = a_1 + a_2 ec_{t1} + a_3 \Delta X_{t1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

VECM dinamik modelinin tahmininde önemli bir parametre, hata düzeltme teriminin katsayısıdır. Değişkenlerin ortak etkisini belirlemek için VECM kapsamında tüm bu değişkenler, aralarında uzun ve kısa süreli ilişki kurmak için endojen (ΔY) ve eksojen (ΔX) olarak alınır. Her bir değişken tarafından sıralanmış beş denklemlerli bir sistem olan OLS ile tahmin ettiğimiz bir eşbütünleşme denklemi ve eviews ortamı altında bir VECM modeli uygulanmıştır. Kısa dönem etkiler, farklılaştırılmış terimlerin bireysel katsayıları ile anlaşılır. VECM değişkeninin

katsayısı, geçmiş değişken değerlerinin incelenen değişkenlerin mevcut değerlerini etkileyip etkilemediği hakkında bilgi içerirken, etkiyi belirler. Hata düzeltme teriminin katsayısının büyüklüğü ve istatistiksel önemi, her değişkenin dengeye dönme eğilimini ölçer. Anlamlı bir katsayı, geçmiş denge hatalarının mevcut sonuçların belirlenmesinde önemli rol oynadığını ve uzun dönem etkiyi ortaya çıkardığını göstermektedir.

2.9. HETEROSKEDASTİYE TESTİ: ARCH

Hisse senedi fiyatı ile finansal zaman serilerini göstermek gibi zamanla değişen istikrarsızlık testleri için Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) test modelleri kullanılır. Bu bileşeni göstermek aynı zamanda ortalama ve varyans için koşulu belirleme yöntemidir. Arch etkisi daha çok heteroskedastisite içinde, sıklıkla heteroskedastisitenin sıralı bağlantısı olarak adlandırılan bir ilişki ile ilgilidir.

Değişkenler paket/demet şeklinde olduğunda veya değişkenlerde dalgalanma olduğunda bu testin doğruluğu kanıtlanmamıştır. Arch etkisi, aşağıdaki model göz önüne alındığında bir varlığın tehlike veya riskini hesaplamaktır:

Bu, hata teriminin tipik olarak tek zaman periyodu gecikmeli kare hata terimine dayanarak sıfır ortalama ve varyans ile yayılmasını önerir. Engle'da (1982) sunulan arch işlemi, bir süre sonra varyansın sabit kalmasına neden olan bir kapasite hatası olarak kısıtlayıcı varyansın değişmesine izin verir. Weiss (1984) 'te, ARCH hatalarına sahip ARMA modellerinin 13 farklı ABD makroekonomik zaman düzenlemesini göstermede etkili olduğu görülmektedir. Önerilen ARCH prosedürlerine Bera ve Bollerslev ve ark. (1992), Higgins (1993), Bollerslev ve diğ. (1994), ve Gouriéroux (1997)'nin analizlerinde de yer verilmiştir.

2.10. NORMALLİK TESTİ

Değişkenin normal olarak dağıtıldığını kolayca bilebilmek için normalliği araştıran birçok teori vardır. Değişken uygulanamıyor veya normal olarak dağıtılmıyorsa, histograma bakmak daha kritik olacaktır. Shapiro Wilk testi, rasgele n büyüklükte gözlem örneğine bağlı olarak normal dağılımının varyansını

değerlendiren iki orandır ve Shapiro ve Wilk (1965) tarafından örneklem büyüklüğü 20'ye Kadar geliştirilen bu test birçok aktivitede daha güçlüdür. Anderson-darling testi (Anderson ve Darling, 1954) gibi diğer testler Shapiro Wilk testi ile aynı derecede yaygın ve güçlü bir testtir. Martinez-iglewics testi (1981); bir medyan ve difüzyonun güçlü değerlendirmesi ile ilgilidir. Kolmogorov –Smirnov testi normallik için iken, keşif dağılımı ile beklenen kümülatif ve normal arasındaki en büyük kontrasta bağlıdır. Bu testte ayrıca d_2 katsayısına bağlı D'Agostino çarpıklık testi vardır ve D'Agostino omnibus testi diğer iki testi D'Agostino çarpıklığı ve D'Agostino basıklık testini birleştirir.

2.11. SERİ KORELASYON: LM TESTİ

Seri korelasyonda esas olarak çeşitli zamanlardan kaynaklanan hata terimi incelenir. Hata teriminin zaman serilerinde gerçekleştiğini ve sıralı olarak bağlandığını veya ilişkilendirildiğini belirtilir. Çoğunlukla belirli bir döneme ilişkin hata terimi bağlantıları geleceğe doğru ilerler.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

EMİRİK ANALİZLER VE SONUÇLAR

3.1. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür, genellikle endüstriyel elektrik talebi modellemesi olmak üzere enerji talebi modellemesi açısından zengindir.

Bu bölüm, Türkiye'de ve diğer ülkelerde gerçekleştirilen endüstriyel elektrik talebine ilişkin çeşitli çalışmaları derlemektedir ve birçok farklı zamanda, farklı modeller ve değişkenler kullanarak diğer ülkelerde yapılan araştırmalara kılavuzluk edecektir. Tahsin, Sohbət ve Melike (2000) tarafından yapılan elektrik talepleri ve gelir arasındaki uzun dönem ekonomik ilişkisi üzerine olan çalışma, Akan ve Atak (2003) tarafından Türkiye'deki elektrik enerji taleplerinin araştırılması üzerine olan çalışma, Bilgili ve ark. (2012) tarafından endüstriyel ve özel sektörlerin enerji elektrik tüketimi üzerine olan çalışma, Hamzacebi (2007) tarafından Türkiye'nin sektörel bazda net elektrik enerjisi tüketimi tahminleri üzerine yapılan çalışma, Dilaver and Hunt (2010) tarafından Türkiye'nin gelecekteki endüstriyel enerji talepleri üzerine yapılan çalışma ve son olarak Lundberg (2009) tarafından yapılan İsveç Endüstrisindeki elektrik kullanımı üzerine yapılan çalışma ile başlayacaktır.

Tahsin, Sohbət ve Melike(2000) Türkiye'deki elektrik talepleri ve gelir arasındaki uzun dönem ekonomik ilişkiyi 1962 ve 1996 yıllarını kapsayan dönemde eşbütünleşme ve hata düzeltme modeliyle incelemişlerdir. Veriler, elektrik tüketiminin ve gelirin eşbütünlendiğini böylece uzun vadede bir arada ilerlemeye eğilimli olduklarını göstermiştir. Ayrıca, Türkiye'deki elektrik tüketimini tek değişkenli ARMA yöntemi kullanarak incelemişler ve 1997-2010 yılları arasında öngöründe bulunmalarını sağlamışlardır.

Akan ve Atak (2003) tarafından çalışmada, 1970-2000 yılları arasında zaman serisi verilerini kullanarak, Türkiye'de elektrik enerjisine olan talebi araştırılmıştır. Çalışmada hata düzeltme modeli kullanılmıştır ve sonuçlar elektrik talebinin fiyattan ziyade gelire daha duyarlı olduğunu göstermektedir.

Bilgili ve arkadaşları (2012) Türkiye’de 2008’den 2015’e kadar olan dönemdeki endüstriyel ve özel sektördeki elektrik tüketimini lineer regresyon, lineer olmayan regresyon ve yapay sinir ağları modellemesiyle incelemişlerdir. Modellerden elde edilen veriler kıyaslandığında yapay sinir ağı modellemesi verilerinin, doğrusal regresyon ve doğrusal olmayan regresyon değerlerinden daha iyi olduğunu göstermektedir. Türkiye'nin konut ve endüstriyel elektrik tüketimi 2009 yılında 80.69 TWh ve 70.47 TWh iken, 2015 yılına kadar 140.64 TWh ve 124.85 TWh'ye yükselmiştir.

Hamzacebi (2007), yapay sinir ağları modellemesini kullanarak Türkiye'nin konut, ulaşım ve tarım gibi sektörel bazlardaki net elektrik enerjisi tüketiminin tahmini üzerine çalışmış ve sonuçta 2020 yılında endüstriyel elektrik kullanımının 219 TW H, konut 257 TW H 20 TW H ve nakliye 4 TW H olacağını rapor etmiştir.

Dilaver ve Hunt (2010), gelecekteki Türk sanayi elektrik talebini ön görebilmek için, yapısal zaman serisi tekniğini 1960 ile 2008 yılları arasındaki yıllık verilerine uygulamışlardır. Bu çalışmada, Türk sanayi elektrik tüketimi, sanayi katma değeri ve elektrik fiyatları arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Sonuçta, uzun dönem fiyat esnekliğinin (-.16) gelirden (0.15) daha büyük olduğunu saptamışlar ve Türk sanayi elektriği talebini 2020 yılına kadar 97 ile 148 TWh arasında olacağını tahmin etmişlerdir.

Sıca ve Şentürk (2016), Türkiye ve İtalya'da elektrik enerjisi tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki mevcut nedensellik ilişkisini 1961 - 2012 döneminde Frekans Etki Alanı Nedensellik yaklaşımıyla incelemiştir. Uzun vadede, sonuçlar, Türkiye'de elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye kadar kısa vadede herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığını göstermektedir.

Beenstock ve diğ. (1999) İsrail'in sanayi ve konut sektörlerini incelemiştir. Çalışma, 1975-1994 dönemine ait üç aylık zaman serileri verilerini kullanarak dinamik regresyon ve eşbütünleşme tekniklerini uygulamıştır. Sanayi sektörü için ekonomik faaliyete bağlı olarak 0,99 ile 1,12 arasındaki uzun dönem esneklikleri ve elektrik fiyatı, uygulanan tahmin yöntemine bağlı olarak. -0,31 ila -0,44 arasında değişimini göstermektedir.

Polemis (2007), Yunan endüstrisi için toplam petrol ve elektrik talep fonksiyonlarını çok değişkenli eşbütünleşme tekniğini kullanarak incelemiştir.

Ekonomik aktivite ve fiyat ile ilgili sonuçlar, uzun dönem esneklikler için 0,85 ve -85,85 arasında iken, kısa dönemde sırasıyla 0,61 ve -0,35 arasında olduğunu göstermektedir.

Cebula ve Herder (2010) ABD’de 2002’den 2005’e kadar Ticari ve Endüstriyel Elektrik Tüketiminin belirleyicilerini üç panel iki aşamalı en küçük kareler tekniğini kullanarak incelemiştir. Yıllık soğutma derece gün sayısı ve müşteri başına ticari ve endüstriyel elektrik tüketimi başına yaz aylarında en yüksek yaz aylarında elektrik üretme kapasitesinde bir artış olduğunu bulmuşlardır.

Bose ve Shukla (1999), dokuz yıl boyunca zaman serisi verilerini kullanarak Hindistan’daki 19 eyalette sanayi de dahil olmak üzere sektörel esneklikleri tahmin etmişlerdir. Sonuçlar, ekonomik aktivite ve fiyat esnekliğinin küçük ve orta ölçekli işletmeler için sırasıyla 0,49 ve -0,04, büyük işletmeler için ise 1,06 ve -45 olduğunu göstermiştir.

Kamerschen ve Porter (2004), ABD endüstrisinde 1973-1998 döneminde elektrik talebinin fiyat esnekliğini Eşzamanlı denklemler yöntemini kullanarak tahmin etmişlerdir. Spetikasyona bağılı olarak, tahminleri -0,34 ile -0,55 arasında değışmektedir.

Hisnanick ve Kyer (1995) ABD’nin 1958-1985 dönemi imalat sanayi verilerini zaman serisi verilerini kabul edip kullanmış ve düşük fiyat esnekliği değerini -0.19 olarak bulmuştur.

Bohi ve Zimmerman (1984), endüstriyel elektrik talebi ile ilgili farklı araştırmaları gözden geçirmiş ve kısa dönemde -0,10 ile -0,27 değerleri arasında uzun dönem -60,61 ile -3,55 değerleri arasında düşük fiyat esnekliği olduğunu rapor etmişlerdir.

Yumurtacı ve Asmaz (2004), 1980-2002 yılları arasında nüfus artışına ve kişı başına enerji tüketim artış oranlarını göz önünde bulundurarak 2050 yılına kadar Türkiye’de elektrik enerjisi talebini doğrusal regresyon analizi modelini ile tahmin etmişlerdir. Sonuçlar, 2050 yılında Türkiye’nin elektrik enerjisi ihtiyacının yaklaşık 1,173 milyar kWh dolaylarında olacağını göstermektedir.

Gang (2004), OECD ülkelerinde enerji mallarının fiyat ve GSYİH esnekliklerini tahmin etmiştir ve zaman aralığı 1978’den 1999’a kadar genişlemektedir. Arellano ve Bond’da bulunabilecek panel verileri için tek adımlı

GMM (Genelleştirilmiş Momentler Metodu) tahmin yöntemini kullanmış enerji talebini, kısmi bir ayarlama modeli ile belirlemiştir. Bulgular, bu modelin sıradan bir OLS'den daha sezgisel ifadeler ve büyüklükte sonuçları verdiği yönünde olmuştur. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, elektrik, doğal gaz ve gaz yağının esneklikleri genel olarak daha yüksek, GSYH esnekliğinin ise konut sektöründe sanayi sektöründen daha düşük olduğunu göstermiştir.

Inglesi (2008), Güney Afrika'daki elektrik talebini açıklayan değişkenleri belirlemek ve bir model oluşturarak elektrik talebini, eşbütünleşme ve hata Düzeltme modelleri için Engle-Granger metodolojisini kullanarak tahmin etmek için bir çalışma gerçekleştirdiler. Her ikisinin de elastik olmadığı tahmin edilmesine rağmen, uzun dönem fiyat esnekliğinin (-0,55), gelirinden(0,42) daha büyük olduğunu tespit edilmiştir.

Baxter ve Rees (1968), dinamik bir model kullanarak İngiltere için üç aylık zaman serisi verileri ile sanayinin elektrik talebini tahmin etmişlerdir. Elektrik talebinin gelir esnekliğinden daha fazla fiyatlanma eğiliminde olduğunu buldular.

Bohi ve Zimmer man (1984), ABD'de enerji talebi davranışına ilişkin yapılan çalışmaları gözden geçirmişlerdir ve sonuçlara göre endüstriyel elektrik esnekliği fiyatlarının kısa dönemde -0,10 ile -0,27 arasında, uzun dönemde -0.61 ile -3,55 arasında olduğunu rapor etmişlerdir.

Pindyck (1979), 10 ülkedeki fiyat esnekliğini tahmin etmek için 1959'dan 1973'e kadar olan dönemde on kalkınma ülkesinden gelen endüstriyel ve ticari elektrik taleplerini gözden geçirmişlerdir, sonuçta talebin fiyat esnekliğinin düşük olduğu belirlenmiştir (-0,07 ve -0,16).

Erdoğan (2007), 1984 - 2004 yılları arasında Türkiye'nin elektrik enerjisi talebini tahmin etmiş ve öngörmüştür. Bu çalışmada otoregressive entegre hareketli ortalama (ARIMA) kullanılmıştır. Çalışmanın sonucu, ilk olarak, gelir ve fiyattaki değişimin tüketicilere göre oldukça sınırlı olduğunu, dolayısıyla Türkiye elektrik piyasasında ekonomik düzenlemenin gerekli olduğunu ortaya koymaktadır.

Lundberg (2009), İsveç endüstrisinde 1960-2006 yılları arasındaki elektrik kullanımını incelemiştir. Yapısal değişimin test edilmesi amacıyla veriler, 1960 - 1992 ve 1993 - 2006 arasında iki zaman dilimine bölünmüştür ve OLS regresyon modeli kullanılmıştır. Sonuçlar, ilk dönemde elektrik talebinin toplam sanayi

üretimine büyük ölçüde bağlı olduğunu, ikinci dönemde ise ilişkinin önemli ölçüde zayıfladığını göstermektedir. Elektrik talebinin fiyat esnekliği ve çapraz fiyat esnekliği, ilk dönemde istatistiksel olarak önemsiz iken, ikinci dönemde ise istatistiksel olarak anlamlı hale gelmiştir. Endüstriyel elektrik talebinin zaman içinde fiyatlara daha duyarlı hale geldiği belirtilmiştir.

Soytaş ve Sari (2007), Türkiye'ye ekonomik aktivite ile endüstriyel elektrik talebi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. 1968'den 2002'ye kadar yıllık verileri kullanarak, eşbütünleşme Granger nedensellik testlerini kullanmışlardır. Türk imalat sanayinde elektrik tüketimi ve katma değer ilişkisi, işçilik ve sabit yatırım incelenmektedir. Emek, sabit yatırım, elektrik tüketimi ve katma değer uzun vadede bir arada bulunduğunu ve kısa vadede birbirleri üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığını buldular.

Ziramba (2008), Güney Afrika'da 1978–2005 döneminde elektrik için konut talebini incelemektedir. Konut elektriği talebini tahmin etmek ve hem uzun hem de kısa dönem konut talebinde elektrik talebinin istikrar, gelir ve fiyat duyarlılığı konularını incelemek için eşbütünleşme analizine sınır testi yaklaşımı uygulanmıştır. Sonuç olarak, talebin gelir esnekliğinin beklendiği gibi pozitif bir işareti olduğu ve her iki dönemde de istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Fiyat esneklikleri beklenen olumsuz işarete sahip ancak istatistiksel olarak anlamsız. Uzun dönem fiyat esnekliği $-0,04$, kısa dönem değeri $-0,02$ 'dir.

Halıcıoğlu (2007), Türkiye'de 1968–2005 döneminde konut elektrik talebi dinamiklerini, eşbütünleşme için sınır test prosedürünü kullanarak tahmin etmiştir. Sonuç olarak, öz-fiyat esnekliğinin uzun vadede $-0,52$ olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, konut elektriğine yönelik fiyat esneksiz talebini göstermektedir; bu, konut elektriği talebinin seviyesinin fiyat politikaları yoluyla kapsamlı bir şekilde düzenlenemeyeceğini göstermektedir.

Atakhanova ve Howie (2007) Kazakistan'ın 1994 - 2003 döneminde sanayi, hizmet ve konut sektörlerinde elektrik ve toplam elektrik talebini tahmin etmektedir. Sonuçlar, sanayi sektörünün 1999'dan önce elektrik tüketimini göstermektedir. Sonuçlara göre elastikiyet 0,41 idi ve 1999'dan sonra 0,78 idi. Kazakistan'da sanayi talebinin fiyat esnekliği sıfırdan önemli ölçüde farklı değildi.

De Vita ve arkadaşları (2005) Namibya enerji talebini, Otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) modelini kullanarak, nispeten uzun bir dönemi 1980–2002 kapsayan üç aylık son kullanıcı verilerini kullanarak çalışmışlardır. Sonuçlar, enerji tüketiminin GSYİH'daki değişikliklere ve enerji fiyatı ve hava sıcaklığındaki değişikliklere olumsuz yanıt verdiğini göstermektedir.

Narayan ve Smyth (2003), Avustralya'da elektrik talebinin uzun ve kısa dönem esnekliklerinin Otoregresif dağıtılmış gecikme bir dağıtım gecikme çerçevesi içinde eşbütünleşme için dönem boyunca (1996 - 2000) sınır test prosedürünü kullanarak tahmin etmektedir.

Gelir ve fiyatının konut elektrik talebinin en önemli belirleyicileri olduğunu, sıcaklık ise zamanın önemli olduğunu ve gaz fiyatlarının önemsiz olduğunu buldular.

Uzun vadede talebin öz fiyat esnekliği -0.541 , kısa vadede ise -0.263 , kısa ve uzun vadede ise her durumda yüzde 1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıydı.

Hondroyiannis (2004), Yunanistan'daki elektrik enerjisine olan talebi 1986-1999 dönemine ilişkin aylık verileri kullanarak, dönem boyunca incelemektedir. Elektrik için uzun ve kısa dönem konut talebinin istikrar, gelir ve fiyat duyarlılığı konularını tahmin etmek için eşbütünleşme teknikleri uygulandı. Gelir esnekliğinin değeri 1.56 'ya, fiyat esnekliğinin değeri ise -0.41 'e eşittir.

Amarawickrama ve Hunt (2008), 1970–2003 dönemi boyunca Yapısal Zaman Serisi Modelini kullanarak Sri Lanka için elektrik talebi fonksiyonlarını tahmin etti.

Tahmini uzun dönem gelir esnekliği 1.0 ile 2.0 arasında değişmekte ve tahmini uzun dönem fiyat esnekliği 0 ile 0.06 arasında değişmektedir.

Sa'ad, (2009) Güney Kore'nin konut sektörü için elektrik talebi fonksiyonunu tahmin ediyor. Çalışmada, yapısal zaman serisi modelinde 1973'ten 2007'ye kadar olan zaman serileri verileri kullanılmıştır. 1.33 'lük uzun dönem gelir esnekliğinin ve 0.27 fiyat esnekliğinin, elektrik tarifelerindeki ve yalnızca vergilerdeki bir artış nedeniyle talep yönetimi politikalarının yalnızca elektrik tüketimini engellemeyebileceğini öne sürdüğünü belirtmiştir.

Wang ve Mogi (2017), Kalman filtreli zamana göre değişen bir parametre (TVP) modeli kullanarak 1989'dan 2014 yılına kadarki yıllık verilerle Japonya'da Sanayi ve konut elektrik talebi dinamikleri üzerine bir çalışma yapmıştır. Elde ettiği bulgular, hem endüstriyel hem de konut tüketicilerinin elektrik düzenleme ve

finansal krizden sonra fiyatlara daha az, Fukushima Daiichi krizinden sonra da fiyatlara daha duyarlı hale geldiğini ortaya koydu. Sonuçlar, elektrik düzenlemesinin düzenlenmesinden sonra hem konut sektöründe hem de sanayi sektöründe fiyat esnekliği ile fiyat seviyesi arasındaki negatif ilişkiyi göstermektedir.

Inglesi-Lotz (2011) Güney Afrika'da 1980-2005 döneminde elektriğin fiyat esnekliğini Kalman filtresi için ileri bir ekonometrik teknik kullanarak hesaplamıştır. Sonuçlar, incelenen dönemde elektrik fiyatlarının elektrik tüketimine düşen etkisini göstermektedir. Bu düşüş eğilimi aynı dönem için artan gelir esnekliği ile çelişmektedir. Ek bulgu, tüketicilerin fiyatlarının, elektriğin fiyat esnekliği olan fiyatlardaki değişikliklere duyarlılığının yüksek olması, gerçek fiyatların daha yüksek seviyeleri için daha yüksek olmasıdır.

Lee ve Chiu (2011), 1978–2004 döneminden 24 OECD ülkesi için elektriğin talep fonksiyonunu araştırmıştır. Ampirik sonuçlar, elektrik tüketimi, reel gelir, elektrik fiyatı ve sıcaklık arasında güçlü bir doğrusal olmayan bağlantı olduğunu göstermektedir. Elektrik fiyatındaki bir artışın elektrik tüketimi üzerinde negatif bir etkisi var veya yoktur. Sonuçlar ayrıca, zaman dinamiğinin tahmini esnekliklerinin, elektrik talebinin esnek olmayan gelir, esnek olmayan fiyat ve esnek olmayan sıcaklığa sahip olduğunu göstermektedir.

Dergiades ve Tsoulfidis (2008) ABD ekonomisinde konutlar için elektrik talebinin belirleyici faktörlerini, kişi başına düşen gelirin, elektriğin fiyatının, ısınma amaçlı yağ fiyatının, hava koşullarının bir fonksiyonu olarak incelemiştir. Yeni ileri ARDL eşbütünleşme tekniğini kullanarak 1965-2006 dönemi için bu araştırmayı yapmıştır.. Sonuç değişkenler arasında uzun süreli kalıcı bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Nakajima ve Hamori (2010) ABD'de konutlar için elektrik talebinin değişkenlerinin durağan olup olmadığını belirlemek ve fiyat esnekliğini tahmin etmek için bir panel analiz yaklaşımı kullanıp incelemiştir. Üç aylık veriler, 1993 yılının ilk çeyreğinden 2008'in dördüncü çeyreğine kadar kullanılmıştır. Sonuç, 0 ila -2 hesaplanan fiyat esnekliğini ve 0 ila 2 gelir esnekliğini gösterir.

Athukorala ve Wilson (2007), Srilanka'da konut elektrik talebi arasındaki kısa dönem dinamikleri ve uzun dönemi denge ilişkisini araştırmış, 1960–2007 dönemi için yıllık verileri kullanmış, uzun dönemi ve ilgili değişkenler arasındaki

kısa dönem ilişkileri yakalamak için eşbütünleşme ve hata düzeltme modellerini kullanmıştır. Kullanılan makroekonomik değişkenler ise hanehalkının kişi başına elektrik talebi, kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), ortalama gerçek elektrik fiyatları ve ortalama gerçek gazyağı ve LP gazı fiyatları olarak seçilmiştir. Uzun dönem talep esnekliği gelirleri, kendi fiyatı ve kerosen yağı fiyatı sırasıyla 0,78, - 0,62 ve 0,14 olarak hesaplanmıştır. Aynı değişkenler için kısa dönem esnekliklerin sırasıyla 0.32, - 0.16 ve 0.10 olduğu tahmin edilmiştir.

Amusa ve diğ. (2009), 1960–2007 döneminde Güney Afrika'daki toplam elektrik talebini otoregresif dağıtılmış bir gecikme çerçevesi içinde eşbütünleşme için sınır testi yaklaşımını kullanarak incelemiştir. Sonuçlar, uzun vadede gelirin elektrik talebinin temel belirleyicisi olduğunu ve elektrik fiyatlarının toplam elektrik talebi üzerinde önemsiz bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Jamil ve Ahmad (2011), Pakistan'daki toplam ve sektörel seviyelerde elektrik tüketimi ile birtakım belirleyiciler arasındaki uzun dönemi yapısal ilişkiyi incelemiştir. Eşbütünleşme ve Vektör Hata Düzeltme Modellemesi kullanılmıştır. Analizin tahminleri, ülke daha yüksek GSYİH büyüme oranlarına ulaştığında artan elektrik gereksinimlerini göstermektedir.

Kumar ve Sukhkla (1999), Hindistan'daki beş ana tüketici kategorisindeki tesislerden elektrik tüketimi ile gelir, elektrik fiyatı ve dizel enerji arzı gibi değişkenler arasındaki ekonometrik ilişkiyi incelemektedir. (Konut, ticari, tarım, küçük ve orta ölçekli endüstriler ve büyük endüstriler) 1985 - 1994 dönemine göre, 19'un üzerinde, en küçük kareleri (OLS) kullanarak, her sektör için 19 devleti belirtmektedir.

Sektörel analiz gelirin ticari (1,27) ve yüksek gerilim endüstrisinde (1,06) esnek olduğunu, konut (0,88), tarım (0,82) ve alçak gerilim endüstrisinde (0,49) esnek olmadığını göstermektedir. Tüm endüstriler birlikte alındığında gelir esnekliği 0,73 olarak bulundu. Reel elektrik tarifesindeki artışla birlikte tarım, kullanım açısından en fazla etkilenirken, bunu konut ve yüksek gerilim sektörü izler.

Kısa dönemde fiyat esneklikleri tarım sektöründe -1,35 değişmektedir, Konut sektöründe - 0,65, ticari sektörde - 0,26, Yüksek gerilim sektöründe. 0,45, sanayi sektöründe industrial 0,32.

Dergiades ve Tsoulfidis (2011), Yunanistan'da elektrik için toplam konut talebinin uzun dönem ve kısa dönem belirleyicilerini 1964–2006 dönemine dayanan verileri kullanarak incelemekte ve son zamanlarda geliştirilen ARDL eşleştirme yöntemi kullanılmaktadır.

Sonuçlar, konut elektriğine olan talebin, uzun dönemi fiyat esnekliği aralığının $-0,45$ ile $-2,1$ arasında olduğunu, uzun dönemi gelir esnekliği aralığının ise 0 ile 2 arasında olduğunu bildirmektedir. Ayrıca, bulgular konut tüketicilerinin elektrik fiyatlarındaki değişikliklere karşı çok az tepki göstereceğini göstermektedir çünkü elektrik bir zorunluluktur.



Tablo 5:Literatür Taramasının Özeti

Yazar ve yıl	Yaptığı ülke ve dönem	Kullandığı metodu	Sonuç
nglesi (2008)	Güney Afrika 1980-2005	Kalman filter	Her ikisinin de elastik olmadığı tahmin edilmesine rağmen, uzun dönem fiyat esnekliğinin (-0.55), gelirinden (0.42) daha büyük olduğunu tespit edildi.
Akan ve Atak (2003)	Türkiye 1970-2000	Hata Düzeltme Modeli	Sonuçlar elektrik talebinin fiyattan ziyade gelire daha duyarlı olduğunu göstermektedir.
Dilaver ve Hunt (2010)	Türkiye 1960-2008	zaman serisi modeli	Sonuçta, uzun dönemi fiyat esnekliğinin (-.16) gelirden (0.15) daha büyük olduğunu saptamışlar ve Türk sanayi elektriği talebini 2020 yılına kadar 97 ile 148 TWh arasında olacağını tahmin etmişlerdir.
Beenstock ve diğ. (1999)	İsrail 1975-1994	Eşbütünleşme teknikleri	Sanayi sektörü için ekonomik faaliyete bağlı olarak 0.99 ile 1.12 arasındaki uzun dönem esneklikleri ve elektrik fiyatı, uygulanan tahmin yöntemine bağlı olarak -0.31 to -0.44 arasında değişimi göstermektedir.
Gang (2004)	OECD 1978-1999	GMM (Genelleştirilmiş Momentler Metodu)	Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, elektrik, doğal gaz ve gaz yağının esneklikleri genel olarak daha yüksek, GSYİH esnekliğinin ise konut sektöründe sanayi sektöründen daha düşük olduğunu göstermiştir.
Erdoğan (2007)	Türkiye 1984 - 2004	Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (ARIMA)	Gelir ve fiyattaki değişimin tüketicilere göre oldukça sınırlı olduğunu, dolayısıyla Türkiye elektrik piyasasında ekonomik düzenlemenin gerekli olduğunu ortaya koymaktadır.
Lundberg (2009)	İsveç 1960-2006	OLS regresyon modeli	İlk dönemde elektrik talebinin toplam sanayi üretimine büyük ölçüde bağlı olduğunu, ikinci dönemde ise ilişkinin önemli ölçüde zayıfladığını göstermektedir.
Yumurtacı ve Asmaz (2004)	Türkiye 1980-2002	Regresyon analizi modeli	2050 yılında Türkiye'nin elektrik enerjisi ihtiyacının yaklaşık 1.173 milyar kWh dolaylarında olacağını göstermektedir.
Cebula ve Herder (2010)	ABD 2002-2005	OLS regresyon modeli	Yıllık soğutma derece gün sayısı ve müşteri başına ticari ve endüstriyel elektrik tüketimi başına yaz aylarında en yüksek yaz aylarında elektrik üretme kapasitesinde bir artış olduğunu bulmuşlardır.
Tahsin, Sohbet ve Melike(2000)	Türkiye 1962 - 1996	Eşbütünleşme ve Hata Düzeltme Modeli	Veriler, elektrik tüketiminin ve gelirin eşbütünlendiğini böylece uzun vadede bir arada ilerlemeye eğilimli olduklarını göstermiştir.

Bilgili, ve arkadaşları (2012)	Türkiye 2008- 2015	lineer regresyon, lineer olmayan regresyon ve yapay sinir ağıları modeli	Türkiye'nin konut ve endüstriyel elektrik tüketimi 2009 yılında 80.69 TWh ve 70.47 TWh iken, 2015 yılına kadar 140.64 TWh ve 124.85 TWh'ye yükselmiştir.
Kamerschen ve Porter (2004)	ABD 1973-1998	Eşzamanlı denklemler yöntemini	Eşzamanlı denklem yaklaşımı, konut müşterilerinin endüstriyel müşterilere göre fiyatlara daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Hava, konut sektörü üzerinde en büyük etkiye sahip görünüyor ve soğuk hava, talebi sıcak havadan daha fazla etkiliyor gibi görünüyor.
Soytaş ve Sari (2007)	Türkiye 1968-2002	Eşbütünleşme Granger nedensellik testi	Emek, sabit yatırım, elektrik tüketimi ve katma değer uzun vadede bir arada bulunduğunu ve kısa vadede birbirleri üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığını buldular.
De Vita ve arkadaşları (2005) Namibya	Namibya 1980-2002	Otoregrsif dağıtılmış gecikme (ARDL) modeli	Enerji tüketiminin GSYİH'daki değişikliklere ve enerji fiyatı ve hava sıcaklığındaki değişikliklere olumsuz yanıt verdiğini göstermektedir.
Amarawickrama ve Hunt (2008)	Srilanka 1970-2003	zaman serisi modeli	Tahmini uzun dönem gelir esnekliği 1,0 ile 2,0 arasında değişmekte ve tahmini uzun dönem fiyat esnekliği 0 ile 0,06 arasında değişmektedir.
Wang ve Mogi (2017)	Japonya 1989-2014	Kalman filtreli	Fukushima Daiichi krizinden sonra da fiyatlara daha duyarlı hale geldiğini ortaya koydu. Sonuçlar, elektrik düzenlenmesinin düzenlenmesinden sonra hem konut sektöründe hem de sanayi sektöründe fiyat esnekliği ile fiyat seviyesi arasındaki negatif ilişkiyi göstermektedir.
Amusa ve diğ. (2009)	Güney Afrika 1960-2007	Eşbütünleşme	Uzun dönemde gelirin elektrik talebinin temel belirleyicisi olduğunu ve elektrik fiyatlarının toplam elektrik talebi üzerinde önemsiz bir etkisi olduğunu göstermektedir.
Dergiades ve Tsoulfidis (2011)	Yunanistan 1964-2006	ARDL eşleştirme yöntemi	konut elektriğine olan talebin, uzun dönem fiyat esnekliği aralığının -0,45 ile -2,1 arasında olduğunu, uzun dönem gelir esnekliği aralığının ise 0 ile 2 arasında olduğunu bildirmektedir

3.2. ELEKTRİK FİYAT ESNEKLİĞİ

Talebin elektriğin fiyat esnekliği -0.043426'dir. Aşağıdaki modelin sonucunun ekonomik olarak yorumlanması, uzun vadede endüstriyel elektrik fiyatlarındaki % 1'lik bir artışla, diğer tüm bağımsız değişkenleri sabit tutarak, endüstriler tarafından kullanılan toplam yıllık elektriği azaltmaktadır.

3.3. TALEBİN ÇAPRAZ FİYAT ESNEKLİĞİ

Talebin çapraz fiyat esnekliği 0.074596'dir, bu uzun vadede, diğer tüm bağımsız değişkenleri sabit tutan gaz fiyatındaki % 1'lik bir artışın, endüstriler tarafından kullanılan toplam yıllık elektrikte %0.74596'lık bir artışa neden olduğunu göstermektedir. Çapraz fiyat esnekliği istatistiksel olarak önemsizdir, çünkü 0.1216'nın p değeri 0.05 olan önceden belirlenmiş regresyon alfa değerinden daha büyüktür.

3.4. SANAYİ ÜRETİM ENDEKSİ

Talebin endüstriyel üretim esnekliği endeksi 0.812207'dir. Bu, uzun vadede, diğer tüm bağımsız değişkenleri sabit tutan, sanayi üretimi endeksinde % 1'lik bir artışın, endüstriler tarafından kullanılan toplam yıllık elektrikte % 0.812207 artışa neden olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 6: Tanımlayıcı İstatistikler

	IEU	IEP	GP	IPI	GDPC
Ortalama	62575.38	5.414612	1.245955	58.81510	4104.028
Medyan	55100.64	4.765322	1.016645	47.74717	2889.845
Maksimum	124917.7	11.25000	2.292029	114.6265	8157.935
Minimum	25263.19	3.280491	0.568119	27.93970	981.1167
Std.Sapma	28884.89	1.667145	0.548234	26.56398	2492.697
Gözlemler	31	31	31	31	31

Tablo 7: Birim Kök Testi I(0)

Boş hipotez: birim kökü var	T istatistikleri	Kritik değerleri test edin	P değeri
IEU	3.487408	%1 -3.679322 %5 -2.967767 %10 -2.622989	1.000
IEP	-1.23835	%1 -3.679322 %5 -2.967767 %10 -2.622989	0.6442
GP	-1.153018	%1 -3.679322 %5 -2.967767 %10 -2.622989	0.6811
IPI	1.909265	%1 -3.679322 %5 -2.967767 %10 -2.622989	0.9997
GPDC	-0.669281	%1 -3.670170 %5 -2.967767 %10 -2.622989	0.8397

3.5 BİRİM KÖK TESTİ

Durağanlık Testleri:

Tüm değişkenlerin birim kökleri Augmented Dickey Fuller testi ile analiz edildi.

H_0 = Birim Köke sahip seriler

H_1 =Birim Köke sahip olmayan seriler

Eş bütünleşme testini uygulamadan önce, modeldeki değişkenlerin durağan olup olmadığının tespiti ve durağan olmamaları halinde, kaçınıcı dereceden farkında durağan hale geldiklerinin araştırılması gerekmektedir. Bu yüzden, Artırılmış Dickey-Fuller testlerini kullanarak birim köklerin varlığını test edilmiştir (Dickey ve Fuller (1976). Elde edilen ADF sonuçları, modeldeki tüm değişkenlerin düzeyde durağan olmadıklarını ve birinci farkları alındıktan sonra durağan hale geldiklerini

göstermektedir. Bu durum, modeldeki tüm değişkenlerin birinci dereceden I(1) entegre oldukları anlamına gelmektedir.

Yukarıdaki tablodan da görebileceğiniz gibi, değişkenlerin bir birim kökü vardır.

Değişkenlerin p değerleri yüzde 5'in üzerindedir ve sıfır hipotezini kabul ediyoruz. Ancak ilk farktan sonra, değişkenler sabittir, bu nedenle şimdi eşbütünleşme testine ve Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM)'ye geçebiliriz.

Tablo 8: Birim Kök Testi I(1)

Boş hipotez: birim kökü var	T istatistikleri	Kritik değerleri test edin	P değeri
D(IEU)	-3.803037	%1 -3.679322 %5 -2.967767 %10 -2.622989	0.0074
D(IEP)	-3.762910	%1 -3.679322 %5 -2.967767 %10 -2.622989	0.0082
D(GP)	-4.077767	%1 -3.679322 %5 -2.967767 %10 -2.622989	0.0038
D(IPI)	-4.482711	%1 -3.679322 %5 -2.967767 %10 -2.622989	0.0014

3.6 . JOHANSEM EŞBÜTÜNLEŞME TESTİ VE VEKTOR HATA DÜZELTME MODELİ

Eş bütünleşme, Engle - Granger (1987) ve Johansen (1988) eş bütünleşme testi gibi yöntemlerle sınanabilir. Bu amaçla bu çalışmada, Johansen eş bütünleşme testi kullanılacaktır. Bu amaçla aşağıdaki adımların izlenmesi gerekmektedir

Birinci adım: Çalışmada, her değişkenin entegrasyon derecesi bulunmalıdır. Modeldeki değişkenlerin, aynı derecede entegre olması gerekmektedir. Modeldeki değişkenlerin hepsi I (1) ya da I (2) olmalıdır gibi.

İkinci adım: Gecikme uzunluğunun tespiti çok önemli ve hassas bir konudur. Çünkü, farklı gecikme uzunlukları farklı sonuçlar vermektedir. Bu nedenle çalışmada, uygun gecikme uzunluğu VAR modeli yardımıyla tespit edilecektir.

Üçüncü adım: Modeldeki değişkenler arasındaki ilişki ve eş bütünleşme katsayıları tahmin edilecektir. Eş bütünleşmenin seviyesinin 1 olması, bir adet eş-bütünleşik denklem olduğu anlamına gelmektedir.

Öncelikle sınırsız VAR modelini kullanarak talep değişkenleri, endüstriyel elektrik kullanımı, fiyatlar ve endüstriyel üretim endeksi için optimum gecikme seçimi yapılır.

AIC ve Schwarz sonuçları analiz edildikten sonra, 2'nin optimal gecikmesi seçilmelidir. Gecikme 2 olarak alındığında eşbütünleşme vardır ve VECM bulunabilir.

Tablo 9: Gecikme Seçimi

Gecikme Sayısı	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-867.8895	NA	9.59e+19	60.19928	60.43502	60.27311
1	-751.8546	184.0553	1.86e+17	53.92101	55.33545*	54.36400
2	-720.8210	38.52453*	1.45e+17*	53.50490*	56.09804	54.31704*

Yukarıdaki tablo, farklı bilgi kriterleri kapsamında elde edilen uygun gecikme sayılarını göstermektedir. Schwarz bilgi kriteri için uygun gecikme 1, AIC bilgi kriteri, Hannan-Quinn bilgi kriteri ve LR istatistiği için uygun gecikme 2'dir. Bu çalışmada, gecikme sayısının seçiminde AIC bilgi kriteri üzerinden hareket edilmiş ve uygun gecikme uzunluğu 2 kabul edilmiştir.

Tablo 10: Eş bütünleşme Testinin Sonuçları (İz İstatistiğine göre)

Hipotez Eş- bütünleşme vektörün sayısı	Öz-değer (Eigen value)	İZ(Trace) İstatistiği	Kritik değer (%5)	P-değeri
Yok*	0.859968	55.04469	33.87687	0.0000
En fazla 1*	0.728419	36.49783	27.58434	0.0016
En fazla 2	0.490248	18.86727	21.13162	0.1592
En fazla 3	0.162329	4.959629	14.49471	0.6723
En fazla 4	0.043218	1.237042	3.841466	0.2660

Tablo 11: Eş-bütünleşme Testinin Sonuçları (Max. Öz-değer İstatistiğine göre)

Hipotez Eş- bütünleşme vektörlerin sayı	Öz-değer (Eigen value)	Maksimum Öz değer(Max- Eigen) İstatistiği	Kritik değer (%5)	P- değeri
Yok*	0.859968	116.606065	69.81889	0.0000
En fazla 1*	0.728419	61.56177	47.85613	0.0016
En fazla 2	0.490248	25.06394	29.79707	0.1592
En fazla 3	0.162329	6.196671	15.49471	0.6723
En fazla 4	0.043218	1.237042	3.841466	0.2660

Gecikmeler seçildikten sonra, tüm eşbütünleşme, Johansen tekniği kullanılarak test edilir, çünkü eşbütünleşme olduğunda VECM çalıştırılabilir.

Model ve eşbütünleşme testi kullanılarak: iz ve maksimum özdeğer istatistikleri, eşbütünleşme denklemlerinin sayısı 0.05 düzeyinde bulunur.

H_0 = eşbütünleşme denklemi yok

H_1 = en az 1 eşbütünleşme var

Yukarıdaki tablodan ilk kısım, iz eşbütünleşme testini temsil eder. İz eşbütünleşme testinden sıfır hipotezimizi reddediyoruz veya kabul ediyoruz. Bu nedenle, iz testinin ilk ve ikinci p-değeri olan 0.00 ve 0,0161, sıfır hipotezinin reddedildiğini gösterir, çünkü % 5 önem düzeyinden azdır ki bu da t-istatistiğinin kritik değerden büyük olduğunu ve 55,04469 ila 33.87687 arasında ve 36,49783 il 27.58434 olduğunu gösterir. Her ne kadar en fazla 2, en fazla 3 ve en fazla 4'te sıfır hipotezini reddedememize rağmen, p-değeri% 5 anlamlılık seviyesinden yüksek ve t-istatistikleri kritik değerden daha düşük olduğu için eş bütünleşme olmadığı saptanır.

Maksimum Eigen değeri testi de bize birincisi teste benzer sonuçlar vermiştir. Bu nedenle, her iki test de analiz için kullanılabilir, modelden saptandığı gibi en az iki eşbütünleşme denklemi olduğu sonucuna varabiliriz, bu değişkenler arasında uzun süreli bir ilişki olduğu anlamına gelir.

3.6.1. Vektör Hata Düzeltme Modeli

Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Bir değişken grubunun bir veya daha fazla bütünleştirici vektöre sahip olduğu tespit edilirse, uygun bir kestirim tekniği, değişkenlerde ve dengedeki sapmalarda kısa dönem değişikliklere uyum sağlayan bir VECM'dir (Vektör Hata Düzeltme Modeli). .Gecikme uzunluğu kriterleri ayrıca VECM'nin tahmini için bir gecikmenin seçildiğini gösterir.

Tablo 12:Vektör Hata Düzeltme Modeli(Uzun Dönem)

uzun dönem	IEU	IEP	GP	IPI	GP
Eşbütünleşme Denklemi	1	-2.393841	-8.5537265	-5.582361	6.489516

Tablo 13:Vektör Hata Düzeltme Modeli(Kısa Dönem)

Kısa dönem	ECT	IEU	IEP	GP	IPI	GDPC
Eşbütünleşme Denklemi	-0.046994	-0.2172	3.44873	-11.5869	1.60390	1.19224

$$ECT_{t-1} = [Y_{t-1} - \eta X_{t-1} - \xi_m R_{t-1}]$$

(Uzun dönem modeli belirten eşbütünleşme denklemi).

$$ECT_{t-1} = (1.00 IEU_{t-1} + 2.393841 IEP_{t-1} + 8.5537265 GP_{t-1} + 5.582361 IPI_{t-1} - 6.489516)$$

$$\Delta y_t = \sigma + \sum_{i=1}^{k-1} \gamma_i \Delta y_{t-i} + \sum_{j=1}^{k-1} \eta_j \Delta X_{t-j} + \sum_{m=1}^{k-1} \xi_m \Delta R_{t-m} + \lambda ECT_{t-1} + u_t$$

(Kısa dönem modeli belirten eşbütünleşme denklemi.).

$$\Delta lieu = -0.0469 - 0.2172 + 3.4487 - 11.5869 + 1.60390 + 1.19224.$$

Yukarıdaki sonuç, uzun dönem denge döneminden önceki dönem sapmasının cari dönemde % 4'lük bir hızlandırma ayarlaması olarak düzeltildiğini göstermektedir.

Endüstriyel elektrik talebindeki yüzdelik değişim, diğer şartlar sabitken endüstriyel elektrik kullanımı %0.21 azaltır.

Endüstriyel elektrik fiyatındaki yüzdelik değişim, diğer şartlar sabitken endüstriyel elektrik kullanımı %3.44873 artırır.

Gaz fiyatındaki yüzdelik değişim diğer şartlar sabitken endüstriyel elektrik kullanımı %11.5869 azaltır.

Tablo 14:Katsayı Sonuçları ve T Değeri

	katsayı	Std. Hata	t istatistiği	Prob.
C(1)	-0.046994	0.019305	-2.434337	0.0165
C(2)	-0.217244	0.338000	-0.642734	0.5217
C(3)	344873.2	1217404.	0.283286	0.7775
C(4)	-11586928	2927030.	-3.958596	0.0001
C(5)	1192.240	1825.581	0.653074	0.5151
C(6)	160390.6	290515.2	0.552090	0.5820
C(7)	3558167.	735564.0	4.837331	0.0000
C(8)	5.89E-09	7.98E-09	0.738057	0.4621
C(9)	1.55E-07	1.40E-07	1.105316	0.2714
C(10)	-0.090354	0.503541	-0.179437	0.8579
C(11)	0.530663	1.210674	0.438321	0.6620
C(12)	-0.000548	0.000755	-0.725387	0.4698
C(13)	-0.075160	0.120162	-0.625486	0.5329
C(14)	0.040991	0.304243	0.134732	0.8931
C(15)	4.98E-09	1.23E-09	4.030905	0.0001
C(16)	6.05E-08	2.16E-08	2.796940	0.0061
C(17)	-0.024693	0.077863	-0.317134	0.7517
C(18)	0.682161	0.187208	3.643862	0.0004
C(19)	-0.000319	0.000117	-2.735283	0.0073
C(20)	0.001674	0.018581	0.090095	0.9284
C(21)	-0.089950	0.047046	-1.911969	0.0585
C(22)	-2.15E-06	4.35E-06	-0.493758	0.6225
C(23)	0.000103	7.61E-05	1.353393	0.1787
C(24)	-70.22798	274.0472	-0.256262	0.7982
C(25)	294.0228	658.8975	0.446234	0.6563
C(26)	-0.107179	0.410953	-0.260806	0.7947
C(27)	-103.1382	65.39727	-1.577102	0.1176
C(28)	198.9778	165.5813	1.201693	0.2321
C(29)	-3.86E-08	2.82E-08	-1.370711	0.1733
C(30)	-7.42E-08	4.94E-07	-0.150325	0.8808
C(31)	1.021275	1.777880	0.574434	0.5668
C(32)	-11.25491	4.274593	-2.632978	0.0097
C(33)	0.000696	0.002666	0.260907	0.7947
C(34)	0.093660	0.424264	0.220759	0.8257
C(35)	2.978868	1.074207	2.773085	0.0065

Uzun süreli dengenin sağlanması için c1 negatif ve anlamlı olmalıdır: endüstriyel elektrik kullanımı bağımlı olduğunda c1'in değeri -0.046994 ve olasılık 0.0165 'dir. Bu nedenle İstatistiksel anlamlılı.

3.6.2. Wald Testi

$$H_0 = C(3)=C(4)=C(5)=C(6)=0$$

$$H_1 = C(3)=C(4)=C(5)=C(6) \neq 0$$

Tablo 15:Wald Testi

Test istatistiği	Value	df	Prob
Chi-square	18.67876	4	0.0009
Normalized Restriction (= 0)		Value	Std. Err.
C(IEP)		344873.2	1217404.
C(GP)		-11586928	2927030.
C(GDPC)		160390.6	290515.2
C(IPI)		1192.240	1825.581

Yukarıdaki tablo Wald Testi'ni kullanarak kısa dönemli ilişkiyi test ettik. Sonuç değişkenler arasında kısa dönemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. P değeri% 5'in altında ve Null hipotezini reddettik ($H_0 = C(3)=C(4)=C(5)=C(6)=0$).

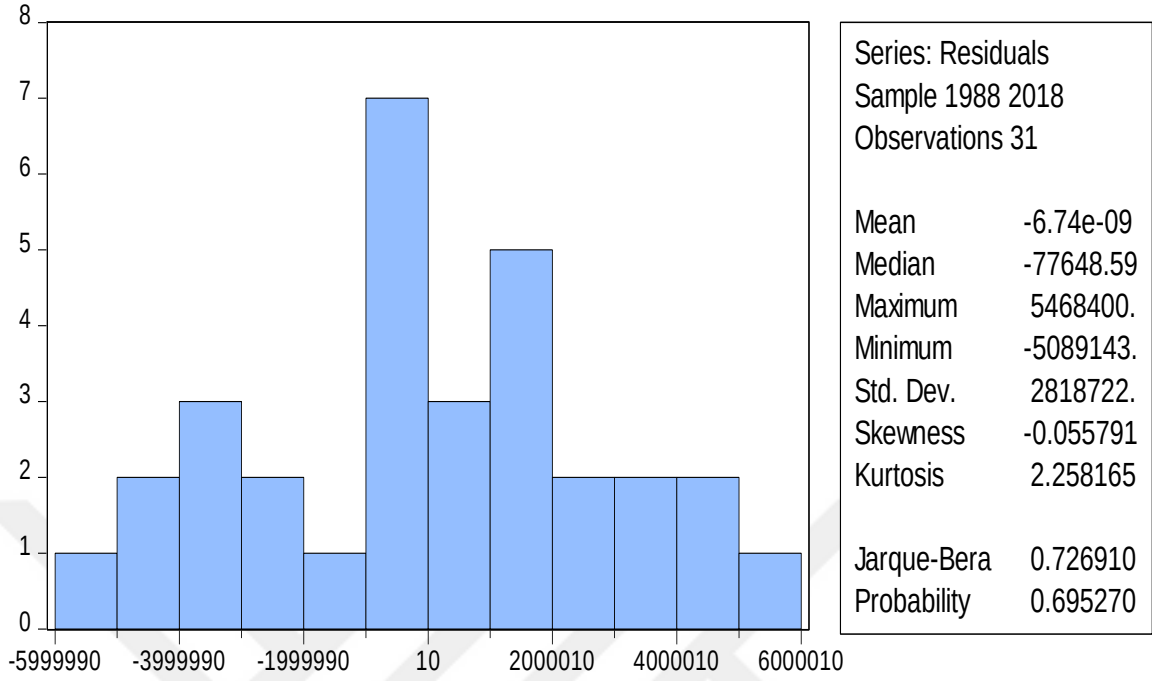
3.7. NORMALİTE TESTİ

Verilerin normal olarak dağılıp dağılmadığını tahmin eden testlerden biridir ve üzerinde çalışılan olağan en küçük kareler modeline dahil edilmiştir. Normallik testini kontrol etmek için olasılığa ve Jarque-Bera'ya bakacağız ve seviye 5%'ten büyük ise sıfır hipotezini kabul edecek, küçük ise reddeceğiz.

H0: Normal Dağılım verileri.

H1: Normal olmayan dağılım verileri.

Şekil 9: Normalite Testi



Tablo 16: Normalite Testi

Jarque-Bera	Prob.
0.726910	0.695270

Kazanılmış normallik testi, verilerin sıfır hipotezinin normal olduğunu ve %5 önem seviyesini kabul ettiğini gösterir.

3.8 BREUSCH-GODFREY SERİ KORELASYON LM TESTİ

Breusch-Godfrey seri korelasyonunda LM testi, geliştirilen modelin seri korelasyonla ilgili sorunları yaşayıp yaşamadığını tespit etmek için yapıldı. Hipotez aşağıdaki gibi kurulur.

H0: Seri korelasyon yok

H1: Seri korelasyon var.

Tablo 17: Breusch-Godfrey seri korelasyon LM testi

Lags	LM-stat	Prob
1	10.40249	0.8448
2	11.19724	0.7971
3	9.722218	0.8807

Breusch-Godfrey testinde bulduğumuz sonuç bize modelin seri korelasyon sorunu yaşamadığını gösterir çünkü sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde kabul edilmiştir ve bu olasılık %5 anlamlılık seviyesinden büyükse ve modelde homosedastisiti olabilir.

3.9. ENGLE GRANGER TESTİ

Modelin sahte olup olmadığını kontrol etmek için Engle Granger testi uygulanmıştır.

Tablo 18: Engle Granger test (1)

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Prob.
IEP	1083175.	740764.9	1.462239	0.1557
GP	2528949.	3022563.	0.836690	0.4104
GDPC	-174.8282	1176.007	-0.148662	0.8830
IPI	1009698.	77880.40	12.96473	0.0000
C	-5032029.	3073359.	-1.637306	0.1136
R-squared	0.990477	Mean dependent var		62575376
Adjusted R-squared	0.989012	S.D. dependent var		28884892
S.E. of regression	3027793.	Akaike info criterion		32.83126
Sum squared resid	2.38E+14	Schwarz criterion		33.06254
Log likelihood	-503.8845	Hannan-Quinn criter.		32.90665
F-statistic	676.0751	Durbin-Watson stat		0.503709
Prob(F-statistic)	0.000000			

Tablo 19:Engle Granger Testi (2)

Null Hypothesis: U has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic				
				-5.013590
Test critical values: 1% level				0.0004
5% level				-3.689194
10% level				-2.971853
				-2.625121

Tahmin edilen model, artıkların seviyede önemli olduğunu, aynı zamanda modelin sahte olmadığını gösterir.

SONUÇ

Son on yılda, enerji kaynaklarındaki en önemli bileşenlerden biri olan elektrik, esas olarak artan nüfus, artan yaşam standartları ve sanayileşme süreci nedeniyle tüketim rakamlarında önemli artışlara sahne olmuştur. Elektrik tüketiminde gözlenen artış eğilimi bu nedenle birçok ampirik çalışmaya yol açmıştır, çünkü elektrik herhangi bir ülkenin teknik, sosyal ve ekonomik gelişimi için çok önemli bir girdidir.

2000'li yılların başında, Türkiye Cumhuriyeti elektrik piyasasında özelleştirme, serbestleşme ve önemli bir yeniden yapılandırma gerektiren iddialı bir reform programı başlatmıştır. Son reformların arkasındaki en önemli sebep veya gerekçe, hızlı elektrik talebi büyümesidir. Tüm reform süreci, bir enerji krizinden kaçınma eylemlerinin bir parçası olmuştur.

Bu tez, 1998-2018 döneminde Türkiye'de yıllık endüstriyel elektrik talebini tahmin etmektedir. Bu tez, endüstriyel elektrik kullanımı, elektrik fiyatları, gaz fiyatları, kişi başına GSYİH ve üretim değeri ile ilgili verileri kullanmaktadır. Tüm değişkenler seviye I (0) 'da sabit değildir, birinci fark I (1)' de durağan hale gelirler. Eşbütünleşme, vektör hata düzeltme modeline bakarak test edildi. Bu modelde uzun dönemli ve kısa dönemli bir ilişki vardır. Modelin bağımsız değişkeni endüstriyel elektrik kullanımıdır.

Bu çalışma elektriğin kendi fiyat esnekliğini - 0.0434, çapraz fiyat esnekliğini 0.074596; ve sanayi üretim endeksi esnekliğini 0.812207 olarak bulmuştur. Her üç esnekliğin işaretleri teori tarafından tahmin edildiği gibidir. Hem fiyat esnekliği hem de çapraz fiyat esneklikleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak sanayi üretim endeksi esnekliği istatistiksel olarak anlamlıdır. Üç esnekliğin hepsindeki işaretler teori tarafından tahmin edildiği gibidir, ancak ikisi önemsizdir.

Eşbütünleşme bulunduktan sonra kısa dönemi ilişki için VECM yapılır. Bununla birlikte sorun, örneklem büyüklüğünün yeterince büyük olmaması, bu nedenle eşbütünleşme ararken serbestlik derecelerinin bir sorun haline gelmesidir. Bu, modelin daha büyük veri kümeleriyle daha iyi çalışmasını sağlar.

Bu sonuçlar elektriğin, üretim sürecinde öncekinden daha verimli kullanılmakta olduğunu ve elektrik üretim değerinin, mevcut kullanılan elektriğin birimi başına daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Günümüzde endüstriyel elektrik, daha verimli enerji kullanımı ve çevre politikası düzenlemeleri gibi çevresel faktörlerden daha fazla etkilenmiş görünmektedir.

Gelecekte, endüstriyel elektrik talebinin yüksek oranda artmaya devam etmesi beklenmektedir, ancak elektrik fiyatlarındaki artış gibi hızla artan talebi ekonomik maliyet seviyelerine düşürecek bazı politika önlemleri vardır.

Bu çalışmanın giriş bölümünde de açıklandığı gibi veri kısıtı nedeniyle çalışmanın araştırma konusunu oluşturan Türkiye'deki endüstriyel elektrik talebi, gelecek araştırmalarla hem yöntem hem de analiz olarak geliştirilmeye müsaittir.

KAYNAKÇA

Al-Faris, A. R. F. (2002). The demand for electricity in the GCC countries. *Energy Policy*, 30(2), 117-124.

Amarawickrama, H. A., ve Hunt, L. C. (2008). Electricity demand for Sri Lanka: a time series analysis. *Energy*, 33(5), 724-739.

Amusa, H., Amusa, K., ve Mabugu, R. (2009). Aggregate demand for electricity in South Africa: An analysis using the bounds testing approach to cointegration. *Energy policy*, 37(10), 4167-4175.

Anderson, T. W., & Darling, D. A. (1954). A test of goodness of fit. *Journal of the American statistical association*, 49(268), 765-769.

Ang, B. W., Goh, T. N., ve Liu, X. Q. (1992). Residential electricity demand in Singapore. *Energy*, 17(1), 37-46.

Arioğlu Akan, M., Selam, A., Oktay Fırat, S., Er Kara, M., & Özel, S. (2015). A comparative analysis of renewable energy use and policies: Global and Turkish perspectives. *Sustainability*, 7(12), 16379-16407.

Atakhanova, Z., ve Howie, P. (2007). Electricity demand in Kazakhstan. *Energy Policy*, 35(7), 3729-3743.

Athukorala, P. W., ve Wilson, C. (2010). Estimating short and long-term residential demand for electricity: New evidence from Sri Lanka. *Energy Economics*, 32, S34-S40.

Bakirtas, T., Karbuz, S., ve Bildirici, M. (2000). An econometric analysis of electricity demand in Turkey. *METU Studies in Development*, 27(1), 23.

Baxter, R. E., ve Rees, R. (1968). Analysis of the industrial demand for electricity. *The Economic Journal*, 78(310), 277-298.

Bera, A. K., ve Higgins, M. L. (1993). ARCH models: properties, estimation and testing. *Journal of economic surveys*, 7(4), 305-366.

Bera, A. K., Higgins, M. L., ve Lee, S. (1992). Interaction between autocorrelation and conditional heteroscedasticity: A random-coefficient approach. *Journal of Business ve Economic Statistics*, 10(2), 133-142.

Berg, S. (2000). Developments in best-practice regulation: Principles, processes, and performance. *The Electricity Journal*, 13(6), 11-18

Bilgili, M., Ozgoren, M., ve Sahin, B. (2012). Estimation of global solar radiation using ANN over Turkey. *Expert Systems with Applications*, 39(5), 5043-5051.

Bohi, D. R., ve Zimmerman, M. B. (1984). An update on econometric studies of energy demand behavior. *Annual Review of Energy*, 9(1), 105-154.

Bose, R. K., ve Shukla, M. (1999). Elasticities of electricity demand in India. *Energy Policy*, 27(3), 137-146.

Bollerslev, T., Engle, R. F., ve Nelson, D. B. (1994). ARCH models. *Handbook of econometrics*, 4, 2959-3038.

Brooks, C. (2008). Introductory Econometrics for Finance p. 491.

Council, W. E. (2016). World energy resources 2016. *World Energy Council, London, UK*.

Dickey, D. A., ve Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.

De Vita, G., Endresen, K., ve Hunt, L. C. (2006). An empirical analysis of energy demand in Namibia. *Energy policy*, 34(18), 3447-3463.

Demirbas, A. (2006). Turkey's renewable energy facilities in the near future. *Energy Sources, Part A*, 28(6), 527-536.

Demirbas, A., Sahin-Demirbas, A., ve Demirbas, A. H. (2004). Turkey's natural gas, hydropower, and geothermal energy policies. *Energy Sources*, 26(3), 237-248.

Dergiades, T., ve Tsoulfidis, L. (2008). Estimating residential demand for electricity in the United States, 1965–2006. *Energy Economics*, 30(5), 2722-2730.

Dergiades, T., ve Tsoulfidis, L. (2011). Revisiting residential demand for electricity in Greece: new evidence from the ARDL approach to cointegration analysis. *Empirical Economics*, 41(2), 511-531.

Dilaver, Z., ve Hunt, L. C. (2011). Industrial electricity demand for Turkey: a structural time series analysis. *Energy Economics*, 33(3), 426-436.

Dilaver, Z., ve Hunt, L. C. (2011). Modelling and forecasting Turkish residential electricity demand. *Energy Policy*, 39(6), 3117-3127.

Dilaver, Z., ve Hunt, L. C. (2011). Turkish aggregate electricity demand: An outlook to 2020. *Energy*, 36(11), 6686-6696.

ETKB (2017), Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü Strateji Geliştirme Başkanlığı,

www.enerji.gov.tr/file/?path=root%2f1%2fdocuments%2fenerji%20ve%20tabii%20kaynaklar%20g%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%C3%BC%2fsayi_15.pdf.

(e.t.12/12/2019)

Engle, R. F., ve Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.

Enders, W. (2004). Modelling volatility. *Applied Econometrics Time Series (Second ed.)*. John-Wiley & Sons, 108-155.

Erdogdu, E. (2007). Electricity demand analysis using cointegration and ARIMA modelling: A case study of Turkey. *Energy policy*, 35(2), 1129-1146.

Fuller, W. A. (1985). 1 Nonstationary autoregressive time series. *Handbook of statistics*, 5, 1-23.

Granger, C. W., ve Weiss, A. A. (1983). Time series analysis of error-correction models. In *Studies in econometrics, time series, and multivariate statistics* (pp. 255-278). Academic Press.

Granger, C. W. (1981). Some properties of time series data and their use in econometric model specification. *Journal of econometrics*, 16(1), 121-130.

Gourieroux, C., ve Monfort, A. (1997). *Time series and dynamic models* (Vol. 3). Cambridge University Press.

Günay, M. (2018). Forecasting industrial production and inflation in Turkey with factor models. *Central Bank Review*, 18(4), 149-161.

Halicioglu, F. (2007). Residential electricity demand dynamics in Turkey. *Energy economics*, 29(2), 199-210.

Haliloğlu, E. Y., ve Tutu, B. E. Forecasting Daily Electricity Demand for Turkey. *Turkish Journal of Energy Policy*, 3(7), 40-49.

Hamzaçebi, C. (2007). Forecasting of Turkey's net electricity energy consumption on sectoral bases. *Energy policy*, 35(3), 2009-2016.

Hepbasli, A. (2004). Coal as an energy source in Turkey. *Energy Sources*, 26(1), 55-63.

Hepbasli, A. (2005). Development and restructuring of Turkey's electricity sector: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9(4), 311-343.

Hepbasli, A., ve Ozalp, N. (2002). Co-generation studies in Turkey: an application of a ceramic facility in Izmir, Turkey. *Applied Thermal Engineering*, 22(6), 679-691.

Hepbasli, A., ve Ozgener, O. (2004). A review on the development of wind energy in Turkey. *Renewable and sustainable energy reviews*, 8(3), 257-276.

Hisnanick, J. J., ve Kyer, B. L. (1995). Assessing a disaggregated energy input: Using confidence intervals around translog elasticity estimates. *Energy Economics*, 17(2), 125-132.

Hondroyannis, G. (2004). Estimating residential demand for electricity in Greece. *Energy Economics*, 26(3), 319-334.

Inglesi-Lotz, R. (2011). The evolution of price elasticity of electricity demand in South Africa: A Kalman filter application. *Energy Policy*, 39(6), 3690-3696.

Imre, E. (2001) Türkiye’de Yap-İşlet Devret modeli; yasal çatısı, uygulaması, Yüksek Denetleme Kurulu, accessible at January, 2007

Johansen, S., ve Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration—with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 52(2), 169-210.

Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1551-1580.

Kamerschen, D. R., ve Porter, D. V. (2004). The demand for residential, industrial and total electricity, 1973–1998. *Energy Economics*, 26(1), 87-100.

Kwiatkowski, D., ve Schmidt, P. (1990). Dickey-fuller tests with trend. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 19(10), 3645-3656.

Lee, C. C., ve Chiu, Y. B. (2011). Electricity demand elasticities and temperature: Evidence from panel smooth transition regression with instrumental variable approach. *Energy Economics*, 33(5), 896-902.

Liu, G. (2004). Estimating energy demand elasticities for OECD countries. A dynamic panel data approach.

Lundberg, L. (2009). An econometric analysis of the Swedish industrial electricity demand.

Nakajima, T., ve Hamori, S. (2010). Change in consumer sensitivity to electricity prices in response to retail deregulation: a panel empirical analysis of the residential demand for electricity in the United States. *Energy Policy*, 38(5), 2470-2476.

Narayan, P. K., ve Smyth, R. (2005). The residential demand for electricity in Australia: an application of the bounds testing approach to cointegration. *Energy policy*, 33(4), 467-474.

Nicholson, Walter, and Christopher M. Snyder. *Microeconomic theory: Basic principles and extensions*. Nelson Education, 2012.

Özkývrak, Ö. (2005). Electricity restructuring in Turkey. *Energy Policy*, 33(10), 1339-1350.

Ozturk, H. K., Yilanci, A., ve Atalay, O. (2007). Past, present and future status of electricity in Turkey and the share of energy sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(2), 183-209.

Özkývrak, Ö. (2005). Electricity restructuring in Turkey. *Energy Policy*, 33(10), 1339-1350.

Pindyck, R. S. (1979). *The structure of world energy demand* (No. 22, pp. 309-317). Cambridge, MA: MIT press.

Polemis, M. L. (2007). Modeling industrial energy demand in Greece using cointegration techniques. *Energy Policy*, 35(8), 4039-4050.

Sa'ad, S. (2009). Electricity demand for South Korean residential sector. *Energy Policy*, 37(12), 5469-5474.

Şentürk, M., ve Edgardo, S. I. C. A. (2016). Economic Growth and Energy Consumption in Turkey and Italy: A Frequency Domain Causality Analysis. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(4), 107-119.

State Planning Organization (2001). Electrical energy. Eighth five year development plan. *Report of private specialization commission*. Publication no. 2569, Ankara, Turkey.

Starodubtsev, I. (2007). Reform of the Turkish Electricity Energy Sector: Basic Principles and Interim Results¹. *Centre for Energy, Petroleum and Mineral Law and Policy Journal*, 17.

Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.

TEAŞ, 2001. Türkiye Elektrik Üretim-İletim A.Ş. 2000 Yılı İstatistikleri (Turkish Electricity Generation-Transmission Year 2000 Statistics), Report No.: APK-379.

Toklu, E., ve Kaygusuz, K. (2012). Present situation and future prospect of energy utilization in Turkey. *Journal of Engineering Research and Applied Science*, 1(2), 73-86.

Varian, H. R. (1996). Differential pricing and efficiency. *First Monday*, 1(2).

Weiss, A. A. (1984). ARMA models with ARCH errors. *Journal of time series analysis*, 5(2), 129-143.

Worldenergy.org (2016), World Energy Resources, [https://www. Worldenergy .org /as sets/images/imported/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf](https://www.Worldenergy.org/as-sets/images/imported/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf). (e.t.12/12/2019)

Yumurtaci, Z., ve Asmaz, E. (2004). Electric energy demand of Turkey for the year 2050. *Energy Sources*, 26(12), 1157-1164.

Ziramba, E. (2008). The demand for residential electricity in South Africa. *Energy policy*, 36(9), 3460-3466.

Zhang, Y. F., Parker, D., & Kirkpatrick, C. (2008). Electricity sector reform in developing countries: an econometric assessment of the effects of privatization, competition and regulation. *Journal of Regulatory Economics*, 33(2), 159-178.