

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI İKTİSAT BİLİM DALI**

**“TÜRKİYE ELEKTRİK SEKTÖRÜNDE
YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ROLÜ”**

Yüksek Lisans Tezi

**Hazırlayan
Murat MAHMUTOĞLU**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Fahriye ÖZTÜRK**

Ankara 2013

ONAY

Murat MAHMUTOĞLU'na ait "Türkiye Elektrik Sektöründe Yenilenebilir Enerjinin Rolü" başlıklı bu çalışma, 25.04.2013 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından İktisat Anabilim Dalı Uluslararası Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. Nejat COŞKUN

Danışman

Doç.Dr. Fahriye ÖZTÜRK

Üye

Yrd. Doç. Dr. Atilla GÖKÇE

ÖNSÖZ

Yenilenebilir enerji günümüzde ısıtma, ulaştırma, elektrik üretimi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yerli nitelikli oluşu, yakıt maliyetinin düşük olması, temiz ve çevreci özellikleri ile elektrik üretiminde son yıllarda öne çıkmaktadır. Bu çalışma, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi amaçlı kullanımı ağırlıklı analizler içermektedir. Türkiye’de orta vade olarak nitelenen gelecek 10 yıllık dönemde yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretiminin, artan elektrik enerjisi talebini ne derece karşılayabileceği tartışılmaktadır. Çalışmada aynı zamanda Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığının azaltılmasına ilişkin alternatif çözüm önerileri sunulmaktadır.

Tezin hazırlanmasında verdiği destekten ötürü tez danışmanım Doç.Dr. Fahriye ÖZTÜRK’e ve bilgi birikimi ile yaptığı katkılardan dolayı Türkiye Kalkınma Bankası’ndan değerli mesai arkadaşım Dr.Aykut EKİNCİ’ye teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR	v
TABLO VE ŞEKİLLER	viii
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	4
ENERJİ KAVRAMI VE ENERJİ KAYNAKLARI	4
1.1. ENERJİ KAVRAMI VE DÜNYADA ENERJİ.....	4
1.2. ENERJİ KAYNAKLARI.....	6
1.2.1. Fosil Enerji Kaynakları.....	7
1.2.1.1. Kömür.....	7
1.2.1.2. Petrol.....	8
1.2.1.3. Doğalgaz.....	9
1.2.2. Nükleer Enerji.....	10
1.2.3. Yenilenebilir Enerji.....	14
1.2.3.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	16
1.2.3.1.1. Hidroelektrik Enerji.....	16
1.2.3.1.2. Rüzgâr Enerjisi.....	18
1.2.3.1.3. Güneş Enerjisi.....	22
1.2.3.1.4. Jeotermal Enerji.....	24
1.2.3.1.5. Biyokütle Enerjisi.....	26
1.2.3.1.6. Dalga ve Gel-git Enerjisi.....	29
1.2.3.2. Küresel Yenilenebilir Enerji Yatırımları ve Finansmanı.....	29
1.2.4. İkincil (Türev) Enerji Kaynağı Olarak Elektrik.....	31
İKİNCİ BÖLÜM	35
TÜRKİYE'DE ENERJİ KAYNAKLARI, ELEKTRİK	35
ENERJİSİ SEKTÖRÜ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ	35
2.1. TÜRKİYE'DE FOSİL ENERJİ KAYNAKLARI.....	36
2.1.1. Kömür.....	36
2.1.2. Petrol.....	38
2.1.3. Doğalgaz.....	39
2.2. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....	43
2.2.1. Hidroelektrik Enerji.....	43
2.2.2. Rüzgar Enerjisi.....	46

2.2.3. Güneş Enerjisi	48
2.2.4. Jeotermal Enerji.....	49
2.2.5. Biyokütle Enerjisi	50
2.2.6. Türkiye'de Yenilenebilir Enerjiye İlişkin Temel Yasal Düzenlemeler	51
2.3. TÜRKİYE'DE ELEKTRİK SEKTÖRÜNÜN TARİHÇESİ VE SEKTÖRE İLİŞKİN YAPILAN TEMEL HUKUKİ DÜZENLEMELER ...	54
2.3.1. 1923-1970 Dönemi	54
2.3.2. 1970-1994 Dönemi	56
2.3.3. 1994-2012 Dönemi	57
2.4. TÜRKİYE'DE ELEKTRİK SEKTÖRÜNÜN EKONOMİK YAPISI VE ARZ-TALEP DENGESİ	65
2.4.1. Kurulu Güç.....	66
2.4.2. Üretim.....	68
2.4.3. Talep, Tüketim ve Dış Ticaret :	70
2.4.4. Türkiye'de Enerji İthalatı-Cari İşlemler Açığı İlişkisi	73
2.5. TÜRKİYE'DE YENİLEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARI VE FİNANSMANI	75
2.5.1. Türkiye'de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Uygulanan Yatırım Teşvikleri	75
2.5.2. Türk Bankacılık Sektörünün Enerji Sektörü Kredi Bilgileri	77
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	80
TÜRKİYE ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİM TAHMİNİ	80
VE YENİLEBİLİR ENERJİ.....	80
3.1. ELEKTRİK TÜKETİM TAHMİNİNE İLİŞKİN LİTERATÜR	80
3.2. 2012-2020 DÖNEMİ ELEKTRİK TÜKETİM TAHMİNİ	83
3.2.1. Veriler	84
3.2.2. Durağanlık Analizi.....	85
3.2.3. Modelin Belirlenmesi ve Uygulama	88
3.2.4. Modelin Sonuçları	89
3.3. MODEL SONUÇLARININ RESMİ TAHMİNLER İLE KARŞILAŞTIRILMASI	93
3.4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ARTAN ELEKTRİK TALEBİNİ KARŞILAMADAKİ ROLÜ.....	96
3.5. ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIĞIN AZALTILMASI İÇİN UYGULANABİLECEK ALTERNATİF POLİTİKA ÖNERİLERİ	99
3.5.1. Enerji Verimliliği	99
3.5.2. Nükleer Enerji Alternatifi	103
3.5.3. Yerli Enerji Kaynaklarının Kullanımı	105

SONUÇ.....	108
KAYNAKÇA	114
EKLER.....	121
ÖZET	125
ABSTRACT	127

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AB	Avrupa Birliği
ADF	Genişletilmiş (Augmented) Dickey-Fuller
AIC	Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criteria)
ARGE	Araştırma Geliştirme
ARIMA	Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average)
BDDK	Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu
BNDES	Brazilian Development Bank (Brezilya Kalkınma Bankası)
BOTAŞ	Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
CEAŞ	Çukurova Elektrik Anonim Şirketi
CSP	Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi (Concentrated Solar Power)
DEKTMK	Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	Devlet Su İşleri
DUY	Denge ve Uzlaştırma Yönetmeliği
EGO	Elektrik, Gaz, Su
EIB	Avrupa Yatırım Bankası (European Investment Bank)
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EMO	Elektrik Mühendisleri Odası
ENTSO-E	Avrupa Şebekeleri Elektrik İletim Sistem İşletmecileri (European Network of Transmission System Operators for Electricity)
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ESHOT	Elektrik, Su, Havagazı, Otobüs ve Trolleybüs
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi

GSYİH	Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
GW	Gigawatt
GWEC	Küresel Rüzgar Enerjisi Konseyi (Global Wind Energy Council)
HES	Hidroelektrik Santral
IBRD	Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası (International Bank for Reconstruction and Development)
IDA	Uluslararası Kalkınma Kurumu (International Development Association)
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)
IEAE	Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (International Atomic Energy Agency)
İETT	İstanbul Elektrik, Tramvay ve Tünel İşletmeleri
IFC	Uluslararası Finans Kuruluşu (International Finance Corporation)
İHD	İşletme Hakkı Devri
KEPEZ	Kepez ve Civarı Elektrik Santralleri
KfW	Alman Kalkınma Bankası (Kreditanstalt für Wiederaufbau)
kWh	Kilowatt saat
MAED	Enerji Talep Analizi Modeli (Model for Analysis of Energy Demand)
MTA	Maden Tetkik Arama
MW	Megawatt
LPG	Liquid Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)
PİGM	Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
PMUM	Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi

POAŞ	Petrol Ofisi Anonim Şirketi
PV	Fotovoltaik Güç (Photovoltaics Power)
RES	Rüzgar Enerjisi Santrali
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TCMB	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEMSAN	Türkiye Elektromekanik Sanayi
TETAŞ	Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi
TEK	Türkiye Elektrik Kurumu
TEP	Ton Eşdeğeri Petrol
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri
TMMOB	Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri
TTK	Türkiye Taşkömürü Kurumu
TÜPRAŞ	Türkiye Petrol Rafineleri Anonim Şirketi
TWh	Tetrawatt saat
Yİ	Yap-İşlet
YİD	Yap-İşlet-Devret
YEK	Yenilenebilir Enerji Kanunu
YPK	Yüksek Planlama Kurulu

TABLO VE ŞEKİLLER

- Tablo 1.1.** Nükleer Enerji Üretiminde Önde Gelen Ülkeler
- Tablo 1.2.** Hidroelektrik Enerji Kullanımında Önde Gelen Ülkeler (2009)
- Tablo 1.3.** Dünyada Rüzgar Enerjisi Kurulu Gücü (2010)
- Tablo 2.1.** İşletmedeki Hidroelektrik Santraller
- Tablo 2.2** Türkiye Elektrik Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi (MW)
- Tablo 2.3.** Türkiye Elektrik Üretimi (GWh)
- Tablo 2.4.** Elektrik Enerjisi Üretim, İthalat, İhracat ve Brüt Talebi (GWh)
- Tablo 2.5.** Cari Açık-Net Enerji İthalatı (Milyar dolar)
- Tablo 2.6.** Yeni Yatırım ve Modernizasyon Kapsamında Enerji Sektörüne Yönelik Teşvik Bilgileri
- Tablo 2.7.** Elektrik, Gaz ve Su Kaynakları Üretim Dağıtım Sektörü Kredi Bilgileri (Bin TL)
- Tablo 3.1.** TEİAŞ'nin Elektrik Enerjisi Talebi Öngörülleri
- Tablo 3.2.** Sabit Terim İçeren Modelin Durağanlık Sonuçları
- Tablo 3.3.** Sabit Terim ve Trend İçeren Modelin Durağanlık Sonuçları
- Tablo 3.4.** ADF Birim Kök Test Sonuçları
- Tablo 3.5.** Standardize Edilmiş Hata Terimlerinde Otokorelasyon
- Tablo 3.6.** Elektrik Tüketim Tahmin Modeli Sonuçları
- Tablo 3.7.** Elektrik Enerjisi Tüketim Öngörülleri
- Tablo 3.8.** TEİAŞ Öngörülleri ile Model Öngörü Değerleri (GWh)
- Tablo 3.9.** Yenilenebilir Enerjiye Dayalı Santralleri Üretim Lisanslarının Kurulu Güce Dağılımı (2011)
- Tablo 3.10.** Yenilebilir Enerji Kaynaklı Mevcut Elektrik Üretimi ve Potansiyeli
- Şekil 1.1.** Dünya Birincil Enerji Arzının Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (2010)
- Şekil 1.2.** Nükleer Enerjinin Tarihsel Gelişimi
- Şekil 1.3.** Yenilenebilir Kaynakların Dünya Nihai Enerji Tüketimindeki Payları (2010)

- Şekil 1.4.** Dünyada Rüzgar Kurulu Gücünün Gelişimi
- Şekil 1.5.** Güneş Piline (Fotovoltaik Güç Sistemine) Dayalı Kurulu Güç Kapasitesi Gelişimi
- Şekil 1.6.** Elektrik Üretimi Amaçlı Dünya Jeotermal Enerji Kurulu Gücünün Gelişimi
- Şekil 1.7.** Dünya Etanol ve Biyodizel Üretiminin Gelişimi
- Şekil 1.8.** Küresel Yenilenebilir Enerji Yatırımları
- Şekil 1.9.** Kaynaklar Bazında Dünya Elektrik Üretimi (2010)
- Şekil 2.1.** Türkiye Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (2010)
- Şekil 2.2.** Türkiye Doğalgaz Tüketimi
- Şekil 2.3.** Doğalgaz İthalatının Ülkeler Arasındaki Payları (2011)
- Şekil 2.4.** Türkiye’de Hidroelektrik Enerji Üretimi
- Şekil 2.5.** Türkiye’de Yıllar İtibariyle Hidroelektriğin Toplam Elektrik Üretimindeki Payı (%)
- Şekil 2.6.** Türkiye’de Rüzgar Kurulu Gücünün Gelişimi
- Şekil 2.7.** Türkiye’de Jeotermal Kurulu Gücünün Gelişimi
- Şekil 2.8.** Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Kurulu Gücünün Gelişimi
- Şekil 2.9.** TEK’in Faaliyet Ayrışması
- Şekil 2.10.** 4628 Sayılı Yasa Sonrası Hedeflenen Piyasa Yapısı
- Şekil 2.11.** Serbest Tüketici Limitinin Gelişimi
- Şekil 2.12.** Kaynaklar Bazında Elektrik Kurulu Gücü (2011)
- Şekil 2.13.** Kaynaklar Bazında Elektrik Üretimi (2011)
- Şekil 2.14.** Elektrik Üretiminin Kuruluşlara Göre Dağılımı (2011)
- Şekil 2.15.** 2009 Yılı Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi
- Şekil 2.16.** Enerji Sektör Kredilerinin Gelişimi
- Şekil 3.1.** 1970-2011 Yılları Arası Brüt Elektrik Tüketimi (GWh)
- Şekil 3.2.** Brüt Elektrik Tüketiminin Yüzde Değişimi (%)
- Şekil 3.3.** Türkiye İçin Brüt Elektrik Enerjisi Tüketimi
- Şekil 3.4.** Resmi Öngörüler ve Model Öngörüsü
- Şekil 3.5.** Seçilmiş Ülkelerin Enerji Yoğunluk Düzeyleri (2009)

GİRİŞ

Enerji, dünya ekonomisinde son dönemlerde öne çıkan bir üretim faktörü olup sınai üretim için stratejik bir girdi niteliği taşımaktadır. Enerjinin düşük maliyetli ve çevreye en az zarar verecek şekilde temin edilmesi, toplumların refahının artmasında ve yaşam kalitelerinin yükselmesinde büyük önem arz etmektedir. Enerji politikası uygulayıcılarının, ülke ekonomisinin gelişimi için toplumun talep ettiği enerjiyi kesintisiz, güvenilir, temiz ve uygun maliyet koşullarında sağlamaları gerekmektedir.

Elektrik enerjisi, günümüzde en yüksek oranda kullanılan enerji biçimidir. Dünyada elektriğin nihai enerji tüketimi içindeki payı sürekli artma eğilimindedir. Kaliteli, güvenilir, kullanım alanı oldukça geniş, hızla iletilebilen, çevreye zararsız bir kaynak olmasından dolayı tercih edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ise yerli nitelikli oluşu, yakıt maliyetinin düşük olması, temiz ve çevreci özellikleri ile öne çıkmaktadır. Bu kaynaklar günümüzde ısıtma, ulaştırma, elektrik üretimi gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Bu çalışma, yenilebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi amaçlı kullanımı ağırlıklı analizler içermekte olup söz konusu kaynakların daha çok bu işlevi ön plana çıkarılmaktadır. Türkiye’de orta vade olarak nitelenen gelecek 10 yıllık dönemde yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretiminin, artan elektrik enerjisi talebini ne derece karşılayabileceği tartışılmaktadır. Çalışmada aynı zamanda Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasına ilişkin alternatif çözüm önerileri tartışılmaktadır. Bu çerçevede çalışma üç bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde genel olarak enerji kavramı açıklanıp dünyada enerji sektörünün yapısı ve sektördeki önde gelen ülkeler ile ilgili bir takım bilgiler verilmektedir. Daha sonra dünyada yenilenebilir enerjinin konumu ve geleceği tartışılmakta, yenilebilir enerji kaynakları olarak

değerlendirilen hidrolik, jeotermal, güneş, rüzgar ve biyokütle hakkında teknik ve ekonomik bilgiler verilmektedir. Bu bölümde son olarak dünyada ikincil enerji kaynağı olarak elektriğin mevcut ekonomik ve yapısal durumu tartışılmaktadır.

İkinci bölümde öncelikle Türkiye’de enerji kaynaklarının mevcut kullanım bilgileri, teknik-ekonomik potansiyel durumları hakkında sayısal bilgiler verilmektedir. Daha sonra Türkiye’de elektrik sektörünün yapısı ve tarihsel geçmişi açıklanıp sektördeki faaliyet alt yapısının organize edilmesine yönelik yapılan temel hukuki düzenlemeler hakkında bilgi verilmektedir. Ekonomik veriler çerçevesinde sektördeki arz-talep dengesi analiz edilmektedir. Bölümün sonunda Türkiye’nin genelde enerji sektörü yatırımlarına, özelde yenilenebilir enerji yatırımlarına verilen teşvikler, bu alandaki yatırımların büyüklüğü, yatırımların yurt içi ve yurt dışı kaynaklar ile nasıl finanse edildiği konularında bilgiler verilmektedir.

Üçüncü ve son bölümde Türkiye’nin elektrik tüketim tahminine ilişkin Box-Jenkins öngörü modeli yer almaktadır. Bu model çerçevesinde Türkiye’ye ilişkin 2012-2020 arası brüt elektrik tüketim öngörüsü yapılmıştır. Öngörü sonuçları, Türkiye Elektrik İletim A.Ş. tarafından açıklanan resmi elektrik tüketim öngörülleri ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde Türkiye için yapılan elektrik tüketim tahmini, enerji politika önerileri oluşturma konusunda bir dayanak olarak kullanılmıştır. Buradan hareketle mevcut durumda yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik talebinin ne derece karşılanabildiği ve bu kaynakların potansiyelleri dikkate alınarak elektrik talebini karşılamada gelecekteki konumunun nasıl olabileceği tartışılmıştır.

Üçüncü bölümün son kısmında enerjide artan dışa bağımlılık konusu irdelenmiş ve bu soruna ilişkin çözüm önerileri tartışılmıştır. Yükselen enerji ithalatı ve buna bağlı artan dışa bağımlılık, Türkiye’de cari işlemler açıklarının yapısal bir özellik kazanmasına aracılık etmiştir.

Bu sorunun çözümü için yenilenebilir enerji dışındaki politika önerileri; enerji verimliliği, nükleer enerji alternatifi ve yerli enerji kaynaklarının akılcı kullanımına ağırlık verilmesi başlıkları altında analiz edilmiş ve bu unsurlara ilişkin politika önerileri getirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAVRAMI VE ENERJİ KAYNAKLARI

1.1. ENERJİ KAVRAMI VE DÜNYADA ENERJİ

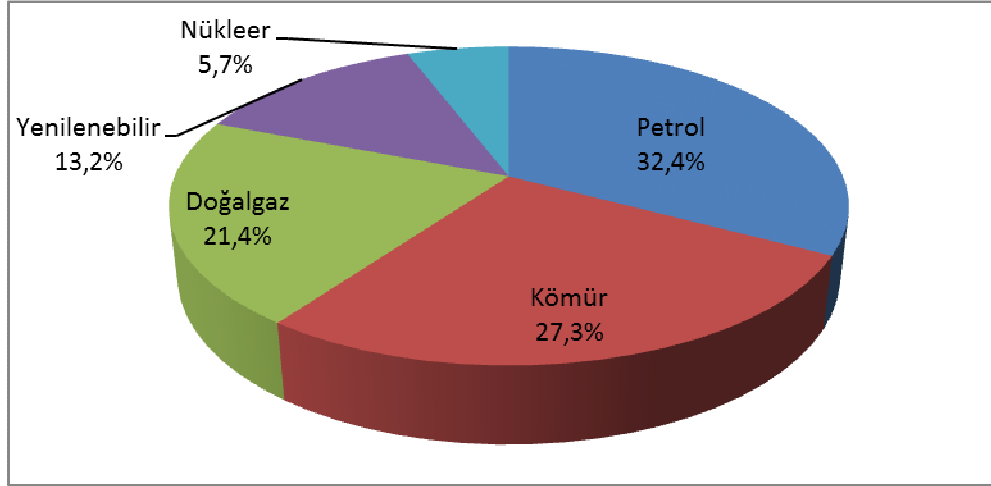
Enerji en genel tanımı ile maddenin sahip olduğu iş yapabilme gücü ya da kapasitedir. Her hangi bir maddenin bir noktadan başka bir noktaya hareketi, fiziksel ya da kimyasal olarak bir başka forma dönüşmesi iştir ve belli bir enerji gerektirir.

Enerji, her hangi bir mal ya da hizmet üretiminde kullanılması zorunlu bir girdi olarak ülkelerin refahının artmasında son derece önemli bir unsurdur.

Enerji, sınai üretimin temel bir girdisi olup aynı zamanda ülkelerin kalkınma düzeylerini gösteren temel unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir. Eğitim, sağlık, ulaşım ve altyapı hizmetlerinin sunumunda, sınai ve işlenmiş tarımsal ürün üretiminde, ekonomide verimliliğin artırılmasında, beslenme, ısınma ve barınma gibi ihtiyaçların giderilmesinde sağladığı imkanlar göz önünde bulundurulduğunda enerjinin önemi daha da ön plana çıkmaktadır. Teknolojinin hızla gelişmesi, konut ve işyerlerinde ısınma ve aydınlanma, ulaşım ve taşımacılık alanlarında, endüstriyel üretim için hammadde girdisi olarak enerji, toplumsal hayatın önemli bir parçası haline gelmiştir.

Dünya toplam birincil enerji arzı, 2010 yılında 12.717 milyon ton petrol eşdeğeri (mtep) düzeyinde gerçekleşmiştir. Şekil 1.1’de dünya birincil enerji arzının enerji kaynaklarına göre dağılımı verilmektedir.

Şekil 1.1. Dünya Birincil Enerji Arzının Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (2010)



Kaynak: IEA Key World Energy Statistics, 2012 verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Buna göre toplam birincil enerji arzının %32,4'ü petrolden, %27,3'ü kömürden, %21,4'ü doğalgazdan, %13,2'si hidroelektrik dahil yenilenebilir kaynaklardan, %5,7'si ise nükleer enerjiden elde edilmiştir.¹

Dünya toplam birincil enerji tüketimi, küresel ekonomik krizin etkisi ile 2008 yılındaki 11.315 mtep'ten 2009 yılında 11.164 mtep'e düşmüştür. 2010 yılında artan talebin etkisi ile 11.977 mtep düzeyinde gerçekleşen tüketim değeri, 2011 yılında 12.274 mtep'e ulaşmıştır.²

2011 yılı sonu itibariyle toplam birincil enerji tüketiminin %33'ü petrolden, %30,3'ü kömürden, %23,7'si doğalgazdan, %8'i hidroelektrik dahil yenilenebilir enerjiden, %4,8'i nükleer enerjiden elde edilmiştir. 2011 yılı birincil enerji tüketiminin %87'si fosil kaynaklı enerjilerden sağlanmıştır.³

Sayısal veriler, fosil kaynakların küresel enerji tüketiminde ne derece yüksek düzeyde bir ağırlığı olduğunu göstermektedir.

¹ International Energy Agency (IEA) Key World Energy Statistics, ,2012,s.6.

² BP Statistical Review of Energy,2012, s.40.

³ BP Statistical Review of Energy,2012, s.41.

Aşağıda dünyada kullanılan belli başlı enerji kaynakları genel hatları ile açıklanmıştır.

1.2. ENERJİ KAYNAKLARI

Genel olarak literatürde enerji kavramı elde edildiği kaynağa göre; fosil kaynaklı enerji, nükleer enerji ve yenilenebilir kaynaklı enerji olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Kömür, petrol ve doğalgaz, fosil enerji kaynaklarıdır. Hidrolik, rüzgar, güneş, biyokütle, dalga ve gel-git enerjileri ise yenilenebilir enerji kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır.

Enerjinin bir başka sınıflandırılma biçimi ise birincil ve ikincil (türetilmiş) enerji şeklindedir. Birincil enerji; kömür, petrol, doğalgaz, radyoaktif maddeler, rüzgar, hayvansal ve bitkisel artıklar, güneş ve hidrolik enerji gibi doğada kendiliğinden var olan ve ihtiyaç duyulduğunda doğrudan kullanılabilen kaynaklardır. İkincil enerji ise elektrik, hava gazı ve buhar enerjisi örneklerinde olduğu gibi birincil enerji kaynaklarından dolaylı olarak elde edilen enerji türleridir.

Enerji, sürekli olarak yenilip yenilenmemesine ve doğal süreçlerden elde edilip edilmemesine göre yenilenebilir ve yenilenmez enerji olarak ikiye ayrılmaktadır. Yenilenmez enerjiler; fosil kaynaklı enerjiler ve nükleer enerjidir. Fosil kaynaklı enerji dünyada katı, sıvı ve gaz halinde bulunan fosil yakıtların bünyesinde bulundurduğu enerjilerin yakılarak elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle elde edilen enerjiye denir. Fosil enerji kaynakları arasında kömür (taş kömürü, linyit kömürü), petrol, doğalgaz gibi ürünler sayılabilir. Nükleer enerji ise atom çekirdeklerinin parçalanması sonucu ortaya çıkan enerjidir.

“Yenilenebilir enerji”, Uluslararası Enerji Ajansı’nın (IEA) kullandığı genel tanıma göre sürekli olarak yenilenen ve doğal süreçlerden elde edilen enerji çeşididir. Yenilebilir enerji kaynakları doğada çok farklı şekillerde bulunabilir. Doğrudan veya dolaylı bir şekilde güneşten veya

yer kabuğunun derinliklerinden çıkarılan ısıdan elde edilir. Güneş, rüzgar, biyokütle, su gücü (hidrolik güç), dalga gücü ve jeotermal, yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır.

1.2.1. Fosil Enerji Kaynakları

Fosil enerji kaynakları en temel olarak kömür, petrol ve doğalgaz olarak sınıflanmaktadır. Aşağıda dünyada bu kaynaklara ilişkin bazı teknik bilgiler verilmekte ve güncel ekonomik veriler ifade edilmektedir.

1.2.1.1. Kömür

Kömür, yanabilen organik bir kaya olup karbon, hidrojen, oksijen gibi elementlerin bileşiminden oluşmuştur. Kömür, kalori miktarına göre taş kömürü (bitümlü⁴ kömürler ve antrasit) ve düşük kalorili kömürler (alt bitümlü kömürler ve linyit) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Linyit, ısı değeri düşük, içerdiği kül ve nem miktarı fazla olduğu için genellikle termik santrallerde yakıt olarak kullanılan bir kömür çeşididir. Taş kömürü ise yüksek kalorili kömürler grubundadır.⁵

Yaşamda önemli bir yer tutan kömür; elektrik üretiminde, demir-çelik ve çimento imalatında, buhar üretiminde ve ısınma amaçlı olarak konutlarda kullanılmaktadır. Dünya kömür üretiminde yıllar itibariyle yaşanan artış, önemli ölçüde Çin ve Hindistan başta olmak üzere Asya kıtasındaki elektrik enerjisi talebinden kaynaklanmaktadır.

2010 yılında dünya birincil enerji arzının %27,3'ü, toplam elektrik üretiminin ise %40,6'sı kömürden elde edilmiştir. Bu değerler itibariyle dünyada birincil enerji arz kaynağı olarak kömür, petrolden sonra ikinci sırada, elektrik üretiminde ise ilk sıradadır.⁶

4 Bitüm, karbon ve hidrojen bakımından çok zengin doğal yakıt maddelerinin genel adıdır.

5 Türkiye Kömür İşletmeleri : [http://www.tki.gov.tr/dosyalar/komur nedir.pdf](http://www.tki.gov.tr/dosyalar/komur%20nedir.pdf) / Erişim :25.11.2011

6 IEA,Key World Energy Statistics, 2012, s.24.

Dünya toplam kömür üretimi 2011’de 7,783 milyon ton düzeyinde olup toplam üretimin %45,9’unu tek başına Çin gerçekleştirmiştir. Çin’i %12,9 ile ABD, %7,5 ile Hindistan, %5,3 ile Avustralya izlemektedir.⁷

Dünya toplam kömür tüketimi 2011’de 3.724 mtep düzeyinde olup toplam tüketimin %49,4’ünü Çin gerçekleştirmiştir. Çin’i %13,5 oranla ABD, %7,9 ile Hindistan takip etmektedir.⁸

Dünya toplam kömür ihracatı 2011’de 1.041 milyon ton düzeyinde olup toplam ihracatın %29,7’sini Endonezya gerçekleştirmiştir. Endonezya’yı %27,4’lük oran ile Avustralya takip etmektedir. Dünya kömür ithalatında ise %17,7’lik oranla (177 milyon ton) Çin birinci, Japonya %17,5 pay ile (175 milyon ton) ikinci sıradadır.⁹

1.2.1.2. Petrol

Petrol, esas olarak hidrojen ile karbondan oluşan ve içerisinde az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulunan karmaşık bir bileşimdir. “Yüksek graviteli” olarak nitelendirilen hafif petroler, genellikle açık kahve, sarı ya da yeşil; “düşük graviteli” ağır petroler ise koyu kahverengi veya siyah renklidir.¹⁰

2010 yılı itibariyle toplam dünya birincil enerji arzının %32,4’ü petrolden elde edilmiştir. Petrol bu değer ile dünya birincil enerji kaynağı olarak ilk sırada yer almaktadır. 2010’da dünya toplam elektrik üretiminin ise %4,6’sı petrolden elde edilmiştir.¹¹

7 IEA,Key World Energy Statistics, 2012, s.14 .

8 BP Statistical Review of Energy, 2012, s.33.

9 IEA,Key World Energy Statistics, 2012, s.15.

10 T.C.Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı : <http://www.enerji.gov.tr/enerji> / Erişim : 22.11.2011

11 IEA,Key World Energy Statistics, 2012, s.24.

2010 yılı itibariyle dünyada bilinen toplam petrol rezervi 1.65 trilyon varildir (234 milyar ton). Mevcut rezervlerin %48,1'i orta doğu bölgesinde, %19,7'si Orta ve Güney Amerika'da, %8,5'i Orta Asya Türk Devletleri, Rusya, Avrupa'da (Avrasya bölgesinde) yer almaktadır.¹²

2011 yılı toplam dünya ham petrol üretimi 4.011 milyon ton düzeyinde gerçekleşmiştir. Ham petrol üretiminde lider ülke %12,9'luk pay ile Suudi Arabistan'dır. Bu ülkeyi %12,7'lik pay ile Rusya, %8,6 ile ABD, %5,4 pay ile İran izlemektedir.¹³

2011 yılı günlük ham petrol tüketiminde %20,5 (18,8 milyon varil) pay ile ABD ilk sıradadır. Petrol tüketiminde ABD'yi %11,4 ile Çin, %5 pay ile Japonya izlemektedir.¹⁴

Dünya ham petrol ihracatında Suudi Arabistan 2010'da yaptığı 333 milyon tonluk ihracatla birinci sıradadır. Bu ülkeyi 247 milyon tonla Rusya, 129 milyon tonla Nijerya izlemektedir. Dünya petrol ithalatında ise 2010 yılında ABD 513 milyon ton ile birinci, Çin 235 milyon tonla ikinci, Japonya 181 milyon tonla üçüncü sıradadır.¹⁵

2011 yılında dünyada günlük ortalama petrol talebi 88 milyon varil olmuştur. Enerji kaynakları, ispatlanmış rezervler ve yıllık üretim miktarları yönünden dikkate alındığında petrolün rezerv ömrünün 45 yıl olduğu tahmin edilmektedir.

1.2.1.3. Doğalgaz

Doğalgaz; %95 metan, az miktarda etan, propan atom, bütan ve karbondioksitten oluşan renksiz ve kokusuz bir gazdır. Karışımın içinde bulunan yüksek miktarlı metan gazının özelliği, kimyasal yapısı en basit ve karbon içeriği en düşük olan hidrokarbon gazı olmasıdır.

12 BP Statistical Review of Energy, 2012, s.6.

13 IEA, Key World Energy Statistics, 2012, s.11.

14 BP Statistical Review of Energy, 2012, s.6.

15 IEA Key World Energy Statistics, 2012, s.11.

2010 yılında dünya birincil enerji arzının %21,4'ü doğalgazdan elde edilmiştir. Doğalgaz bu değer ile dünya birincil enerji arzında petrol ve kömürden sonra üçüncü sırada yer almaktadır.¹⁶

2011 yılı itibariyle dünyada bilinen toplam doğalgaz rezervi 208 trilyon metre küptür. Dünyadaki toplam gaz rezervinin %38,4'ü Orta Doğu'da bulunmaktadır. Rusya'nın bilinen toplam doğalgaz rezervi 44,6 trilyon metre küp olup, Rusya bu değerle dünyada ilk sırada yer almaktadır. İran 33,1 trilyon metre küp ile ikinci, Katar 25 trilyon metre küp rezervi ile üçüncü sırada yer almaktadır.¹⁷

2011 yılı dünya doğalgaz üretiminde Rusya %20'lik oran ile ilk sırada olup, ABD %19,2 pay ile ikinci, Kanada %4,7 pay ile üçüncü sırada yer almaktadır.¹⁸

2011 yılında dünya doğalgaz tüketiminde ise %21,5 oranla ABD ile ilk sırada, Rusya %13,2 ile ikinci sırada yer almaktadır.¹⁹

2011 yılında dünya toplam doğalgaz ihracatında Rusya 196 milyar metre küp) ilk sırada yer almaktadır. İhracatta Rusya'yı 119 milyar metre küp ile Katar takip etmektedir. İthalatta ise Japonya 116 milyar metre küp ile birinci, İtalya 83 milyar metre küp ile ikinci sırada yer almaktadır.²⁰

1.2.2. Nükleer Enerji

Atom çekirdeğinin parçalanması (fisyon) sonucunda oluşan tepkimeler ile çok yüksek miktarda enerji açığa çıkar. Bu tepkimeler ile elde edilen enerjiye "çekirdek enerjisi" veya "nükleer enerji" adı verilmektedir.

16 IEA Key World Energy Statistics, 2012, s.6.

17 BP Statistical Review of Energy, 2012, s.20.

18 IEA Key World Energy Statistics, 2012, s.13.

19 BP Statistical review of Energy, 2012, s.23.

20 IEA Key World Energy Statistics, 2012, s.13.

Nükleer reaktörler, nükleer enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Fisyon sonucunda açığa çıkan nükleer enerji, nükleer yakıt ve diğer malzemeler içerisinde ısı enerjisine, bu ısı enerjisi kinetik enerjiye, sonra da jeneratör sisteminde elektrik enerjisine dönüştürülür.²¹

Uranyum ve toryum, nükleer enerjinin başlıca hammaddeleridir. Radyoaktif nitelikli olan bu elementler, doğada serbest olarak bulunmaz ve farklı bileşikler oluşturur. Toryum, günümüzde henüz ticari olarak nükleer yakıt olarak kullanılmamaktadır ve mevcut durumda toryumla çalışan nükleer güç santrali bulunmamaktadır.

Dünyada bilinen toplam uranyum rezervi yaklaşık 3,2 milyon tondur. Uranyum, aynı zamanda nükleer silah üretiminde de kullanıldığından ötürü üretimi ve satımı, devletlerin denetiminde gerçekleştirilmektedir. Dünyada uranyum rezervlerinin önemli bir bölümü Avustralya, ABD, Kanada, Güney Afrika'da bulunmaktadır.²²

1939 yılında atom çekirdeğinin parçalanması ile büyük bir enerjinin ortaya çıktığı keşfedilmiş ve bu enerji ile 1951 yılında ABD'de ilk defa elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir. Ticari nitelikli kurulan ilk nükleer santral ise 1954 yılında Sovyetler Birliği'nde faaliyete geçmiştir.²³ 1953'de İngiltere'de, 1956'da Fransa'da ve 1961'de Almanya'da nükleer enerjiye dayalı elektrik üretimine başlanmıştır. 1973'deki petrol krizi sonucunda petrol fiyatlarının yüksek oranlı artışı, nükleer enerjiye olan talebi o dönemde artırmıştır. 1980 ve 90'lı yıllarda fosil yakıt fiyatlarındaki görece düşüş ise nükleer enerji talebini sınırlamıştır.²⁴

Dünyada 2011 yılı sonu itibariyle 439 adet nükleer güç santrali işletmede olup 61 santralin de yapım süreci devam etmektedir. Yapım

21 http://www.energy.gov.tr/enerji_kaynaklari, Erişim : 13.11.2011

22 Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA), "Uranium Resources, Production and Demand", 1991

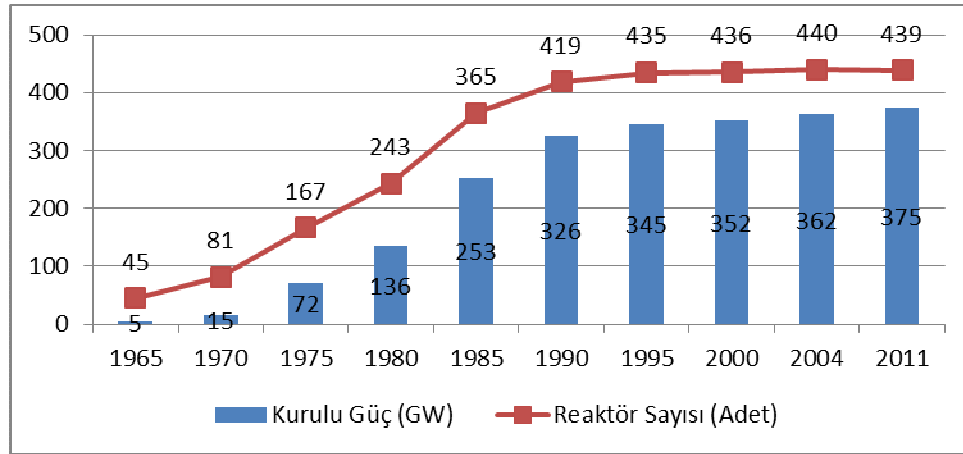
23 ETKB, "Nükleer Santraller ve Türkiye'de Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler", 2011, s.16.

24 Türkiye Atom Enerjisi Kurumu : http://www.taek.gov.tr/Nukleer_Enerjiye_Genel_Bakis, Erişim : 03.02.2012

sürecindeki santrallerin 26'sı Çin'de, 10'u Rusya'da, 6'sı Hindistan'da, 5'i Güney Kore'dedir.

Şekil 1.2'de 1965-2011 dönemi arasında dünyada nükleer güç santralleri sayısının ve kurulu gücünün gelişimi verilmektedir.

Şekil 1.2. Nükleer Enerjinin Tarihsel Gelişimi



Kaynak : International Atomic Energy Agency (IAEA) verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 1.2.'den görüldüğü üzere 1990'lı yıllardan itibaren devreye giren nükleer reaktör sayısında önceki döneme göre belirgin bir azalma vardır. 1965 yılında dünya toplam nükleer kurulu gücü 5 GW iken 1990'da 326 MW'a ulaşmış, 2011 yılı sonu itibariyle ise 375 GW düzeyinde gerçekleşmiştir. Dünyada 31 ülke nükleer güç santraline sahiptir.

Küresel anlamda nükleer enerjiye olan talebin düşmesinde 1979 yılında ABD'deki Three Mile Island ve 1986'da Rusya'daki Çernobil nükleer santral kazalarının etkisi de bulunmaktadır. Kazalar sonucunda yüksek düzeyde radyasyon sızıntısı yaşanmış ve insan hayatını uzun süre tehdit etmiştir. 2011 yılında Japonya'da yaşanan şiddetli deprem ve arkasından gerçekleşen tsunami neticesinde Fukuşima nükleer santralindeki soğutma sisteminin arızasına bağlı olarak gerçekleşen

radasyon sızıntısı ise dünya kamuoyunda nükleer tesislerin güvenilirliğini sorgulanır hale getirmiştir.

Tablo 1.1’de nükleer enerji üretiminde önde gelen ülkelerin toplam nükleer santral kurulu güçleri ve nükleer kaynaklı üretimin toplam elektrik üretimine oranları verilmektedir.

Tablo 1.1. Nükleer Enerji Üretiminde Önde Gelen Ülkeler (2011)

	Kurulu Güç (GW)	Reaktör Sayısı (Adet)	Ülkede Üretilen Toplam Elektriğe Oranı (%)
ABD	101,4	104	19,6
Fransa	63	58	74,1
Japonya	44,6	51	29,2
Rusya	23	32	17,1
Almanya	20,3	17	28,4
Güney Kore	18,7	21	32,2

Kaynak : Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA) verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

2011 yılı sonu itibariyle ABD, 101,4 GW kurulu güç ve sahip olduğu 104 nükleer reaktör ile dünya toplam nükleer güç kapasitesi ve üretiminde lider ülke konumundadır. Fransa ise 63,1 GW kurulu güç kapasitesi ile ABD’den sonra ikinci sırada yer almaktadır.²⁵ Ayrıca Fransa 2011 yılında ürettiği elektriğin %74,1’ini nükleer enerjiden üretmiş olup dünyada bu alanda açık ara lider durumdadır.

Nükleer santrallerin ilk yatırım maliyetleri oldukça yüksek olup uzun bir planlama ve işletme ömrüne (40 ila 50 yıl) sahiptir. Elektrik üretim süreci sonunda açığa çıkan yüksek radyasyon nedeniyle işletme güvenliği riskinin minimize edilebilmesi için üretim sürecinin her aşaması hatasız bir şekilde kontrol edilmelidir. Bununla birlikte santrallerin nihai atık sorunu hala tam anlamıyla çözülebilmemiş değildir.

²⁵ World Nuclear Association : <http://www.world-nuclear.org/info/reactors/>Erişim : 25.02.2012

Nükleer santrallerin en önemli olumlu özelliği ise yakıt ve işletme giderlerinin düşük olmasıdır. Yakıt maliyeti, santralden üretilen elektriğin toplam üretim maliyetinin yaklaşık %10'udur. Termik ve hidrolik santraller ile kıyaslandığında nükleer güç santrallerinden aynı kurulu güç ile daha yüksek miktarda elektrik üretilebilmektedir. Bunun yanında fosil yakıt kullanan termik santraller gibi üretim esnasında sera gazı salınımı yapmadığı için çevre kirliliğine de yol açmamaktadır

1.2.3. Yenilenebilir Enerji

Yenilebilir enerji, doğada sürekli olarak yenilenen ve doğal süreçlerden elde edilen enerji kaynağıdır. Bu kaynaklar doğada çok farklı şekillerde bulunabilir. Güneş, rüzgar, biyokütle, su gücü (hidrolik güç), dalga gücü, ve jeotermal, temel yenilenebilir enerji kaynakları olarak sıralanmaktadır.

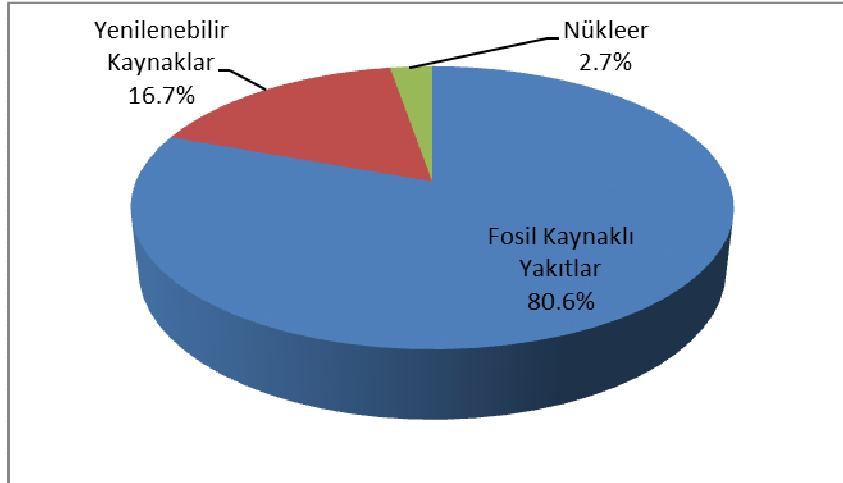
Petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil enerji kaynakları rezervlerinin sınırlı olması, kullanıldıkları sürece yüksek düzeyde sera gazı salınımı yapmaları sonucu oluşan çevre kirliliği, küresel ölçekte fiyatlarının oynak yapısı, nükleer santrallerinin yüksek sabit maliyeti, güvenlik sorunları ve atık problemleri göz önünde bulundurulduğunda yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanımının yeri ve önemi her geçen zaman biraz daha artmaktadır.

2010 yılı sonu itibariyle dünya birincil enerji arzında yenilebilir kaynaklar %13,2 oranı ile petrol, kömür ve doğalgazdan sonra dördüncü sırada yer almaktadır.²⁶

Şekil 1.3'de yenilenebilir kaynaklarının dünya nihai enerji tüketimindeki payları yer almaktadır.

²⁶ IEA Renewables Information, 2011, s.32.

Şekil 1.3. Yenilenebilir Kaynakların Dünya Nihai Enerji Tüketimindeki Payları (2010)



Kaynak : REN 21 Global Status Report, 2012 verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Yenilenebilir kaynaklardan geleneksel biyoyakıtlar, yaygın olarak konutlarda ısınma amaçlı ve gayri ticari olarak kullanılmaktadır. Şekil 1.3'e göre 2010 yılında yenilenebilir kaynakların dünya nihai enerji tüketimi payı %16,7 olup bu oranın %8,5'ı geleneksel amaçlarla kullanılmıştır. %16,7'den kalan %8,2'lik oran ise modern yenilenebilir kaynaklar olarak adlandırılan hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal ve dalga enerjilerinden oluşmaktadır.²⁷

Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin 2010 yılında küresel elektrik üretimi içindeki payı %19,7'dir. Sahip olduğu bu oranla kömür (%40,6) ve doğalgazdan (%22,2) sonra dünya elektrik üretiminde üçüncü sırada yer almakta olup nükleer enerjiyi (%12,9) ve petrolü (%4,6) geride bırakmıştır.²⁸

Yenilenebilir enerji çeşitleri arasında en yüksek oranda elektrik üretim amaçlı kullanılan %81,2'lik oranla hidroelektriktir. Kalan %18,8'lik

²⁷ REN 21 Global Status Report, 2012, s.21.

²⁸ IEA Key World Energy Statistics, 2012, s.24.

oranı ise biyokütle ile rüzgar, jeotermal, güneş ve dalga enerjileri oluşturmaktadır. Bununla birlikte 2010 yılında dünya toplam elektrik enerjisinin %16'sı tek başına hidroelektrikten elde edilmiştir.

Küresel düzeyde yenilenebilir enerji kaynakları fiili kapasitesi son üç yılda önemli oranda artmıştır. Toplam kapasite, 2008 yılında 1.150 GW iken son 3 yılda %18,2 oranında artarak 2011'de 1.360 GW düzeyinde gerçekleşmiştir. 2009-2011 yılları arasındaki dönemde kapasite olarak en dikkat çekici artış hidroelektrik dışındaki yenilenebilir kaynakların kapasitesindeki artıştır. Öyle ki 2009 yılında 250 GW olan hidroelektrik hariç yenilenebilir kurulu gücü, 2011 yılı sonunda %56 oranında artmış ve 390 GW'a ulaşmıştır.²⁹

1.2.3.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Doğada çok farklı şekillerde bulunabilen yenilenebilir enerji kaynakları güneş, rüzgâr, biyokütle, su gücü (hidrolik güç), dalga gücü ve jeotermal, temel yenilenebilir enerji kaynakları olarak sıralanmaktadır.

1.2.3.1.1. Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerji, suyun var olan potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile elde edilmektedir. Hidroelektrik santrallerde su, belli bir yükseklikten bırakılarak sahip olduğu potansiyel enerji, kinetik enerjiye çevrilir. Elde edilen kinetik enerji su türbinleri ile mekanik enerjiye, mekanik enerji de jeneratör sistemi ile elektrik enerjisine dönüştürülür.

Hidroelektrik santraller depolamalı (barajlı) ve depolamasız (nehir tipi) olarak ikiye ayrılmaktadır. Depolamasız sistemde bir su kanalından verilen su, basınçlı bir borudan geçirilerek türbine verilmekte ve burada hidrolik enerji mekanik enerjiye çevrilmektedir. Depolamalı sistemde ise

²⁹REN 21 Global Status Report, 2012, s.17.

suyun önü bir baraj ile kapatılmaktadır. Depolamalı sistemin avantajı, yağışlı zamanlarda suyun barajda muhafaza edilmesidir. Böylece yağışsız ve kuru havalarda gerekli potansiyel enerji sağlanmaktadır. Depolamasız sistemler, barajlı santrallere göre daha küçük kapasitelidir. Yüksek kapasiteli hidroelektrik santrallerde suyun birikmesi amacıyla yapılan barajların yanı sıra, suyun ilgili santrale iletilmesini sağlayan iletim yapıları, suyun potansiyel enerjisini kinetik enerjiye dönüştürerek elektrik üreten türbinler, jenaratör ve transformatörlerden oluşan elektromanyetik sistemler bulunmaktadır.

Depolamalı yapıya sahip hidroelektrik santrallerin ilk yapım maliyetinin yüksek ve inşaat süresinin uzun oluşu, gelişmekte olan ülkelerdeki mevcut potansiyelin yeterince kullanılamamasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra enerji kaynakları içerisinde hidroelektrik enerji santralleri çevre dostu olmaları, elektrik üretimi yanında verimli arazilere sulama imkanı yaratarak tarımsal üretim ve istihdamı artırma potansiyeli ile daha çok tercih edilmektedir. Hidroelektrik santraller; çevreye uyumlu, temiz, yenilenebilir, yüksek verimli, yakıt gideri yaratmayan, uzun ömürlü, işletme-bakım giderleri görece düşük, dışa bağımlılık oluşturmeyen bir yapıya sahiptir.

Dünyada hidroelektrik enerji kullanımı, ülkeler arasında ciddi farklılıklar göstermektedir. Tablo 1.2.'de hidroelektrik enerji kullanımında önde gelen ülkelere ilişkin bazı veriler gösterilmektedir.

**Tablo 1.2. Hidroelektrik Enerji Kullanımında Önde Gelen Ülkeler
(2010)**

	Kurulu Güç (GW)	Hidroelektrik Enerji Üretimi (TWh/yıl)	Ulusal Elektrik Üretimindeki Payı (%)
Çin	171	722	16,7
ABD	100	286	6,5
Brezilya	79	403	78,2
Kanada	75	352	57,8
Japonya	47	91	8,1
Rusya	47	168	16,2
Hindistan	37	114	11,9
Norveç	30	118	94,7

Kaynak: IEA Key World Energy Statistics, 2012, s.19.

Tablo 1.2 incelendiğinde en dikkat çekici göstergenin Norveç ve Brezilya'ya ait olduğu görülmektedir. Hidroelektrik potansiyelden en çok yararlanan ve su kaynaklarını en etkin kullanan ülke olan Norveç, elektriğin %94,7'sini hidrolik kaynaklardan elde etmektedir. Norveç'i Brezilya %78,2'lik oranla takip etmektedir.

2010 yılı sonu itibarıyla hidroelektrik enerjisi kapasitesi en yüksek olan ülke 171 GW kurulu gücü ile Çin'dir. Çin aynı zamanda dünyada hidroelektrikten en yüksek düzeyde elektrik üreten (722 TWh/yıl) ülkedir.

Çin'i, 100 GW'lık hidroelektrik kurulu gücü ile ABD takip etmektedir.³⁰

1.2.3.1.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgar, yeryüzünün yapısı ile ilişkili olarak genellikle yatay bir biçimde gelişen hava hareketi olarak tanımlanabilir. Rüzgar enerjisi, ısıları farklı olan hava kütlelerinin yer değiştirmesinden oluşmaktadır. Bu

³⁰ IEA Key World Energy Statistics, 2012, s.19.

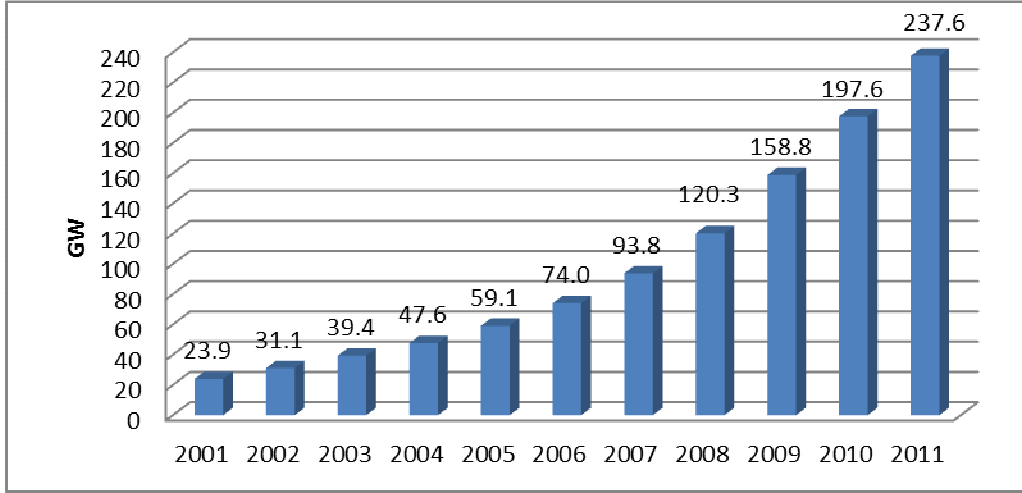
enerji, hareket eden hava kütlesinin kinetik enerjisidir ve türbin kanatlarının alanından geçen hava kütlesi ile orantılıdır. Rüzgar gücünden elektrik üretimi, jenaratöre bağlı türbin milinin rüzgarla döndürülmesi esasına dayanmaktadır. Rüzgar türbinleri, yenilenebilir nitelikte olan hava akımını elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Rüzgardan sağlanacak güç, rüzgar hızına ve kullanılacak rüzgar türbini kanatları süpürme alanının büyüklüğüne bağlıdır.

Rüzgar türbinlerinin çalışması, zararlı sera gazı salınımına neden olmadığı için çevre dostu bir özelliğe sahiptir ve iklim değişikliklerini önlemede büyük bir role sahiptir. Bununla birlikte rüzgar türbinlerinin büyük alan kaplaması, gürültü kirliliği oluşturması ve üretilen elektriğin kalite sorunları gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır.

Rüzgar enerjisi, termik santrallerin aksine enerji güvenliği açısından yakıt maliyeti içermeyen ve ülkelerin ithal enerji bağımlılığını azaltan yerli ve her zaman kullanılabilir bir enerjidir. Rüzgar enerjisi ekonomisini belirleyen en temel unsurlar; yatırım maliyetleri, işletme ve bakım giderleri, ortalama rüzgar hızında üretilen elektrik miktarı ve türbinin ekonomik ömrüdür.

Günümüzde kullanımı en hızlı artan ve teknolojisi en hızlı gelişen yenilenebilir enerji kaynağı, rüzgar enerjisi sistemleridir. Şekil 1.4'de 2001-2011 arası dönemde dünyada rüzgar kurulu gücünün gelişimi verilmektedir.

Şekil 1.4. Dünyada Rüzgar Kurulu Gücünün Gelişimi



Kaynak: Global Wind Energy Council (GWEC) Global Wind Energy Report, 2011, s.15.

2001 yılında 23,9 GW olan dünyadaki toplam rüzgar santrali kurulu gücü, 2011 yılı sonu itibariyle 237,6 GW'a ulaşmıştır. Bu da dünyada söz konusu dönemde ciddi düzeyde rüzgar enerjisi kurulu gücünde artış olduğunu göstermektedir.

Tablo 1.3'de rüzgar kurulu gücü en yüksek ilk on ülkenin 2011 yılı eklenen kapasite ve toplam kurulu güç göstergeleri verilmektedir.

Tablo 1.3. Dünyada Rüzgar Enerjisi Kurulu Gücü (2011)

Ülkeler	Kurulu Güç		Eklenen Kapasite	
	GW	%	GW	%
Çin	62,3	26,2	17,6	43,0
ABD	46,9	19,7	6,8	17,0
Almanya	29,0	12,2	2,0	5,0
İspanya	21,6	9,1	1,0	2,6
Hindistan	16,0	6,8	3,0	7,0
Fransa	6,8	2,9	0,8	2,0
İtalya	6,7	2,8	0,9	2,3
Birleşik Krallık	6,5	2,7	1,3	3,2
Kanada	5,2	2,2	1,2	3,1
Portekiz	4,0	1,7	1,1	2,8
Toplam 10 Ülke	205,5	86,5	35,7	88,0
Dünya Toplamı	237,6	100,0	40,5	100,0

Kaynak : GWEC, Global Wind Report, 2011, s.12.

Tablo 1.3'e göre Çin'in rüzgar kurulu gücündeki yükseliş dikkat çekici olup 2009 yılında bir önceki yıla göre %111,3 artış gösterirken, 2010 yılında bu artış %49,5, 2011 yılında %39,3 oranında gerçekleşmiştir.³¹

Rüzgar enerjisi kurulu gücünde dünyadaki toplam kapasite artışı 2011 yılında bir önceki yıla göre %20,5 oranında gerçekleşmiş olup kapasite artışının %88'i ilk on ülkeden kaynaklanmıştır.

31 GWEC, Global Wind Report, 2011, s.12.

1.2.3.1.3. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışıma enerjisidir ve güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanmaktadır. Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından iki ana gruba ayrılabilir.³²

- Yoğunlaştırılmış Güneş Teknolojileri (CSP) : Bu sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabileceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir. CSP santralleri, güneşin enerjisini yüksek sıcaklıkta ısıya dönüştürerek elektrik üretir. İstenen güçte kurulabilmeleri nedeniyle genellikle sinyalizasyon, kırsal elektrik ihtiyacının karşılanması vb. gibi uygulamalarda kullanılmaktadır.
- Güneş Pilleri (PV) : Fotovoltaik piller de denilen yarı iletken malzemeler, güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirir. Güneş pilleri için en önemli dezavantaj, mevcut durumda üretimlerinin çok yüksek maliyetler oluşturmalarıdır.

Güneş enerjisi günümüzde elektrik üretiminden ziyade ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Elektrik üretiminde kullanılması, mevcut teknolojinin pahalı olması nedeniyle çok yaygın değildir. Bununla birlikte daha çok mevcut şebekeye bağlı olarak yedek elektrik üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Çevreye zarar vermemesi, kaynağının tükenme sorunu olmaması gibi avantajlarından dolayı gelişmeye son derece açık konumdadır.

Günümüzde, güneş enerjisi teknolojisinden yoğun olarak sıcak su üretiminde yararlanılmaktadır. Isı üretimi amaçlı güneş enerjisi kurulu gücü 2011 yılında 47 GW_{th}'lık kapasite artışı ile 232 GW_{th}'a ulaşmıştır. Bu alanda 2009 yılı sonunda Çin, dünyada sıcak su üreten sistemlerin

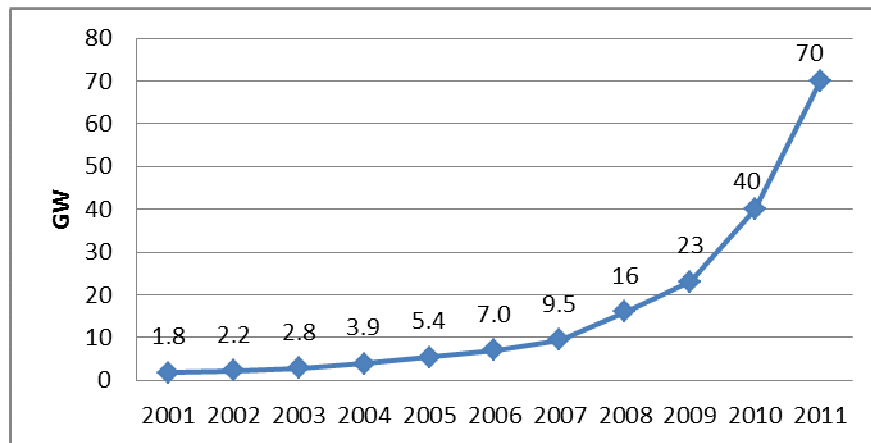
32 Elektrik İşleri Etüt İdaresi : <http://www.eie.gov.tr/YEK/gunes/> Erişim : 10.12.2012

kullanımında %58'lik pay (135 GW_{th}) ile ilk sırada yer almaktadır. Bu ülkeyi %5,1 (11,8 GW_{th}) ile Türkiye izlemektedir.³³

Güneş enerjisi ile sıcak su üretiminin diğer enerji kaynaklarına göre daha düşük maliyetle gerçekleştirilmesi, bu teknolojiyi Çin ve Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler açısından daha kullanılabilir hale getirmektedir.

Şekil 1.5'de 2001-2011 dönemi arasında güneş piline (fotovoltaik güç sistemi) dayalı enerji kapasitesinin gelişimi verilmiştir.

Şekil 1.5. Güneş Pili (Fotovoltaik Güç Sistemi) Teknolojisine Dayalı Kurulu Gücün Gelişimi



Kaynak: Renewables 2012 Global Status Report, s.48.

2001 ile 2010 yılları arasındaki dönemde dünya güneş pillerine dayalı enerji kapasitesi önemli düzeyde yükselmiştir. Buna göre 2001 yılında kurulu kapasite 1,8 GW iken 2011 yılında 70 GW'a ulaşmıştır. Özellikle son iki yılda kurulu güçteki artış dikkat çekicidir. 2011 yılı sonu itibariyle mevcut kapasitenin %35,6'sı Almanya'da, %18,3'ü İtalya'da bulunmaktadır.

³³ Renewables 2012 Global Status Report, s.54.

Dünyada güneş pili teknolojisi kaynaklı elektrik üretiminde ilk sırada yer alan Almanya, 2011 yılında 7,6 GW'lık kapasite artırımına giderek toplam kapasitesini 24,9 GW'a yükseltmiştir. İtalya, 2011 yılında bu alana yüksek düzeyde yatırım yaparak kapasitesini 9,3 GW artırarak 12,8 GW'a yükseltmiştir.³⁴

Küresel bazda güneş pili üretim teknolojisindeki gelişimle birlikte üretim ölçeğindeki artış, piyasadaki artan rekabet ve verilen devlet destekleri bu teknoloji kaynaklı elektrik üretim maliyetlerini ortalama %20 ile %40 arasında 2011'de düşürmüştür.³⁵

Güneş enerjisinin diğer bir çeşidi olan yoğunlaştırılmış güneş teknolojisi (CSP) ile elektrik üretimi ise fotovoltaiik güç sistemleri kadar gelişmemiştir. 2006 yılında 367 MW olan toplam kapasite, 2011 yılı sonunda ancak 1.760 MW'a ulaşmıştır. CSP teknolojisiinde İspanya açık ara önde yer almaktadır. Bu alanda 2011 yılında 420 MW kapasite artışına giden İspanya'nın kurulu gücü 1.150 MW'a ulaşmış olup, dünya toplam kurulu gücünün %65,3'ünü oluşturmaktadır.

1.2.3.1.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazların oluşturduğu enerjidir. Daha geniş bir ifade ile yerin derinliklerindeki kayaçlar³⁶ içinde birikmiş olan ısının akışkanlarca taşınarak rezervuarlarda depolanması ile oluşmuş sıcak su ve buhar, kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir.³⁷

Jeotermal kaynak, yer kabuğunun derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 20°C'den fazla olan ve çevresindeki normal

34 Renewables 2012 Global Status Report, s.47.

35 Renewables 2012 Global Status Report, s.49.

36 Kayaç, çeşitli minerallerin veya mineral ve taş parçacıklarının bir araya gelmesinden, ya da tek bir mineralin çok sayıda birikmesinden oluşan katı birikintilerdir.

37 T.C.Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <http://www.enerji.gov.tr/enerji>, Erişim : 11.12.2011

yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buharı olarak tanımlanabilir. Bunlardan elde edilen her türlü enerjiye jeotermal enerji denir. Yüksek entalpili³⁸ akışkandan elektrik üretiminde, düşük ve orta entalpili akışkandan ise ısıtmacılıkta yararlanılmaktadır.³⁹

Jeotermal enerjinin en eski ve günümüzde de en yaygın kullanımı, “doğrudan kullanım”dır. Kaplıcalar, bölgesel konut ısıtılması, sera ısıtılması, endüstriyel uygulamalar, tarımsal kurutma, ısı pompaları vb. doğrudan kullanımın kapsamı içerisinde⁴⁰.

Dünyada en yüksek kapasiteye sahip ülke 12.611 MW_t kurulu kapasite ile ABD’dir. Dünyada 78 ülkede jeotermal enerji üretilmekte olup 2010 yılı itibariyle kapasite toplamı 50.583 MW_t’dır.⁴¹

Dünyada doğrudan kullanım amaçlı potansiyelin %69,6’sı jeotermal ısı pompalarında, %13,2’si yüzme havuzları/kaplıcalarda, %10,7’si bölgesel konut ısıtılmasında, %3’ü sera ısıtılmasında, geri kalan %3,5’u ise balık çiftliklerinde, endüstriyel kullanımda, soğutmada ve tarımsal kurutmada kullanılmaktadır.⁴²

Şekil 1.6’da 2001-2010 döneminde elektrik üretimi amaçlı dünya jeotermal kurulu gücündeki gelişim verilmektedir.

38 Entalpi, maddenin yapısında depoladığı her türden enerjinin toplamıdır.

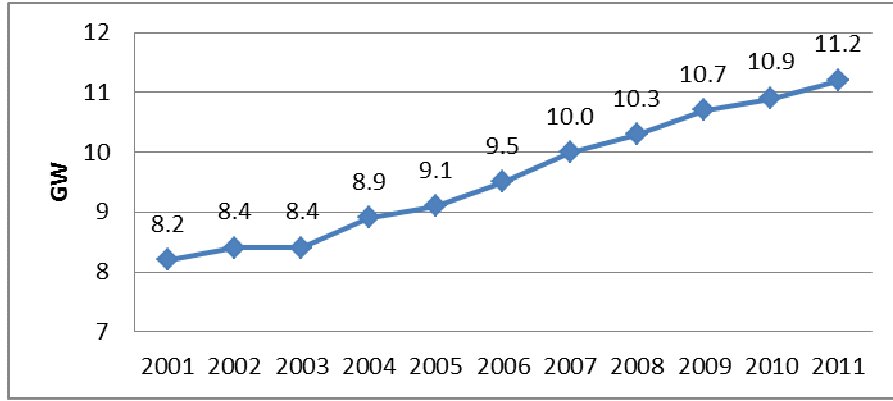
39 Türkiye Kalkınma Bankası Enerji Sektör Raporu, 2009, s.40.

40 DEKTMK Enerji Raporu, 2011, s.129.

41 DEKTMK Enerji Raporu, 2011, s.129.

42 DEKTMK Enerji Raporu, 2011, s.130.

**Şekil 1.6. Elektrik Üretimi Amaçlı Dünya Jeotermal Enerji Kurulu
Gücünün Gelişimi**



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy/Renewables ve Renewables Global Status Report,2012 verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Dünyada son on yıllık süreçte jeotermal enerjiden elektrik üretiminde kaydedilen ilerleme son derece sınırlı olmuştur. 2001 yılında elektrik üretimi amacı ile gerçekleştirilen dünya jeotermal kurulu gücü 8,2 GW iken 2011 yılında ancak 11,2 GW'a çıkabilmiştir.

Dünya jeotermal elektrik enerjisi kurulu gücünün %45,8'i ABD ve Filipinler'dedir. ABD'nin toplam kurulu güçteki payı 2010 yılı itibariyle %28,4 (3,1 GW), Filipinler'in payı %17,4 (1,9 GW) olmuştur. Bu iki ülkeyi 1,2 GW ile Endonezya, 1 GW ile Meksika, 0,9 GW ile İtalya izlemektedir. İzlanda, 600 MW kurulu gücü ile 2010 yılında toplam elektrik üretiminin %26'sını jeotermal enerjiden elde etmiştir.⁴³

1.2.3.1.5. Biyokütle Enerjisi

Odun, yağlı tohum bitkileri (ayçiçek, soya vb.) karbonhidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar vb.), elyaf bitkileri (keten, kenevir vb.), proteinli bitkiler (bezelye, fasulye vb), bitkisel artıklar (dal, sap, kök,

⁴³ Renewables 2011 Global Status Report, s.24.

kabuk), hayvansal ve endüstriyel atıklar, biyokütle kaynakları olup biyokütle enerji teknolojileri kapsamında değerlendirilmektedir.⁴⁴

Biyokütle; yenilenebilir, her yerde yetiştirilebilen, sosyo-ekonomik gelişme sağlayan, çevre dostu, elektrik üretebilen, taşıtlar için yakıt elde edilebilen önemli bir enerji kaynağıdır.

Biyokütle kaynaklarından farklı özelliklerde çeşitli yakıtlar üretilmektedir. Biyoyakıt olarak adlandırılan bu yakıtlar genel olarak biyodizel, etanol ve biyogaz olarak sınıflandırılmaktadır. Biyodizel ve etanol, sıvı biyoyakıtlardır. Biyoyakıt, içeriklerinin hacim olarak en az %80'i son on yıl içerisinde toplanmış canlı organizmalardan elde edilmiş her türlü yakıt olarak tanımlanır. Biyoyakıtlar, yaygın olarak tarımsal biyokütleden değişik yöntemlerle üretilen, özellikleri standartlaştırılmış ve ticari özelliği olan katı, sıvı ya da gaz halindeki yakıtlardır.⁴⁵

Biyodizel; kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen, bitkisel ya da hayvansal yağlardan üretilen bir yakıt türüdür. Biyodizel, petrol içermemekle birlikte saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak ulaştırma sektöründe yakıt olarak kullanılabildiği gibi konutlarda ve sanayi tesislerinde fuel oil yerine de kullanılabilen bir yakıttır. Tarımsal bitkilerden elde edilmesinden ötürü, sera etkisini artırıcı yönde bir etki göstermez.

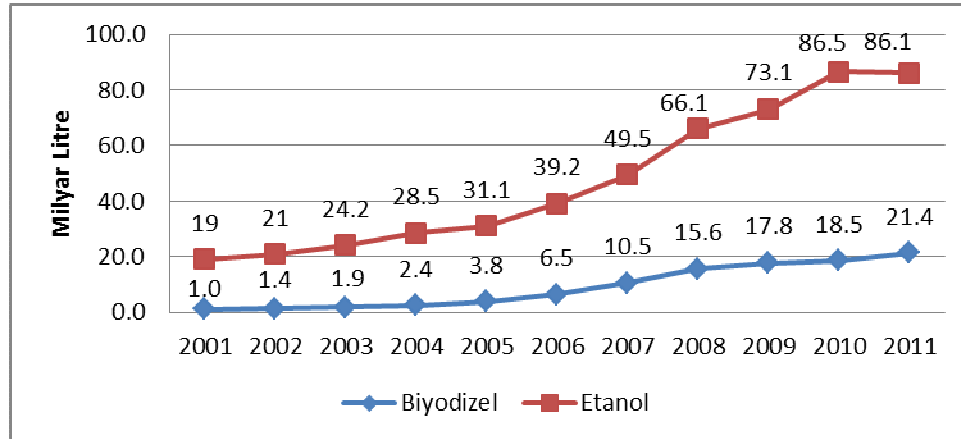
Etanol; hammaddesi şeker pancarı, mısır, buğday, nişasta veya selüloz özlü tarımsal ürünlerin fermentasyonu ile elde edilen ve benzinle belirli oranlarda harmanlanarak kullanılan alternatif bir yakıttır. Ulaştırma sektöründe benzin ile karıştırılıp, küçük ev aletlerinde ve kimyasal ürün sektöründe kullanılan etanol, yakıtın oksijen seviyesini yükselterek daha verimli yanmasını sağlamak ve egzoz salınımını azaltmaktadır.

44 Bahadır Karaca, “Avrupa Birliği’nde Yenilenebilir Enerji Destekleri, Arz Hedefleri ve Türkiye’de Uygulanabilirlikleri”, T.C. Hazine Müsteşarlığı Uzmanlık Tezi, Nisan 2010, s31.

45 T.C.Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <http://www.enerji.gov.tr/enerji/biyoyakıt>, Erişim : 27.12.2011

Şekil 1.7’de 2001-2011 arası dönemde dünya etanol ve biyodizel üretiminin gelişimi verilmektedir.

Şekil 1.7. Dünya Etanol ve Biyodizel Üretiminin Gelişimi



Kaynak: Renewables 2012 Global Status Report, s.37.

Dünya etanol üretiminde Brezilya ve ABD önde gelen ülkelerdir. 2011 yılında bu iki ülkenin etanol üretimi, toplam üretiminin %87’ini oluşturmuştur.⁴⁶

Biyogaz; organik maddelerin (hayvansal atıklar, bitkisel atıklar, şehir ve endüstriyel atıklar) oksijensiz şartlarda biyolojik parçalanması sonucu oluşan ağırlıklı olarak metan ve karbondioksitten oluşan gazdır. Biyogaz teknolojisi, organik kökenli atık/artık maddelerden enerji elde edilmesine ve atıkların toprağa kazandırılmasına imkan vermektedir.

Son yıllarda üretimine önemli miktarda kaynak ayrılan biyokütle enerjisi kurulu gücü 2011 yılı itibarıyla 72 GW’a ulaşmıştır. Biyokütle enerjisinden elektrik üretiminde ABD, Almanya ve Brezilya ilk üç sırada yer almaktadır. 2011 yılında biyokütle enerjisi kurulu gücü 13,7 GW’a ulaşan ABD, bu kaynaktan 56,7 TWh elektrik üretmiştir. Brezilya’nın kurulu güç kapasitesi 8,9 GW’e yükselmiştir.⁴⁷

⁴⁶ Renewables 2012 Global Status Report, s.36.

⁴⁷ Renewables 2012 Global Status Report, s.35.

Almanya, biyokütle enerjisinden elektrik üretiminde 4,9 GW kurulu güç ve 27,8 TWh 2010 yılı elektrik üretimi ile dünyada ABD ve Brezilya'dan sonra üçüncü sırada gelmektedir. Bununla birlikte Almanya tek başına Avrupa Birliği (AB) biyokütle kaynaklı elektrik üretiminin %30'unu gerçekleştirmektedir. AB ülkeleri arasında Almanya'dan sonra gelen iki ülke olan İsveç ve Birleşik Krallık üretimi, Birliğin toplam biyokütle kaynaklı elektrik üretiminin %20'si oluşturmaktadır.⁴⁸

1.2.3.1.6. Dalga ve Gel-git Enerjisi

Dalga ve gel-git enerjisinden elektrik üretimi günümüzde çok sınırlı düzeydedir. Bunun nedeni yüksek verim elde edilebilmesi için türbinlerin çok fazla dalgaya yakın yerlerde yapılması gereği ve şiddetli fırtınalarda dalga enerjisi türbinlerinin çok zarar görebilmesidir. Okyanus enerjisi teknolojileri kapsamında yer alan dalga ve gel-git enerjilerinin 2011 yılı sonu itibariyle yaratılan ek kapasiteler sonucunda toplam kapasitesi 527 MW'a ulaşmıştır.⁴⁹

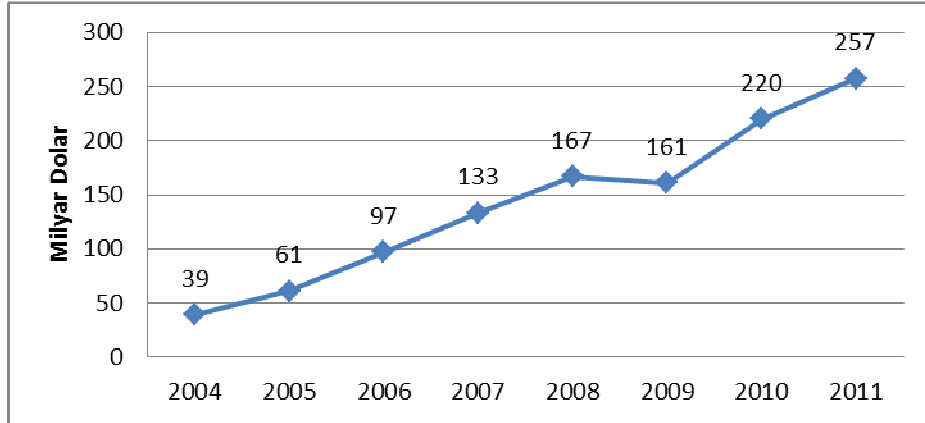
1.2.3.2. Küresel Yenilenebilir Enerji Yatırımları ve Finansmanı

Dünyada yenilenebilir enerjiye yapılan toplam yatırım miktarı, 2004-2011 yılları arasında ciddi artış göstermiştir. Şekil 1.8.'de söz konusu dönemde yenilenebilir enerji yatırımlarının yıllık gelişimi verilmektedir.

48 Renewables 2011 Global Status Report, s.23.

49 Renewables 2012 Global Status Report, s.45.

Şekil 1.8. Küresel Yenilenebilir Enerji Yatırımları



Kaynak : Renewables 2012 Global Status Report, s.61.

2004 yılında küresel ölçekte yenilenebilir enerjinin geliştirilmesine ilişkin yapılan yatırımın parasal değeri 39 milyar dolar iken 2011 yılında 257 milyar dolara ulaşmıştır. Toplam yatırım tutarının %34,6'sı geliştirmekte olan ülkelere, %65,4'ü ise gelişmiş ülkelere aittir.⁵⁰

Günümüzde Çin, Hindistan, ABD, Almanya, İtalya ve Brezilya, yenilenebilir enerjiye yatırımları en yüksek ülkelerdir. 2011 yılında Çin bu alana 52 milyar dolar yatırım yaparken ABD 51, Hindistan 12, Brezilya 7 milyar dolardır. Avrupa'nın bu alana yaptığı yatırımların parasal değeri 2011'de 101 milyar doları bulmuştur.⁵¹

Günümüzde kalkınma ve yatırım bankaları, yenilenebilir enerji yatırımlarına düşük faizli ve uzun vadeli finansman sağlamaktadır. Dünyadaki on üç büyük kalkınma bankasının yenilenebilir enerjiye desteği 2007 yılında 4,5 milyar dolar iken, bu tutar 2011 yılında 15,2 milyar dolara ulaşmıştır.

Yenilenebilir enerji yatırımları finansmanında önde gelen üç kalkınma bankasından 2011 yılında sırasıyla Avrupa Yatırım Bankası

⁵⁰ Renewables 2012 Global Status Report, s.62.

⁵¹ Renewables 2012 Global Status Report, s.62.

(EIB) 4,8 milyar dolar, Brezilya Kalkınma Bankası (BNDES) 4,6 milyar dolar yenilenebilir enerji projelerine kaynak sağlamıştır.⁵² Bununla birlikte Alman Kalkınma Bankası (KfW) ve Asya Kalkınma Bankası da bu projelere yüksek miktarda parasal destek sağlamaktadır.

Dünya Bankası grubunun 2010 yılında yenilenebilir enerji yatırımı projelerine doğrudan desteği 748 milyar dolar düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu tutarın üçte ikisini, grubun uzun vadeli yatırım projelerini destekleyen Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası (IBRD) ile kaynaklarını gelir düzeyi düşük ülkelere tahsis eden Uluslararası Kalkınma Kurumu (IDA) kullandırmıştır. Kalan üçte birlik kısım ise Uluslararası Finans Kuruluşu (IFC) tarafından kullanılmıştır.⁵³

Dünyada yenilenebilir enerjinin geliştirilmesine yönelik yapılan araştırma-geliştirme (AR-GE) harcamalarının büyüklüğü 2010 yılında 9 milyar dolara yükselmiştir. Bu tutarın 5 milyar doları bizzat devletlerin yaptığı harcamadır. Yenilebilir enerjinin desteklenmesine yönelik küresel AR-GE harcamalarının 3,6 milyar doları güneş enerjisine, 2,3 milyar doları ise biyoyakıt teknolojisine yönelik olmuştur.⁵⁴

1.2.4. İkincil (Türev) Enerji Kaynağı Olarak Elektrik

Elektrik, doğada kendiliğinden var olmadığı ve birincil enerji kaynakları tarafından dolaylı olarak üretildiği için ikincil (türev) enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir. Elektrik, günümüzde en yüksek oranda kullanılan enerji biçimidir.

Dünyada elektriğin nihai enerji tüketimi içinde sürekli artma eğiliminde olması; elektriğin kaliteli, güvenilir, kullanım alanı oldukça geniş, hızla iletilebilen, ihtiyaç duyulduğu anda üretilip eş zamanlı olarak tüketilebilen, çevreye zararsız ve verimli bir enerji kaynağı olmasından

⁵² Renewables 2011 Global Status Report, s.63.

⁵³ Renewables 2011 Global Status Report, s.64.

⁵⁴ Renewables 2011 Global Status Report, s.36.

ileri gelmektedir. Bununla birlikte elektrik enerjisinin olumsuz özellikleri ise depolanamaması, buna bağlı olarak talebinin oldukça dalgalı olması, üretilmesinde ülkenin coğrafi ve iklimsel koşullarının büyük önem taşımasıdır. Elektriğin dünya nihai enerji tüketimindeki payı her geçen yıl artmaktadır. 1973 yılı itibariyle toplam nihai enerji tüketiminde elektriğin payı %9,4 iken 2010 yılında bu oran %17,7'ye yükselmiştir.⁵⁵

2010 yılında dünya genelinde üretilen toplam elektriğin %41,5'i sanayide, %1,6'sı ulaşımda, %56,9'u ise diğer alanlarda (konut ısınması, tarımsal faaliyetler, devlet hizmetleri vs.) kullanılmıştır.⁵⁶

Birinci petrol krizinin yaşandığı 1973 yılında küresel elektrik üretiminde fosil kaynakların payı %75,1 iken 2010 yılında bu pay %67,4'e düşmüştür. Aynı dönemde nükleer enerjinin elektrik üretimindeki payı çarpıcı bir şekilde artmış ve %3,3'den %12,9'a yükselmiştir. Yenilenebilir enerjinin üretimdeki payı ise söz konusu dönemde %21,6'dan %19,7'ye düşmüştür.⁵⁷ Yenilenebilir enerjinin elektrik üretimi payındaki düşüşün nedeni hidrolik enerji payının aynı dönemde %21'den %16'ya düşmesidir.

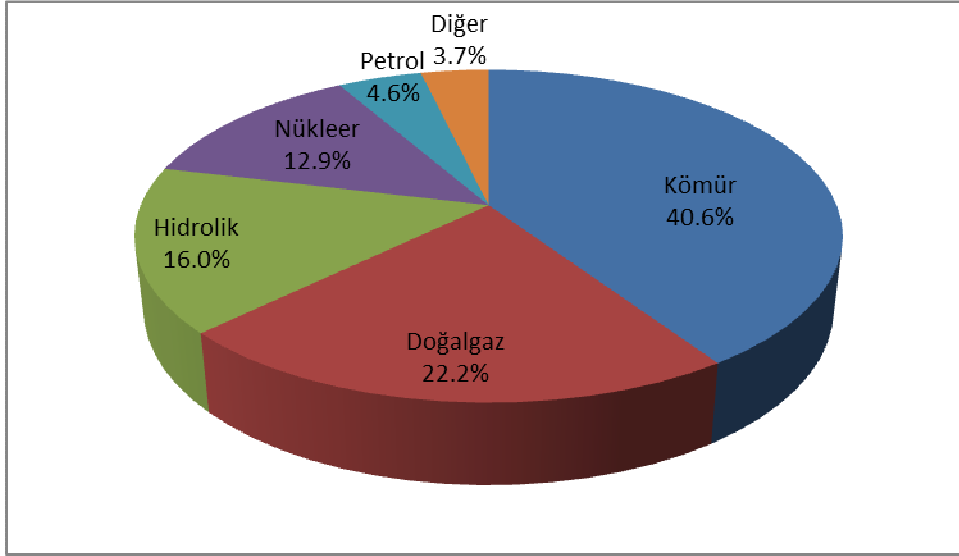
Şekil 1.9'da 2010 yılı sonu itibariyle elektriğin, üretim kaynakları bazında bileşimi gösterilmektedir.

55 IEA Key World Energy Statistics, s.28.

56 IEA Key World Energy Statistics, s.35.

57 IEA Key World Energy Statistics, s.24.

Şekil 1.9. Kaynaklar Bazında Dünya Elektrik Üretimi (2010)



Kaynak: IEA Key World Energy Statistics, 2012 verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

* Diğer kaynaklar; jeotermal, güneş, rüzgâr, biyokütle gibi yenilenebilir kaynakları ifade etmektedir.

Kömür, %40,6'lık oranla dünya elektrik üretiminde ilk sırada yer almaktadır. Kömürü %22,2 ile doğalgaz, %16 ile hidrolik, %12,9 ile nükleer enerji takip etmektedir.⁵⁸

1973-2010 dönemi arasında dünya elektrik üretiminde en dikkat çekici durumlardan biri doğalgazın payındaki artıştır. 1973'de doğalgazın elektrik üretimi içindeki payı %12,1 iken 2010'da %22,2'ye çıkmıştır. Bunun nedenleri arasında doğalgazın kömür ve petrol gibi diğer fosil enerji kaynaklarına göre daha temiz olması ve atmosfere daha düşük sera gazı yayarak çevreye daha az zararlı olması, doğalgaz çevrim santrallerinin görece kolay yapım süreci ve yapım maliyetinin düşük olmasıdır.

⁵⁸ IEA Key World Energy Statistics, 2012, s.24.

1973-2010 dönemi arasında elektrik üretiminde hidrolik dışındaki yenilenebilir kaynakların (rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle) oranı %0,6'dan %3,7'ye yükselmiştir.

2010 yılında dünya toplam elektrik üretiminin %20,3'ünü (4.354 TWh) gerçekleştiren ABD, dünyada ilk sıradadır. ABD'yi %19,6'lık oranla (4.208 TWh) Çin takip etmektedir.⁵⁹

Elektrik ihracatında ise 2009 yılında dünyada ilk sırada yer alan ülke, toplam ihracattaki %18,3 payı ile (43 TWh) Paraguay'dır. Paraguay'ı %13,2'lik oranla (31 TWh) Kanada takip etmektedir. Dünya elektrik ithalatında ise ilk sırada %18,2'lik oranla (44 TWh) İtalya bulunmaktadır. İtalya'yı %14,4'lük oranla (35 TWh) Brezilya takip etmektedir.

Gelecek bölümde Türkiye'nin genel olarak enerji kaynaklarına ilişkin bilgileri ve elektrik sektörünün yapısı ve tarihsel geçmişi açıklanıp sektördeki faaliyet alt yapısının organize edilmesine yönelik yapılan temel hukuki düzenlemeler hakkında bilgi verilmektedir. Ekonomik veriler çerçevesinde sektördeki arz-talep dengesi analiz edilmektedir.

⁵⁹ IEA Key World Energy Statistics, 2011, s.25.

İKİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE'DE ENERJİ KAYNAKLARI, ELEKTRİK

ENERJİSİ SEKTÖRÜ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ

Bu bölümde ilk olarak Türkiye'nin enerji kaynakları analiz edilmektedir. Daha sonra geçmişten günümüze elektrik sektörü incelenmekte ve son olarak Türkiye için yenilenebilir enerji tartışılmaktadır.

Türkiye'nin birincil enerji tüketimi, küresel ekonomik krizin etkilerinin net olarak görüldüğü 2009 yılında bir miktar düşmüş olmakla birlikte 2010 yılında tekrar artışa geçmiş ve 109,3 ton eşdeğer petrol (TEP)⁶⁰'e yükselmiştir.⁶¹ Enerji alanında önemli bir gelişmişlik göstergesi olan kişi başına düşen birincil enerji tüketimi Türkiye için 1,45 TEP'dir. OECD ülkeleri ortalamasının 4,56 TEP/kişi, Avrupa Birliği ortalamasının 3,69 TEP/kişi yıl olduğu göz önünde bulundurulduğunda Türkiye'nin kişi başı birincil enerji tüketiminin oldukça düşük olduğu söylenebilir.

Türkiye'nin toplam birincil enerji üretiminin, tüketimi karşılama oranı 2011 yılında %27,6 oranında gerçekleşmiştir.⁶² Buradan hareketle denilebilir ki ithal edilen enerjinin ülkenin toplam enerji tüketimi içindeki payını ifade eden dışa bağımlılık oranı %72,4'dür.

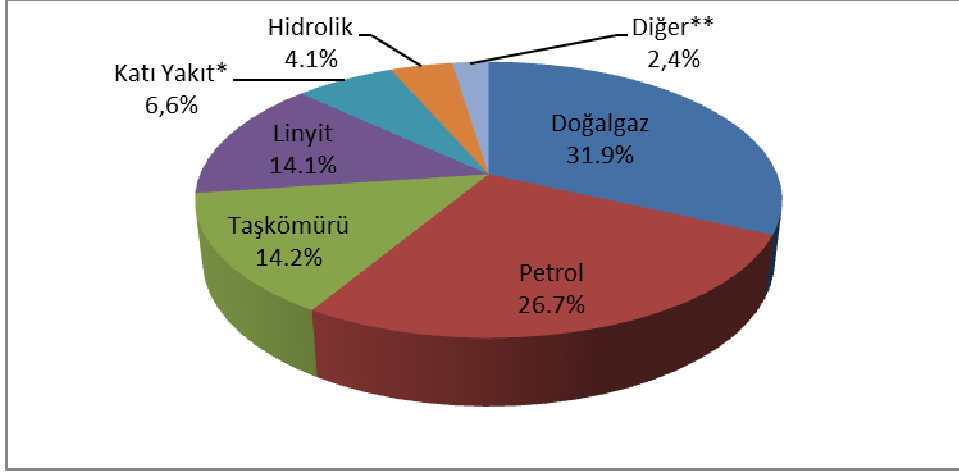
Şekil 2.1.'de 2010 yılı itibariyle Türkiye birincil enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı verilmektedir.

60 Ton Eşdeğer Petrol (TEP) : Enerji tüketim hesaplamalarında bir ölçü birimi olarak kullanılır. 1 ton ham petrolün eşdeğerindeki enerjidir.

61 EMO Enerji Verimliliği Raporu, 2012, s.17.

62 DEKTMK 2011 Enerji Raporu, s.6.

Şekil 2.1. Türkiye Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (2010)



Kaynak : ETKB 2010 Yılı Genel Enerji Tablosu

* Odun ile hayvansal ve bitkisel atık

** Jeotermal, Rüzgar, Biyoyakıt, Güneş

1970'li yıllarda petrol ağırlıklı olan birincil enerji tüketiminin kaynak bileşiminde son yıllarda doğalgaz öne çıkmıştır. 2010 yılı itibariyle Türkiye birincil enerji tüketiminin %31,9'u doğalgaz kaynaklıdır.

2.1. TÜRKİYE'DE FOSİL ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye, fosil enerji kaynakları yönünden genel anlamda düşük bir potansiyele sahiptir. Zengin linyit yataklarına sahip olmakla birlikte kullandığı petrol ve doğalgazın büyük bir kısmını ithal etmektedir.

Aşağıda Türkiye için başlıca fosil enerji kaynakları olan kömür, petrol ve doğalgaz hakkında bazı bilgiler verilecektir.

2.1.1. Kömür

Türkiye'de bilinen 1,3 milyar ton taşkömürü ve 11,2 milyar ton linyit rezervi bulunmaktadır. Mevcut rezervleri ile Türkiye, dünya kömür rezervlerinin %1,7'sine sahiptir.⁶³

⁶³ DEKTMK Enerji Raporu, 2011, s.26.

Türkiye’de taşkömürü rezervleri, Zonguldak ve Bartın’da bulunmaktadır. Taşkömürü ocakları ise Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından işletilmektedir. Linyit rezervleri ise ülke geneline yayılmıştır. Türkiye’de hemen hemen tüm coğrafi bölgelerde linyit rezervi bulunmaktadır. Linyit rezervlerinin %39’u Elektrik Üretim A.Ş.’nin, %28’i Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü’nün, %20’si Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ)’nin, %13’ü ise özel sektörün elindedir.⁶⁴

Türkiye’de taşkömürü üretimi 1974 yılında 4.965 ton iken zaman içinde sürekli düşerek 2010 yılında 2.592 ton düzeyinde gerçekleşmiştir. 2010’da taşkömürünün 499 bin tonu demir-çelik, 1024 tonu termik santral, 247 bin tonu sanayiye satılmıştır.⁶⁵

Türkiye’de linyit üretimi ise 1974-2010 yılları arasında 8 kat artış göstermiş ve 8,4 milyon tondan 70 milyon tona çıkmıştır. Linyit üretiminin artmasında son dönemdeki rezerv artışları etkilidir.

Türkiye’de kömür, genel olarak taş kömürü ve linyit olarak değerlendirilmekle birlikte bir bitüm çeşidi olan asfaltit de önemli bir yer tutmaktadır. Asfaltit, petrolün zamanla oksitlenmesi ve uçucu maddelerini kaybetmesi sonucu oluşan, sert, siyah renkli bir bitümdür. Kömür olmasa da kömür gibi, katı yakıt olarak kullanılan bir enerji kaynağıdır. Türkiye’nin en önemli asfaltit sahaları Şırnak ve Silopi’de bulunmaktadır. 2011 yılı itibariyle asfaltit rezervleri toplamı 73 milyon ton civarındadır. 2010 yılında ise toplam asfaltit üretimi 1,3 milyon ton düzeyinde gerçekleşmiştir.⁶⁶

Türkiye, 2010 yılında 21,3 milyon ton taş kömürü ithal etmiştir. Taş kömürü ithalatında son on yıl içinde bir artış söz konusudur. Öyle ki 2001 yılında taş kömürü ithalatı 6,2 milyon tondur. İthalattaki artışın nedeni, ithal kömür tüketiminin konut ve sanayide kullanımının artması ve yeni ithal kömüre dayalı elektrik santralleridir.

64 DEKTMK Enerji Raporu, 2011, s.27.

65 DEKTMK Enerji Raporu, 2011, s.28.

66 DEKTMK Enerji Raporu, 2011, s.31.

Türkiye'nin birincil enerji tüketiminde dışa bağımlılığı %73 seviyesindedir. Enerjide dışa bağımlılığın azaltılabilmesi için elektrik üretiminde daha fazla yerli kömürün kullanılması gerekmektedir. 2010 yılı sonu itibariyle yerli kömüre dayalı mevcut işletmedeki termik santrallerin kurulu gücü, toplam kurulu gücün %17,4'ü olup 8.609 MW'dır. Bulunan yeni linyit rezervleri ile birlikte mevcut kurulu gücün iki katına yakın elektrik kapasitesi yaratabilme imkanı bulunmaktadır. Bu kapasite ile de yaklaşık 100 milyar kWh/yıl ek elektrik yerli kömür kaynakları ile üretilebilir durumdadır. Bu olgu, enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasında büyük önem arz etmektedir.

2.1.2. Petrol

Türkiye, mevcut petrol rezervleri yönünden bulunduğu coğrafya ile kıyaslandığında çok sınırlı bir kapasiteye sahiptir. Türkiye'de 2010 yılı itibariyle 1,2 milyar varil ham petrol rezervi bulunmaktadır. 2010 yılında üretilen 17,3 milyon varil ham petrolün %76'sı Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), kalan %24'ü özel şirketler tarafından üretilmiştir.⁶⁷

Türkiye genel enerji tüketiminde petrolün payı, 2000 yılında %40,6 iken 2010 yılında %26,7'ye düşmüştür. Bu durumun en önemli nedeni doğalgaz kullanımının aynı dönemde %16'dan %31,9'a yükselmesidir. Türkiye'de 2010 yılında petrol üretimi 2,5 milyon ton, tüketimi ise 23,8 milyon ton düzeyinde gerçekleşmiştir. Petrol tüketiminde Türkiye %90 oranında dışa bağımlıdır.

Türkiye'de petrol üretim ve işletim faaliyetlerine ilişkin ilk yasal düzenleme 1926 yılında çıkarılmıştır. 1935 yılında petrol arama görevi, Maden Tetkik ve Arama (MTA) Enstitüsü'ne verilmiştir. İşletmeye uygun ilk petrol kuyusu, 1948 yılında MTA tarafından Batman'da bulunmuştur.

67 Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (PIGM), <http://www.pigm.gov.tr/> Erişim : 28.12.2011

1954 yılında çıkarılan ve liberal nitelikli olan 6326 sayılı Petrol Yasası ile çok uluslu şirketler, Türkiye’de petrol ile ilgili her tür faaliyeti yürütme olanağı kazanmıştır. Bu yasa ile aynı zamanda Türkiye’de petrol ve doğalgaz kaynaklarının aranması, taşınması ve pazarlanması faaliyetleri TPAO’ya verilmiştir. Türkiye Petrol Rafineleri A.Ş. (TÜPRAŞ), Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ) ve Petrol Ofisi A.Ş. (POAŞ) ile entegre bir yapıda kurulan TPAO, 1983 yılından sonra kademeli olarak bölünmüştür. 2011 yılı itibariyle sadece hidrokarbon arama ve üretiminden sorumlu petrol şirketine dönüştürülmüştür.⁶⁸ Petrol rafinesi faaliyetlerini yürüten TÜPRAŞ ise 2005 yılında %51 hissesi blok satış yolu ile Koç-Shell grubuna devredilerek büyük oranda özelleştirilmiştir.

2003 yılında yürürlüğe giren 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu ile Türkiye petrol piyasası yeniden yapılandırılmıştır. Kanun, piyasanın yönlendirilmesi, düzenlenmesi, gözetimi ve denetlenmesine ilişkin görev, yetki ve sorumlulukları Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu’na (EPDK) vermiştir.

2.1.3. Doğalgaz

1990’lı yılların başından itibaren Türkiye’de doğalgaz kullanımı hem konut ve işyeri ısıtma amaçlı, hem de elektrik üretimi alanında sürekli artmış ve oldukça yaygınlaşmıştır. Isıtma amaçlı kullanımın artış nedeni, doğalgazın kömüre göre daha temiz, kokusuz ve çevreye az zararlı bir yakıt olmasıdır. Elektrik üretimi amaçlı kullanımının artış nedeni ise doğalgaz çevrim santralleri yapımının görece kolay ve düşük maliyetli olması ile yaydığı sera gazlarının diğer kömür kaynaklı termik santrallerden daha az olması ve buna bağlı olarak çevreye daha az zarar vermesidir. 2001 yılında Türkiye’de sadece 6 ilde doğalgaz kullanılıyorken 2010 yılı sonu itibariyle 63 ilde doğalgaz kullanılır hale gelmiştir.

68 DEKTMK Enerji Raporu, 2011, s.56,57.

2001 yılında çıkarılan 4646 sayılı Doğalgaz Piyasası Kanunu ile gaz piyasasında serbestleşme hedeflenmiştir. Şehir içi dağıtım ve doğalgaz ithalatı faaliyetlerinde BOTAŞ'ın tekel konumu ortadan kaldırılarak piyasanın düzenlenme ve denetlemesine ilişkin tüm görev ve yetki EPDK'ya verilmiştir.

Türkiye, bilinen doğalgaz rezervleri yönünden bulunduğu coğrafya ile kıyaslandığında petroldeki gibi düşük bir kapasiteye sahiptir. Türkiye'de 2011 yılı itibariyle 6,2 milyar metre küp doğalgaz rezervi bulunmaktadır. 2011 yılında 760 milyon metre küp doğalgaz üretilmiş olup, tüketim 44,1 milyar metre küptür.⁶⁹ 2011 yılı itibariyle üretimin tüketimi karşılama oranı yalnızca %1,7'dir. Yani tüketilen doğalgazın %98,3'ü ithalat ile karşılanmıştır. Türkiye bu haliyle doğalgazda neredeyse tümü ile dışa bağımlı bir yapıya sahiptir. Artan doğalgaz ithalatı, son yıllarda yükselen dış ticaret açığının önemli bir kalemini oluşturmaktadır. Öyle ki 2011 yılında 20,2 milyar dolar olan doğalgaz ithalatı, dış ticaret açığının yaklaşık %19'unu oluşturmuştur.

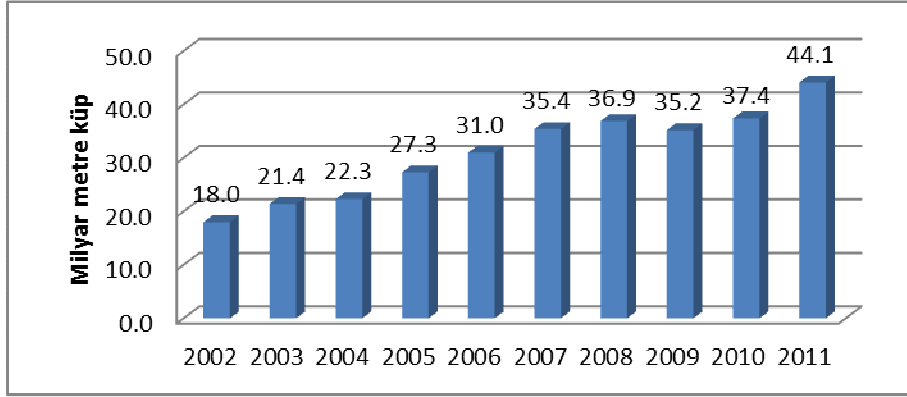
Türkiye genel enerji tüketiminde doğalgazın payı 2000 yılında %16 iken 2010 yılında %31,9'a ulaşmıştır. 2020 yılında ise bu payın %25'e düşürülmesi hedeflenmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapılan projeksiyona göre doğalgaz ithalatının 2020'de 59,3 milyar metre küpe çıkacağı tahmin edilmektedir.

2010 yılı itibariyle toplam doğalgaz tüketiminin %56'sı elektrik üretiminde, %20'si sanayide, %18,5'i konutlarda kullanılmıştır.

Şekil 2.2'de 2002-2011 dönemi arasında doğalgaz tüketiminin gelişimi verilmektedir.

69 EPDK Doğalgaz Piyasası Raporu, 2011, s.26.

Şekil 2.2. Türkiye Doğalgaz Tüketimi

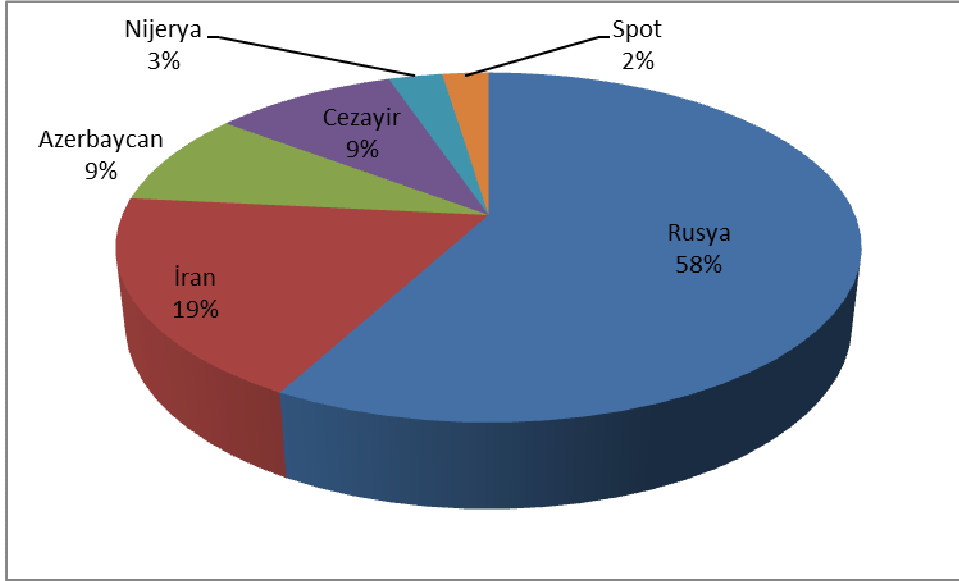


Kaynak: EPDK Doğalgaz Piyasası 2010 ve 2011 raporlarından yararlanılarak oluşturulmuştur.

2002 yılında 18 milyar metre küp olan doğalgaz tüketimi 2009'da küresel ekonomik krizin yarattığı ithalat daralması ile bir miktar azalsa da 2010 ve 2011 yıllarında tekrar yükselmiş 2011 yılında 44,1 milyar metre küp seviyesinde gerçekleşmiştir.

Şekil 2.3.'de 2011 yılı itibariyle Türkiye doğalgaz ithalatı içinde ülkelerin payları gösterilmektedir.

Şekil 2.3. Doğalgaz İthalatının Ülkeler Arasındaki Payları (2011)



Kaynak: EPDK Doğalgaz Piyasası Raporu 2011'den yararlanılarak oluşturulmuştur.

Türkiye'nin doğalgaz ithalatı ise tüketime paralel olarak artış göstermiştir. 26,5 milyar metre küp düzeyinde olan 2005 yılı doğalgaz ithalatı, 2011 yılında 43,8 milyar metre küpe ulaşmıştır. 2005 yılında doğalgaz ithalatında Rusya'nın payı %66 iken İran ve Azerbaycan ile yapılan anlaşmalar ile bu pay 2010'da %46'ya düşmüş olmakla birlikte artan ithalat ile birlikte yeniden yükselişe geçmiş ve Şekil 2.3'de görüldüğü üzere 2011 yılında %58 olmuştur. Rusya'dan yapılan ithalatın toplam ithalat içindeki payının yüksekliği, Türkiye'nin enerji arz güvenliği açısından risk taşımaktadır. Gelecek dönemde doğalgaz ithalatında Rusya payının daha da düşürülmesi ve ithalatta ülke çeşitliliğine gidilmesi gerekmektedir.

2011 yılı itibariyle Türkiye elektrik üretimi içindeki doğalgaz payı %44,7'dir. 2009 yılında yayımlanan Arz Güvenliği Strateji Belgesi'ne⁷⁰ göre elektrik üretimindeki doğalgazın payının 2023 yılında %30'un altına düşürülmesi hedeflenmiştir.

⁷⁰ 18.05.2009 Tarih ve 2009/11 Sayılı Yüksek Planlama Kurulu (YPK) Kararı Olan "Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi

2.2. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Bu bölümde Türkiye’nin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili bilgiler verilecektir. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminde hidroelektrik ön planda olmakla birlikte son yıllarda rüzgar enerjisi yatırımları hız kazanmıştır.

2.2.1. Hidroelektrik Enerji

Bir ülkenin tüm akarsu ve nehirlerindeki doğal su akışlarının %100 verimle değerlendirilmesi varsayımına dayanılarak hesaplanan hidroelektrik potansiyel, o ülkenin “brüt teorik hidroelektrik potansiyelini” vermektedir. Bununla birlikte mevcut teknolojiler ile bu potansiyelin kullanılması mümkün değildir. Mevcut teknolojik düzey ile ulaşılabilecek maksimum potansiyele ise “teknik yapılabilir potansiyel” adı verilmektedir. Teknik potansiyelin mevcut ekonomik koşullar altında gerçekleştirilebilecek kısmı ise “ekonomik yapılabilir potansiyel”dir. Aşağıda Türkiye için söz konusu potansiyel değerleri verilmektedir⁷¹ :

- Brüt, teorik hidroelektrik enerji potansiyeli : 433 TWh/yıl
- Teknik yapılabilir hidroelektrik enerji potansiyeli : 216 TWh/yıl
- Ekonomik yapılabilir hidroelektrik enerji potansiyeli : 144 TWh/yıl

Tablo 2.1’de Türkiye’de 2011 yılı sonu itibariyle işletmedeki hidroelektrik santrallere (HES) ilişkin bazı sayısal veriler gösterilmektedir.

⁷¹ Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü : [http://www.dsi.gov.tr/enerji/enerji kaynaklari](http://www.dsi.gov.tr/enerji/enerji_kaynaklari), Erişim : 02.01.2012

Tablo 2.1. İşletmedeki Hidroelektrik Santraller

	Adet	Kurulu Güç (MW)
Barajlı Hidroelektrik Santraller	58	13.529,3
Nehir Tipi Hidroelektrik Santraller	251	3.607,7
TOPLAM	309	17.137

Kaynak : TEİAŞ verilerinden tarafından oluşturulmuştur.

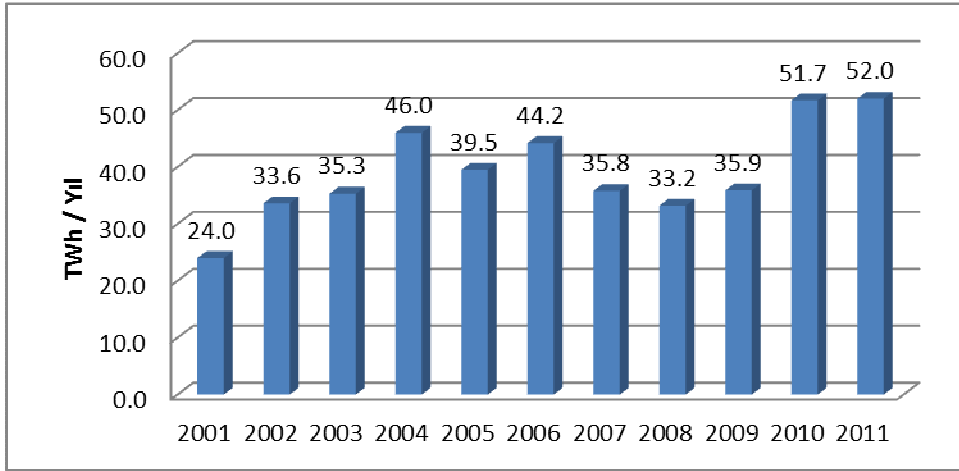
2011 yılı sonu itibariyle işletmedeki 17.137 MW kurulu gücü ile HES'ler toplam elektrik kurulu gücünün %32,2'sini oluşturmaktadır.

2005-2008 yılları arasında iklim koşullarından ötürü hidroelektrik üretimi düşmüş, 2008 yılından itibaren ise artmaya başlamıştır. 2010 yılında 2009'a göre hidroelektrik üretimi %44 oranında yükselerek 51.795 GWh'e ulaşmıştır. 2011 yılında ise üretim 52.067 GWh düzeyinde gerçekleşmiştir. 2009 ve 2010 yıllarında hidroelektrik enerji üretiminin artışında bol yağış ve buna bağlı barajların doluluk oranının artmasının önemli payı vardır.

Türkiye, 2011 yılındaki 52.067 GWh değerindeki hidroelektrik üretimi ile toplam ekonomik yapılabilir potansiyelin ancak %36,2'sini kullanmaktadır.

Şekil 2.4'de Türkiye'nin son on yıl içindeki hidroelektrik üretiminin gelişimi verilmektedir. Grafikten görüldüğü üzere üretim değerleri iklim koşullarına bağlı olarak oldukça değişkenlik göstermektedir.

Şekil 2.4. Türkiye’de Hidroelektrik Enerji Üretimi

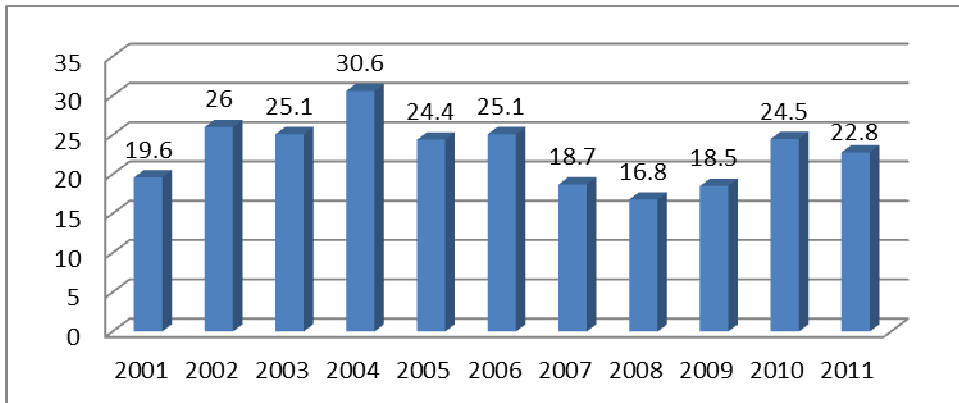


Kaynak: TEİAŞ verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

2011 yılı itibariyle Türkiye elektrik üretiminin %22,8'i hidroelektrik santrallerden elde edilmiştir.

Şekil 2.5’de hidroelektriğin son on yıl içinde elektrik üretimi içindeki payının gelişimi verilmektedir.

Şekil 2.5. Türkiye’de Yıllar İtibariyle Hidroelektriğin Toplam Elektrik Üretimindeki Payı (%)



Kaynak: TEİAŞ verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

İklim ve yağış koşullarının değişkenliğinden ötürü toplam elektrik üretiminde hidroelektriğin payı dalgalı bir seyir izlemektedir.

Türkiye’de hidroelektrik santral yatırımı gerçekleştiren özel şirketler, yatırım öncesinde EPDK’dan üretim lisansı almanın yanı sıra

“Su Kullanım Hakkı’na İlişkin Yönetmelik”⁷² gereğince Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü’ne başvuru yaparak su kullanım hakkı anlaşması imzalamaktadır.

2.2.2. Rüzgar Enerjisi

Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili olduğundan dolayı zengin bir rüzgar potansiyeline sahiptir. Türkiye’de teorik rüzgar enerjisi potansiyeli 48.000 MW olmakla birlikte mevcut elektrik şebeke alt yapısı dikkate alındığında, elektrik şebekesine bağlanabilir ekonomik rüzgar enerjisi potansiyeli 10.000 MW düzeyinde hesaplanmıştır.⁷³ 2009 tarihli Arz Güvenliği Strateji Belgesi’nde 2023 yılında Türkiye’de rüzgar kurulu gücünün 20.000 MW seviyesine ulaşması hedeflenmektedir. Söz konusu hedefin gerçekleştirilmesi için öncelikle şebeke altyapı kapasitesinin artırılması gerekmektedir.

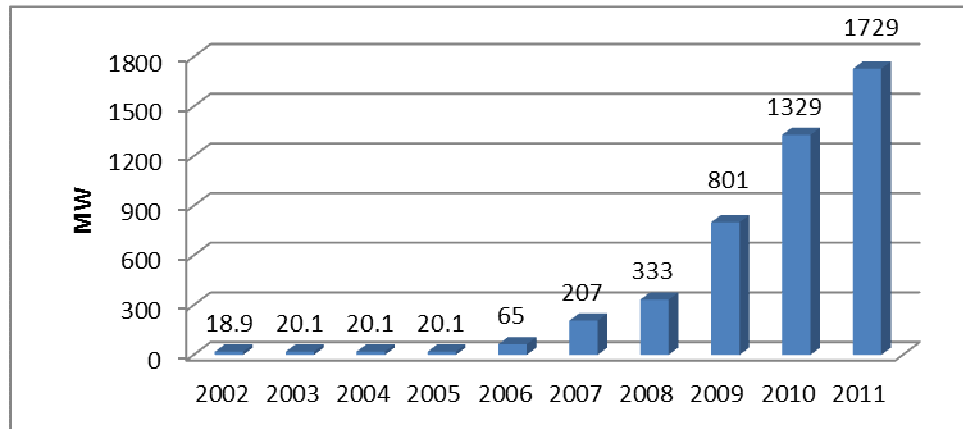
2011 yılı sonu itibariyle faaliyette olan 47 rüzgar enerjisi santrali ile Türkiye’de rüzgar kurulu gücünün toplam elektrik kurulu gücü içindeki payı %3,2’ye ulaşmıştır. 2005 yılından itibaren yapılan özel yatırımlar ile rüzgar enerjisi kapasitesi önemli ölçüde yükselmiştir. Öyle ki 2005 yılında 20,1 MW olan rüzgar kurulu gücü 2011 yılı sonu itibariyle 1.729 MW’a ulaşmıştır.

Şekil 2.6’da 2002-2011 yılları arasında rüzgar kurulu gücünün gelişimi verilmektedir.

72 “Elektrik Piyasasında Üretim Faaliyetinde Bulunmak Üzere Su Kullanım Hakkı Anlaşması İmzalanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik”, Resmi Gazete 25150, Yayın Tarihi : 26.06.2003

73 DEKTMK Enerji Raporu, 2010, s.121

Şekil 2.6. Türkiye’de Rüzgar Kurulu Gücünün Gelişimi



Kaynak: TEİAŞ verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

29.12.2010 tarihli 6094 sayılı Kanun’a göre rüzgar enerjisi santrallerinden (RES) üretilen elektriğe kWh başına devlet 7,3 cent alım garantisi vermiştir. Ayrıca aynı Kanun kapsamında rüzgardan elde edilen elektriğin üretim sürecinde yerli parça kullanımı için ek destekler getirilmiştir. (Bkz. Ek1) Rüzgar enerjisinden elektrik üretiminin hidrolik kaynaklı üretime göre daha yüksek maliyetli oluşu göz önüne bulundurulduğunda HES’ler için belirlenen 7,3 cent’lik fiyatın rüzgar enerjisi için oldukça düşük kaldığı söylenebilir.

Türkiye’de rüzgar enerjisi santralleri, coğrafi açıdan ve rüzgar potansiyeli yönünden uygun olduğundan dolayı daha çok Marmara ve Ege bölgesinde yer almaktadır.

Rüzgar enerjisi, oldukça çevre dostu ve temiz bir enerji olmakla birlikte maliyeti yüksektir. Rüzgar enerjisi üretimine ilişkin elektro mekanik aksamın Türkiye’de üretimi çok yetersiz olduğundan dolayı neredeyse tamamı ithal edilmektedir. Rüzgar enerjisine verilen teşviklere ek olarak yerli rüzgar türbini ve jenaratör gibi elektrik aksamı imalatı teknolojisine de yeterli destek verilmelidir.

2.2.3. Güneş Enerjisi

Türkiye, coğrafi konumu itibariyle yıllık ortalama metre kare başına 1.300 kWh güneş ışınımına ve dolayısıyla güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) verilerine göre fotovoltaik güç sistemleri (güneş pili teknolojisi) ile Türkiye’de 50.000 MW kurulu güç potansiyeli bulunmaktadır. Ne var ki güneş pillerinden elektrik üretiminin gerektirdiği yüksek teknolojiye Türkiye sahip değildir.

Söz konusu teknoloji, günümüz koşullarında dünya genelinde de oldukça maliyetli olduğundan dolayı 2011 yılı itibariyle dünyada güneş piline dayalı elektrik kurulu gücü ancak 70 GW’a ulaşabilmiştir. Türkiye’de henüz güneş enerjisine dayalı elektrik üretim santrallerine lisans verilmemektedir. Bu nedenle 2012 yılı içinde yapılan yatırımlar kurulu gücü 500 kw ve altında olan küçük ölçekli yatırımlardır. Bununla birlikte EPDK, 2013 yılı haziran ayından itibaren üretim lisansı başvurularını kabul etmeye başlayacaktır. 2014 yılı ve sonrasında güneş pili teknolojisine dayalı lisanslı ilk santral yatırımlarının faaliyete geçmesi planlanmaktadır.

Türkiye’de güneş enerjisi, ısı üretimi amaçlı kullanılmaktadır. Dünyada güneş enerjisi ile sıcak su üreten sistemlerin kullanımında 2010 yılı sonu itibariyle 11,8 GW_{th} kurulu gücü karşılığında %5,1’lik pay ile Türkiye, dünyada bu alanda Çin’den sonra ikinci sırada yer almaktadır.

6094 sayılı Kanun ile güneş enerjisi santrallerinden üretilen elektriğe kWh başına devlet 13,3 cent alım garantisi vermiştir. Bu değer, yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütle ile birlikte kWh başına verilen en yüksek fiyat desteğidir. Elektrik üretimi amaçlı güneş enerjisinin geliştirilmesi için bu fiyat desteği tek başına ne yazık ki yeterli anlam ifade etmemektedir. Yapılması gereken Türkiye’de güneş pili teknolojisine geliştirilmesine yönelik desteklemelerin artırılması ve

böylece elektrik üretimi amaçlı güneş enerjisi teknolojisinin teşvik edilmesidir.

2.2.4. Jeotermal Enerji

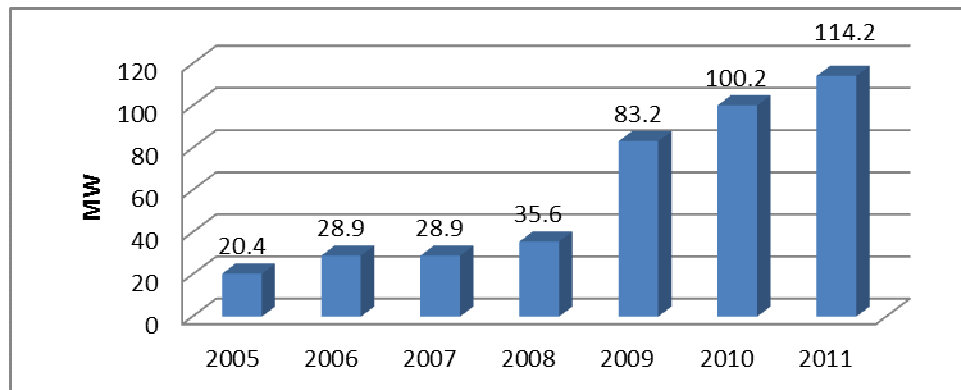
Jeotermal potansiyel bakımından dünyanın en zengin ülkelerin biri olan Türkiye, jeotermal enerjinin doğrudan kullanım kapasitesine göre 2010 yılı itibariyle 2.084 MW_t kurulu güç ile dünyada yedinci sıradadır.⁷⁴

Doğrudan kullanım amaçlı jeotermal enerjinin 2010 yılında %47,2'si yüzme havuzları/kaplıcalarda, %26,6'sı bölgesel konut ısıtılmasında, %24,8'si sera ısıtılmasında ve %1,5'u ısı pompalarında kullanılmıştır.⁷⁵

Türkiye'de ilk jeotermal elektrik santrali 1984 yılında 20,4 MW kurulu üç ile Denizli-Sarayköy'de faaliyete geçmiştir.

Şekil 2.7'de Türkiye'de 2005-2011 yılları arasında elektrik üretimi amaçlı jeotermal kurulu gücünün gelişimi verilmektedir.

Şekil 2.7. Türkiye'de Jeotermal Kurulu Gücünün Gelişimi



Kaynak: TEİAŞ verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

2011 yılı sonunda jeotermal enerji kaynaklı elektrik kurulu gücü 114,2 MW'a ulaşmıştır. ETKB verilerine göre Türkiye'nin elektrik üretimi

⁷⁴ DEKTMK Enerji Raporu, 2011, s.130.

⁷⁵ DEKTMK Enerji Raporu, 2011, s.130.

amaçlı jeotermal kurulu güç potansiyeli 600 MW'dır. Arz Güvenliği Strateji Belgesi'ne göre 2023 yılında Türkiye'nin bu potansiyele ulaşması hedeflenmektedir.

2007 yılında 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu kabul edilmiştir. Kanunun amacı; jeotermal ve doğal mineralli su kaynaklarının etkin bir şekilde aranması, araştırılması, geliştirilmesi, üretilmesi, korunması ve çevre ile uyumlu olarak ekonomik şekilde değerlendirilmesidir.

6094 sayılı Kanun ile jeotermal kaynaklı elektrik enerjisine 10 yıl için devlet tarafından için kWh başına 10,5 cent alım garantisi verilmiştir.

2.2.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından farklı olarak hem elektrik, hem yakıt üretiminde kullanılan ve ülkenin tarımsal faaliyetlerine ciddi düzeyde katkı yapan bir kaynaktır. Biyokütle, farklı iklim koşulları altında üretilen, çevreye katkısı yüksek ve motorlu taşıtlarda yakıt olarak kullanılabilmesi nedeni ile stratejik bir enerji kaynağıdır.

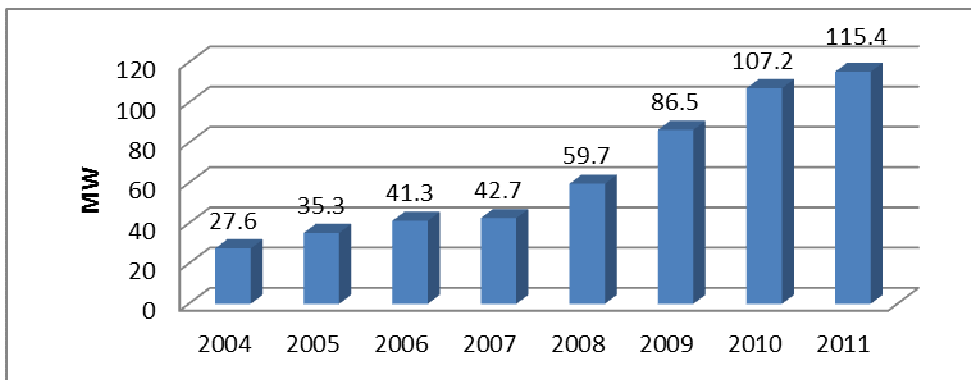
Sıvı nitelikli biyoyakıtlar olan biyodizel ve etanolün Türkiye'de üretimi çok sınırlı düzeydedir. 2010 yılı itibarıyla Türkiye'de Kurulu etanol üretim kapasitesi 149,5 milyon litredir. Dünya üretiminin 86 milyar litre olduğu dikkate alındığında bu üretimin çok düşük düzeyde olduğu söylenebilir. Türkiye'de etanol üretimi yapan üç tesis; Konya, Bursa ve Adana illerinde olup etanol üretiminde hammadde olarak şeker pancarı, mısır ve buğdayı ağırlıklı olarak kullanmaktadır.

Etanol, benzin ve motorin ile harmanlanarak kullanılabilir iken biyodizel, motorin ile harmanlanarak kullanılan bir yakıttır. 27.09.2011 tarihli EPDK kararına göre benzin ve motorine 1 Ocak 2013 tarihinden itibaren en az %2, 1 Ocak 2014 tarihi itibarıyla de en az %3 oranında yerli

tarım ürünlerinden üretilmiş biyoetanol eklenmesi zorunlu hale getirilmiştir. Motorine ise yine yerli tarım ürünlerinden elde edilmiş biyodizel ekleme oranı 2014'de %1, 2015'de %2, 2016'da %3 olacaktır.

Türkiye'de biyokütle enerjisine dayalı santralleri daha çok çöpgazı⁷⁶ kaynaklıdır. Türkiye'de biyokütle kaynaklı enerji kurulu gücünün 2004-2011 yılları arasındaki gelişimi Şekil 2.8'de verilmektedir.

Şekil 2.8. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Kurulu Gücünün Gelişimi



Kaynak: TEİAŞ verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

2004 yılında 27,6 MW olan kurulu güç, 2011 yılı sonunda 115,4 MW'a ulaşmıştır. 2011'de biyokütle kaynaklı 1.417 GWh elektrik elde edilmiştir.

6094 sayılı Kanun ile çöp gazı dahil biyokütle enerjisine dayalı elektrik üretimine 10 yıl için devlet tarafından kWh başına 13,5 cent alım garantisi verilmiştir. Bu değer güneş enerjisi ile birlikte kanunda tanınan kWh başına en yüksek elektrik fiyatıdır.

2.2.6. Türkiye'de Yenilenebilir Enerjiye İlişkin Temel Yasal Düzenlemeler

Türkiye'de 2005 yılına dek yenilenebilir enerji alanında her hangi bir yasal düzenleme yapılmamıştır. Yenilenebilir enerjinin teşvik

⁷⁶ Çöpgazı (LFG : Landfill Gas) : Katı atıklardan elde edilen gazdır. Elde edilen gazın %50'sinden fazlası metan içeren gazdır. Organik materyallerin çürümesi sonucunda toplanan gazdan enerji elde edilir.

edilmesi için gerekli yasal çerçeveyi oluşturan 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretimine İlişkin Kanun⁷⁷, 2005 yılında kabul edilmiştir. Kanunun amacı, Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı salınımlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir. Yasa, yenilenebilir enerji kaynağı (YEK) sertifikası bulunan santrallerde üretilen elektriğin fiyatının daha rekabetçi olmasına ve yenilenebilir enerji alanında yatırım yapılmasına yönelik diğer teşvikler için geçiş düzenlemeleri öngörmekteydi. Bununla birlikte yenilenebilir kaynaklar için aynı fiyat desteği getirmekteydi.

2005 yılında yürürlüğe giren 5346 sayılı Kanun, Türkiye'de yenilenebilir enerjiye üretime yönelik faaliyetlerin desteklenmesinde ve elektrik üretime yönelik teşvik uygulamalarının düzenlenmesinde yetersiz kalmıştır.

Söz konusu yetersizlikleri gidermek amacıyla 2010 yılı Aralık ayında 6094 sayılı Kanun⁷⁸ kabul edilmiştir. Bu Kanun ile yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi yapan lisans sahiplerinin, ürettikleri elektrik enerjisinin satış fiyatına ve teşvik mekanizmasına ilişkin düzenlemeler getirilmiştir. Yeni kanun kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinde üretilen elektrik için kaynak bazında farklı fiyat teşvikleri öngörülmüştür. Ayrıca yasa kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten santrallerde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde üretilmiş olması halinde ek bir fiyat teşviki olanağı sağlanmıştır.

77 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Kullanımına İlişkin Kanun”, Kabul Tarihi : 10.05.2005.

78 6094 Sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun”, Kabul Tarihi : 29.12.2010

6094 sayılı yasanın desteklemeleri, I ve II sayılı cetvellerde belirlenmiştir. II sayılı cetvel Ek 2’de yer almaktadır. I sayılı cetvelde yer alan yenilenebilir enerji kaynağına göre belirlenen fiyatlar aşağıda verilmektedir :

- Çöp gazı dahil biyokütle ile güneş enerjisi dayalı tesisler için kWh başına 13,3 cent.
- Jeotermal enerjiye dayalı tesisler için kWh başına 10,5 cent.
- Hidroelektrik ve rüzgar enerjisine dayalı tesisler için kWh başına 7,3 cent.

6094 sayılı yasa kapsamında yeni bir YEK destekleme mekanizması oluşturulmuştur. Yasaya göre 18.05.2005 tarihinden 31.12.2015 tarihine kadar işletmeye girmiş veya girecek YEK Destekleme Mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için, yukarıda yer alan fiyatlar on yıl süre ile uygulanacaktır. Arz güvenliği başta olmak üzere diğer gelişmeler doğrultusunda 31.12.2015 tarihinden sonra işletmeye girecek olan YEK Belgeli üretim tesisleri için uygulanacak fiyat tarifi ise bu fiyatları geçmemek üzere, Bakanlar Kurulu tarafından belirlenecektir.

6094 sayılı kanunun II sayılı cetvelinde (bkz.Ek2) yenilenebilir kaynaklardan elektrik üreten tesislere kullanılan aksamın yurt içinde imalatı durumunda ek fiyat destekleri verilmektedir. Düzenlemenin amacı bu tesislerin girdilerinin ülke içinde üretimini teşvik etmektir.

Söz konusu destekleme mekanizmasının bir bölümü, bir alt mevzuat olan Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği ile düzenlenmiştir⁷⁹. Yönetmeliğe göre yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak elektrik üretecek üretim tesisleri, üreteceği enerjinin tamamını perakende satış lisansı sahibi tüzel kişilere satabilmektedir.

79 04.08.2002 Tarihli “Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği”, Resmi Gazete 24836

Perakende satış lisansı sahibi tüzel kişiler, serbest olmayan tüketicilere satış amacıyla yapılan elektrik enerjisi alımlarında, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı bir üretim tesisinde üretilen elektrik enerjisi satış fiyatı, TETAŞ'ın satış fiyatından düşük veya eşit olduğu ve daha ucuz bir başka tedarik kaynağı bulunmadığı takdirde, öncelikli olarak söz konusu yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisinde üretilen elektrik enerjisini satın almakla yükümlüdür. Yani düzenleme ile yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimi yapan firmalara, ürettikleri elektriği satmada öncelik tanınmıştır.

2.3. TÜRKİYE'DE ELEKTRİK SEKTÖRÜNÜN TARİHÇESİ VE SEKTÖRE İLİŞKİN YAPILAN TEMEL HUKUKİ DÜZENLEMELER

Türkiye'de elektrik sektörünün tarihçesi, kaynaklarda temel olarak üç ya da dört bölüm altında incelenmektedir. Bu tezde elektrik sektörü üç döneme ayrılarak incelenmiştir. İlk dönem, cumhuriyetin kuruluşundan elektriğe ilişkin tüm faaliyetlerin Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) çatısı altında toplanıp kurumsallaştığı ve TEK' in kurulduğu 1970 yılı arasındır. İkinci dönem, 1970'den TEK'in üç ayrı kuruma bölündüğü ve elektrik üretiminin özel sektöre açılmaya başladığı 1994 arası dönemdir. Üçüncü ve son dönem ise 1994'den günümüze kadar geçen süreci ifade etmektedir. 1970 ve 1994 yılları, yukarıda bahsedildiği üzere sektörün işleyişinde önemli değişikliklerin olduğu yıllar olduğundan ötürü tarihçe, üç döneme ayrılarak incelenmiştir.

2.3.1. 1923-1970 Dönemi

Türkiye elektrikle ilk defa 1902 yılında Mersin'de tanışmıştır. Ülkenin ilk elektrik üretici 1902 yılında Mersin-Tarsus'ta tesis edilen ve bir su değirmenine bağlanmış 2 kW. gücündeki bir motordur. 1914 yılında İstanbul Silahtarağa'da kurulan santralden üretilen elektrikle öncelikle

saraylar aydınlatılmış, tramvaylar çalıştırılmıştır. Daha sonra sokak aydınlatması ile elektrik dağıtım hizmetleri başlatılmıştır.⁸⁰

1920’li yıllarda yeterli teknik personel ve sermaye eksikliğinden dolayı, elektrik üretimi yabancılara imtiyaz verilerek sağlanmaya çalışılmıştır. Bu nedenle o dönem “İmtiyazlı Yabancı Şirketler Dönemi” olarak adlandırılmaktadır. Ülkenin elektrik sektöründe yabancılara olan bağımlılığını azaltmak amacıyla imtiyazlı yabancı şirketlerin sözleşmeleri 1939 yılında Hükümet tarafından sonlandırılmış ve tesisleri devletleştirilmiştir.⁸¹

Bu uygulamalardan sonra sektörde “Belediyeler Dönemi” başlamıştır. Bu dönemde elektrik hizmetlerinin yürütülmesi önce Bayındırlık Bakanlığı’na, bir süre sonra da belediyelere devredilmiştir. Üç büyük ilde, diğer belediyelerden farklı olarak İstanbul’da Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri (İETT), Ankara’da Elektrik, Gaz, Otobüs (EGO), İzmir’de Elektrik, Su, Havagazı, Otobüs ve Trolleybüs (ESHOT) Genel Müdürlükleri kurularak illerin elektrik hizmetleri, bu kurumlara bırakılmıştır. Diğer şehirlerde ise elektrik hizmetleri, belediyelerin bünyesinde faaliyet gösteren elektrik işletme birimlerince yürütülmüştür.⁸²

Bu süreçle birlikte elektrik hizmetlerinin kamu tekelinde yürütüldüğü ve devlet faaliyetleri ile kurumsallaştığı dönem başlamıştır. 1933 yılında Nafia Vekaleti Şirket ve Müesseseler Birliği (bugünün Enerji İşleri Genel Müdürlüğü), 1935’de su kaynaklarının enerji üretimi amacı ile kullanımının araştırılması için Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ), 1936’da enerji kaynaklarının işletilmesi için Etibank Genel Müdürlüğü ve yer altı kaynaklarının araştırılması amacıyla Maden Tetkik ve Arama (MTA) Enstitüsü kurulmuştur. 1941 yılında İller Bankası, 1954 yılında Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü faaliyete geçmiştir.

80 DEKTMK Raporu 2009, s.49

81 Necdet Pamir, “Cumhuriyetten Günümüze Enerji Politikaları”, 2008, s.117.

82 Necdet Pamir, “Cumhuriyetten Günümüze Enerji Politikaları”, 2008, s.118.

EİEİ hidrolik kaynakların, MTA ise ÷lkedeki madenlerle ilgili çalışmaların yanı sıra kömür kaynaklarının araştırılması ve elektrik üretiminde kullanılması ile ilgili etüt ve projeleri yapmakla görevlendirilmiştir. Etibank ise söz konusu projelerin bir kısmının finansmanı ve gerçekleştirilmesi ile yükümlendirilmiştir. İller Bankası, belediyelerin işlettiğı şehir şebekelerinin ve küçük hidroelektrik santrallerin finansmanı ve tesis işleri ile ilgilenmiştir. Büyük güçteki hidroelektrik santraller ile barajları kurmak ve işletmek amacıyla kurulan DSI, 1950'li yılların sonlarında Demirköprü, Kemer, Hirfanlı ve Almus hidroelektrik santrallerini inşa ederek hizmete açmıştır.⁸³

Dünya Bankası kredisi ile DSI tarafından yapımı tamamlanan Seyhan baraj ve hidroelektrik santrali, Çukurova Elektrik A.Ş.'ye (ÇEAŞ) imtiyaz verilerek devredilmiştir. 1960 yılında ÇEAŞ'ı takiben Antalya'da Kepez ve Cıvarı Elektrik Santralleri A.Ş. (KEPEZ A.Ş.) kurulmuştur. Kamu-özel ortaklığındaki bu iki şirket, faaliyetlerine 2003 yılına kadar devam etmiştir.

1923-1970 arasında elektrik kurulu gücü 32,8 MW'dan 2.234,9 MW'a çıkmıştır. Elektrik üretimi ise aynı dönemde 44,5 GWh/yıl'dan 8.623 GWh/yıl'a ulaşmıştır.

2.3.2. 1970-1994 Dönemi

1970 yılında 1312 sayılı yasanın kabul edilmesi ile ÷lkedeki tüm elektrik hizmetlerinin tek çatı altında toplanmış ve Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurulmuştur. Bu dönem, elektrik sektöründe kamunun egemen olduğu ve sektörde planlamanın gerçek anlamda uygulandığı dönemdir.

Elektrik sektöründe kamunun egemen olduğu ve planlamanın uygulandığı bu dönemde elektrik üretim, iletim ve dağıtım hizmetlerinden

83 Necdet Pamir, "Cumhuriyetten Günümüze Enerji Politikaları", 2008, s.119.

tek başına sorumlu kamu kurumu olan Türkiye Elektrik Kurumu'nun (TEK) tekel yapısı 1984 yılına kadar devam etmiştir. 1984 yılında çıkarılan 3096 sayılı Kanun⁸⁴ ile yerli ve yabancı özel sektörün elektrik üretimi, dağıtımı ve ticareti yapabilmesine, dolayısıyla kamu tekeli dışında yapılanmaya imkan tanınmıştır. Kanunun uygulamasına 1990 yılında "İşletme Hakkı Devri (İHD)" modeli ile başlanmıştır.

1993 yılında 93/4789 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile TEK, elektrik üretim ve iletiminden sorumlu olan Türkiye Elektrik Üretim İletim A.Ş. (TEAŞ) ve dağıtımından sorumlu olan Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) olmak üzere ikiye bölünmüştür.

1970-1994 dönemi arasında elektrik kurulu gücü 2.234,9 MW'dan 20.859,8 MW'a çıkmış, elektrik üretimi ise 8.623 GWh/yıl'dan 78.321,7 GWh/yıla ulaşmıştır. Dönem sonunda elektrik üretimi dokuz katına çıkmıştır.

2.3.3. 1994-2012 Dönemi

1994 yılında çıkarılan 3996 sayılı Kanun⁸⁵ ve 1997'de çıkarılan 4283 sayılı Kanun⁸⁶ ile "Yap-İşlet-Devret (YİD)" ve "Yap-İşlet (YD)" modelleri çerçevesinde yatırımların yapılması ve hizmetlerin verilmesi hususunda yasal zemin oluşturulmuştur.

Türkiye'deki elektrik santrallerinin 1990'lı yıllarda özel şirketler tarafından uygulanan üç temel yapım modeli olan Yap-İşlet-Devret, Yap-İşlet ve Otoprodüktör modelleri kısaca şu şekilde işlemektedir :

84 3096 Sayılı "Türkiye Elektrik Kurumu Dışındaki Kuruluşların Elektrik Üretimi, İletimi, Dağıtımı ve Ticareti ile Görevlendirilmesine İlişkin Kanun", Resmi Gazete 18610, 19.12.1984.

85 3996 Sayılı "Bazı Yatırım ve Hizmetlerin Yap-İşlet-Devret Modeli Çerçevesinde Yapılması Hakkında Kanun", Resmi Gazete 21959, 13.06.1994.

86 4283 Sayılı Yap-İşlet Modeli ile Elektrik Enerjisi Üretim Tesislerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışının Düzenlenmesi Hakkında Kanun", Resmi Gazete 23054, 19.07.1997.

- “Yap-İşlet-Devret (YİD) modeli”, bir özel şirketin bir santral projesi yatırımını tamamen kendi organizasyon ve finansmanı ile gerçekleştirmesini, belirli bir süre işletmesini ve bu süre sonunda tesisi borçsuz olarak kamuya devretmesini ifade etmektedir.
- “Yap-İşlet (YD) modeli”, özel şirketlere enerji üretmek üzere tesis kurma izni olarak oluşturulmuştur. Hidrolik, jeotermal ve nükleer enerji üretimi dışındaki tesisler bu modelin kapsamına girmektedir. YD modeli ile kurulan santraller, Türkiye’de doğalgaz çevrim santralleri ve ithal kömüre dayalı termik santral projeleridir.
- “Otoprodüktör modeli”, bir şirketin kendi sanayi tesislerinin enerji ihtiyacını karşılamak üzere enerji tesisi kurup, işletmesidir. Bu, bir sanayi tesisi olabileceği gibi birçok tesis veya bir şirket yerine çok sayıda şirketin sanayi tesislerinin enerji ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bir otoprodüktör şirketler grubu da olabilir.

1999 yılında yürürlüğe giren 4446 sayılı Kanun⁸⁷ ile tahkime ilişkin anayasa değişikliği yapılmış ve 2000 yılında (elektriğin de dahil olduğu) kamu hizmetleri ile ilgili imtiyaz sözleşmelerinde tahkim yoluna başvurulması ile ilgili 4501 sayılı Kanun⁸⁸ yürürlüğe girmiştir. Tahkim yolu, tarafların doğmuş veya doğabilecek bir uyuşmazlığı aralarındaki anlaşmaya göre hakem veya hakem kuruluna götördükleri, usulü taraflarca belirlenebilecek özel bir yargılama faaliyetini ifade etmektedir.

Kamu ile birlikte özel sektörün de hizmet verdiği ve sektörde serbest piyasanın hedeflendiği 1994-2011 arası dönemde Türkiye’nin elektrik kurulu gücü 20,8 GW’dan 52,3 GW’a yükselmiştir. Elektrik üretimi ise 78,3 milyar kWh’den 228,5 milyar kWh’e çıkmıştır.

87 4446 Sayılı “T.C. Anayasasının Bazı Maddelerinde Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun”, Resmi Gazete 23786, 14.08.1999.

88 4501 Sayılı “Kamu Hizmetleri ile İlgili İmtiyaz Şartlaşma ve Sözleşmelerinden Doğan Uyuşmazlıklarda Tahkim Yoluna Başvurulması Halinde Uyulması Gereken İlkelere Dair Kanun, Resmi Gazete 24194, 08.10.2010.

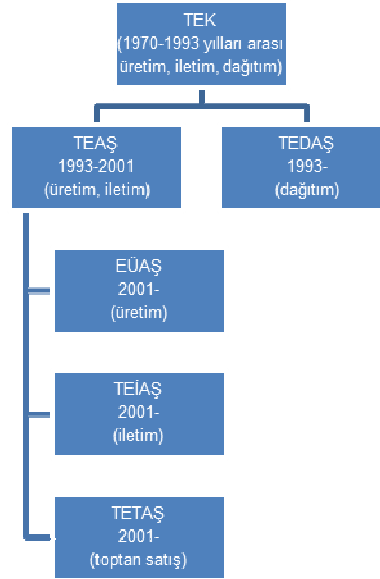
2001 yılında yürürlüğe giren 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu⁸⁹, elektrik sektörünün işleyişinde önemli düzenleme ve değişiklikler getirmiştir. Kanunun amacı; elektriğin sürekli, yeterli, kaliteli, düşük maliyetli ve çevre ile uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması; rekabetçi ortamda işleyecek bir elektrik piyasası oluşturulması ve piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin yapılmasıdır.

Kanuna göre devletin elektrik iletimindeki kontrolü devam edecek, bununla birlikte elektrik üretim ve dağıtım faaliyetleri rekabete ve özel sektöre açılacaktır. Ülke, 29 dağıtım bölgesine ayrılmıştır. Daha sonra uygulamada bölge sayısı 21'e indirilmiş ve 2012 yılı itibariyle bunların 12 tanesi özelleştirilmiştir.

Elektrik Piyasası Kanunu ile elektriğin üretimi, iletimi ve toptan satışı faaliyetlerini yürüten TEAŞ'ın faaliyet ayrıştırması gerçekleştirilmiştir. TEAŞ, elektriğin üretim faaliyetlerini gerçekleştirmek üzere Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ), iletim faaliyetini gerçekleştirmek üzere Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) ve toptan satış faaliyetini gerçekleştirmek üzere Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. (TETAŞ) olmak üzere üç ayrı kamu iktisadi teşekkülüne ayrılmıştır. Böylece Türkiye'de elektriğin üretimi, iletimi, dağıtım ve ticareti faaliyetlerinin hukuki ve hesap ayrıştırılması yoluyla birbirinden ayrılması sağlanmıştır.

89 4628 Sayılı "Elektrik Piyasası Kanunu", Resmi Gazete 24335, 03.03.2001.

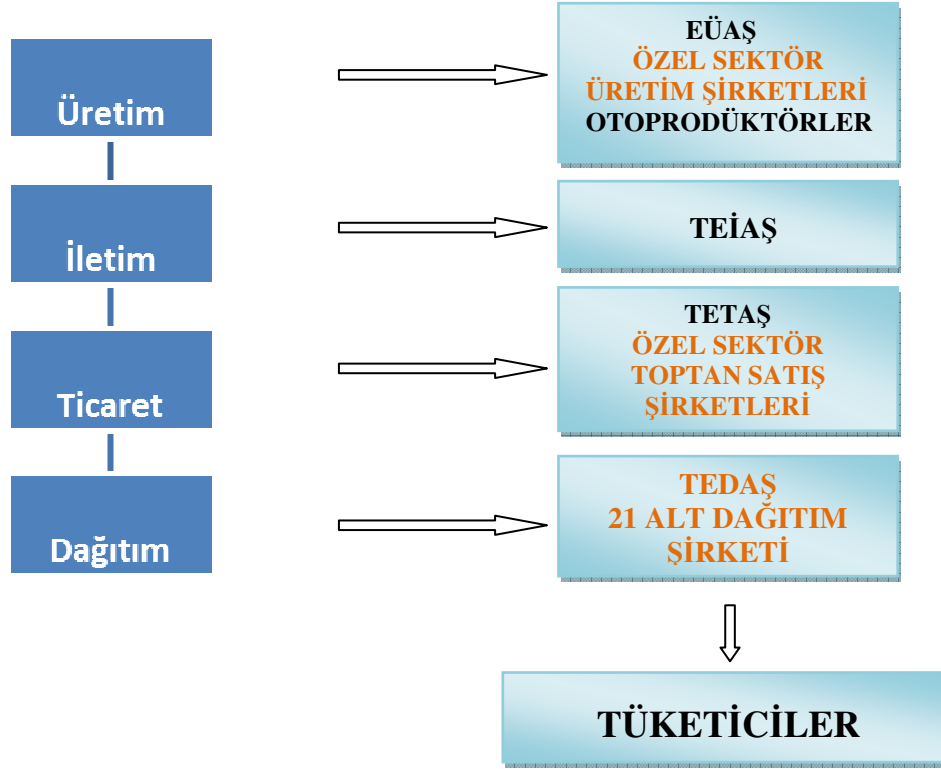
Şekil 2.9. TEK'in Faaliyet Ayrışması



Kaynak: Yakup Kul, "Türkiye Elektrik Piyasasında Fiyat Mekanizması", T.Kalkınma Bankası Uzmanlık Tezi s.26'dan derlenerek oluşturulmuştur.

Yapılan düzenleme ile elektrik üretimi, iletimi ve dağıtım faaliyetlerini bünyesinde toplamış Türkiye Elektrik Kurumu'nu üç ayrı kamu kurumu şeklinde yapılandırılmıştır. Sadece iletim faaliyeti kamunun elinde tutulup üretim ve dağıtım faaliyetlerinin zaman içinde tamamen özelleştirilmesi amaçlanmıştır.

Şekil 2.10. 4628 Sayılı Yasa Sonrası Hedeflenen Piyasa Yapısı



Kaynak: Yakup Kul, "Türkiye Elektrik Piyasasında Fiyat Mekanizması", T.Kalkınma Bankası Uzmanlık Tezinden s.31'den derlenerek oluşturulmuştur.

4628 sayılı Kanun uyarınca elektrik sektöründe yapılacak regülasyonlardan sorumlu olarak Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu kurulmuştur. 2001 yılında yürürlüğe giren Doğalgaz Piyasası Kanunu⁹⁰ ile kurumun adı Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) şeklinde değiştirilmiş ve elektrik sektöründeki düzenleme görevine ek olarak doğalgaz sektörü de eklenmiştir. EPDK'ya 2003 yılında petrol piyasasını ve 2005 yılında da sıvılaştırılmış petrol gazları (LPG) piyasasını yönlendirme, gözetim, düzenleme ve denetleme görevleri verilmiştir.

EPDK'nın temel görevi; elektriğin, doğalgazın, petrolün ve LPG'nin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için rekabet ortamında özel hukuk

⁹⁰ 4646 Sayılı ve 18.04.2001 Tarihli "Doğalgaz Piyasası Kanunu", Resmi Gazete 24390, 02.05.2001.

hükümlerine göre faaliyet gösterebilecek, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir enerji piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin yapılmasıdır.

4628 sayılı Kanun ile oluşturulan hukuki çerçeve ile elektrik arzındaki tekelleri kaldırılarak EPDK'nın düzenleme ve denetimi altında, elektrik piyasasında iletim faaliyeti dışındaki tüm faaliyetlerin rekabete açılması ve doğal tekellerin EPDK tarafından düzenlenmesi amaçlanmıştır.

EPDK, tüzel kişilerin yetkili oldukları faaliyetleri ve bu faaliyetlerden kaynaklanan hak ve yükümlülüklerini tanımlayan elektrik üretim, iletim ve dağıtım lisansları verilmesinden, piyasa ihtiyaçlarını dikkate alarak serbest olmayan tüketicilere yapılan elektrik satışında uygulanacak fiyatlandırma esaslarını tespit etmekten sorumlu tutulmuştur.

4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun amaçladığı elektrik satış fiyatlarının serbest piyasada oluşturulması mekanizması, 2009 yılında çıkarılan Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği⁹¹ (DUY) ile uygulanmaya çalışılmıştır.

4628 sayılı Kanun çerçevesinde ve TEİAŞ bünyesinde faaliyette bulunmak üzere piyasa işletmesi olarak Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi (PMUM) kurulmuştur. PMUM, "Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği" hükümleri doğrultusunda gerçekleşen elektrik enerjisi alım-satımları ile sözleşmeye bağlanmış miktarlar arasındaki farkları esas alarak piyasada faaliyet gösteren tüzel kişilerin borçlu ya da alacaklı oldukları tutarları hesaplamak suretiyle mali uzlaştırma sistemini çalıştırmaktadır. PMUM, gün öncesi piyasasını çalıştırmakla görevli birimdir.

EPDK'nın ilgili kararı ile 01.12.2011 tarihi itibarıyla elektrik satış piyasasında "Gün Öncesi Piyasası Uygulaması"na geçilmiştir. Gün

91 "Elektrik Piyasası Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği", Resmi Gazete 27200, 14.04.2009.

Öncesi Piyasası, bir gün sonrası teslim edilecek elektrik enerjisi alış satış işlemleri için kurulan ve PMUM tarafından işletilen organize toptan elektrik piyasasını ifade etmektedir. Böylece toptan satış piyasası uygulamasının nihai aşamasına geçilmiştir.

4628 sayılı yasının temel amaçlarından biri, ÷lkede rekabetçi bir elektrik piyasa yapısı oluşturularak elektrik satış fiyatlarının düşür÷lmesidir. PMUM bünyesinde oluşan ve üreticinin dağıtıcıya satış fiyatını ifade eden toptan elektrik satış fiyatları, yıllık ortalama olarak 2008'den itibaren düşüş göstermektedir. Öyle ki 2008 yılında 15,8 kuruş/kWh olan ortalama fiyat, 2011 yılında 13,4 kuruş/kWh düzeyinde gerçekleşmiştir.⁹² Ne var ki toptan satış fiyatlarındaki bu düşüş, nihai tüketici için anlam ifade eden perakende satış fiyatına yansıtılmamıştır. Meskenler için perakende satış fiyat ortalaması 2007 yılı sonunda 15,8 kuruş/kWh iken 2011 yılı sonunda 29,9 kuruş/kWh düzeyinde gerçekleşmiştir.⁹³ Perakende satış fiyatlarında son yıllarda oluşan bu artışın nedeni; elektrik faturalarının önemli kalemleri arasında yer alan perakende, iletim ve dağıtım hizmet bedellerinde yapılan yüksek oranlı zamlardır.

2013 yılı başı itibariyle yeni elektrik piyasası kanunu tasarısı, ilgili alt komisyonda görüş÷lmektedir. 2013 yılı içinde yasalaşması durumunda özellikle toptan elektrik satış piyasasında önemli değişiklikler yaratacaktır. Bunlardan en önemlisi, elektrik borsasının kurulmasıdır. Tasarıya göre Elektrik Piyasaları İşletme Anonim Şirketi (EPIAŞ) adıyla kurulması planlanan TEİAŞ'nin piyasa işletim yetkilerini alacak. Düzenleme ile PMUM kaldırılmaktadır. Tasarı 2012 yılı aralık ayı itibariyle TBMM'ye sevk edilmiştir.⁹⁴ Tasarının 2013 yılında yasalaşması beklenmektedir.

92 Yıllık ortalama toptan elektrik satış fiyatları, PMUM'un gün öncesi piyasasında oluşan aylık ortalama elektrik toptan satış fiyatlarının aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

93 DEKTMK 2011 Enerji Raporu, s.157.

94 <http://www.enerjiensitusu.com>, Erişim : 20.12.2012.

Türkiye elektrik şebeke sisteminin Avrupa Şebekeleri Elektrik İletim Sistem İşletmecileri (ENTSO-E) şebekesi ile paralel çalışması sistemi hakkında 2000 yılından itibaren süren çalışmalar 2010 yılında sonuçlanmıştır. 18 Eylül 2010 tarihinde bağlantı gerçekleşmiş olup yeni sistem kapsamında 2011 yılı haziran ayından itibaren Bulgaristan ve Yunanistan ile karşılıklı elektrik enerjisi ticareti yapılmaktadır.

Elektrik piyasasında küçük ölçekli üretim yapan kesime kolaylık sağlamak amacı ile 2012 yılı aralık ayında “Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik”⁹⁵ son haliyle yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğe göre 500 kW kurulu gücün altında bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri ile mikro kojenerasyon tesislerinden elektrik üretecek gerçek ve tüzel kişilerin şirket kurmadan ve EPDK’dan lisans almaksızın elektrik üretim faaliyetinde bulunmasına olanak sağlanmıştır.

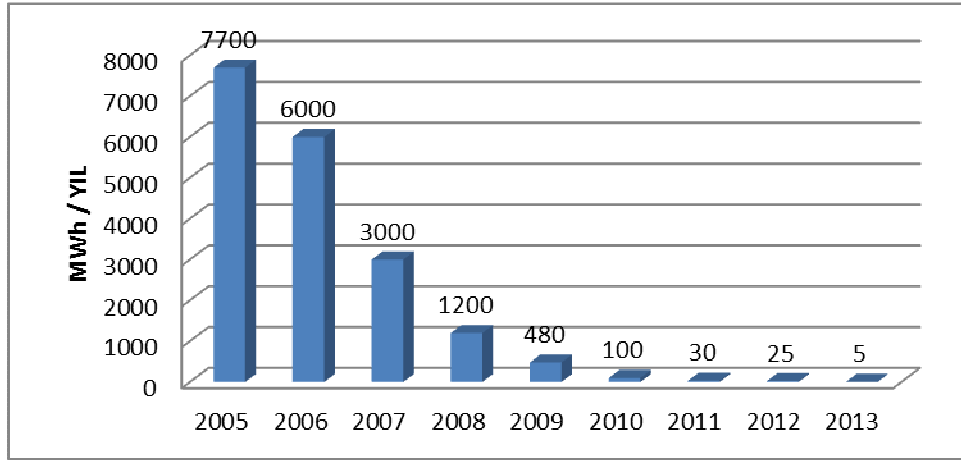
01.02.2013 tarihinde yürürlüğe giren EPDK Kurul Kararı⁹⁶ ile serbest tüketici limiti yılda 25.000 kWh’den 5.000 kWh’e düşürülmüştür. Serbest tüketici, tedarikçisini seçme serbestisine sahip gerçek veya tüzel kişidir. Söz konusu düzenlemenin anlamı, yılda 5.000 kWh’in üzerinde elektrik tüketimi olan gerçek veya tüzel kişilerin tedarikçisini kendisinin seçebilmesidir. Bu düzenleme, 2001 yılından itibaren serbestleştirilmesi amaçlanan elektrik piyasasına ilişkin önemli bir uygulamadır. Böylece piyasada rekabetin artması ve perakende elektrik fiyatlarının aşağı çekilmesi amaçlanmaktadır.

Şekil 2.11’de 2005-2013 yılları arasında serbest tüketici limitinin gelişimi verilmektedir.

95 “Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik”, Resmi Gazete : 28513, 30.12.2012.

96 24.01.2013 Tarih, 4250 numaralı EPDK Kurul Kararı, Resmi Gazete 28546, 01.02.2013.

Şekil 2.11. Serbest Tüketici Limitinin Gelişimi



Kaynak: EPDK Kararlarından yararlanılarak oluşturulmuştur.

Şekil incelendiğinde serbest tüketici limitinin 2005 yılından itibaren her yıl düşürüldüğü görülmektedir. Söz konusu uygulama ile daha çok sayıda elektrik tüketicisinin tedarikçisini seçmesine imkan tanınmaktadır.

Elektrik sektöründe serbestleşme ile serbest piyasa modelinin benimsendiği ve kamunun sektörde yeni yatırımlarını azalttığı 2001-2011 arası dönemde elektrik üretimi 125 milyar kWh'den 228,4 milyar kWh'e yükselmiştir. Dönem boyunca üretim %82,4 oranında artmıştır.

2.4. TÜRKİYE'DE ELEKTRİK SEKTÖRÜNÜN EKONOMİK YAPISI VE ARZ-TALEP DENGESİ

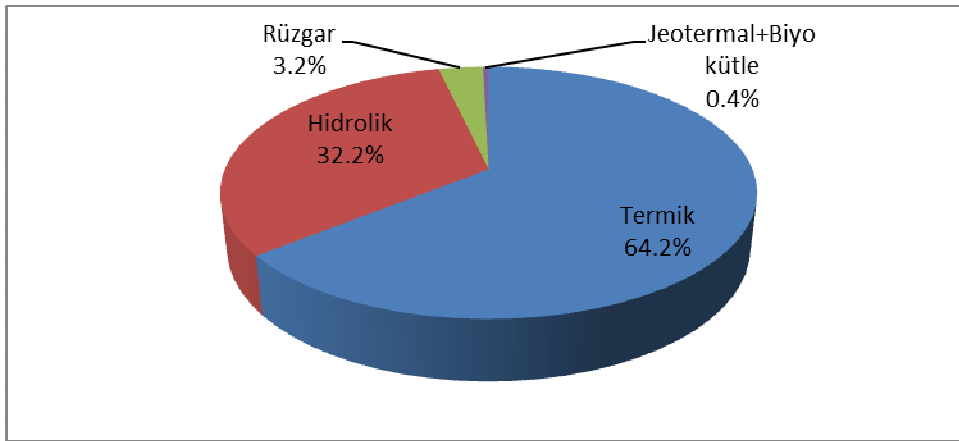
Türkiye'de elektrik piyasasındaki tüm faaliyetler, piyasanın düzenlenme ve denetlenmesinden sorumlu EPDK tarafından ve bu kurumun verdiği lisanslar kapsamında yürütülmektedir. Her bir piyasa faaliyeti ve faaliyetin yürütüldüğü her bir tesis/bölge için ayrı lisans alınması gerekmektedir. Lisanslar hiçbir şekilde devredilememektedir. Elektrik üretim, iletim ve dağıtımına ilişkin lisanslar, minimum 10 yıl olmak üzere 49 yıla kadar verilebilmektedir.

2.4.1. Kurulu Güç

Saat başına elektrik üretme kapasitesini ifade eden kurulu güç, Türkiye’de 1923 yılında 32,8 MW iken 2011 yılı sonu itibariyle 53.235 MW’a ulaşmıştır.

Şekil 2.12’de 2011 yılı itibariyle Türkiye’de elektrik enerjisi kurulu gücü kaynaklar bazında gösterilmektedir.

Şekil 2.12. Kaynaklar Bazında Elektrik Kurulu Gücü (2011)



Kaynak: TEİAŞ verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Toplam kurulu gücün %64,2’si termik, %32,2’si hidrolik, %3,2’si rüzgar, %0,4’ü jeotermal ve biyokütle-çöpgazı kaynaklıdır. Termik güç santrallerinin bir çeşidi olan doğalgaz çevrim santrallerinin kurulu güçteki payı %37,3’dür.

Türkiye’de son yıllarda rüzgar enerjisinden elektrik üretimine ilişkin yatırımlarda kayda değer bir artış gözlenmektedir. 2004 yılı itibariyle sadece 18 MW düzeyinde olan rüzgar enerjisi kurulu gücü, 2011 yılı sonunda 1.729 MW’a ulaşmıştır.

Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi’ne göre 2023 yılına kadar tüm yerli kömür ve hidrolik potansiyelinin kullanılması, elektrik üretiminde doğalgaz payının %30’un altına düşürülmesi, ekonomik anlamda değerlendirilebilecek hidroelektrik potansiyelinin

tamamının kullanılması, rüzgar kurulu gücünün 20.000 MW'a, jeotermal kurulu gücünün 600 MW'a çıkarılması hedeflenmektedir.

Tablo 2.2'de elektrik kurulu gücünün cumhuriyetin kuruluşundan itibaren gelişimi verilmektedir. Tablodan görüldüğü üzere Türkiye'nin elektrik kurulu gücü, termik güç santralleri ağırlıklıdır. Bununla birlikte 2005 yılından itibaren artan rüzgar santral yatırımları ile rüzgar güç santrali kapasitesi 2011 yılı sonunda 1729 MW'a ulaşmıştır. Jeotermal kaynaklı santrallerin kapasitesi ise 114 MW'dır.

2011 yılı sonu itibariyle toplam kurulu gücün %64,2'si termik güç santrallerinden, %32,2'si hidroelektrik santrallerinden oluşmaktadır.

Tablo 2.2. Türkiye Elektrik Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi (MW)

Yıllar	Termik	Hidrolik	Rüzgar + Jeotermal	TOPLAM
1923	32,7	0,1	-	32,8
1930	74,8	3,2	-	78,0
1950	389,9	17,9	-	407,8
1970	1.509,5	725,4	-	2.234,9
1990	9.535,8	6.764,3	17,5	16.317,6
2000	16.052,5	11.175,2	36,4	27.264,1
2005	25.902,3	12.906,1	35,1	38.843,5
2010	32.278,5	15.831,2	1.414,4	49.524,1
2011	34.139,7	17.137,0	1.842,9	53.235,4

Kaynak : T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Türkiye'de Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) ile birlikte özel sektörün de elektrik üretimi, dağıtımı ve ticareti yapabilmesine, dolayısıyla sektörde kamu dışındaki yapılanmaya izin verildiği yasal olarak izin verilmeye başlandığı yıl olan 1984'de kamu santralleri kurulu gücünün toplamdaki payı %85 iken elektrik piyasasında serbestleşmeyi amaçlayan

4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girdiği 2001 yılında Türkiye elektrik kurulu gücünde kamunun payı %74,3'e, 2010 yılı sonu itibariyle ise %48,9'a düşmüştür.

Devreye alınan yeni santraller ile birlikte 2012 yılı sonu itibariyle toplam kurulu güç 57.070 MW'a ulaşmıştır.⁹⁷

2.4.2. Üretim

Türkiye'de toplam elektrik üretimi, cumhuriyetin kuruluşundan günümüze kurulu güce paralel olarak artış göstermiştir. Tablo 2.3'de elektrik üretiminin gelişimi verilmektedir.

Tablo 2.3. Türkiye Elektrik Üretimi (GWh)

Yıllar	Termik	Hidrolik	Jeotermal + Rüzgar	TOPLAM
1923	44,3	0,2	-	44,5
1930	104,4	1,9	-	106,7
1950	759,4	30,1	-	789,5
1970	5.590,2	3.032,8	-	8.623,0
1990	34.315,3	23.147,6	80,1	57.543,0
2000	93.934,2	30.878,5	108,9	124.921,6
2005	122.242,3	39.560,5	153,4	161.956,2
2008	164.139,3	33.269,8	1.008,9	198.418,0
2009	156.923,5	35.958,4	1.931,1	194.813,0
2010	155.827,5	51.795,5	3.584,7	211.207,7
2011	170.913,7	52.067,2	5.424,6	228.405,6

Kaynak: TEİAŞ

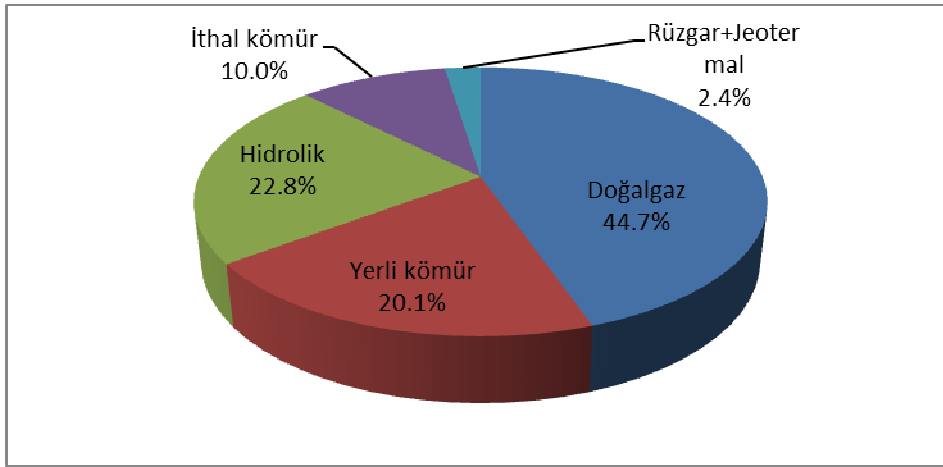
Tablo 2.3'den görüldüğü üzere 2009 yılında küresel ekonomik krizin yarattığı talep daralması nedeniyle toplam elektrik üretimi 2008 yılına göre %1,9 oranında azalarak 194.813 GWh değerinde

⁹⁷ <http://www.enerjienstitusu.com>, Erişim : 29.01.2013

gerçekleşmiştir. Elektrik üretimi 2010 ve 2011 yıllarında yüksek sayılabilecek bir oran olarak %8'in üzerinde artmış ve 2011'de 228.405 GWh düzeyinde gerçekleşmiştir.

Şekil 2.13'de 2011 yılında Türkiye'de elektrik üretiminin kaynak yapısı gösterilmektedir.

Şekil 2.13. Kaynaklar Bazında Elektrik Üretimi (2011)



Kaynak: TEİAŞ verilerden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Kaynaklar bazında incelendiğinde 2011 yılında toplam elektrik üretiminin %44,7'si doğalgazdan, %22,8'si hidroelektrikten, %20,1'i yerli kömürden, %10'u ithal kömürden, %2,4'ü rüzgar enerjisi ve jeotermal enerjiden sağlanmıştır.⁹⁸

2008 yılı elektrik üretiminde %49,7 olan doğalgazın payı 2011'de %44,7'ye düşmüştür. Bu durum kuşkusuz olumlu bir gelişme olmakla birlikte %98 oranında ithal bir enerji kaynağı olan doğalgazın elektrik üretiminde bu derece yüksek oranda kullanılması, enerji arz güvenliği ve ülke ekonomisi açısından risk içermektedir.

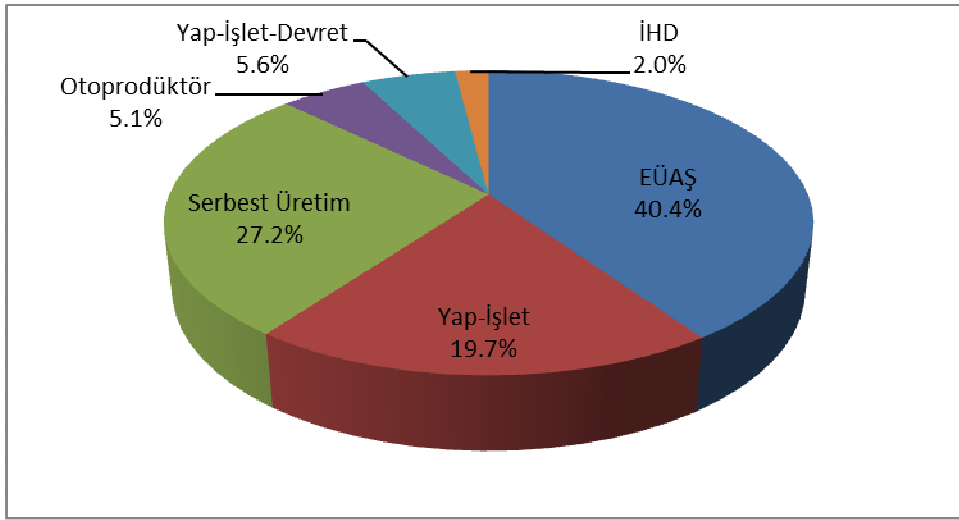
2005-2008 yılları arasında hidroelektrik üretimi düşmüş, 2008'den itibaren ise artmaya başlamıştır. 2010 yılında 2009'a göre hidroelektrik üretimi %44 oranında yükselerek 51.795 GWh'e ulaşmış, 2011 yılında ise

⁹⁸ TEİAŞ Yük Tevzi Dairesi, Ocak 2012

binde 5 artarak 52.067 GWh düzeyinde gerçekleşmiştir. Son yıllarda rüzgar enerjisine yapılan yatırımlar ile bu kaynaktan elde edilen elektriğin toplamdaki payı artmıştır.

Şekil 2.14'de 2011 yılında Türkiye elektrik enerjisi üretiminin üretici kuruluşlara göre payları gösterilmektedir.

Şekil 2.14. Elektrik Üretiminin Kuruluşlara Göre Dağılımı (2011)



Kaynak: TEİAŞ verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

2011 yılında toplam üretimin %40,4'ü EÜAŞ, %27,2'si serbest üretim yapan kesimden, %18,9'u Yap-İşlet modelindeki santraller tarafından, %5,6'sı Yap-İşlet-Devret (YİD) modelindeki santrallerce, %5,1'i otoprodüktörler tarafından, %2'si ise İşletme Hakkı Devri (İHD) modelindeki santraller tarafından gerçekleştirilmiştir.

Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girdiği 2001 yılında TEİAŞ verilerine göre Türkiye elektrik üretiminde kamunun payı %70,4 iken 2010 yılı sonu itibarıyla %45,2'ye düşmüştür.

2.4.3. Talep, Tüketim ve Dış Ticaret :

Türkiye'de elektrik üretimine paralel olarak 2001-2011 yılları arasında elektrik üretim, ithalat-ihracat ve brüt talep yükselmiştir. Brüt

elektrik talebi, elektrik üreten santrallerin kendi iç tüketim miktarlarını yani santrallerin iç ihtiyaçlarını da içermektedir. Ne var ki sisteme verilen elektriğin tamamı tüketicilere ulaşmamaktadır. Aradaki fark, iletim ve dağıtım kayıpları dolayısıyla sistemde oluşan şebeke kayıplarıdır.

Tablo 2.4’de Türkiye’de bu dönem arasındaki elektrik üretim, talep ve dış ticaret verileri yer almaktadır.

Tablo 2.4. Elektrik Enerjisi Üretim, İthalat, İhracat ve Brüt Talebi (GWh)

Yıllar	Brüt Üretim	İthalat	İhracat	Brüt Talep*
2001	122.725	4.579	433	126.871
2002	129.398	3.588	435	132.554
2003	140.581	1.158	588	141.151
2004	150.698	464	1.144	150.018
2005	161.957	636	1.798	160.795
2006	176.300	573	2.236	174.637
2007	191.558	864	2.422	190.000
2008	198.418	789	1.122	198.085
2009	194.813	812	1.546	194.079
2010	211.208	1.144	1.918	210.434
2011	228.405	3.833	4.747	229.320

Kaynak: TEİAŞ

* Brüt Talep = Brüt Üretim + İthalat – İhracat

Tablo 2.4’deki verilerden görüldüğü üzere elektrik talebinin büyük kısmı üretimden karşılanmaktadır. Elektrik ithalat miktarı nispeten yüksek olduğu dönemlerde dahi brüt talebin %4’ünü geçmemektedir. Son yıllarda ağırlıklı olarak Gürcistan ve Türkmenistan’dan elektrik ithal edilmektedir.

Tablo 2.4’deki veriler incelendiğinde brüt elektrik talebinin, üretime paralel olarak 2009 yılındaki ekonomik küçülme nedeniyle düştüğü gözlenmektedir. Türkiye ekonomisinin %4,5 oranında küçüldüğü 2009 yılında 2008’e göre brüt talep %2 oranında düşerek 194.079 GWh

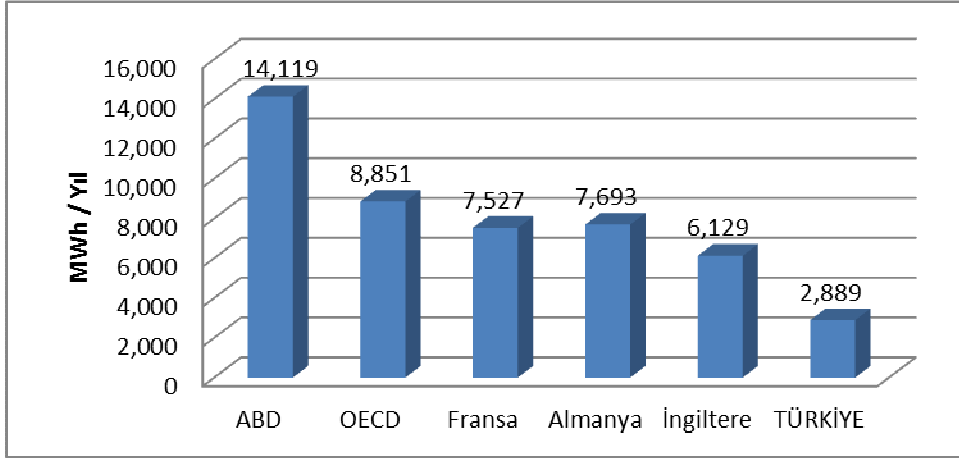
düzeyinde gerçekleşmiştir. 2011 yılında ise brüt talep (tüketim) 229.320 GWh'e ulaşmıştır.

Temel parametreler olarak Türkiye'deki nüfus artış hızı, sanayi üretimi ve diğer tüm ekonomik gelişmeler dikkate alındığında yapılan resmi elektrik talep tahmini çalışmalarına göre önümüzdeki on yıllık dönemde talebin ortalama %6,5 ile %7,5 oranları arasında artması beklenmektedir. Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ)'nin üretim kapasitesinden yola çıkarak yaptığı 10 yıllık talep projeksiyonuna göre toplam brüt elektrik talebinin 2020 yılında düşük talep senaryosuna göre 398.100 GWh, yüksek talep senaryosuna göre ise 433.900 GWh düzeyine ulaşacağı hesaplanmaktadır.

Türkiye'de üretilen elektriğin sektörel kullanımına incelendiğinde TEİAŞ verilerine göre toplam elektriğin %45'inin sanayide, %25'inin meskenlerde, %16'sının ticari faaliyetlerde, kalan %14'ünün ise diğer hizmet faaliyetlerinde değerlendirildiği görülmektedir.

Kişi başına elektrik tüketimi, ülkeler açısından önemli bir sosyo ekonomik gelişmişlik göstergesidir. Şekil 2.15'de seçilmiş ülkelerin 2009 yılına ilişkin kişi başı elektrik tüketim değerleri verilmektedir.

Şekil 2.15. 2010 Yılı Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi



Kaynak: IEA Statistics, Electricity Information, 2012'den yararlanılarak oluşturulmuştur.

Türkiye, 2010 yılında gerçekleştirdiği yıllık 2.899 MWh kişi başı elektrik tüketimi ile OECD ülkeleri ortalaması olan 8.851 MWh'in oldukça altında bir değere sahiptir.

2.4.4. Türkiye'de Enerji İthalatı-Cari İşlemler Açığı İlişkisi

Türkiye, 2011 yılı itibariyle enerji üretiminin %73'ünü ithalat ile karşılamıştır. Bu oran, enerji alanında Türkiye'nin ne derece yüksek oranda dışa bağımlı olduğunu göstermektedir.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nin standart uluslararası ticaret sınıflamasına göre enerji sektörü dış ticaret hesaplamaları; petrol, petrolden elde edilen ürün, doğalgaz, mamül gaz, taş kömürü, kok kömürü, biriket kömürü ile elektrik enerjisi ticaret verilerini içermektedir.

Tablo 2.5.'de 2003-2012 yılları arasında Türkiye'nin net enerji ithalatı ile cari işlemler hesabı değerleri verilmektedir.

Tablo 2.5. Cari Açık - Net Enerji İthalatı (Milyar dolar)

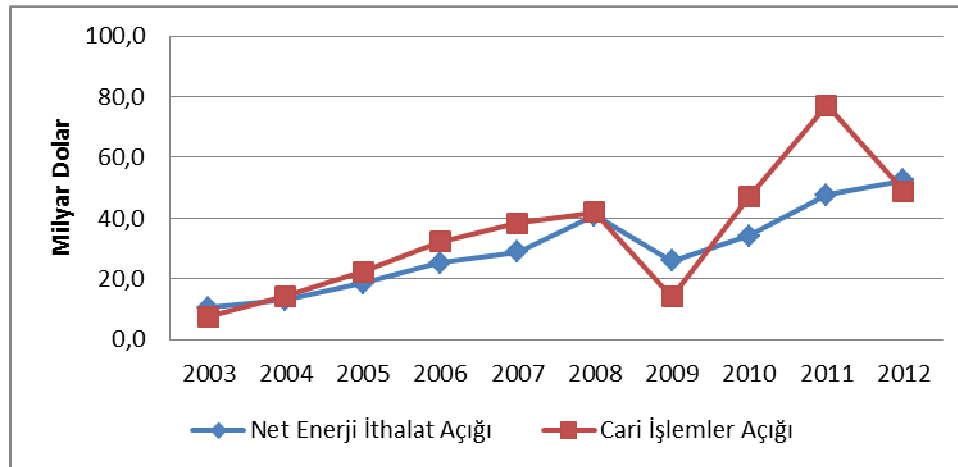
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enerji İhracatı	1,0	1,4	2,6	3,5	5,1	7,5	3,9	4,4	6,5	7,7
Enerji İthalatı	11,5	14,4	21,2	28,8	33,9	48,3	29,9	38,5	54,1	60,1
Net Enerji İthalatı	10,5	13,0	18,6	25,3	28,8	40,8	26,0	34,1	47,6	52,4
Cari İşlemler Dengesi	-7,5	-14,4	-22,3	-32,2	-38,4	-41,9	-14,0	-47,1	-77,1	-48,8

Kaynak: TÜİK ve TCMB verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Türkiye'nin net enerji ithalatı, 2003 yılındaki 10,5 milyar dolar düzeyinden sürekli artarak 2008 yılında 40,8 milyar dolara ulaşmıştır. Net enerji ithalatı, 2009 yılında küresel ekonomik krizin etkisi ile oluşan ithalat daralması sonucunda 26 milyar dolara düşmüş olsa da 2010 yılından itibaren tekrar artış göstermiş ve 2012'de 52,4 milyar dolar düzeyinde gerçekleşmiştir. 2012 yılı verisine ilişkin dikkat çekici unsur, bu yılda düşen cari işlemler açığına rağmen net enerji ithalatının yükselmeye devam etmesidir.

Tablo 2.5.'deki veriler incelendiğinde net enerji ithalatı ile cari işlem açığı arasında 2012 yılı hariç tutulduğunda güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu ilişki son on yıl içinde oldukça güçlenmiş ve enerji ithalatı, artan cari açığın temel unsuru haline gelmiştir. 2012 yılında net enerji ithalatı, cari açıktan daha yüksek bir değer almıştır.

Şekil 2.16'da 2003-2012 dönemi arası net enerji ithalatı ile cari işlemler açığı değerleri verilmektedir.

Şekil 2.16. Cari Açık - Net Enerji İthalatı

Kaynak: TÜİK ve TCMB verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

2.5. TÜRKİYE’DE YENİLEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARI VE FİNANSMANI

Türkiye’nin artan enerji ihtiyacının karşılanmasında sektöre yapılan kamu ve özel sektör yatırımlarının hacmi ve bunların nasıl finanse edildiği büyük önem taşımaktadır. Aşağıda devlet tarafından sektöre verilen teşviklerin içeriği ve parasal büyüklüğü ile bankacılık sektörünün kredi kanalı ile sektöre yaptığı finansman desteği kısaca açıklanmaktadır.

2.5.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Uygulanan Yatırım Teşvikleri

Devletin özel sektör yatırımlarına uyguladığı teşvik mevzuatı, 2012 yılında revize edilmiş ve “Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar”⁹⁹ kapsamında yürütülmektedir. Enerji sektörü yatırımları da bu teşvik mevzuatı kapsamında değerlendirilmektedir. Mevzuat gereğince Türkiye, gelişmişlik farklılıklarına göre altı bölgeye ayrılmıştır. Buna göre büyük ölçekli enerji sektörü yatırımlarına şu teşvikler uygulanmaktadır :

99 3305 Sayılı “Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar”, Karar Tarihi: 15.06.2012, Resmi Gazete Tarih ve Sayısı: 19.06.2012 / 28328

- Gümrük vergisi muafiyeti
- Teşvik belgesi kapsamında uygun görülen makine ve teçhizatın ithalatında Katma Değer Vergisi (KDV) istisnası
- Vergi indirimi
- Sigorta primi işveren hissesi desteği
- Yatırım yeri tahsis
- Faiz desteği (3,4,5 ve 6.bölgedeki yatırımlar için)
- Gelir vergisi stopajı desteği (6.bölgedeki yatırımlar için)
- Sigorta primi desteği (6.bölgedeki yatırımlar için)

Tablo 2.6.'da 2007-2012 yılları arasında Türkiye'de enerji sektörüne yönelik teşvik bilgileri verilmektedir.

Tablo 2.6. Yeni Yatırım ve Modernizasyon Kapsamında Enerji Sektörüne Yönelik Teşvik Bilgileri

	Belge Sayısı (Adet)	Sabit Yatırım Tutarı (Milyar TL)	İstihdam (Kişi)
2007	105	4,6	4.949
2008	158	11,5	5.468
2009	127	11,3	2.305
2010	165	9,5	3.017
2011	214	15,3	4.647
2012	198	12,5	3.503

Kaynak: T.C. Ekonomi Bakanlığı, Teşvik ve Uygulama Genel Müdürlüğü verilerinden derlenerek oluşturulmuştur.

2007 yılında 105 adet olan yatırım teşvik belge sayısı, 2012 yılı itibariyle 198 adet düzeyinde gerçekleşmiştir. Teşvik belgelerine yansıyan sabit yatırım tutarı ise son beş yılda dalgalı bir seyir izlemiştir. 2009 yılında yaşanan ekonomik küçülmenin etkisi ile düşüş gösteren sabit yatırım büyüklüğü 2011 yılında tekrar artmış, 2012 yılında ise azalarak 12,5 milyar TL düzeyinde gerçekleşmiştir.

2011 yılında sabit yatırım tutarı olarak yenilenebilir enerjiye yönelik teşviklerin toplam enerji sektörüne verilen teşviklere oranı %48'dir. Enerji sektörüne verilen teşviklerin neredeyse yarısının yenilenebilir enerji yatırımlarına aktarıldığı görülmektedir.

2.5.2. Türk Bankacılık Sektörünün Enerji Sektörü Kredi Bilgileri

Türkiye'de yüksek oranda artan enerji sektörü yatırımlarına finansman desteği, temel olarak bankacılık sektörü tarafından verilmektedir. Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) sektör kredi bilgilerinde enerji sektörü; Elektrik, Gaz ve Su Kaynakları Üretim Dağıtım adı altında yer almaktadır. Tablo 2.7.'de 2003-2012 dönemi arasında sektöre kullandırılan krediler vade ayırımı yapılarak ifade edilmiştir.

Tablo 2.7. Elektrik, Gaz ve Su Kaynakları Üretim Dağıtım Sektörü Kredi Bilgileri (Bin TL)

	Kısa Vadeli Nakdi Krediler	Orta ve Uzun Vadeli Nakdi Krediler	Sektörün Toplam Nakdi Kredileri
2003	145.258	384.626	536.580
2004	140.823	533.658	678.250
2005	138.392	742.961	883.362
2006	509.426	1.389.148	1.902.166
2007	1.115.087	2.047.067	3.168.238
2008	1.281.680	5.617.981	6.911.567
2009	1.424.810	8.598.177	10.054.929
2010	2.108.853	14.147.895	16.289.145
2011	2.130.410	23.731.297	25.892.363
2012	2.942.126	28.684.724	31.673.554

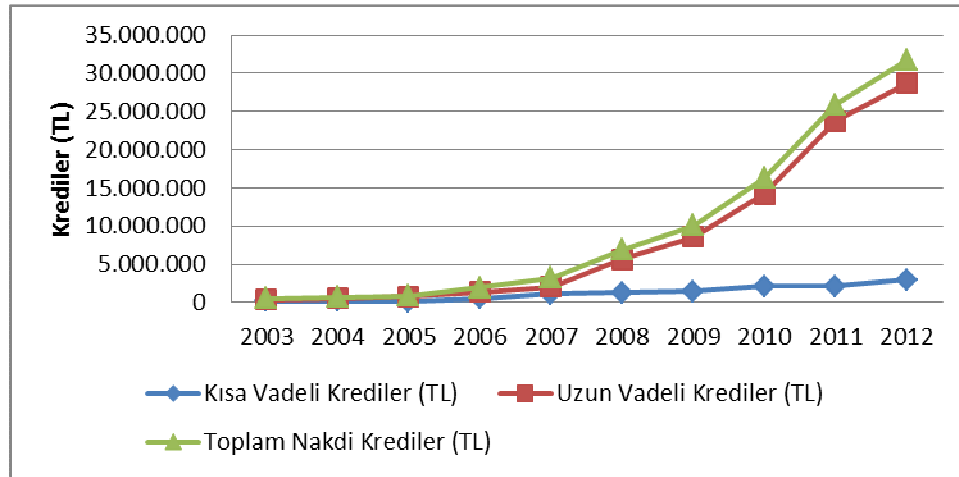
Kaynak: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK), Türk Bankacılık Sektörü Aylık Bülteni'nden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Enerji yatırımları termin süresinin uzun oluşu, sektöre kullandırılan kredilerin de daha çok uzun vadeli olmasını gerektirmektedir. Öyle ki 2012 yılında sektöre kullandırılan toplam nakdi kredilerin %90,5'i orta ve uzun vadelidir.

2012 yılı sonu itibariyle sektöre kullandırılan kredi tutarı, bankacılık sektörü toplam nakdi kredi stokunun yaklaşık %4'ünü oluşturmaktadır. Tablo 2.7.'den görüldüğü üzere sektöre kullandırılan kredilerde ciddi artış gözlenmektedir. 2006 yılına kadar 1 milyar TL'nin altında olan enerji sektörüne kullandırılan krediler, 2012 yılı sonunda 31,6 milyar TL'ye ulaşmıştır.

Şekil 2.17'de Türkiye'de 2003-2012 yılları arasında enerji sektör kredilerinin gelişimi verilmektedir.

Şekil 2.17. Enerji Sektör Kredilerinin Gelişimi



Kaynak: BDDK, Türk Bankacılık Sektörü Aylık Bülteni'nden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Türkiye'de enerji sektörü yatırımlarına bankalarca yapılan uzun vadeli finansman desteği genel olarak Dünya Bankası ve Avrupa Yatırım Bankası kaynakları kullandırılarak yapılmaktadır. Bu kaynaklar, yatırım maliyetinin belli bir oranını finanse etmektedir. Söz konusu kaynakların önemli bir kısmı Türkiye Kalkınma Bankası ve Türkiye Sınai Kalkınma

Bankası tarafından proje finansmanı sistemi çerçevesinde yatırım termin süresi bitimine kadar anapara geri ödemesiz ve uzun vadeli olarak kullanılmaktadır. Bu krediler, Hazine Müsteşarlığı garantörlüğünde tahsis edilmektedir. Bununla birlikte son dönemde mevduat bankaları da sektöre uzun vadeli kredi tahsisleri gerçekleştirmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümü, uygulama içermekte olup bu bölümde Türkiye'nin elektrik tüketim tahminine ilişkin öngörü modeli yer almaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİM TAHMİNİ

VE YENİLEBİLİR ENERJİ

Bu bölüm uygulamalı analiz içermektedir. Bu kapsamda Türkiye'nin 2020 yılına kadar yıllık brüt elektrik tüketimi tahmin edilmekte ve yapılan tahminler, resmi öngörüler ile karşılaştırılmaktadır. Buradan hareketle Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikaları tartışılacaktır. Elektrik tüketim tahmini için “ Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA-Autoregressive Integrated Moving Average)” modeli kullanılmıştır.

3.1. ELEKTRİK TÜKETİM TAHMİNİNE İLİŞKİN LİTERATÜR

Bir ülkenin geleceğe yönelik enerji talep tahmininin anlamlı ve doğru bir şekilde yapılması, ülkenin enerji politikalarının oluşumunda büyük önem arz etmektedir. Tahmin sonuçları ışığında ülkenin enerji talebinin nasıl karşılanabileceği araştırılıp yatırım kararları verilmektedir. Her sektörde olduğu gibi enerji sektöründe de gelecekteki tüketim tahminlerine göre ihtiyaç duyulan yatırımların hacmi belirlenmeye çalışılır.

Öngörü yapmak, aynı zamanda bir belirsizlik durumunu da içermektedir. Tahminler, yapıldıkları güncel koşulları yansıttıklarından dolayı sektörde ve/veya ülke ekonomisinde yaşanan her hangi bir kriz, tahmin edilen değerleri tamamen anlamsız kılabilir. Buna en yakın örnek Türkiye'nin 2009 yılı elektrik enerjisi tüketimidir. Küresel ekonomik krizin etkilerinin en belirgin olarak yaşandığı ve dünya elektrik üretiminin binde 6 oranında düştüğü 2009 yılında Türkiye elektrik tüketimi yaklaşık %2 oranında azalmıştır. Buna bağlı olarak da 2009 yılı öncesinde yapılan resmi elektrik tüketim öngörülerinin tümü geçerliliğini yitirmiştir. Bu yüzden Türkiye için 2010 yılından itibaren yapılan resmi öngörüler, 2009'daki ekonomik küçülmeden dolayı revize edilmiştir.

Türkiye'ye ilişkin yapılan elektrik tüketim tahminlerine dayalı literatür incelendiğinde yapılan analizlerde genetik algoritma, yapay sinir ağları, gri tahmini, ARIMA (Box-Jenkins yöntemi), çift üstel düzeltme yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir.

Selçuk (2010), çift üstel düzeltme ve ARIMA yöntemleri ile Türkiye'nin 2007-2020 yılları arası enerji talep tahminini yapmış ve bulduğu sonuçları Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapılan Model for Analysis of Energy Demand (MAED) sonuçları ile karşılaştırmıştır. Öngörü yöntemi olarak Çift Üstel Düzeltme ve ARIMA modellerini kullanmıştır. Her iki model de enerji tüketim tahminleri, MAED sonuçlarından düşük çıkmıştır.

Akay ve Atak (2006), gri tahminle 2007-2015 yılları arası Türkiye'nin brüt toplam ve sanayi sektörü elektrik tüketimini tahmin etmiştir. Tahminler, MAED sonuçları ile karşılaştırılmış olup MAED'den düşük sonuçların alındığı görülmüştür. Gri tahmin ile 2011 yılı brüt elektrik tüketimi 195 TWh düzeyinde öngörülmüş olup 2011 yılı gerçekleşmesine (229,3 TWh) göre %17 oranında düşük tahmin edilmiştir. 2015 yılı brüt elektrik tüketimi ise 265 TWh düzeyinde öngörülmüştür.

Yiğit (2011), Türkiye'nin 2020 yılına kadar ihtiyaç duyduğu net elektrik enerjisi tüketimini, genetik algoritma yaklaşımını kullanarak tahmin etmiştir. Analizde; 1979-2009 dönemi arasındaki GSYİH, nüfus ve dış ticaret göstergelerine dayalı Lineer ve Karesel olmak üzere iki model kullanılmıştır. Geçmiş veriler kullanılarak 2008 ve 2009 yılları için net elektrik tüketimi tahmin edilmiş ve gerçekleşen tüketim değerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçta Karesel modelin tahmin sonuçları, gerçekleşen elektrik tüketim değerlerine çok yakın çıkmıştır. Daha sonra tahmin 2020 yılına kadar götürülmüştür.

Erdođdu (2007), ARIMA modeli ile 2006-2014 yılları arasında tahmin ettiği Türkiye net elektrik tüketimi değerlerini, resmi MAED sonuçları ile karşılaştırmıştır. Net elektrik tüketimi, 2014 yılı itibariyle düşük talep senaryosunda dahi %34 oranında resmi tahminlerden düşük çıkmıştır. Bununla birlikte 2008 ve 2009 yılı öngöröleri, gerçekleşen tüketim değerlerinden yaklaşık %10 oranında düşük çıkmıştır. Küresel krizin etkisi ile 2009 yılında yaşanan ekonomik küçölme ve buna bağlı elektrik tüketimindeki düşüş, böyle bir sonucun oluşmasına yol açmıştır.

Türkiye’de resmi elektrik talep ve tüketim tahmini, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından geliştirilen ve 1984 yılından beri uygulanan Model for Analysis of Energy Demand (MAED) ile gerçekleştirilmektedir. Bu model Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı tarafından geliştirilmiş ve ölkelerin kullanımına sunulmuştur. Model çerçevesinde ölkelerin sosyo ekonomik sistemleri ve teknoloji altyapıları baz alınarak enerji talep tahminleri yapılmaktadır.

TEİAŞ tarafından hazırlanan ve 2011-2020 dönemini kapsayan Üretim Kapasite Projeksiyonu çalışması ile Türkiye’nin elektrik enerjisi üretim sisteminin gelişim analizi yapılmaktadır. Bu çalışmada MAED modeli ile öngörölen elektrik tüketimi öngöröleri kullanılmaktadır. 2008 yılı sonunda yaşanmaya başlayan küresel ekonomik krizin etkilerinin Türkiye’de 2009 yılında görölmesi sonucunda elektrik enerjisi tüketimi 2009 yılında %2 oranında düşmüştür. 2010 yılında %8,8 oranındaki ekonomik büyümenin de etkisi ile elektrik tüketimi %9 artmıştır. Son iki yılda gerçekleşen elektrik tüketimleri ışığında resmi öngöröler, TEİAŞ tarafından 2011 yılı içinde revize edilmiştir.

Yapılan resmi talep tahminine göre yüksek ve düşük olmak üzere iki ayrı talep serisi kullanılmıştır. Yüksek talep tahmininde yıllık ortalama %7,5 olan oran, düşük talep serisinde %6,7 öngörölmüştür.

Tablo 3.1’de 2011-2020 arası dönemdeki elektrik talep tahmin değerleri verilmektedir.

Tablo 3.1. TEİAŞ’nin Elektrik Enerjisi Talebi Öngörülleri

	Elektrik Enerjisi Talebi (Yüksek Talep)		Elektrik Enerjisi Talebi (Düşük Talep)	
	GWh	Artış (%)	GWh	Artış (%)
2011	227.000	7,9	227.000	7,9
2012	243.430	7,2	241.130	6,2
2013	262.010	7,6	257.060	6,6
2014	281.850	7,6	273.900	6,6
2015	303.140	7,6	291.790	6,5
2016	325.920	7,5	310.730	6,5
2017	350.300	7,5	330.800	6,5
2018	376.350	7,4	352.010	6,4
2019	404.160	7,4	374.430	6,4
2020	433.900	7,4	398.160	6,3

Kaynak: TEİAŞ APK Dairesi Başkanlığı, Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2011-2020), s.12 ve 13’deki verilerden derlenerek oluşturulmuştur.

2011 yılı brüt elektrik tüketimi TEİAŞ verilerine göre 229.320 GWh düzeyinde gerçekleşmiş olup, resmi tahmin %1 oranında sapmış ve düşük tahmin edilmiştir. 2011 yılı elektrik tüketiminin %9 gibi yüksek sayılabilecek bir oranda artmasında bu yılda ekonominin %8 oranında büyümesinin önemli payı bulunmaktadır.

3.2. 2012-2020 DÖNEMİ ELEKTRİK TÜKETİM TAHMİNİ

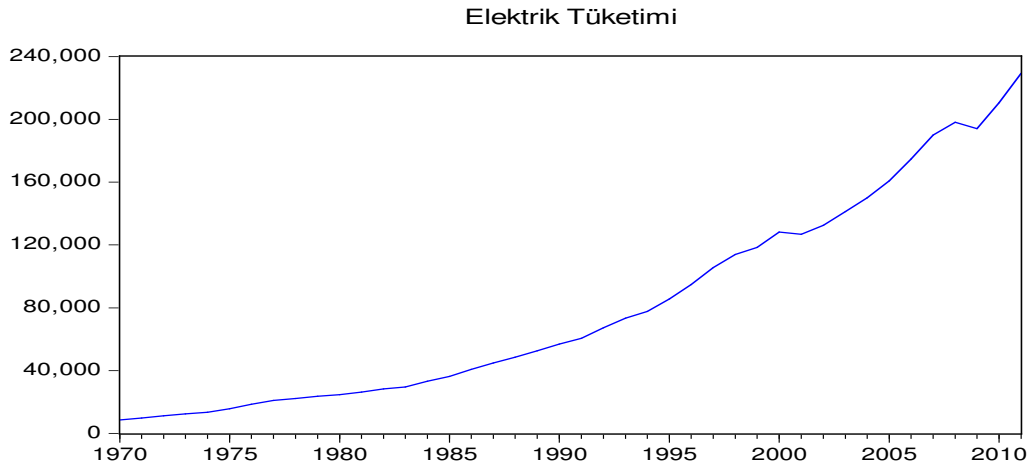
Bu bölümde Türkiye’nin 2012-2020 yılları arası dönemdeki brüt elektrik enerjisi tüketimi tahmini yer almaktadır. Bu doğrultuda geçmiş elektrik tüketim verilerinden yararlanılarak 9 yıllık dönem için elektrik tüketim tahmini yapılmıştır.

3.2.1. Veriler

Kurulan modelde 1970-2011 yılları arasındaki brüt elektrik tüketim serisi kullanılmıştır. Veriler Ek 2’de yer almaktadır. Tahmin sonuçları, Eviews 7 paket programı ile elde edilmiştir.

Şekil 3.1.’de 1970-2011 yılları arasında Türkiye’nin brüt elektrik tüketiminin gelişimi gösterilmektedir.

Şekil 3.1. 1970-2011 Yılları Arası Brüt Elektrik Tüketimi (GWh)

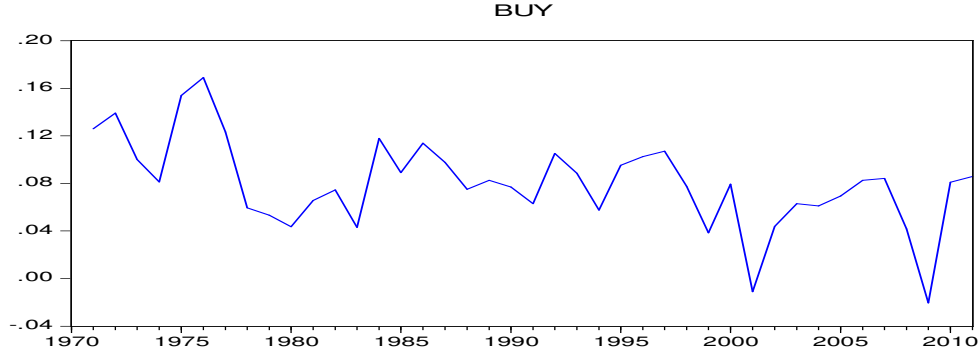


Kaynak: TEİAŞ verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Görüldüğü üzere elektrik tüketimi söz konusu 41 yıl içerisinde farklı oranlarda da olsa sürekli artma eğiliminde olmuştur.

Şekil 3.2.’de 1970-2011 yılları arasında Türkiye’nin brüt elektrik tüketiminin yüzde değişimi verilmektedir.

Şekil 3.2. Brüt Elektrik Tüketiminin Yüzde Değişimi (%)



Kaynak: TEİAŞ verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

1970-2011 yılları arasında Türkiye elektrik tüketimi iki yıl haricinde sürekli artmış olmakla birlikte bu artış dalgalı bir nitelik taşımaktadır. Tüketim, 2001 ve 2009 yıllarında düşüş göstermiştir. Söz konusu iki yılda ekonomi küçülmüş ve buna bağlı yurt içi talep daralmıştır. Makro ekonomik anlamda oluşan talep daralması, elektrik tüketiminde de bir düşüş yaratmıştır.

3.2.2. Durağanlık Analizi

Zaman serilerinde incelenen seriye ilişkin regresyon analizi yapılırken ilk işlem, serinin durağan olup olmadığını kontrol etmektir. Durağan olmayan seriler ile elde edilen regresyon denklemlerindeki değişkenler arasında sahte (anlamsız) ilişki çıkabilmektedir. Serinin durağan olmaması durumunda seri, birim kök içerir ve bu durum modelin kurulma aşamasında önemli bir sorun oluşturur.

Granger ve Newbold durağan olmayan zaman serileriyle çalışılması halinde sahte regresyon problemiyle karşılaşılacağı, sonuçların hatalı R^2 (determinasyon katsayısı), DW (Durbin-Watson) ve t istatistikleri yoluyla sahte bir ilişkiye işaret edeceğini ifade etmiştir. Zaman serilerinin kullanıldığı ekonometrik analizlerde, serilerin durağan olup olmadığına genel olarak Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi yapılarak bakılmaktadır.

Elektrik tüketim tahmin modelini kurmadan önce elektrik tüketim serisinin durağanlığına bakılmıştır. Seri trend içerdiğinden dolayı bu haliyle yapılacak katsayı tahminleri güvenilir değildir. Elektrik tüketim verilerinden oluşan zaman serisini düzleştirmek amacı ile serinin logaritmik değerleri alınmış ve durağanlığına bakılmıştır. Logaritmik değerlerin incelendiği durumda da serinin trend içerdiği ve durağan olmadığı tespit edilmiştir.

Zaman serisi analizlerinde seriyi durağan hale getirebilmek için genellikle önce logaritması, sonrasında logaritmik değerlerin birinci dereceden farkları alınır. Eğer birinci dereceden farkı alınmış seri hala durağan hale gelmemiş ise ikinci dereceden farkı alınır. Bu tezde elektrik tüketim serisi logaritma değerlerinin birinci dereceden farkları alınarak seri, durağan hale getirilmiştir. Yani veriler yüzde değişim şeklinde ifade edilmiştir.

Logaritmik farkı alınan elektrik tüketim serisinin durağan olup olmadığının incelenmesinde sabit terimli-trendli ve sabit terimli-trendsiz biçimleri, ADF testine tabi tutulmuş ve %1 anlamlılık düzeyinde testten geçmiştir. Eviews çıktılarından elde edilen Tablo 3.2. ve Tablo 3.3, ADF test sonuçlarını göstermektedir. “BUY”, logaritmik farkı alınmış brüt elektrik tüketim değişkenini ifade etmektedir.

Tablo 3.2. Sabit Terim İçeren Modelin Durağanlık Sonuçları

Boş Hipotez : BUY değişkeni birim köke sahip
Dışsal Değişken : Sabit Terim
Schwarz kriterine göre maksimum gecikme sayısı = 9

	t-istatistiği	Olasılık*
ADF Test İstatistiği	-3.956	0.0039
Kritik Test Değerleri: %1 düzeyi	-3.605	
%5 düzeyi	-2.936	
%10 düzeyi	-2.606	

*MacKinnon (1996) p olasılık değeri

Tablo 3.2'deki sabit terimli modelin durağanlık analiz sonuçlarına göre elde edilen t-istatistiği, -3.95'dir. Tablo 3.3'deki sabit terimli ve trendli modelin durağanlık analiz sonuçlarını gösteren t-istatistiği ise -4,52'dir. Bu durumda BUY değişkeninin birim köke sahip olduğunu ifade eden boş hipotez, %1 anlamlılık düzeyinde reddedilebilmektedir. Diğer bir ifadeyle seri durağandır.

Tablo 3.3. Sabit Terim ve Trend İçeren Modelin Durağanlık Sonuçları

Boş Hipotez : BUY değişkeni birim köke sahip
 Dışsal Değişken : Sabit Terim ve Lineer
 Trend
 Schwarz kriterine göre maksimum gecikme sayısı = 9

	t-istatistiği	Olasılık*
ADF Test İstatistiği	-4.529	0.0043
Kritik Test Değerleri:	-4.205	
	-3.526	
	-3.194	

*MacKinnon (1996) p olasılık değeri

Tablo 3.4.'de trendli ve trendsiz modellerin birim kök test sonuçları verilmektedir.

Tablo 3.4. ADF Birim Kök Test Sonuçları

Değişken	ADF Test İstatistiği	
	Trendsiz Model	Trendli Model
BUY	-3,9565 (-3,6055)	-4,5297 (-4,2050)

Tablo 3.4.'de parantez içerisinde yer alan değerler, %1 anlamlılık düzeyinde ADF tablo kritik değerleridir. Yapılan hipotez testleri sonucunda trend içeren ve içermeyen modellere göre bulunan değerler, mutlak değer olarak kritik tablo değerlerinden büyüktür. Bu durumda "BUY" değişkeninin birim köke sahip olduğunu iddia eden boş hipotez reddedilmiştir ve seri durağandır.

3.2.3. Modelin Belirlenmesi ve Uygulama

Türkiye'nin 2020 yılına kadar yıllık elektrik tüketim değerlerinin tahmin edildiği bu bölümde model olarak ARIMA kullanılmıştır.

ARIMA modeli, bağımlı değişkenin geçmiş değerlerinin ele alındığı Otoregresif (AR) model ile gecikmeli hata terimlerinin birlikte ele alındığı Hareketli Ortalama (MA) modelinin birleşiminden oluşan ARMA modelinin durağan olmayan zaman serilerine uygulanmış halidir. Fark alma işlemi yapılarak durağanlaştırılan zaman serilerine uygulanan modellere ise Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA-Autoregressive Integrated Moving Average) modeli denilmektedir.

ARMA (p,q) modeli p. dereceden otoregresif ve q. dereceden hareketli ortalama modellerinin bir bileşimidir ve genel formu aşağıdaki gibidir. Modelde Y değişkeni, gelecekteki değerleri öngörölmeye çalışılan bağımlı değişkeni ifade etmektedir. Regresyon denkleminin sağ tarafında bağımlı değişken Y'nin p. dereceye ve hata terimi ε 'nin q. dereceye kadar olan gecikmeli değerleri yer almaktadır.

$$Y_t = \alpha + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Gelecekte alacağı değerlerin tahmin edilmeye çalışıldığı seri, durağan değilse seriyi durağan hale getirmek için serinin önce logaritması sonra da uygun dereceden farkı alınır. ARMA (p,q) modelinde kullanılan serinin durağan hale getirilmesi için d kez farkı alınarak model, (p,d,q) dereceden Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) biçiminde ifade edilir.

Büyüme serilerinin yapısına en uygun modelin belirlenmesinde, Box-Jenkins (1976) metodolojisi izlenmiştir. Tahmin işlemi için kurulacak en uygun model, farklı gecikme uzunlukları içeren ARMA modelleri denenerek belirlenmeye çalışılmıştır.

Model kurulurken, serinin kendi geçmiş değerleri ile olan ilişkisini ifade eden korelogramların taşıdığı bilgiler dikkate alınmış ve alternatif modeller; modelin F-istatistiğinin anlamlı olması, R^2 'nin yüksek olması, Akaike (AIC) ve Schwarz (SIC) bilgi kriterleri değerlerinin düşük olması, hata kareleri toplamının küçük olması, olabilirlik oranının mümkün olduğunca yüksek olması kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

3.2.4. Modelin Sonuçları

Model seçiminde en çok dikkat edilen kriter, ölçümleri itibariyle cimrilik ilkesini ve olabilirlik oranını içermeleri nedeniyle, Akaike bilgi kriteri (AIC) ve Schwarz kriterinin (SIC) mümkün olduğunca küçük olmasıdır. Tezde Türkiye'nin 2012-2020 dönemi arası yıllık brüt elektrik tüketim değerleri tahmin edilirken serinin AIC ve SC kriterlerine göre en uygun ve model katsayılarının en anlamlı olanı seçilmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda farklı AR, MA ve ARMA bileşimleri denenmiş, en uygun modelin AR(1) olduğuna karar verilmiştir. Tarafımızca denenilen ve farklı AR-MA süreçlerini içeren model sonuçları Ek 3'de verilmiştir.

1970-2011 arası brüt elektrik tüketim serisi, 2001 ve 2009 yıllarında serinin geneline aykırı olarak farklı değerler almaktadır. Söz konusu iki yılın değerleri tarafımızca aykırı değerler (outliers) olarak tespit edilmiş ve tüketim tahmin modeline etkilerinin minimize edilmesi amacıyla bu değerlere kukla değişken konulmuştur. Bu kabuller ışığında kurulan model aşağıda ifade edilmiştir.

$$Y_t = \alpha + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 D01 + \phi_3 D09 + \varepsilon$$

Denklemdaki Y_t logaritmik farkı alınmış brüt elektrik tüketimini, Y_{t-1} , elektrik tüketiminin bir dönem gecikmeli değerini, D01 ve D09, 2001 ve 2009 yılları için konulan kukla değişkenleri, ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 model katsayı değerlerini ifade etmektedir.

AR modelindeki hata terimlerinin, geçmişte aldığı değerler ile aralarında otokorelasyon (içsel bağıntı) olup olmadığı Ljung-Box Q-İstatistiği aracılığıyla test edilmiştir. Q istatistik değerleri, k serbestlik derecesi ile ki kare dağılımı göstermektedir. Test edilecek hipotez aşağıda yer almaktadır :

$$H_0 : \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \dots = \theta_k = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq \theta_2 \neq \theta_3 \neq \dots \neq \theta_k \neq 0$$

Buradaki boş hipotez (H_0), tüm otokorelasyon katsayılarının istatistiksel olarak anlamsız olduğunu ileri sürerken, alternatif hipotez (H_1) en az bir otokorelasyon katsayısının anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.5'de 12 gecikmeye kadar hata terimleri arasındaki otokorelasyon değerleri verilmektedir.

Tablo 3.5. Standardize Edilmiş Hata Terimlerinde Otokorelasyon

Gecikme	Ljung-Box Q-İstatistiği	Olasılık
1	0.0054	
2	0.9338	0.334
3	0.9447	0.624
4	1.2872	0.732
5	1.4324	0.839
6	2.0878	0.837
7	4.3053	0.635
8	4.3680	0.737
9	5.6960	0.681
10	5.7028	0.769
11	7.1089	0.715
12	7.2961	0.775

Tablo 3.5'de 12 gecikmeye kadar olan Ljung-Box Q-İstatistik değerleri, k=12 serbestlik derecesinde ve %1 anlamlılık düzeyinde kritik ki kare tablo değeri olan 26,2'den her gecikme değeri için küçüktür. Buna göre otokorelasyon katsayılarının anlamlı olmadığını ileri süren

H_0 hipotezi bütün gecikmelerde kabul edilmektedir. Yani söz konusu AR modelindeki hata terimleri arasında otokorelasyon bulunmamaktadır.

Tablo 3.6.'da AR(1) sürecinde kukla değişken içeren, en küçük kareler yöntemi ile katsayıları tahmin edilen modelin sonuçları verilmektedir.

Tablo 3.6. Elektrik Tüketim Tahmin Modeli Sonuçları

Bağımlı Değişken : BUY
Yöntem : En Küçük Kareler
Dönem : 1970-2011
Gözlem Sayısı : 40

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olas.
C	8.202502	0.828102	9.905178	0.0000
D01	-7.709196	2.440603	-3.158727	0.0032
D09	-8.627197	2.471602	-3.490528	0.0013
AR(1)	0.480268	0.143248	3.352703	0.0019
R^2	0.504191	Akaike Bilgi Kriteri		4.918677
Düzeltilmiş R^2	0.462874	Schwarz Kriteri		5.087565
Hata Kareleri Toplamı	262.3500	Durbin-Watson İstatistiği		1.927289
Maksimum Olab.	-94.37355			
F- istatistiği	12.20289			
Olasılık (F-istatistiği)	0.000012			

AR(1) sürecine sahip elektrik tüketim tahmin modelinin katsayı tahminleri istatistiki olarak anlamlıdır.

AR(1) modeline göre öngörülen 2012-2020 arası brüt elektrik tüketim değerleri Tablo 3.7'de verilmektedir.

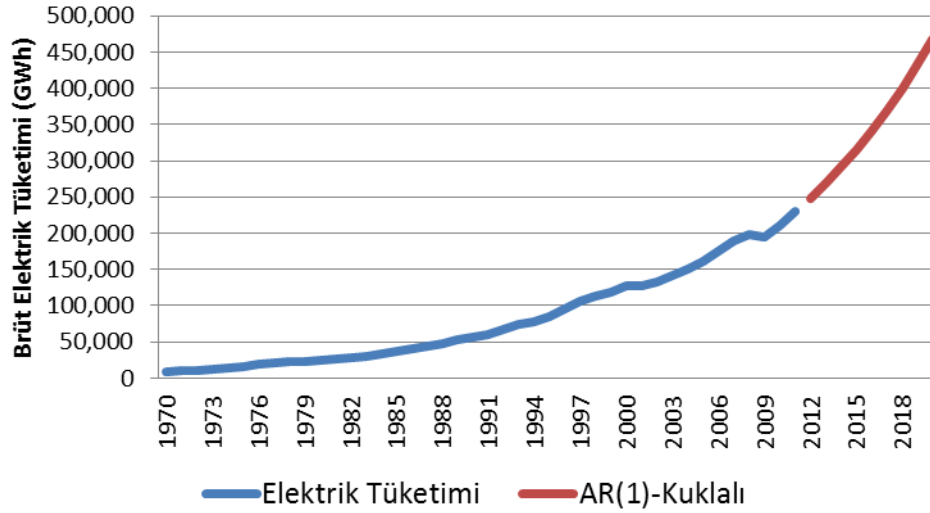
Tablo 3.7. Elektrik Enerjisi Tüketim Öngörülleri

	Brüt Elektrik Tüketimi Öngörü Değerleri (GWh)	Yüzde Değişim (%)
2012	248.562	8,39
2013	269.175	8,29
2014	291.371	8,24
2015	315.331	8,22
2016	341.228	8,21
2017	369.234	8,20
2018	399.529	8,20
2019	432.305	8,20
2020	467.767	8,20

Tablo 3.7’de yer alan ve öngörülen değerler, 2020 yılına kadar ülke ekonomisinin kesintisiz büyümeye devam edeceği, makro ekonomik anlamda bir krizin olmayacağı, elektrik sektöründe her hangi bir daralma yaşanmayacağı ve elektrik tüketiminin artmaya devam edeceği varsayımları altında geçerlidir.

Şekil 3.3.’de Türkiye brüt elektrik tüketimi 1970-2011 arası gerçekleşen ve 2012-2020 arası öngörülen değerleri verilmektedir. Mavi çizgi gerçekleşen, kırmızı çizgi ise öngörülen elektrik tüketim değerlerini ifade etmektedir.

Şekil 3.3. Türkiye İçin Brüt Elektrik Enerjisi Tüketimi



3.3. MODEL SONUÇLARININ RESMİ TAHMİNLER İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde Türkiye'nin brüt elektrik tüketiminin birinci gecikmesini içeren AR(1) modeli ile yapılan 2012-2020 dönemi arası tahmin değerleri ETKB'nin uyguladığı MAED modelini temel alan TEİAŞ'ın resmi tüketim öngörülerini ile karşılaştırılmaktadır.

Tablo 3.8.'de söz konusu resmi öngörü değerleri ile AR(1) modeli sonucunda elde edilen öngörü değerleri GWh bazında verilmektedir.

Tablo 3.8. TEİAŞ Öngörülleri ile Model Öngörü Değerleri (GWh)

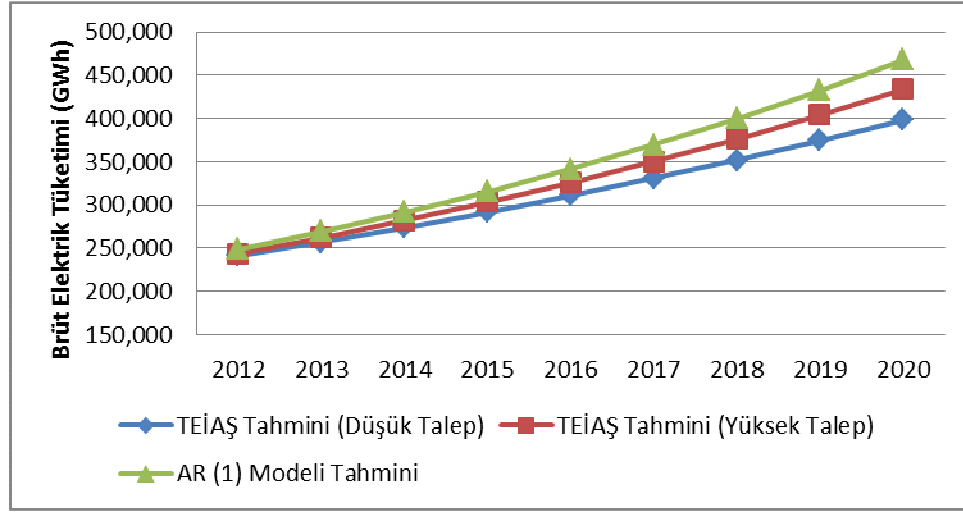
	TEİAŞ'nin Düşük Talebe Göre Elektrik Tüketim Öngörüsü	TEİAŞ'nin Yüksek Talebe Göre Elektrik Tüketim Öngörüsü	ARIMA Model Sonuçları
2012	241.130	243.430	248.562
2013	257.060	262.010	269.175
2014	273.900	281.850	291.371
2015	291.790	303.140	315.331
2016	310.730	325.920	341.228
2017	330.800	350.300	369.234
2018	352.010	376.350	399.529
2019	374.430	404.160	432.305
2020	398.160	433.900	467.767

Kaynak: TEİAŞ verilerinin derlemeleri ve tarafımızca yapılan çalışmalar sonucunda oluşturulmuştur.

Tablo 3.8'den görüldüğü üzere tarafımızca yapılan öngörülerin resmi öngörülleri TEİAŞ'nin yüksek talep senaryosunda dahi aştığı gözlenmektedir. Buna göre 2020 yılında düşük talep senaryosuna göre gerçekleşen elektrik tüketimi 398.160 GWh iken, yüksek talep senaryosuna göre 433.900 GWh düzeyinde beklenmektedir. Tarafımızca yapılan model sonucuna göre ise 2020 yılı brüt elektrik tüketimi 467.767 GWh olarak öngörülmektedir.

Şekil 3.4.'de 2012-2020 yılları arasında TEİAŞ'nin resmi öngörülleri ile tarafımızca yapılan AR(1) modeli öngörü değerleri verilmektedir.

Şekil 3.4. Resmi Öngörüler ve Model Öngörüsü



Kaynak: TEİAŞ verilerinin derlemeleri ve tarafımızca yapılan çalışmalar sonucunda oluşturulmuştur.

Belirli bir makro ekonomik değişkenin gelecekte alacağı değerlerin öngörüsü, geliştirilen modeller ve yapılan resmi öngörüler, beklentilere ve ekonominin gelecekteki konjonktürel durumuna göre her zaman belirsizlik içermektedir. Ülke ekonomisinin gidişatı ile doğrudan ilişkili olan elektrik tüketimi için de bu durum geçerlidir.

Elektrik enerjisi tüketim öngörüsünde kullanılan modellerin güvenilir sonuçlar içermesi, doğru ve sağlıklı enerji politikalarının uygulanabilmesi için son derece önem arz etmektedir. Bu yüzden TEİAŞ'ın resmi elektrik tüketim öngörüsünü yalnızca MAED modeline dayandırmaması ve alternatif yöntemleri de değerlendirmesi uygun olacaktır.

3.4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ARTAN ELEKTRİK TALEBİNİ KARŞILAMADAKİ ROLÜ

Türkiye'nin enerji sektöründeki dışa bağımlı pozisyonunun değiştirilmesi ve enerji üretimindeki yerli girdi payının artırılması konusunda yenilenebilir enerji stratejik bir öneme sahiptir.

2011 yılı sonu itibariyle Türkiye elektrik üretiminin yaklaşık %25'i hidrolik dahil yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmiştir. Enerji Arz Güvenliği Strateji Belgesi'ne göre 2023 yılında toplam üretimin %30'unun yenilenebilir kaynaklardan temin edileceğine dair öngörü, tutarlı ve gerçekleşebilir bir öngörüdür. Bununla birlikte 2023 yılında Türkiye'nin tüm ekonomik hidrolik potansiyelinin kullanacağı, rüzgar enerjisi kurulu gücünü 20.000 MW'a, jeotermal kurulu gücünü ise 600 MW'a çıkaracağı, güneş enerjisinden elektrik üretmeye başlayarak şebekeye bağlı 3.000 MW kurulu güce ulaşacağı hedeflenmektedir.

Tablo 3.9.'da EPDK üretim lisanslarının 2011 yılı sonu itibariyle kurulu güce göre gelişimi verilmektedir.

Tablo 3.9. Yenilenebilir Enerjiye Dayalı Santralleri Üretim Lisanslarının Kurulu Güce Dağılımı (2011)

Lisans Türü	İnşa Halinde (MWe)	İşletmede (MWe)	TOPLAM (MWe)
Hidroelektrik Enerji Santrali	13.012	17.137	30.149
Rüzgar Enerjisi Santrali	6.206	1.729	7.935
Jeotermal Enerji Santral	311	115	425
Biyokütle-Çöpgazı Enerji Santrali	31	114	114
YENİLENEBİLİR ENERJİ TOPLAMI	19.560	19.095	38.623

Kaynak: EPDK verilerinden yararlanılarak tarafımızca oluşturulmuştur.

Tablo 3.9'daki veriler incelendiğinde toplam 38.623 MW kurulu gücünde lisans almış santralin %49,4'ünün işletmede olduğu görülmektedir. Yani verilen EPDK üretim lisanslarına göre mevcut durumda faaliyetteki kurulu güç kadar daha santral yatırımı, başlangıç aşamasında ya da inşa halindedir.

Tablo 3.10.'da Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) verilerine göre Türkiye'nin sadece yenilenebilir enerji kaynaklarından ekonomik açıdan mevcut ve potansiyel elektrik üretim değerleri verilmektedir. Türkiye 2011 yılında bu alanda potansiyel kurulu gücünün henüz %14'üne sahiptir ve potansiyel elektrik üretiminin ise %9,7'sini gerçekleştirmiştir.

Tablo 3.10. Yenilebilir Enerji Kaynaklı Mevcut Elektrik Üretimi ve Potansiyeli

	2011 Yılı YEK Kaynaklı Kurulu Gücü (MW)	Toplam YEK Kaynaklı Kurulu Güç Potansiyeli (MW)	2011 Yılı Elektrik Üretimi (GWh)	Yıllık Ortalama Ekonomik Potansiyel Elektrik Üretimi (GWh)
Hidroelektrik	17.137	36.000	52.067	144.000
Rüzgar	1.728	48.000	4.726	60.000
Güneş	-	50.000	-	375.000
Jeotermal	114	600	699	4.400
Biyokütle	115	2.000	525	14.000
TOPLAM	19.094	136.600	58.017	597.400

Kaynak: ETKB verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Tablo 3.10.'daki değerler incelendiğinde Türkiye'nin sadece yenilenebilir kaynaklar ile ekonomik anlamda 136.600 MW potansiyel kurulu gücünde 597.400 GWh/yıl elektrik üretebileceği anlaşılmaktadır. Türkiye'nin 2011 yılı toplam elektrik tüketiminin 229.000 GWh olduğu göz

önünde alındığında Türkiye'nin güneş enerjisinden elektrik üretim potansiyelinin büyüklüğü anlaşılmaktadır.

Türkiye, coğrafi konumu dolayısıyla dünyadaki birçok ülkeye göre güneş enerjisi potansiyeli açısından şanslı bir konumdadır. Yapılan resmi hesaplamalara göre Türkiye'nin 50 bin MW kurulu gücünde 375 GWh/yıl elektrik üretebilecek potansiyeli bulunmaktadır.

Güneş enerjisi üretim biçimlerinden güneş pili uygulaması (fotovoltaik güç sistemi teknolojisi) ve yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri mevcut durumda oldukça yüksektir. Türkiye'de henüz güneş enerjisinden üretilen elektriğe ilişkin şebeke altyapısı bulunmamaktadır. Bu kaynaktan elektrik üretim lisanslarının 2013 yılında verilmeye başlanacaktır. 2014 yılından itibaren de bir kısım güneş enerji santrallerinin devreye alınması planlanmaktadır.

6094 sayılı Kanun ile güneş enerjisinden elde edilen elektriğe yenilenebilir kaynaklar arasında biyokütle ile birlikte kWh başına en yüksek değer olarak 13,3 cent'lik alım garantisi verilmiştir. Ne var ki bu fiyat, yerli ve düşük maliyetli olarak güneş enerjisinden elektriğin üretilme teknolojisi geliştirilmeden bir anlam ifade etmemektedir. Devlet bu alanda yapılan AR-GE harcamalarını doğrudan teşvik etmelidir.

Bir başka önemli yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisinin Türkiye'de ekonomik anlamda potansiyel değeri 60.000 MW/yıl'dır. Ne var ki Türkiye'de rüzgar enerjisinden elde edilecek bu miktarda elektriği şebekeye bağlayacak iletim altyapısı bulunmaktadır. Bu sorunun çözümü için TEİAŞ'ın önümüzdeki dönemde ciddi miktarda elektrik iletimi altyapı yatırımı yapması gerektirmektedir.

3.5. ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIĞIN AZALTILMASI İÇİN UYGULANABİLECEK ALTERNATİF POLİTİKA ÖNERİLERİ

Türkiye, 2011 yılı itibariyle enerji üretiminin %73'ünü ithalat ile karşılamıştır. Bu oran, enerji alanında Türkiye'nin yüksek derecede dışa bağımlı olduğunu net biçimde göstermektedir. Çalışmanın ikinci bölümde söz edildiği üzere 2012 yılında net enerji ithalatının, cari işlemler açığından daha yüksek bir değer alması, durumun önemini kavramak açısından önemli bir gösterge olarak karşımıza çıkmaktadır.

Türkiye'nin enerji alanında dışa bağımlılığını azaltmak, enerji arz güvenliğini artırmak, elektrik enerjisi ihtiyacının mümkün olduğu ölçüde yerli kaynaklar ile ve en uygun maliyetler çerçevesinde karşılanmasını sağlamak için yenilenebilir enerji kaynakları haricinde getirilen öneriler; enerji verimliliği, nükleer enerji alternatifi ve yerli enerji kaynaklarının kullanımı olarak tarafımızca üç başlık altında ifade edilmiştir.

3.5.1. Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği, aynı kalitedeki bir ürünün daha düşük enerji harcanarak üretilmesi veya aynı miktar enerji ile daha fazla ürün elde edilmesini ifade etmektedir. Enerji verimliliği kavramı, enerjinin tasarruflu ve akılcı kullanılması konularında son derece önem arz etmektedir.

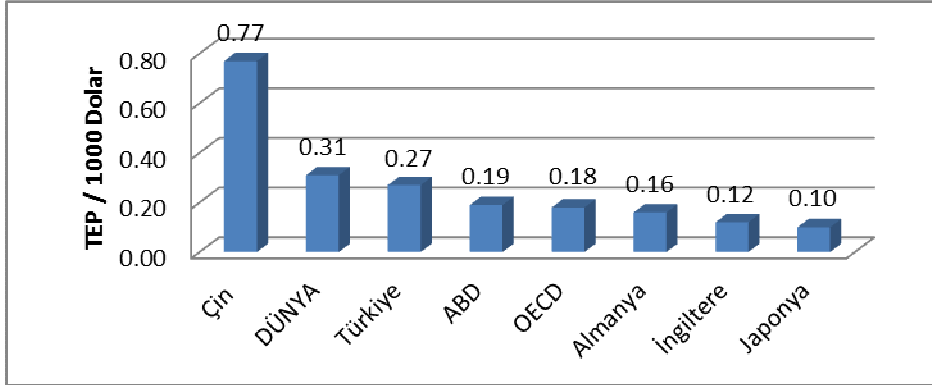
Ülkelerin enerji alanında gelişmişlik durumunu gösteren iki önemli gösterge; kişi başı enerji tüketim düzeyi ve enerji yoğunluğudur. Bir ülkenin kişi başı enerji tüketimi ne kadar yüksek ve enerji yoğunluğu ne kadar düşük ise, ülke o kadar enerji alanında gelişmiştir.¹⁰⁰

Dünyada enerji verimliliği ölçümlerinde kullanılan en önemli gösterge enerji yoğunluğudur. Enerji yoğunluğu, 1.000 ABD doları değerindeki GSYİH üretimi için ne kadar enerji tüketildiğini ifade etmektedir.

¹⁰⁰ EMO Enerji Verimliliği Raporu, 2012, s.35

Şekil 3.5.'de 2009 yılı itibariyle seçilmiş ülkelerin enerji yoğunluk düzeyleri gösterilmektedir.

Şekil 3.5. Seçilmiş Ülkelerin Enerji Yoğunluk Düzeyleri (2009)



Kaynak: IEA Dünya Enerji İstatistikleri, 2011 verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 3.5'e göre Çin, 0,77 TEP/1.000 dolar ile dünyada enerji yoğunluğu en yüksek ülkelerden biridir. Japonya 0,10 TEP/1.000 dolar ile dünyadaki en düşük enerji yoğunluğuna sahip ülkelerden biri olup enerjiyi verimli kullanan ülkeler arasında başta gelmektedir. Dünya ortalaması 0,31 olup, OECD ülkeleri ortalaması 0,18'dir. Türkiye'nin enerji yoğunluğu değeri ise 0,27 TEP/1.000 dolardır. Buradan Türkiye'nin OECD ülkelerine göre enerji yoğunluğunun yüksek olduğu ve enerjiyi bu ülkelere göre verimsiz kullandığı sonucu çıkarılabilir.

Türkiye'de 2011 yılı itibariyle %73 oranında olan enerjide dışa bağımlılığa karşı geliştirilebilecek politikalardan biri enerji verimliliğinin artırılmasıdır. Enerji verimliliği konusunda yapılan çalışmalar neticesinde binalarda %30, sanayi sektöründe %20 ve ulaştırma sektöründe %15 oranında olmak üzere, Keban Barajı'nın yıllık elektrik üretimine eş değer düzeyde ve yaklaşık 7,5 milyar TL değerinde enerji tasarruf potansiyelinin var olduğu tespit edilmiştir.¹⁰¹

101 EMO Enerji Verimliliği Raporu, 2012, s.36.

Dünya Bankası'nın 2008 yılında Türkiye'ye ilişkin yaptığı hesaplamalara göre elektrik ve yakıt kullanımında tüketimin ağırlıklı ortalama hesabına göre %27 oranında enerji tasarruf potansiyeli bulunduğu ifade edilmiştir.¹⁰²

Türkiye'de enerjinin verimli kullanımına engel teşkil eden en önemli sorun, elektrik iletim ve dağıtımındaki kayıp ve kaçaklardır. Elektrik iletimindeki kayıpların 1994-2009 dönemi ortalaması %2,6'dır. Bu oran uluslararası standartlara yakın ve kabul edilebilir bir düzeydir. Asıl sorun elektrik dağıtımındaki kayıplardan ileri gelmektedir. 2000 yılında %21,6 olan dağıtımındaki kayıp/kaçak oranı 2009 yılı sonunda %15,6'ya düşürülse de hala çok yüksek bir orandır. Bu oran ABD'de %7, Almanya ve Japonya'da %5, G.Kore'de %4'dür.

2007 yılında konu ile ilgili ilk yasal düzenleme yapılmış ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu¹⁰³ kabul edilmiştir. Kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Kanun; enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasını hedeflemektedir.

Yasada enerji verimliliği alanında somut hedefler konulmamıştır. Verimlilik ölçümlerine ilişkin düzenlemeler de yetersiz olduğu için yasanın pratikte bu haliyle başarı şansı düşüktür.

5627 sayılı Kanun'un getirdiği düzenlemelerden biri, Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu'nun kurulmasıdır. Kurul çeşitli kamu kurumlarının üst düzey temsilcilerden oluşmaktadır. Kurul, enerji verimliliği çalışmalarının ülkede tüm ilgili kuruluşlarca etkin biçimde

102 DEKTMK 2011 Enerji Raporu, s.229.

103 5627 sayılı "Enerji Verimliliği Kanunu", Resmi Gazete 26510, 02.05.2007.

yürütülmesi, sonuçlarının izlenmesi ve koordinasyonu amacı ile kurulmuştur.¹⁰⁴

2008 yılında yayımlanan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” kapsamında her yeni bina enerji tüketim bilgilerini gösteren “Enerji Kimlik Belgesi” düzenlenmesi zorunlu tutulmuştur. Mevcut binaların enerji kimlik belgelerinin düzenlenmesi için ise 2017 yılına kadar süre tanınmıştır.¹⁰⁵

Türkiye’nin enerjide yüksek orandaki dışa bağımlılığının azaltılması ve buna bağlı olarak 2012 yılında gerçekleşen 60 milyar dolarlık enerji ithalatının düşürülebilmesi için önemli bir politika olan enerji verimliliğini artırmada yapılabilecek bazı önemli uygulamalar aşağıda belirtilmiştir:

- Enerji verimliliği resmi bir politika olarak benimsenmeli, yapılan hukuki düzenlemeler kağıt üzerinde kalmamalı ve tüm kamu kuruluşları tarafından koordineli bir biçimde uygulanmalıdır.
- Enerji verimliliği yasasında değişikliğe gidilmeli, her yıl için somut, sayısal hedefler konulmalı ve belirlenen hedeflere ulaşılması için sıkı bir denetim sistemi oluşturulmalıdır.
- Kıt olan kamu kaynakları, teşvik politikası ile enerjiyi düşük yoğunlukta kullanan sektörlerle ve sanayi dallarına yönlendirilmelidir.
- Enerji yatırım politikasında çevreye dost uygulamalar geliştirilmeli, tüketiminin neredeyse tamamen ithalat ile karşılandığı doğalgazın kullanımını düşürüp yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelinmelidir.
- Elektrik ve ısı üretimini birlikte gerçekleştirerek verimlilik artışı yaratan kojenerasyon tesisi yatırımları desteklenmelidir.

104 EMO Enerji Verimliliği Raporu, 2012, s.44.

105 Cumhuriyet Enerji Dergisi, 7 Şubat 2012, s.15.

- Elektrik iletimi ve özellikle dağıtımındaki kayıp ve kaçakların düşürülmesine yönelik ciddi adımlar atılmalı ve buna sebep olanlara yönelik olarak uygulanacak yaptırımlar ağırlaştırılmalıdır.
- Buzdolaplarında A++,çamaşır ve bulaşık makineleri ile klimalarda A sınıfı kullanımının artırılması için vergi-sübvansiyon tarzı politikalar uygulanarak bu ürünlere fiyat avantajı sağlanmalıdır.

3.5.2. Nükleer Enerji Alternatifi

Enerji alanında yüksek düzeyde dışa bağımlı olan Türkiye'nin enerji arz güvenliğinin artırılması ve enerji ithalatının düşürülmesi amacıyla gündeme gelen bir diğer alternatif, nükleer enerjidir. Nükleer güç santrallerinden elektrik üretimi, iklim ve mevsim koşullarına bağlı olmamakla birlikte, 7 gün-24 saat çalışan reaktörler ile emre amadilik açısından diğer enerji kaynaklarına göre daha avantajlıdır.

2007 yılında Türkiye'de nükleer enerjiden elektrik üretimi yapılmasının yasal altyapısının oluşturulması amacıyla 5710 sayılı nükleer güç santrallerinden enerji elde edilmesine dair Kanun¹⁰⁶ yürürlüğe girmiştir. Kanun; enerji plan ve politikalarına uygun biçimde, elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirecek nükleer güç santrallerinin kurulması, işletilmesi ve enerji satışına ilişkin usul ve esasları belirlemektedir.

Türkiye'de 2012 yılı itibariyle nükleer enerjiden elektrik üretimi yapılmamakta ve bu teknolojiyen elektrik üretimi sağlayacak altyapı bulunmamaktadır. 2010 yılı mayıs ayında Mersin ili Akkuyu bölgesinde ilk nükleer santralinin Rusya tarafından yaptırılması konusunda hükümetler arası anlaşma imzalanmıştır. Proje kapsamında 4.800 MW kurulu güç kapasitesinde dört adet nükleer reaktör inşa edilecektir. Akkuyu nükleer güç santralinin yılda yaklaşık 40 milyar kWh elektrik üretmesi

106 5710 sayılı "Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun", Kabul tarihi : 09.11.2007.

planlanmaktadır. Yapılan anlaşmaya göre santralden üretilecek elektriğin %50'sine 15 yıl boyunca TETAŞ tarafından alım garantisi getirilmiştir.

Akkuyu nükleer güç santralinin inşaatına 2013 yılında başlanması ve santralin 2020 yılında faaliyete geçmesi amaçlanmaktadır. 2020 yılı itibariyle tarafımızca tahmin edilen 467 milyar kWh brüt elektrik tüketiminin %8,5'inin nükleer kaynaklı elektrikten elde edileceği öngörülmektedir. Bununla birlikte nükleer kaynaklı elektrik üretimi sayesinde yıllık yaklaşık 8 milyar metre küp daha az doğalgaz ithalatı yapılması beklenmektedir.

2013 yılı başı itibariyle bir diğer nükleer güç santralinin yapımı için farklı ülkeler ile görüşmeler devam etmektedir. Sinop'ta kurulması düşünülen ve Akkuyu nükleer santrali gibi dört reaktörden oluşması tasarlanan santral kurulu gücünün 5.600 MW düzeyinde olması planlanmaktadır.

Türkiye'de elektrik üretimi amaçlı faaliyete geçecek nükleer reaktörlerin kullanacağı nükleer yakıt konusu da önem arz etmektedir. Nükleer yakıt hammaddesi olan uranyumun Türkiye'deki toplam rezervleri 10 bin ton civarındadır. Rezervlerin yarıya yakın kısmının Yozgat-Sorgun bölgesinde olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer nükleer yakıt hammaddesi olan toryum madeninde ise Türkiye, dünyada en yüksek rezerve sahip ülkelerden birisidir. Eskişehir-Sivrihisar bölgesinde belirlenen toryum rezervi 380 bin ton civarındadır.

Toryum tabanlı yakıt çevrimi dünyada henüz nükleer santrallerde ticari olarak kullanılmamaktadır ve deneme aşamasındadır. Bununla birlikte gelecekte kullanılması beklenmektedir. Bu açıdan Türkiye için mevcut uranyum ve toryum kaynakları, nükleer enerji üretiminde bir hammadde arzı açısından öne çıkmaktadır.

3.5.3. Yerli Enerji Kaynaklarının Kullanımı

Türkiye'nin enerji kaynakları yönünden dışa bağımlı pozisyonunun değiştirilmesi, net enerji ithalatının azaltılması ve artan elektrik talebinin güvenilir biçimde karşılanabilmesi için uygulanabilecek bir diğer politika yerli kaynaklara dayalı elektrik üretiminin olabildiğince teşvik edilmesidir.

Mevcut duruma enerji arz güvenliği açısından bakıldığında elektrik üretiminde ithal yakıt kullanan santrallerin sayısı yükseldikçe ve bunların elektrik üretimindeki payı arttıkça gerekli yakıtın temin edilmesinde bir takım sorunlar olabilecektir. Türkiye'nin doğalgaz temininde Rusya'ya yüksek orandaki bağımlılığı, ciddi risk oluşturmaktadır. Doğalgazın temininde ülkenin yüksek orandaki dışa bağımlılığı göz önünde bulundurulduğunda artık yeni doğalgaz çevrim santrali yatırımlarının desteklenmemesi ve bu yatırımlara sınırlama getirilmesi gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar ve güneş enerjisi; yerli, çevre dostu, temiz enerji kaynakları olmakla birlikte bu kaynaklardan elde edilen elektriğin maliyeti, Türkiye'nin mevcut teknoloji düzeyi dikkate alındığında oldukça yüksektir. Bu enerji kaynaklarından elektrik üretiminde kullanılan elektro-mekanik aksamın Türkiye'deki üretim hacmi çok yetersiz olduğu için neredeyse tamamı ithal edilmektedir. Devletin yeni bir yasal düzenleme ya da teşvik mekanizması ile güneş pilleri ve panelleri, su ve rüzgar türbinleri ile jeneratörlerin yerli üretimini doğrudan desteklemesi gerekmektedir.

Hidroelektrik santrallerin elektro-mekanik aksamının yerli üretimi amacı ile 1975 yılında kurulmuş olan ve ETKB'nin ilgili kuruluşu olan Türkiye Elektromekanik Sanayi A.Ş. (TEMSAN), 100 MW kurulu güce kadar jeneratör ve su türbini üreterek DSI'nin HES yatırımlarına destek vermektedir.¹⁰⁷ Türkiye'nin her yıl yüksek oranda artan elektrik tüketimi düşünüldüğünde bu alandaki yerli üretimin çok yetersiz olduğu

107 TEMSAN 2010 Sektör Raporu, s.4

söylenbilir. Siyasi iradenin bu kuruma işlerlik kazandırması ve faaliyetlerini geliştirilmesine destek olması gerekmektedir.

Türkiye'nin sahip olduğu enerji kaynaklarından kömür, stratejik bir öneme sahiptir. 11,2 milyar ton linyit ve 1,3 milyar ton taş kömürü rezervine sahip olan Türkiye, bu kaynaklardan elektrik üretiminde atıl durumdadır. Ülkenin en büyük linyit rezervine sahip bölgesi olan Afşin-Elbistan havzasında toplam 3,7 milyar ton üretilebilir rezerv bulunduğu tespit edilmiştir. Bu rezerv büyüklüğü ile 10.000 MW kurulu gücünde 60-65 milyar kWh/yıl elektrik üretilebilmesi mümkündür.¹⁰⁸ 2012 yılı itibariyle A ve B ünitelerindeki santrallerin toplam kurulu gücü 2.800 MW olup elektrik üretimi yönünden %72 oranında atıl durumdadır.

Türkiye'nin sahip olduğu linyit ve taş kömürü rezervleri ile linyitten 120.000 GWh/yıl, taş kömüründen 6.500 GWh/yıl elektrik üretebilme potansiyeli bulunmaktadır.¹⁰⁹ 2011 yılında kömür kaynaklı elektrik üretimi ise 53.224 GWh düzeyinde gerçekleşmiştir. Yerli kömür kaynaklarının yeterince kullanılmadığı mevcut durumda, toplam elektrik üretiminin %10'unun ithal kömür kullanan termik santraller tarafından gerçekleştirilmesi düşündürücüdür. Siyasi otoritenin termik santrallerde ithal kömür kullanımına sınırlama getirmesi, buna karşı caydırıcı önlemler alması gerekmektedir.

Kömürle çalışan termik santraller, atmosfere yaydığı yüksek düzeydeki sera gazı salınımı yönünden doğalgaz çevrim santrallerine göre çevreye daha çok zarar vermektedir. Sera gazı salınımını küresel olarak azaltmayı amaçlayan ve 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü'ne Türkiye 2009 yılında resmen taraf olmuştur. Türkiye 2012 yılı itibariyle belirli bir miktar olarak sera gazı azaltım taahhüdünde bulunmamıştır. Bununla birlikte gelecekte bu konuda bir yükümlülük altına girebileceği düşünüldüğünde kömür kaynaklı termik santrallerinin

108 Koçak, Tamzok, Yılmaz, Afşin-Elbistan Linyit Rezervlerinin Elektrik Üretimi Bakımından Değeri ve İzlenmesi Gereken Politikalar, s.2 ve s.8

109 DEKTMK 2011 Enerji Raporu, s.166

Çevreye en az zarar verecek standartlarda çalışması önem arz etmektedir. Bu doğrultuda çevreye verilen özellikle kükürt kaynaklı sera gazlarının tutulması amacı ile baca gazı desülfürizasyon (BGD) sistemlerinin mutlaka kömür kaynaklı termik santrallerde kullanılması gerekmektedir.

SONUÇ

Enerji, günümüzde ülke ekonomileri için stratejik bir girdi niteliğinde olup toplumların sosyo ekonomik hayatlarında yaşamsal bir öneme sahiptir. Enerji politikaları uygulayıcısı olan siyasi irade, ülkede talep edilen enerjiyi uygun maliyetli, çevreye en az zarar verecek biçimde ve arz güvenliğini sağlayarak temin etmekle mükelleftir. Bu amaçla politika uygulayıcılarının iki temel amacı; bir ülkenin enerji alanındaki gelişmişliğini gösteren iki temel unsur olan kişi başına enerji tüketimini artırmak ve kıt olan enerji kaynaklarının ne derece verimli kullanıldığını ifade eden enerji yoğunluğunu düşürebilmektedir.

Elektrik enerjisi, günümüzde kaliteli, verimli ve hızla iletilebilen bir kaynak olmasından ötürü yüksek oranda kullanılan bir enerji formudur. Hidrolik, rüzgar, güneş, biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları ise yerli olmalarının yanında temiz ve çevreci özellikleri ile öne çıkmakta ve gün geçtikçe elektrik üretimindeki payları artmaktadır.

Bununla birlikte elektrik, depo edilemeyen bir üründür ve üretilen elektriğin anında tüketilmesi gerekir. Bundan dolayı elektrik enerjisi, mevcut talep kadar üretilmelidir. Ülkede elektriğin üretimi ile tüketimi arasındaki bu dengeyi sağlamak, gerçeğe yakın talep tahminlerine ve makul ölçüde bir yedek kapasite bulunmasına bağlıdır. Talebin üzerindeki elektrik üretiminde kaynaklar israf edilmekte olup yapılan düşük talep tahminleri sonucunda ise oluşan elektrik açığı, talebin yeterli miktarda karşılanamamasına neden olacaktır. Elektrik piyasasında oluşabilecek bu arz-talep dengesizliklerinin yol açtığı elektrik arz güvenliği sorununun giderilebilmesi için planlamaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Türkiye’de 2001 yılında yürürlüğe giren 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu, elektrik sektöründeki faaliyetlerden yalnızca iletimin kamunun elinde kalması, elektrik üretim ve dağıtımı faaliyetlerinde rekabetin artması amacıyla liberalleşmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçlar

doğrultusunda elektrik üretimi ve dağıtımında verimliliğin yükseltilmesi, elektrik toptan ve perakende satış fiyatlarının düşürülmesi, dağıtımda kayıp/kaçak oranlarının azaltılması hedeflenmiştir. Ülkedeki 21 elektrik dağıtımı bölgesinin tamamının özelleştirilmesi, daha sonra da EÜAŞ'nin mülkiyetinde olan elektrik üretim santrallerinin özel sektöre devredilmesi planlanmıştır. Aynı zamanda kamunun elektrik üretimi alanında yeni yatırımlarını olabildiğince azaltması, bu işin zaman içinde tümüyle özel sektör tarafından yerine getirilmesi hedeflenmiştir.

EÜAŞ'nin mülkiyetinde olan ve yüksek kurulu güce sahip Karakaya, Keban, Atatürk baraj ve hidroelektrik santralleri ile Afşin-Elbistan gibi yüksek kapasiteli termik güç santrallerinin özelleştirilmesi, elektrik enerjisinde arz güvenliğinin sağlanmasını riske edebilecektir. Kamunun yeni santral yatırımı yapmaması ve elinde bulunan yüksek kapasiteli santralleri özel sektöre devretmesi, sektörde planlamayı devreden çıkaracaktır.

2020 yılına kadar olan dönemde herhangi bir ekonomik kriz ve elektrik sektöründe bir daralma olmayacağı varsayımı ile elektrik talebinin yıllık ortalama %7,5 ile 8,5 arasında büyüyeceği öngörüldüğü göz önüne alındığında, ülkede elektrik arz açığının oluşmaması için yılda en azından 4.000-4.500 MW ek kurulu gücün devreye girmesi gerekmektedir. Bu kurulu gücün devreye girebilmesi için gerekli olan yatırımın tümüyle kar amacına odaklanmış özel sektör tarafından gerçekleştirilmesini beklemek, pek gerçekçi değildir. Özel yatırımlarla birlikte devletin de bir planlama dahilinde aktif olarak yatırım faaliyetlerine devam etmesi gerekmektedir.

Üretim sürecinde bir girdi olarak elektriğin, fiyat düzeyi bir ülkede sınai üretimin rekabet gücü açısından büyük önem taşımaktadır. 4628 sayılı yasanın temel amaçlarından biri, ülkede rekabetçi bir elektrik piyasa yapısı oluşturularak elektrik satış fiyatlarının düşürülmesidir. Türkiye'de bir elektrik borsası gibi çalışan PMUM'un bünyesinde oluşan

toptan elektrik satış fiyatları, 2008 ile 2011 arası dönem içinde düşmüştür. Bununla birlikte elektriğin nihai tüketici ve üretici için anlam ifade eden perakende satış fiyatı ise aynı dönem içinde iletim ve dağıtım hizmet bedellerine yapılan yüksek oranlı zamlardan ötürü yükselmiştir. Bu açıdan elektrik dağıtım bölgelerinin özelleştirilmesi kapsamında amaçlanan fiyat düşüşü gerçekleşmemiştir. Sanayici için elektrik fiyatları, yurt dışı ile rekabet konusunda hala dezavantaj yaratmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları, yerli, temiz ve çevre dostu özellikleri ile Türkiye elektrik üretimi için stratejik bir öneme sahiptir. Son yıllarda bu kaynaklardan elektrik üretimine ilişkin santral yatırımları artmış olup EPDK'nın verdiği üretim lisanslarından anlaşılacağı üzere gelecek dönemde de artış devam edecektir. Özellikle rüzgar güç santrallerinden elektrik üretiminde son yıllarda kayda değer bir artış söz konusudur. 2005 yılında sadece 20,1 MW olan rüzgar kurulu gücü, 2011 yılı sonu itibariyle 1.729 MW'a ulaşmıştır. Ne var ki 2023 yılı için hedeflenen 20.000 MW'lık rüzgar enerjisi kurulu gücüne, mevcut iletim ve şebeke alt yapısı ile ulaşılması imkansızdır. Bir an evvel kamunun bu yatırımlara ağırlık vermesi gerekmektedir.

Türkiye'de Yenilenebilir enerji kaynaklarından en yüksek düzeyde elektrik elde edilen kaynak hidroliktir. Ne var ki 2011 yılı sonu itibariyle hidroelektrikte Türkiye, ekonomik potansiyelinin ancak %36'sını üretebilmektedir. Artan elektrik ihtiyacı dikkate alındığında bu oranın yükseltilmesi bir zorunluluktur. Ne var ki son yıllarda özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nde doğayı tahrip eden ve can suyu bırakmayan ufak kapasiteli akarsu tipi hidroelektrik santral yatırımları artmıştır. Bu tür çevreye zarar verici projelere üretim lisansı ve su kullanım hakkı verilmemelidir. DSI, yüksek kapasiteli ve barajlı HES yatırımlarına devam etmelidir.

Türkiye'nin iklim koşulları ve coğrafi konumu dolayısıyla güneş enerjisi, temiz, yerli ve yakıt maliyeti olmayan bir enerji kaynağı olarak

öne çıkmaktadır. Türkiye’de ne var ki mevcut durumda ticari olarak güneş enerjisinden elektrik üretilmemektedir. Ülkenin güneş enerjisi kaynaklı 50.000 MW elektrik kurulu güç potansiyeli olduğu dikkate alındığında, bu kaynağın değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. 2023 yılı için resmi olarak 3.000 MW düzeyinde konulan güneş enerjisi kurulu güç hedefinin de sahip olunan teknoloji düzeyi dikkate alındığında pek gerçekçi görülmemektedir. Bununla birlikte fotovoltaik güç sistemlerinin geliştirilmesi mevcut durumda oldukça maliyetlidir. Türkiye’nin güneş enerjisinden elektrik üretim sürecinde güneş pillerini ve diğer girdileri sürekli ithal etmesi, akılcı ve iktisadi değildir. Bu girdilerin üretim teknolojilerinin uygun maliyetli olarak yurt içinde geliştirilmesi gerekmektedir.

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimine ilişkin temel düzenlemeler, 2010 yılı sonunda çıkarılan 6094 sayılı Kanuna tabidir. Bu kanuna göre devlet, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak elektrik üretimi yapan firmalara 10 yıl süreyle ürettikleri elektriğe, satın alım garantisi vermiştir. Aynı zamanda elektrik üretimi sürecinde yerli elektro-mekanik aksam kullanımının düzeyine göre de desteklemeler mevcuttur. Düzenleme, bu kaynaklardan elektrik üretimini teşvik edici nitelikli olmakla birlikte tek başına yeterli değildir. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi sürecinde kullanılan rüzgar, buhar ve su türbinleri, jeneratör ve motorlar gibi ağır nitelikli elektro-mekanik aksam üretimi, çok yetersiz düzeydedir. Öncelikle bu girdilerin ülke içi üretimine yönelik teknolojik gelişmeyi sağlayacak AR-GE harcamalarının devletçe doğrudan desteklenmesi ve sadece bu amaca yönelik kapsamlı bir teşvik sisteminin oluşturulması gerekmektedir.

Çalışmada elektrik enerjisine yönelik önerilen politikalara ışık tutması amacıyla yapılan ve 2020 yılına kadar uzatılan yıllık elektrik tüketim öngörülerini, TEİAŞ’ın öngörülerini ile karşılaştırılmış ve tarafımızca gerçekleştirilen öngörülerin, TEİAŞ’ın öngörü değerlerini aştığı

görülmüştür. Bu sonuç, hiçbir şekilde resmi öngörülerin yanlış olduğunu ifade etmemektedir. Çünkü iktisadi değişkenlere ilişkin yapılan öngörülerin tümü, dayandıkları varsayımlara da bağlı olarak belirsizlik kısıtı içermektedir ve belli bir hata payına sahiptir. Burada TEİAŞ'ın resmi elektrik tüketimin öngörü hesaplamalarını yalnızca MAED modeline dayandırmayarak, alternatif yöntemleri de değerlendirmeye alması uygun olacaktır.

2011 yılı sonu itibariyle Türkiye elektrik üretimindeki payı yaklaşık %25 olan hidrolik dahil yenilenebilir enerji kaynaklarının, 2023 yılında ancak %30'a çıkabileceği öngörülmektedir. Bunun nedenleri, hidroelektrik üretim potansiyelinin sınırına yaklaşılması, rüzgar ve güneş enerjisi kaynaklı elektrik üretiminin ise yüksek maliyetli oluşudur.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi içindeki orta vadedeki konumu göz önüne alındığında artan elektrik talebinin karşılanmasında nükleer enerji bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Santral güvenliği ve nihai atık sorunlarının çözülmesi koşullarında nükleer enerjiden elektrik üretimine ihtiyaç bulunmaktadır. Nükleer güç santralleri, ilk yapım maliyetlerinin yüksekliğine rağmen düşük yakıt maliyeti, diğer santrallere göre elektrik üretiminde sürekliliği ve yerli nitelikli oluşu ile öne çıkmaktadır.

Türkiye elektrik üretiminde mevcut durumda %45 oranındaki doğalgaz payının %30'un altına düşürülmesi, ithalatta Rus doğalgazı ağırlıklı yapının değiştirilerek, tedarikçi ülkelerde çeşitliliğe gidilmesi, enerji arz güvenliğinin sağlanması açısından bir zorunluluktur. Resmi olarak 2023 yılında doğalgazın elektrik üretimindeki payının 2023'de %30'un altına düşürülmesi hedeflense de hala yüksek kapasiteli doğalgaz çevrim santral yatırımlarına devam edilmektedir. Bu, amaçla bağdaşmayan bir yatırım politikasıdır. EPDK, mevcut durumda hala yeni doğalgaz çevrim santrali yatırımlarına üretim lisansı vermektedir. Buradan anlaşılmaktadır ki Türkiye'deki enerji politikası uygulayıcılarının

asıl hedefi, doğalgazın elektrik üretimindeki payını düşürmek değil, ne olursa olsun bir şekilde ülkenin elektrik talebini karşılayacak geçici çözümler bulmaktır. Öte yandan Türkiye’de elektrik fiyatlarının yüksekliğinin önemli bir nedeni, üretimdeki yüksek oranlı doğalgaz kullanımıdır. Elektrik üretiminde doğalgaz payının düşürülmesi, elektrik fiyatlarını da aşağı çekebilecektir.

Türkiye elektrik üretiminde yerli kaynak kullanımı konusunda linyit kömürü ön plana çıkmaktadır. Yerli linyit kaynaklarının mevcut durumda yeterince kullanılmadığı göz önüne alındığında, ithal kömür kaynaklı elektrik üretimi yapan yeni termik santral yatırımlarına lisans verilmemelidir.

Enerjinin verimli kullanılması, enerji tüketiminde tasarruf sağlaması hususunda çok önemli bir konudur. Enerjinin verimli kullanımı konusunda önemli bir ölçüt olan enerji yoğunluğu düzeyi, Türkiye’de OECD ve AB ülkelerine göre yüksektir. Genelde enerjinin, özelde elektriğin verimli kullanılması sonucu sağlanacak tasarruf ile binlerce megawatt’lık yeni santral yatırımından elde edilecek elektriğe gerek kalmayacaktır.

Türkiye, 2011 yılında enerji üretiminin %73’ünü ithalat ile karşılamıştır. Bu oran, enerji alanında Türkiye’nin ne derece yüksek oranda dışa bağımlı olduğunu göstermektedir. Dışa bağımlılık sonucu yüksek düzeylerde gerçekleşen net enerji ithalatı ile cari işlemler açığı arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki, son on yıl içinde oldukça güçlenmiş ve enerji ithalatı, artan cari açığın temel belirleyici unsuru haline gelmiştir. Enerji politikası uygulayıcıları, bir an önce enerji sektöründe mevcut dışa bağımlı yapının değiştirilmesi için gereken önlemleri almalı, özel sektörün karlı bulmadığı enerji yatırımlarını bizzat üstlenmelidir.

KAYNAKÇA

Acaroğlu, Mustafa; “Türkiye’de Biyokütle-Biyoetanol ve Biyomotorin Kaynakları ve Biyoyakıt Enerjisinin Geleceği”, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 17-19 Aralık 2008.

Acuner, Ebru, Onaygil Sermin; Dünyadaki Uygulamalar Çerçevesinde Enerji Modellerinin Karşılaştırılması, İTÜ Enerji Enstitüsü, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği.

Akbostancı, Elif, Tunç, Gül İpek, Türüt Serap; “Türkiye’nin Enerji Talebini Belirleyen Etkenler”, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği.

Akkoğlu, F.Yeşim; “Elektrik Sektöründe Rekabet ve Regülasyon”, Rekabet Kurumu Uzmanlık Tezi.

Akkollu, F.Yeşim; “Türkiye ve AB Enerji Piyasalarında Yaşanan Serbestleşme, Özelleştirme Sonucunda Geline Durum, Mevcut Rekabet Ortamı ve Bundan Sonra Yapılması Gerekenler”, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği.

Akpınar, A., Kömürcü, M., Kankal M., “Türkiye’de Hidroelektrik Enerjinin Durumu ve Geleceği”, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği.

Akşar, Pınar; “Türkiye’de Enerji Sektöründe Özelleştirme ve Regülasyon”, Marmara Üniversitesi, Maliye Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2006.

Ataman, Ayşe Rüya; “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, Ankara Üniversitesi, S.B.E. Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi (Yönetim Bilimleri) Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2007.

Ayas, Saim Alper; “Türkiye’de Özelleştirme ve Enerji Sektörü”, Kırıkkale Üniversitesi S.B.E. İktisat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale 2005.

Aydın, Metin; “Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği Kapsamında Gün Öncesi Planlama”, Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi (PMUM), 11 Kasım 2009.

Biçici, Rahim; “Türkiye’de Enerji Ekonomisi”, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi S.B.E. İktisat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak 2008.

Boztepe E., Karaca A., “Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Tarımsal Atıklar”, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği.

BP Statistics Review of World Energy Report, June 2011.

Çolak, Levent; “Güneş Enerjisi Uygulamalarının Yaygınlaştırılmasında Yük Faktörü”, AR-GE Destekleri ve Teşviklerin Önemi, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği.

Coşkun, Hamzaçebi; “Forecasting Forecasting of Turkey’s Net Electricity Energy Consumption on Sectoral Bases”, 2007, Energy Policy 35.

Akay, D., Atak M.; “Grey Prediction with Rolling Mechanism for Electricity Demand Forecasting of Turkey”, 2007, **Energy Volume** 32.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), “Nükleer Enerji Hammaddeleri Uranyum-Toryum”, Madencilik Özel İhtisas Komisyon Raporu, 1995.

DPT 9.Kalkınma Planı Enerji Özel İhtisas Komisyon Raporu, Ankara 2007.

Değirmenci, Fisun; “Avrupa Birliği Enerji Politikalarındaki Gelişmeler ve Türkiye Açılımları”, TEİAŞ, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEKTMK) Enerji Raporu, 2011.

Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) Enerji Verimliliği Raporu, Ocak 2012.

Erdođdu, Erkan; “Electricity Demand Analyses Using Cointegration and ARIMA Modelling” : A Case Study of Turkey, 2007, **Energy Policy** 35.

EPDK Petrol, Doğalgaz Sektör Raporları, 2010,2011.

EPDK Elektrik Piyasası Raporu, 2010,2011.

“Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi”, Yüksek Planlama Kurulu (YPK) Kararı, 18.05.2009.

ETKB, “Nükleer Santraller ve Türkiye’de Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler”, Ocak 2012.

Global Wind Energy Council (GWEC) Global Wind 2011 Report.

International Energy Agency (IEA) World Energy Outlook Key World Energy Statistics, 2012.

İstanbul Ticaret Odası Enerji Sektörü Raporu, 2007.

Karaca, Bayram Bahadır; “Avrupa Birliği’nde Yenilenebilir Enerji Destekleri, Arz Hedefleri ve Türkiye’de Uygulanabilirlikleri”, T.C. Hazine Müsteşarlığı Uzmanlık Tezi, Nisan 2010.

Karataş, Süleyman, “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçerisinde

Rüzgar ve Güneş Enerjilerinin Yeri”, İstanbul Üniversitesi İktisat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2009.

Keleş, M. Sertaç; “Elektrik Enerjisi Talep Tahminleri ve Türkiye Ekonomisine Olan Etkileri”, T.C. Hazine Müsteşarlığı Uzmanlık Tezi, Ocak 2005.

Korkmaz, B., Satman, Abdurrahman; “Türkiye Jeotermal Kaynaklarının Değerlendirilmesi”, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği

Kul, Yakup; “Türkiye’de Elektrik Piyasasında Fiyat Mekanizması”, Türkiye Kalkınma Bankası Uzmanlık Tezi, Nisan 2011.

Kuyumcu, Ö.; “Jeotermal Enerji Düzenlemeleri Hakkında Öneriler”, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği

Kükrer, Barış; “Hidrojen Enerjisinin Gelişme Potansiyeli ve Türkiye Ekonomisi Açısından Değerlendirilmesi”, Anadolu Üniversitesi SBE İktisat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir 2007.

Narin, Müslüme; “Küresel Finansal Krizin Türkiye Enerji Sektörü Üzerine Etkileri”, 2009.

Narin, Müslüme; “Küresel Kriz Sürecinde Türkiye’nin Enerji Koridoru Olma Konumu : Güney Doğalgaz Koridoru”, Türkiye Ekonomi Kurumu Tartışma Metni 2012/96.

Öner, Başak; “Avrupa Birliği Enerji Politikasındaki Gelişmeler”, ETKB, AB Uzmanı, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği

Özdemir, H. Caner; “Liberal Enerji Piyasası Kavramı Üzerine Düşünceler”, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği

Pamir, Necdet; “Enerji Güvenliği, Stratejik Öngörü 2023”, Avrasya Stratejik Araştırmalar Merkezi (ASAM), 2006.

Paşaoğulları, Hülya; “Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Önemi”, T.C.Hazine Müsteşarlığı Uzmanlık Tezi, Ocak 2005.

Renewables 2011 and 2012 Global Status Reports

Sanlı, Barış, Erdil, Erkan; “2020 Yılında Elektrik Talebi ve Senaryoları”

Selçuk, Işıl Şirin; “Küresel Isınma, Türkiye’nin Enerji Güvenliği ve Geleceğe Yönelik Enerji Politikaları”, Ankara Üniversitesi SBE İktisat Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2009.

Sevüktekin, Mustafa, Nargeleçekenler, Mehmet; **“Ekonometrik Zaman Serileri Analizi”**, 2.Baskı, Ekim 2007.

Şahin, Nevzat; “Ülkemizin Nükleer Santral Tesis Programına Yerli Katkı Sağlanabilir mi?” , 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği

T.C. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) 2010-2014 Dönemi Stratejik Planı

TEİAŞ APK Dairesi Başkanlığı, Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2011-2020).

TMMOB, Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 28.Olağan Genel Kurulu,6-7 Şubat 2010, Enerji Komisyonu Raporu

Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) 2010,2011 Yılları Türkiye Elektrik İletim Sektör Raporları

Alaçakır, T., Birsen F.,” Güneş Pilleri (Photovoltaik Sistemler) Kullanılarak Kurulacak Elektrik Üretim Güç Santralleri”, Elektrik İşleri Etüt İdaresi, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği

Türkiye Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) 2010,2011 Yılları Türkiye Elektrik Üretim Sektör Raporları

Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. (TETAŞ) 2010 ve 2011 Yılları Sektör Raporları

Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Enerji Sektör Raporu, 2009.

Uygun, Can, Kubilay, Eker M.; Rüzgar Enerji Santrallerinin Şebekeye Bağlanması Durumunda Enerji Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, 2009 Enerji Sempozyumu Tebliği

World Energy Council Energy Resources Report 2010

Uygur, Ercan; “**Ekonometri-Yöntem ve Uygulama**”, 1.Baskı.

Yamak, Tahsin; “Türkiye’nin Alternatif Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Ekonomik Analizleri”, Marmara Üniversitesi İktisat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2006.

Kanunlar

3096 Sayılı Türkiye Elektrik Kurumu Dışındaki Kuruluşların Elektrik Üretimi, İletimi, Dağıtımı ve Ticareti ile Görevlendirilmesine İlişkin Kanun

3996 Sayılı “Bazı Yatırım ve Hizmetlerin Yap-İşlet-Devret Modeli Çerçevesinde Yaptırılması Hakkında Kanun”

4283 Sayılı Yap-İşlet Modeli ile Elektrik Enerjisi Üretim Tesislerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışının Düzenlenmesi Hakkında Kanun

4501 Sayılı Kamu Hizmetleri ile İlgili İmtiyaz Şartlaşma ve Sözleşmelerinden Doğan Uyuşmazlıklarda Tahkim Yoluna Başvurulması Halinde Uyulması Gereken İlkeler Dair Kanun

4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu

4646 Sayılı Doğalgaz Piyasası Kanunu

4446 Sayılı T.C. Anayasasının Bazı Maddelerinde Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Kullanımına İlişkin Kanun

5627 sayılı Enerji Verimliği Kanunu

5710 sayılı Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun

6094 Sayılı Yenilebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun

Kurumsal İnternet Adresleri

Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ), resmi internet sitesi,
<http://www.botas.gov.tr>

Devlet Su İşleri (DSİ), resmi internet sitesi,
<http://www.dsi.gov.tr>

Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, resmi internet sitesi,
<http://www.eie.gov.tr>

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (ERDK), resmi internet sitesi,
<http://www.epdk.gov.tr>

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), resmi internet sitesi,
<http://www.enerji.gov.tr>

International Energy Agency (IEA), resmi internet sitesi
<http://www.iea.gov.tr>

World Nuclear Association, resmi internet sitesi
<http://www.world nuclear.org/>

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) , resmi internet sitesi
<http://www.taek.gov.tr>

Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ), resmi internet sitesi
<http://www.teias.gov.tr>

Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) A.Ş. , resmi internet sitesi
<http://www.tki.gov.tr>

EKLER

Ek 1 : 6094 Sayılı Kanun Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üreten Santrallerde Kullanılan Mekanik ve/veya Elektro-mekanik Aksamın Yurt İçinde Üretilmiş Olması Durumunda kWh Başına Uygulanan Fiyat Teşvikleri

6094 Sayılı Kanun II Sayılı Cetvel		
Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)
A- Hidroelektrik üretim tesisi	1- Türbin	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
B- Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Kanat	0,8
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3- Türbin kulesi	0,6
	4- Rotor ve nasel gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç.)	1,3
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	2- PV modülleri	1,3
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	4- İnvertör	0,6
	5- PV modülü üzerine güneş ışığını odaklayan malzeme	0,5
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Radyasyon toplama tüpü	2,4
	2- Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	3- Güneş takip sistemi	0,6
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	5- Kulede güneş ışığını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	6- Stirling motoru	1,3
	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6
E- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4- Buhar veya gaz türbini	2,0
	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	7- Kojenerasyon sistemi	0,4
F- Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Buhar veya gaz türbini	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7

Ek 2 : 1970-2011 Dönemi Brüt Elektrik Tüketim Değerleri

	Brüt Elektrik Tüketimi (GWh)
1970	8.623,0
1971	9.781,1
1972	11.241,9
1973	12.425,2
1974	13.477,0
1975	15.719,0
1976	18.615,0
1977	21.056,8
1978	22.347,1
1979	23.566,2
1980	24.616,6
1981	26.288,9
1982	28.324,9
1983	29.567,6
1984	33.266,5
1985	36.361,3
1986	40.471,4
1987	44.925,0
1988	48.430,0
1989	52.601,7
1990	56.811,7

	Brüt Elektrik Tüketimi (GWh)
1991	60.499,3
1992	67.216,8
1993	73.431,7
1994	77.783,0
1995	85.551,5
1996	94.788,7
1997	105.517,1
1998	114.022,7
1999	118.484,9
2000	128.275,6
2001	126.871,3
2002	132.552,6
2003	141.150,9
2004	150.017,5
2005	160.794,0
2006	174.637,3
2007	190.000,2
2008	198.085,2
2009	194.079,1
2010	210.434,0
2011	229.320,0

EK 3 : BRÜT ELEKTRİK TÜKETİM ÖNGÖRÜSÜ İÇİN ALTERNATİF ARMA MODELLERİ

Bağımlı Değişken : BUY
Yöntem : En Küçük Kareler

Dönem : 1970-2011
Gözlem Sayısı : 40

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Olas.
C	8.408190	0.659631	12.74682	0.0000
D01	-8.463164	2.286414	-3.701501	0.0007
D09	-7.885797	2.376585	-3.318121	0.0020
MA(1)	0.556111	0.142798	3.894388	0.0004
R-squared	0.508621	Akaike Bilgi Kriteri		4.920308
Adjusted R-squared	0.468779	Schwarz Kriteri		5.087486
Hata Kareleri Toplamı	270.6648	Durbin-Watson istatistiği		1.910016
Maks. Olabilirlik	-96.86631			
F-istatistiği	12.76609			
Olasılık (F-istatistiği)	0.000007			

Bağımlı Değişken: BUY
Yöntem : En Küçük Kareler

Dönem : 1970-2011
Gözlem Sayısı :40

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Olas.
C	7.676625	0.204018	37.62727	0.0000
D01	-8.190705	2.519430	-3.251015	0.0026
D09	-8.438995	2.522296	-3.345759	0.0020
AR(1)	0.813199	0.105698	7.693599	0.0000
MA(1)	-0.578571	0.220743	-2.621014	0.0130
MA(2)	-0.420430	0.174133	-2.414411	0.0213
R^2	0.617603	Akaike Bilgi Kriteri		4.758947
Düzeltilmiş R^2	0.561368	Schwarz Kriteri		5.012279
Hata Kareleri Toplamı	202.3401	Durbin-Watson istatistiği		1.875266
Maks. Olabilirlik	-89.17895			
F-istatistiği	10.98256			
Olasılık (F-istatistiği)	0.000002			

Bağımlı Değişken : BUY
Yöntem : En Küçük Kareler

Dönem : 1970-2011
Gözlem Sayısı : 40

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Olas.
C	8.092130	0.698669	11.58221	0.0000
D01	-8.065769	2.473762	-3.260527	0.0025
D09	-8.329942	2.474986	-3.365652	0.0019
AR(1)	0.494605	0.171166	2.889612	0.0067
AR(2)	-0.118679	0.169404	-0.700570	0.4883
R^2	0.502469	Akaike Bilgi Kriteri		4.930714
Düzeltilmiş R^2	0.443936	Schwarz Kriteri		5.143991
Hata Kareleri Toplamı	244.6891	Durbin-Watson istatistiği		1.959679
Maks. Olabilirlik	-91.14892			
F-istatistiği	8.584351			
Olasılık (F-istatistiği)	0.000067			

ÖZET

MAHMUTOĞLU, Murat. Türkiye Elektrik Sektöründe Yenilenebilir Enerjinin Rolü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2013.

Yenilenebilir enerji; yerli, temiz ve çevre dostu özellikleri ile Türkiye elektrik üretimi için stratejik bir öneme sahiptir. Yenilenebilir kaynakların yerli nitelikli oluşu ve yakıt maliyetinin düşük olması, elektrik üretiminde daha çok kullanılmaları için önemli birer tercih sebebidir.

Yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimi yapan firmalara devlet tarafından belirlenen fiyatlardan elektrik alım garantisi uygulamaları, sektörün gelişimi için ne yazık ki tek başına yeterli değildir. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi sürecinde kullanılan rüzgar türbini, güneş pili gibi elektro-mekanik aksamaların üretimi, çok yetersiz düzeydedir. Öncelikle bu girdilerin ülke içi üretimine yönelik teknolojik gelişmeyi sağlayacak AR-GE harcamalarının devletçe doğrudan desteklenmesi ve bu amaçla kapsamlı bir teşvik sisteminin oluşturulması gerekmektedir.

Yükselen enerji ithalatı ve buna bağlı olarak artan enerjideki dışa bağımlılık, Türkiye’de cari işlemler açığının yapısal bir özellik kazanmasına aracılık etmiştir. Söz konusu dışa bağımlılığın azaltılabilmesi için yenilenebilir enerji dışındaki politika önerileri; uygun tasarruf önlemleri çerçevesinde enerji yoğunluğunun düşürülerek enerji verimliliğinin artırılması, nükleer enerjiden elektrik üretimi ve linyit gibi yerli enerji kaynaklarının akılcı kullanımı olarak sıralanabilir.

Ülkenin artan elektrik talebini karşılayacak yatırımların tümüyle kar amacına odaklanmış özel sektör tarafından gerçekleştirilmesini beklemek, günümüz koşullarında çok gerçekçi değildir. Özel yatırımlarla birlikte devletin de özellikle ciddi bir enerji stratejisi ve planlaması

dahilinde aktif olarak yatırım faaliyetlerine devam etmesi gerekmektedir. Enerji politikası uygulayıcıları, bir an önce enerjideki mevcut dışa bağımlı yapının değiştirilmesi için elektrik üretimi sürecinde kullanılan ithal girdilerin yurt içi üretimle ikamesini amaçlayan teknoloji geliştirici uygulamaları teşvik etmelidir.

Anahtar Sözcükler :

- 1- Yenilenebilir Enerji
- 2- Enerji Verimliliği
- 3- Dışa Bağımlılık
- 4- Enerji Yoğunluğu
- 5- Enerji Politikası

ABSTRACT

MAHMUTOĞLU, Murat. The Role of Renewable Energy At The Electricity Sector Of Turkey, Master Thesis, Ankara, 2013.

Renewable energy; with its domestic, clean and environmentally friendly characteristics has a strategic importance for the electricity generation of Turkey. The domestic characteristic of renewable resources and the low cost of fuel are the important reasons to be preferred in electricity production.

Prices set by the government under purchasing guarantee for the renewable energy sourced electricity generation companies are not unfortunately enough for the development of the sector. The production of the wind turbines used in process of electricity generation from renewable energy sources and mechanical parts used in such as solar cell are very insufficient in Turkey. At first, it is necessary that government would support directly the expenditure of the technological improvement for production of inputs in-country R & D and for this purpose it should create a comprehensive system of incentives.

Rising energy imports and accordingly increasing energy dependence mediated the current deficit to gain a structural characteristic in Turkey. Apart from the renewable energy, the other policy recommendations to reduce external dependence on energy can be listed as ; lowering the energy density within the framework of the energy savings appropriate to increase the efficiency of domestic electricity generation, nuclear energy and rational use of energy resources, such as lignite.

It cannot be expected that the increasing electricity demand in the country cannot be satisfied by private sector investments focused on

profit maximization, in current conditions, it is not realistic. With private investments, government should carry on its own investment actively within the framework of serious energy strategies and planning. To change the current external energy dependence on imported inputs that are used in the process of electricity generation, energy policy practitioners should encourage technology developing implications aiming the substitution of external sources with the domestic one.

Key Words :

- 1- Renewable Energy
- 2- Energy Efficiency
- 3- External Dependence
- 4- Energy Density
- 5- Energy Policy