

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞU KARADENİZ HAVZASINDAKİ HİDROELEKTRİK POTANSİYELİN
DEĞERLENDİRİLME DURUMU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Çağrıhan KARSTARLI

MAYIS 2011

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DOĞU KARADENİZ HAVZASINDAKİ HİDROELEKTRİK POTANSİYELİN
DEĞERLENDİRİLME DURUMU**

İnş. Müh. Çağrıhan KARSTARLI

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“İnşaat Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25.04.2011
Tezin Savunma Tarihi : 11.05.2011**

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Murat İhsan KÖMÜRCÜ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hızır ÖNSOY

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Faruk YILDIRIM

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Trabzon 2011

ÖNSÖZ

Doğu Karadeniz Havzası'ndaki brüt hidroelektrik enerji potansiyelini ve 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında geliştirilen hidroelektrik santrallerin durumunu incelemeyi konu alan bu çalışma; Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Laboratuvarı'nda hazırlanmıştır.

Lisans ve yüksek lisans öğrenim süresince ilgi ve desteğini sürekli yanımda bulduğum, meslek hayatım boyunca örnek alacağım, değerli hocam, Doç. Dr. Murat İhsan KÖMÜRCÜ'ye üzerimdeki emeklerinden ve alakasından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek Lisans öğrenimim süresince, yapıcı eleştirilerinden faydalandığım, ilgilerini eksik etmeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Hızır ÖNSOY'a ve Prof. Dr. Ömer YÜKSEK'e de teşekkür ederim.

Tezin hazırlanmasında ilgilerinden ve yardımlarından dolayı Arş. Gör. Dr. Murat KANKAL'a, Arş. Gör. Ergun UZLU'ya ve Öğr. Gör. Adem AKPINAR'a şükranlarımı sunarım.

Tez çalışması kapsamında kullandığım verilerin temin edilmesinde yardımlarını esirgemeyen, DSİ VII., XXII. ve XXVI. Bölge Müdürlüğü ilgili çalışanlarına, İnş. Yük. Müh. Mustafa AKDOĞAR ve İnş. Yük. Müh. Oğuzhan YAVUZ sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemdeki en önemli faktör olan ailemin önünde saygıyla eğiliyor, çalışmamı kendilerine ithaf ediyorum.

Çağrıhan KARSTARLI

Trabzon 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	2
1.3. Literatür Çalışması.....	3
1.4. Enerji Kaynakları.....	6
1.4.1. Petrol.....	7
1.4.1.1. Dünyanın Petrol Rezervleri.....	7
1.4.1.2. Türkiye'nin Petrol Rezervleri.....	7
1.4.1.3. Dünyanın Petrol Üretim-Tüketim Dengesi.....	8
1.4.1.4. Türkiye'nin Petrol Üretim-Tüketim Dengesi.....	10
1.4.2. Doğalgaz.....	11
1.4.2.1. Dünyanın Doğalgaz Rezervleri.....	11
1.4.2.2. Türkiye'nin Doğalgaz Rezervleri.....	13
1.4.2.3. Dünyanın Doğalgaz Üretim-Tüketim Dengesi.....	14
1.4.2.4. Türkiye'nin Doğalgaz Üretim-Tüketim Dengesi.....	15
1.4.3. Kömür.....	16
1.4.3.1. Dünya'nın Kömür Rezervleri.....	16
1.4.3.2. Türkiye'nin Kömür Rezervleri.....	17
1.4.3.3. Dünyanın Kömür Üretim-Tüketim Dengesi.....	18
1.4.3.4. Türkiye'nin Kömür Üretim-Tüketim Dengesi.....	19
1.4.4. Nükleer Enerji.....	21

1.4.4.1.	Dünyanın Nükleer Enerji Potansiyeli.....	21
1.4.4.2.	Türkiye'nin Nükleer Enerji Potansiyeli.....	22
1.4.4.3.	Dünyada ve Türkiye'de Nükleer Enerjinin Gelişimi.....	23
1.4.5.	Jeotermal Enerji.....	24
1.4.5.1.	Dünyanın Jeotermal Enerji Potansiyeli.....	25
1.4.5.2.	Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli.....	25
1.4.5.3.	Dünyada ve Türkiye'de Jeotermal Enerjinin Gelişimi.....	26
1.4.6.	Biokütle Enerjisi.....	27
1.4.6.1.	Dünyanın Biokütle Enerjisi Potansiyeli.....	28
1.4.6.2.	Türkiye'nin Biokütle Enerjisi Potansiyeli.....	29
1.4.6.3.	Dünyada ve Türkiye'de Biokütle Enerjisinin Durumu.....	30
1.4.7.	Güneş Enerjisi.....	31
1.4.7.1.	Dünyanın ve Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli.....	32
1.4.7.2.	Dünyada Güneş Enerjisinin Durumu.....	32
1.4.7.3.	Türkiye'de Güneş Enerjisinin Durumu.....	33
1.4.8.	Rüzgar Enerjisi.....	34
1.4.8.1.	Dünyanın ve Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli.....	34
1.4.8.2.	Dünyada Rüzgar Enerjisinin Mevcut Durumu.....	35
1.4.8.3.	Türkiye'de Rüzgar Enerjisinin Mevcut Durumu.....	36
1.4.9.	Hidrojen Enerjisi.....	37
1.4.10.	Akıntı enerjisi.....	38
1.4.11.	Gelgit Enerjisi.....	38
1.4.12.	Dalga Enerjisi.....	38
1.4.13.	Hidroelektrik Enerji.....	39
1.4.13.1.	Dünyanın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli.....	40
1.4.13.2.	Türkiye'de Hidroelektrik Enerjinin Tarihsel Gelişimi.....	41
1.4.13.3.	Türkiye'nin Su Kaynakları ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli.....	43
1.4.13.4.	Küçük Hidroelektrik Santraller.....	45
1.4.13.4.1.	Küçük Hidroelektrik Santrallerin Tanımlanması ve Sınıflandırılması	45
1.4.13.4.2.	Küçük Hidroelektrik Santrallerin Olumlu ve Olumsuz Yönleri.....	46
1.4.13.4.3.	Küçük Hidroelektrik Santrallerin Çevre Üzerindeki Etkisi.....	48

1.4.13.5.	Türkiye’de Küçük Hidroelektrik Santral (HES) Durumu.....	50
1.4.13.6.	Dünyada ve Türkiye’de Hidroelektrik Enerji Tüketimi.....	51
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR VE ELDE EDİLEN BULGULAR.....	52
2.1.	Doğu Karadeniz Havzası Genel Karakteristikleri.....	52
2.2.	Doğu Karadeniz Havzası Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Tespiti	53
2.3.	Doğu Karadeniz Havzası’nda 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Özel Sektörce Gerçekleştirilecek Hidroelektrik Santraller.....	55
2.3.1.	Giresun İli’ndeki Hidroelektrik Santraller.....	57
2.3.2.	Trabzon İli’ndeki Hidroelektrik Santraller.....	59
2.3.3.	Gümüşhane İli’ndeki Hidroelektrik Santraller (Doğu Karadeniz Havzası İçerisinde Kalan Bölümü)	62
2.3.4.	Rize İli’ndeki Hidroelektrik Santraller.....	63
2.3.5.	Artvin İli’ndeki Hidroelektrik Santraller (Doğu Karadeniz Havzası İçerisinde Kalan Bölümü)	65
2.3.6.	Samsun İli’ndeki Hidroelektrik Santraller (Doğu Karadeniz Havzası İçerisinde Kalan Bölümü)	65
2.3.7.	Ordu İli’ndeki Hidroelektrik Santraller (Doğu Karadeniz Havzası İçerisinde Kalan Bölümü)	66
2.4.	Türkiye’de 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Özel Sektörce Gerçekleştirilecek Hidroelektrik Santraller.....	67
3.	İRDELEME.....	70
3.1.	Doğu Karadeniz Havzası Hidroelektrik Enerji Potansiyeli’nin Analizi.....	70
3.2.	Doğu Karadeniz Havzası’nda 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Özel Sektörce Gerçekleştirilecek HES’lerin Analizi.....	72
3.3.	4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Doğu Karadeniz Havzası’nda Geliştirilen HES Projelerinin Havza ve Türkiye Potansiyeli İle Karşılaştırılması.....	76
3.4.	Doğu Karadeniz Havzası HES Projelerinin Aynı Kapsamdaki Özel Sektörce Türkiye Geneline Gerçekleştirilecek Projeler İçerisindeki Yeri.....	78
3.5.	Doğu Karadeniz Havzası Hidroelektrik Santral Projelerinin Türkiye’nin Hidroelektrik ve Toplam Enerji Üretimine Katkısı.....	79

3.6.	Doğu Karadeniz Havzası HES Projelerinin Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üreten Kuruluşların Ürettiği Enerji Miktarı ile Karşılaştırılması.....	81
4.	SONUÇLAR.....	84
5.	ÖNERİLER.....	86
6.	KAYNAKLAR.....	87
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Türkiye'nin topoğrafik, hidrojeolojik yapısı ve bazı yörelerdeki yağış yoğunluğu büyük ve küçük hidroelektrik santral potansiyeline olanak sağlamıştır. Özellikle, Doğu Karadeniz Havzası, aldığı yağış miktarının fazlalığı sonucu oldukça önemli yüzeysel su potansiyeli ve bunun yanında yüksek düşü imkanıyla, hidroelektrik santraller (HES) açısından verimli bir bölgedir. 2001 yılında, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girmesiyle, bu havzadaki enerji potansiyeli devreye sokulmaya başlanmış ve Türkiye ortalamasının üzerinde bir santral başvurusu yapılmıştır.

Bu çalışmada, Türkiye ve dünyadaki fosil yakıtlar olarak adlandırılan doğalgaz, petrol, kömür ve nükleer, yenilenebilir enerji olarak sınıflandırılan rüzgar, güneş, biokütle, jeotermal, hidrolik, hidrojen, gel-git ve dalga enerjisinin mevcut durumları ve küçük hidroelektrik santrallerin olumlu ve olumsuz yönleri ve çevre üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bunun yanında, Doğu Karadeniz Havzası'nın hidroelektrik enerji potansiyeli, hidroelektrik santrallerin illere göre dağılımı, toplam kurulu güçleri ve üretecekleri enerji miktarları belirlenmiştir. Havzadaki hidroelektrik enerji potansiyelinin bu kanun kapsamında geliştirilen projelerle değerlendirilme durumu da tespit edilmiştir. Ayrıca, havzadaki santrallerin, Türkiye genelinde aynı kapsamda geliştirilen ve Türkiye'nin mevcut hidroelektrik santral projeleri içerisindeki yerleri, toplam hidroelektrik enerji üretimine katkıları, Türkiye için tespit edilen hidroelektrik potansiyel ile karşılaştırmaları yapılmış ve Türkiye'deki toplam hidroelektrik potansiyelin değerlendirme durumu tespit edilmeye çalışılmıştır. Buna ilaveten, havzadaki projelerin üreteceği enerji miktarıyla, Türkiye brüt elektrik enerjisi üretiminin temel kaynaklar ve üretici kuruluşlar açısından karşılaştırması da yapılmıştır.

Bu çalışma sonunda; Türkiye genelindeki hidroelektrik potansiyel, elektrik enerjisi kurulu gücü ve üretimi, temel elektrik enerjisi üretim kaynakları ve üretim şirketleri dikkate alındığında, Doğu Karadeniz Havzası'nda önemli bir potansiyelin, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunuyla devreye sokulduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Hidroelektrik Santral, Doğu Karadeniz Havzası, Türkiye

ABSTRACT

Evaluation State of Hydroelectric Potential in the Eastern Black Sea Basin

Topographical and hydrogeological structure of Turkey and excessive rainfalls in some regions provide big and small hydroelectric power potentials. Especially, in the Eastern Black Sea Basin, there is quite important surface water potential due to having large amount of rainfall, and also the region is very profitable in terms of hydroelectric powers thanks to huge falls. In 2001, in this basin, energy potential started to be commissioning and has been applied for hydroelectric power over the average level of Turkey, following the validity of 4628 coded Electric Market Law.

In this study, the present situation of fossil fuels types such as natural gas, fuel, coal and nuclear energy, and renewable energy types such as wind, sun, biomass, geothermal, hydraulic, hydrogen, tide and wave energy, and negative and positive aspects and effects on environment of hydroelectric powers in Turkey and world were investigated. In addition, the range according to the cities, total situated power and producible energy amount of hydroelectric powers and hydroelectric potential in the Eastern Black Sea Basin were determined. The evaluation case of hydroelectric energy potential in the basin together with the developed projects as part of this law was also established. The state of the powers in the basin in comparison with the other powers, which were developed as part of the same law, in Turkey and their total hydroelectric energy production contributions were compared with the hydroelectric potential which were determined for Turkey and the evaluation case of total hydroelectric potential in Turkey was assessed. Finally, comparison of gross electricity energy production of Turkey was conducted in terms of basic resources and manufacturers through energy amount produced by the projects in the basin

As a result of this study, it is determined that there is significant hydroelectric potential in the Eastern Black Sea Basin, and this potential is started to be utilized with Hydroelectric Power Stations in the scope of 4628 coded Electric Market Law.

Key Words: Energy, Hydroelectric Power Stations, Eastern Black Sea Basin, Turkey

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1.	Dünyanın petrol rezervinin bölgelere göre dağılımı..... 8
Şekil 1.2.	Dünya 1999-2009 petrol üretim-tüketim değerleri..... 9
Şekil 1.3.	Türkiye'nin son onbir yıllık petrol üretim-tüketim dengesi..... 11
Şekil 1.4.	2009 yılı dünya ispatlanmış doğalgaz rezervleri..... 12
Şekil 1.5.	2009 yılı dünya ispatlanmış doğalgaz rezervi ilk on ülke..... 12
Şekil 1.6.	Yıllar itibariyle Türkiye doğalgaz üretimi..... 13
Şekil 1.7.	Dünya son onbir yıllık doğalgaz üretim-tüketim dengesi..... 14
Şekil 1.8.	Türkiye son onbir yıllık doğalgaz üretim-tüketim dengesi..... 15
Şekil 1.9.	Organik olgunluğa göre kömür tipleri..... 16
Şekil 1.10.	Türkiye 2009 yılı kömür rezervleri haritası..... 18
Şekil 1.11.	Dünya 2009 yılı kömür üretim-tüketim dengesi..... 19
Şekil 1.12.	Dünya 2009 yılı uranyum kaynakları..... 22
Şekil 1.13.	Türkiye'nin nükleer hammadde kaynakları..... 23
Şekil 1.14.	Dünyada nükleer reaktörler..... 24
Şekil 1.15.	Türkiye rüzgar atlası yıllık rüzgar dağılım haritası..... 35
Şekil 1.16.	Türkiye'de hidroelektrik enerjinin gelişimi..... 43
Şekil 2.1.	Doğu Karadeniz Havzası..... 54
Şekil 3.1.	Doğu Karadeniz Havzası'nın iller bazındaki hidroelektrik enerji kurulu güç potansiyeli..... 71
Şekil 3.2.	Doğu Karadeniz Havzası'nın iller bazındaki hidroelektrik enerji üretim potansiyeli..... 71
Şekil 3.3.	Doğu Karadeniz Havzası'ndaki HES sayıları ve havza içerisindeki Oranları..... 72
Şekil 3.4.	Doğu Karadeniz Havzası'ndaki HES projelerinin kurulu güç değerleri ve havza içerisindeki oranları 74
Şekil 3.5.	Doğu Karadeniz Havzası'ndaki HES projelerinin enerji değerleri ve havza içerisindeki oranları 75
Şekil 3.6.	Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik enerji potansiyel değerleri ve 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki geliştirilen projeler 77

Şekil 3.7.	Doğu Karadeniz Havzası HES projelerinin aynı kapsamdaki özel sektörde Türkiye genelinde gerçekleştirilecek projeler içerisindeki yeri	78
Şekil 3.8.	Doğu Karadeniz Havzası HES projeleri ile Türkiye'deki mevcut temel enerji kaynaklarının kurulu güç açısından karşılaştırması.....	80
Şekil 3.9.	Doğu Karadeniz Havzası HES projeleri ile Türkiye'deki mevcut temel enerji kaynaklarının enerji üretimi açısından karşılaştırması...	81
Şekil 3.10.	Doğu Karadeniz Havzası HES projelerinin Türkiye'de elektrik enerjisi üreten kuruluşların ürettiği termik enerji miktarı ile karşılaştırılması	82
Şekil 3.11.	Doğu Karadeniz Havzası HES projelerinin Türkiye'de elektrik enerjisi üreten kuruluşların ürettiği yenilenebilir enerji miktarı ile karşılaştırılması	83
Şekil 3.12.	Doğu Karadeniz Havzası HES projelerinin Türkiye'de elektrik enerjisi üreten kuruluşların ürettiği toplam enerji miktarı ile karşılaştırılması	83

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. 2009 yılı sonu itibariyle Türkiye’deki ham petrol rezervleri.....	9
Tablo 1.2. 2009 yılı dünya petrol üretim ve tüketiminin bölgelere göre dağılımı.....	10
Tablo 1.3. 2009 yılı sonu itibariyle Türkiye doğal gaz rezervleri.....	14
Tablo 1.4. Dünya kömür rezervlerinin bölgelere göre dağılımı.....	17
Tablo 1.5. Türkiye taşkömürü ve linyit üretim-tüketim dengesi.....	20
Tablo 1.6. Referanslara göre dünyanın jeotermal potansiyeli.....	25
Tablo 1.7. Türkiye’nin jeotermal enerji potansiyeli.....	26
Tablo 1.8. Bölgelere göre kurulu jeotermal kapasite.....	27
Tablo 1.9. Türkiye’deki mevcut jeotermal kullanım kategorileri.....	28
Tablo 1.10. Dünyanın farklı bölgelerinde biokütle enerjisi potansiyeli.....	29
Tablo 1.11. Hayvansal atık potansiyeline karşılık gelen üretilebilecek biyogaz miktarı ve taşkömürü eşdeğeri.....	30
Tablo 1.12. Dünya biyoyakıt üretimi ilk onbeş ülke.....	31
Tablo 1.13. Türkiye’nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli.....	34
Tablo 1.14. Rüzgar gücü kapasitesindeki artış ve mevcut kapasite.....	34
Tablo 1.15. Türkiye’nin bölgelere göre rüzgar potansiyeli.....	36
Tablo 1.16. Türkiye’deki kurulu rüzgar enerji santralleri.....	37
Tablo 1.17. Dünya’nın hidroelektrik enerji potansiyeli.....	40
Tablo 1.18. Farklı güçlere karşılık oluşan gürültü seviyeleri.....	49
Tablo 1.19. Gürültü seviyeleri ve etkileri.....	50
Tablo 1.20. Proje seviyesindeki hidroelektrik santrallerin 2009 yılında kurulu kapasitelerine göre dağılımı.....	51
Tablo 1.21. Dünyanın net hidroelektrik enerji tüketi.....	51
Tablo 2.1. Doğu Karadeniz Havzası’nın İller Bazında Hidroelektrik Potansiyeli.....	56
Tablo 2.2. Giresun İli’ndeki hidroelektrik santral projeleri.....	57
Tablo 2.3. Trabzon İli’ndeki hidroelektrik santral projeleri.....	59
Tablo 2.4. Gümüşhane İli’ndeki hidroelektrik santral projeleri.....	62

Tablo 2.5.	Rize İli’ndeki hidroelektrik santral projeleri.....	63
Tablo 2.6.	Artvin İli’ndeki hidroelektrik santral projeleri.....	65
Tablo 2.7.	Samsun İli’ndeki hidroelektrik santral projeleri.....	66
Tablo 2.8.	Ordu İli’ndeki hidroelektrik santral projeleri.....	66
Tablo 2.9.	4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Özel Sektörce Gerçekleştirilecek Projeler (2011 Mart Ayı İtibariyle).....	69
Tablo 3.1.	Doğu Karadeniz Havzası’ndaki HES projelerinin illere göre dağılımı.....	73
Tablo 3.2.	Türkiye ve Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik enerji potansiyel değerleri ve 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki geliştirilen projeler.....	76
Tablo 3.3.	Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik santral projeleri ile Türkiye’deki mevcut hidrolik güç ve üretecekleri toplam enerji miktarları	79
Tablo 3.4.	Türkiye brüt elektrik enerjisi üretiminin üretici kuruluşlar itibariyle dağılımı.....	81

SEMBOLLER DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
BOTAŞ	: Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
BP	: British Petroleum
ÇEAŞ	: Çukurova Elektrik Anonim Şirketi
dB	: Desibel
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EIA	: Energy Information Administration (Enerji Bilgi İdaresi)
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EJ	: Egzajoul (10^{18} Joule)
EPDK	: Enerji Piyasası Değerlendirme Kurulu
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GW	: Gigawatt
GWh	: Gigawattsaat
HES	: Hidroelektrik Santral
Hz	: Hertz
IAEA	: International Atomic Energy Agency (Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu)
Kcal	: Kilo kalori
KHES	: Küçük Hidroelektrik Santral
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowattsaat
MTA	: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü
Mtep	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	: Megawatt
MWh	: Megawattsaat
OECD	: Organisation for Economic Co-Operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)

OPEC	: Organization of the Petroleum Exporting Countries (Petrol İhracatçısı Ülkeler Teşkilatı)
PİGM	: Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
TAEK	: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEK	: Türkiye Elektrik Kurumu
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TKİ	: Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TTK	: Türkiye Taşkömürü Kurumu
TÜREB	: Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği
TW	: Terawatt
TWh	: Terawattsaat
UNIDO	: United Nations Industrial Development Organization (Birleşmiş Milletler Endüstriyi Geliştirme Organizasyonu)
USİAD	: Ulusal Sanayici ve İşadamları Derneği
WECTNC	: World Energy Council–Turkish National Committee (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi)
WNA	: World Nuclear Association (Dünya Nükleer Birliği)
WWEA	: World Wind Energy Association (Dünya Rüzgar Enerjisi Birliği)
YİD	: Yap-İşlet-Devret

1.GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünya nüfusunun ve refah seviyesinin artması, enerji tüketimini yoğun olarak arttırmıştır. Yoğun enerji kullanımı; hem enerji tedarikinde sorunlara yol açmakta, hem de kirlilik sorunu oluşmaktadır. Oluşan kirlilik küresel ısınmayı da tetiklemektedir. Bu nedenle günümüzde enerji çok önemli bir konudur. Ayrıca enerjiyi sadece elektrik enerjisi ya da yakıt olarak düşünmemek gerekir. Gıda (hem hayvan hem insan gıdası) olarak da enerji dün olduğu gibi bugün de dünyadaki en önemli konulardan biridir. Gün geçtikçe tarımsal olarak birim alandan üretilen kalori arttırılmaya çalışılmakta ve çeşitli yöntemlerle bu alanda ciddi başarılar elde edilmektedir. Ancak, bu tip enerji üretiminde de çevre etkilenmekte, üretim arttıkça çevreye olan etkileri de daha detaylı incelenmektedir.

Ülkemiz hızlı bir sosyal ve ekonomik gelişim göstermektedir. Bu gelişmeye paralel olarak gereksinim duyulan elektrik enerjisini; öncelikle yerli enerji kaynaklarından elde etmek üzere projeler geliştirmeli ve gerekli yatırımlar yapılmalıdır. Kesintisiz, kaliteli, güvenilir ve ekonomik enerji elde etmek üzere hazırlanan projelerin; çevreye olumsuz etkilerinin en az olmasına dikkat edilmelidir.

Elektrik enerjisi üretiminde; fosil ve nükleer yakıtlı termik ve doğalgazlı santraller yanında hidroelektrik santrallerin (HES) yenilenebilir ve puant (elektrik enerjisi tüketiminin en yüksek olduğu dönem) çalışma gibi iki önemli özelliği mevcuttur.

Elektrik enerjisi tüketimi ekonomik gelişmenin ve sosyal refahın en önemli göstergelerinden biridir. Bir ülkede kişi başına düşen elektrik enerjisi üretimi ve/veya tüketimi o ülkedeki hayat standardını yansıtmaları bakımından büyük önem arz etmektedir.

2009 yılı sonu itibariyle, Türkiye’de elektrik enerjisi tüketimi 193300 GWh, üretimi ise 194100 GWh olarak gerçekleşmiştir. Yapılan üretimin % 48,6’sı (94370 GWh) doğalgaz, % 28,3’ü (54970 GWh) kömür, % 18,5’i (35950 GWh) hidrolik, % 3,4’ü (6640 GWh) sıvı yakıt ve % 1,1’i (2170 GWh) yenilenebilir kaynaklardan elde edilmiştir (URL-1, 2011).

Çeşitli enerji kaynakları içerisinde hidroelektrik enerji santralleri çevre dostu olmaları ve düşük potansiyel risk taşımaları sebebiyle tercih edilmektedir. Hidroelektrik santraller;

çevreye uyumlu, temiz, yenilenebilir, yüksek verimli, yakıt gideri olmayan, enerji fiyatlarında sigorta rolü üstlenen, uzun ömürlü, işletme gideri çok düşük dışa bağımlı olmayan yerli bir kaynaktır.

Türkiye, teorik olarak 433000 GWh/yıl, teknik olarak 216000 GWh/yıl ve teknik-ekonomik olarak ise 130000 GWh/yıl hidrolik enerji üretim kapasitesine sahip bulunmaktadır. Bunun yıllık ortalama üretim olarak ancak 48100 GWh'lık bölümü (% 37) geliştirilmiş bulunmaktadır. 26 adet havzada yapılan hesaplamalarda net teknik potansiyel üst sınırının 190000 GWh/yıl olacağı tahmin edilmektedir. Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğünün Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyelinin yeniden değerlendirilmesi ile ilgili yaptığı ön etüt çalışmalarında da teknik ve ekonomik olarak geliştirilebilecek potansiyelin 163000 GWh/yıl'a yükseltilebileceği tahmin edilmiştir. Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyelinin bu safhaya kadar olan hesaplamalarında, enerji sektöründe çalışan uzmanların görüşlerinde bir mutabakat mevcuttur. Ancak, Türkiye'nin 190000 GWh/yıl olarak hesaplanan net teknik potansiyelinin içinden, ekonomik olarak yapılabilir hidroelektrik tesislerde üretilecek yıllık elektrik üretimi miktarında ciddi görüş ayrılıkları mevcuttur (YILDIZ, 2010).

2009 yılında elektrik üretimimizin %18,5'i hidroelektrik santrallerden temin edilmiştir. Son yıllarda yaşanan kuraklıklar hidroelektrik santrallerinden beklenen katkının sağlanamamasına neden olmaktadır. Ancak hidroelektrik üretimi 2009 yılında 2008 yılına göre % 7,8 oranında artarak 35870 MW olarak gerçekleşmiştir. Teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek tüm hidroelektrik potansiyelin 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretiminde kullanılması hedeflenmektedir (URL-2, 2011).

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı; 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında, Doğu Karadeniz Havzası'nda geliştirilen hidroelektrik santral projelerinin, illere göre dağılımını, toplam kurulu güçlerini ve üretecekleri enerji miktarlarını belirleyerek, havzanın ve Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyelinin değerlendirilme durumunu araştırmaktır.

Bu maksatla, Türkiye ve dünyadaki fosil yakıtlar olarak adlandırılan doğalgaz, petrol, kömür ve nükleer, yenilenebilir enerji olarak sınıflandırılan rüzgar, güneş, biokütle, jeotermal, hidrolik, hidrojen, gel-git ve dalga enerjisinin mevcut durumları ve küçük hidroelektrik santrallerin olumlu ve olumsuz yönleri ve çevre üzerindeki etkileri

incelenmiştir. Bunun yanında, Doğu Karadeniz Havzası'nın hidroelektrik enerji potansiyeli, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında, havza sınırları içerisindeki (işletme, fiilen inşaatı başlamış, inşaatı başlanabilir, su kullanım hakkı anlaşması yapılmış, fizibilite ve ön rapor aşamasındaki) hidroelektrik santrallerin illere göre dağılımı, toplam kurulu güçleri ve üretecekleri enerji miktarları belirlenmiştir. Havzadaki hidroelektrik enerji potansiyelinin bu kanun kapsamında geliştirilen projelerle değerlendirilme durumu da tespit edilmiştir. Ayrıca, havzadaki santrallerin, Türkiye genelinde aynı kapsamda geliştirilen ve Türkiye'nin mevcut hidroelektrik santral projeleri içerisindeki yerleri, toplam hidroelektrik enerji üretimine katkıları, Türkiye için tespit edilen hidroelektrik potansiyel ile karşılaştırmaları yapılmış ve Türkiye'deki toplam hidroelektrik potansiyelin değerlendirme durumu tespit edilmeye çalışılmıştır. Buna ilaveten, havzadaki projelerin üreteceği enerji miktarıyla, Türkiye brüt elektrik enerjisi üretiminin temel kaynaklar ve üretici kuruluşlar açısından karşılaştırması da yapılmıştır.

1.3. Literatür Çalışması

Bu kısımda, enerji potansiyeli, gelişimi ve hidroelektrik enerji üretimi konusunda yapılan araştırma ve çalışmaların özet bilgileri tarih sırasına göre verilmiştir;

Topal (1990), enerji sektörünü uluslararası ve ulusal düzeyde inceleyip, çeşitli tahmin metot ve modelleri kullanarak elektrik enerjisi talebini belirlemeye çalışmıştır. Bu kapsamda, elektrik enerjisinin diğer enerji türleri arasında yeri ve önemine değindikten sonra, çeşitli gelişmişlik seviyelerindeki ülkelerle Türkiye'nin kıyasını yapmıştır. Uygulama kısmında ise, zaman serileri analizleri ve regresyon modelleri ile elektrik talep modelleri oluşturarak ileriye dönük tahminler gerçekleştirmiştir.

Tırıs (1992), Türkiye'nin yirmi yıllık (1990-2010) enerji politikasını analiz ederek, bu politikada belirleyici olması gereken teknik, ekonomik, politik, sosyal ve çevresel parametreler ışığında, yenilenebilir enerji kaynaklarının yersel dağılımını tespit etmeye çalışmıştır. Bu kapsamda, birincil olarak enerji planlamasının gelişimi ile Türkiye'deki enerji durumunu incelemiştir. Enerji planlaması ve enerji politikası analizindeki başlıca yaklaşımları da irdeleyen Tırıs, Türkiye'nin uzun vadeli enerji arzı için çok parametrelili bir değerlendirme modeli kurarak analiz de yapmıştır. Sonuç olarak, Türkiye'nin uzun vadeli enerji planlamasında yenilenebilir kaynakların yerini değerlendirerek bir takım önerilerde bulunmuştur.

Altaş vd. (1994), enerji sektörünün 1970-1993 yılları arası gelişimini inceleyerek, enerji kaynaklarının üretim hedeflerini ve genel enerji talebini belirleyip, enerji kaynaklarına göre üretim ve talep projeksiyonlarının analizlerini gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, 2010 yılı için Türkiye'nin elektrik enerjisi üretim kapasitesi, 201509 GWh ve hidrolik enerji üretim kapasitesi ise 37049 GWh olarak öngörülmüştür.

Ergin (2001), fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim ve tüketim oranları ile sektörel dağılımlarını ve ayrıca bu kaynakların uzun vadeli (2020 yılına kadar) projeksiyonlarını analiz ederek sayısal sonuçlara ulaşmıştır. Bu çalışma kapsamında Türkiye'nin hidrolik enerji arzının 2010 yılı için 5548,34 bin ton petrol eşdeğeri (TEP) ve 2020 yılı için 6370,32 bin TEP olacağı öngörülmüştür.

Bartle (2002), hidroelektrik enerjinin yararlarını, önemini, kullanılabilir potansiyelini ve dünyanın çeşitli yerlerindeki belirli gelişme planlarını irdelemiştir. Su kaynaklarının kullanım planlamalarının bir parçası olarak hidroelektrik enerjinin avantajlarını vurgulayarak, özellikle Asya, Latin Amerika ve Afrika'da gelecek dönemde büyük ölçekli hidroelektrik enerji gelişmelerinin yaşanacağı sonucuna varmış ve ayrıca, dünya genelinde hidrolik planlamalarda ek hidro-kapasite için önemli derecede faaliyet alanının oluşacağını öngörmüştür.

Eroğlu (2003), Türkiye'nin uzun vadeli enerji talebi ve hidroelektrik arzı üzerine çeşitli kurumların yapmış olduğu çalışmaları derlemiştir. Bu derlemelere göre, Türkiye'nin 2020 yılı hidroelektrik enerji arzı, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT)'nin 2001 yılındaki tahminine göre, 97456 GWh, DSİ'nin 2003 yılında yapmış olduğu çalışmaya göre, 117157 GWh ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB)'nin MAED modelini kullanarak 2002 yılında gerçekleştirmiş olduğu tahmine göre ise, 116300 GWh olarak belirlenmiştir.

Bakış ve Demirbaş (2004), Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyeli ve gelişimi ile ilgili gelecekteki eğilimleri baz alarak Türkiye'deki küçük hidroelektrik santralleri araştırmış, küçük ve büyük barajların çevresel etkilerini irdelemiştir.

Yumurtacı ve Asmaz (2004), 1980-2050 yılları arasındaki nüfus artışı ve kişi başına düşen enerji tüketim ivmesini temel alarak, Türkiye'nin enerji tüketim projeksiyonu gerçekleştirmiştir. Tüm hidrolik enerji potansiyelinin kullanılması halinde 2050 yılı enerji ihtiyaç ölçeği de çalışma kapsamında yer almaktadır. Çalışma sonuçlarına göre, Türkiye'nin 2050 yılı enerji ihtiyacı 1173 TWh olup, üretimin % 58'i termik santrallerinden, % 10'u hidrolik santrallerinden ve geri kalan kısmı ise diğer enerji santrallerinden temin edilecektir.

Akdoğan (2006) tarafından, enerji kaynakları tanımlanarak, potansiyelleri, avantaj ve dezavantajları ile enerji üretim maliyetleri analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında, Doğu Karadeniz'deki bazı iller için mevcut su potansiyeli ile üretilebilecek brüt elektrik enerjisi belirlenmiş ve gelecek dönem tüketim projeksiyonu ile mukayese edilmiştir.

Tunç vd. (2006), Türkiye'nin enerji kaynakları, mevcut kurulu güç kapasitesi ile üretim-tüketim dengesi araştırılmış, Fransa, Almanya ve İsviçre'nin üretim-tüketim dengesi ile kıyaslanmıştır. Türkiye'nin elektrik enerjisi tüketim değerleri, 2010 ve 2020 yılları için regresyon analizleri ile tahmin edilmiş ve sonuç olarak Türkiye'deki gelecek elektrik enerjisi kaynak yatırımlarının dağılımını belirlemek için lineer matematiksel optimizasyon modeli geliştirilmiştir. Çalışma neticesinde, hidroelektrik enerjinin günümüzdeki üretimin % 15'ine tekabül ettiği ve dünya enerji kaynağının % 2,3'üne karşılık geldiği ortaya konmuştur.

Yıldız (2006) tarafından, 1970-2003 yılları arası veriler kullanılarak enerji kaynaklarının dünya ve Türkiye'deki tüketim hacmi incelenmiş olup, bu bağlamda fosil ve diğer alternatif enerji kaynaklarının gelecekteki değerleri tahmin edilmiştir. Çalışmalar kapsamında, alternatif enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payının Türkiye'de azalırken dünyada artacağı ön görülmüştür.

Yüksek vd. (2006), Türkiye'nin uzun vadeli enerji talebi tahmini üzerinden, ihtiyacın hidrolik enerji ile karşılanabilirliği araştırılmıştır. Uygulanan senaryolar neticesinde 2020 yılı için muhtemel enerji talebi, 407-571 TWh olarak öngörülmüş ve bu değer ancak % 33 - % 46'sının hidroelektrik enerji ile karşılanabileceği tespit edilmiştir.

Hamzaçebi (2007) tarafından, yapay sinir ağları kullanılarak Türkiye'nin 2020 yılına kadarki net elektrik enerji tüketimi, sektör bazında tahmin edilerek, elde edilen değerler resmi tahminlerle kıyaslanmıştır. Yapılan çalışma neticesinde, 2020 yılında net elektrik tüketimi, sanayi sektöründe 219210 GWh, konutlarda 257010 GWh, tarım sektöründe 19591 GWh ve ulaştırma sektöründe 3777,2 GWh olmak üzere toplamda 499588,2 GWh olarak hesaplanmıştır.

Akpınar vd. (2008) tarafından, Türkiye'nin enerji ihtiyacı ile jeotermal enerjinin yenilenebilir enerji kaynakları içindeki potansiyeli ve önemi ortaya konulmuştur. Ayrıca, jeotermal enerji gelişiminin uzun vadede sağlayacağı avantajlar da irdelenmiştir.

Akpınar vd. (2008) tarafından, Türkiye'nin enerji durumuna genel bir bakış yapıldıktan sonra, yenilenebilir enerji kaynaklarının teknik ve ekonomik potansiyelleri ve

kullanım oranları üzerinde durulmuştur. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının hava kirliliği ve sera gazı etkileri de araştırılmıştır.

Yavuz (2008) tarafından, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı iller için mevcut su potansiyeli ile üretilebilecek brüt hidroelektrik enerjisi miktarı belirlenmiş ve gelecek dönem tüketim projeksiyonu ile mukayesesi yapılmıştır.

Kömürcü ve Akpınar (2009) tarafından, jeotermal enerjinin çevresel açıdan diğer enerji kaynaklarıyla karşılaştırması yapılmış ve sera gazı emisyonu yönünden rakamlar sunulmuştur. Çalışma sonucunda, jeotermal enerjinin çevresel açıdan son derece yararlı bir enerji kaynağı olduğu ve Türkiye'de mevcut potansiyelin kullanılmasının gerektiği vurgulanmıştır.

Kömürcü ve Akpınar (2010) tarafından, Türkiye'nin aktif olarak değerlendirilen yenilenebilir enerji kaynakları incelenmiş, potansiyel açıdan en büyük olanının hidrolik olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Türkiye'nin brüt hidroelektrik potansiyeli ve mevcut durumu da ele alınarak, Avrupa ve dünya ile çeşitli açılardan kıyası yapılmış ve hidroelektrik enerji sektörünün geliştirilmesi önerilmiştir.

Akpınar vd. (2011), Çoruh havzasındaki hidrolik enerji üretim kapasite gelişimini, mevcut kurulu potansiyelini ve bu potansiyelin Türkiye genel üretimindeki yerini irdelemişlerdir. Çalışma kapsamında, Çoruh Nehri üzerinde yabancı devletlerle ortak enerji üretimi de ele alınmıştır.

Uzlu vd. (2011), Türkiye'de elektrik enerjisi üretimini, sektör bazında ele alarak rekabetin arttırılabilirliğini irdelemiştir. Çalışmada, sektörün yeniden yapılandırılmasında, hidrolik potansiyelin durumu ayrı bir araştırma maddesi olarak ele alınırken, 4628 sayılı elektrik piyasası kanununun sektörün gelişimine katkısı kapsamlıca irdelenmiştir.

1.4. Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları, niteliklerinin değiştirilip değiştirilmemesi açısından “birincil” ve “ikincil” enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Birincil enerji kaynakları, doğada bulundukları biçimde değiştirilmeden kullanılabilen kaynaklardır. İkincil enerji kaynakları ise, birincil kaynakların belli işlemlerden geçirilmesi ile elde edilen enerji türleridir.

Birincil enerji kaynakları “yenilenebilir enerji kaynakları” ve “fosil kaynaklar” olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları sınıfına güneş, rüzgâr, biokütle, su gücü, dalga gücü, okyanus akıntıları enerjisi ve jeotermal enerji

girmektedir. Fosil kaynaklar ise kömür, petrol, doğalgaz ve uranyumdan oluşmaktadır. Fosil kaynaklardan elde edilen enerji, maddenin tekrar kullanılamayacağı bir enerji şekli olarak tanımlanmaktadır (Akpınar, 2007).

1.4.1. Petrol

Yerküre içerisinde organik materyalin başkalaşımı ile oluşmuş ve gözenekli kayalar içerisinde depolanmış sıvı haldeki hidrokarbonlara “ham petrol” adı verilmektedir. Petrolün başındaki “ham” terimi bir hammadde olduğunu ve henüz işlenmediğini göstermektedir. Ham petrolden, rafinerilerde bileşenlerine ayrıştırılarak (damıtılarak) günlük yaşamımızda kullandığımız pek çok ara madde ve akaryakıt ürünleri elde edilmektedir.

1.4.1.1. Dünyanın Petrol Rezervleri

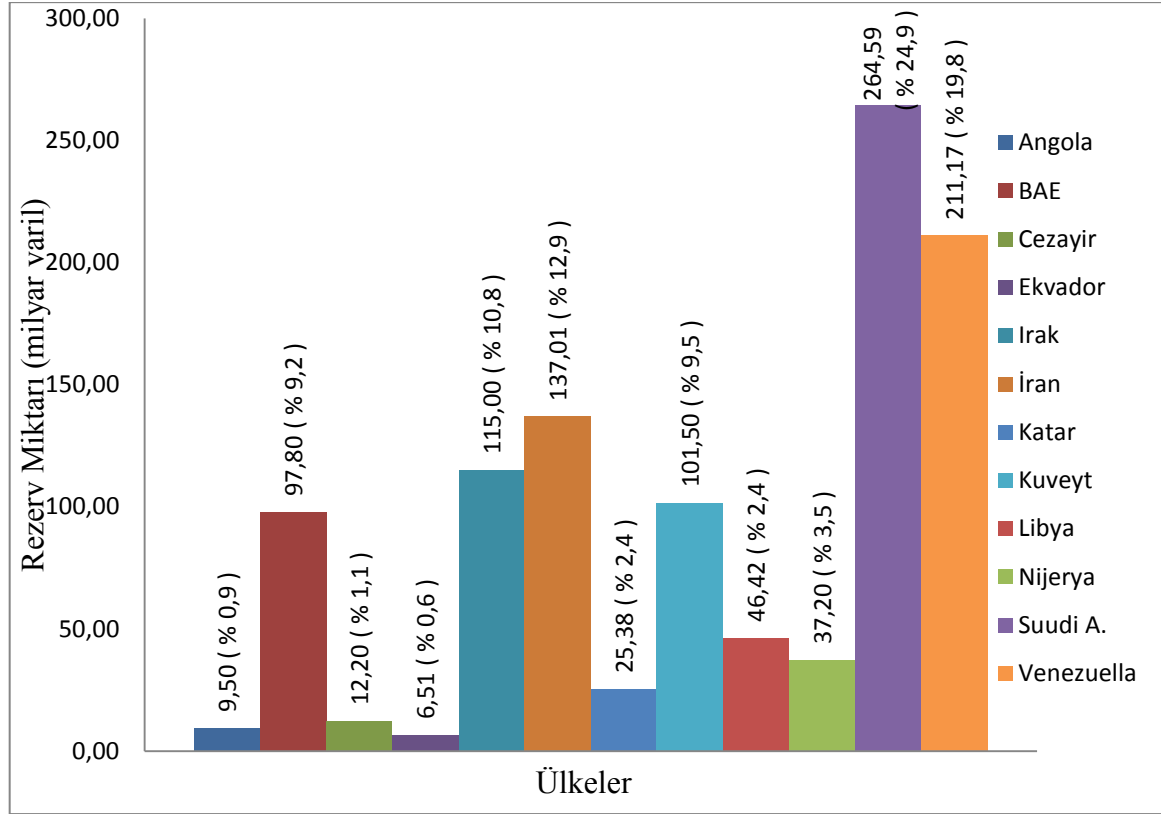
1980 yılından bu yana, net petrol rezervleri % 76,6 artmıştır. Bu artışın büyük kısmı, 1980’li yıllarda Petrol İhracatçısı Ülkeler Teşkilatı (Organization of the Petroleum Exporting Countries, OPEC) üyesi ülkelerde gerçekleşen keşiflerden gelmektedir. 1,1 trilyon varilin üzerinde olan dünya üzerindeki petrol rezervlerinin yaklaşık % 79,6’sı OPEC ülkelerinde, % 20,4’ü ise OPEC üyesi olmayan ülkelerde yer almaktadır.

Dünya petrol rezervlerinin bölgelere göre dağılımı ve bu bölgelerin petrol rezervi payları, Şekil 1.1’de verilmektedir.

1.4.1.2. Türkiye’nin Petrol Rezervleri

Türkiye, petrol varlığı açısından zengin bir ülke değildir. Ülkemizin jeolojik yapısı ve tektonizması nedeniyle üretim sahaları küçük boyutlu ve genellikle faylarla bölünmüştür. Türkiye’de petrol varlığının ispatlandığı Güneydoğu Anadolu’da yaklaşık üçte ikilik alan henüz aranmamıştır. Denizsel alanlarımızda da yeterli arama faaliyetleri gerçekleştirilememiştir. Yerli kaynakların değerlendirilmesi çerçevesinde, eksik olan Türkiye’nin petrol rezervinin belirlenebilmesi için gerekli aramalar yapılmalı ve gelişen teknoloji paralelinde bu rezerv sürekli artırılmalıdır (Akpınar, 2007). Petrol İşleri Genel

Müdürlüğü (PİGM) verilerine göre, 2009 yılı sonu itibariyle Türkiye’de 1,24 milyar varil üretilabilir ham petrol rezervi ve bu üretilabilir petrol rezervinden kümülatif üretimin düşülmesi ile 299,8 milyon varil üretilabilir ham petrol rezervi bulunmaktadır (Tablo 1.1).



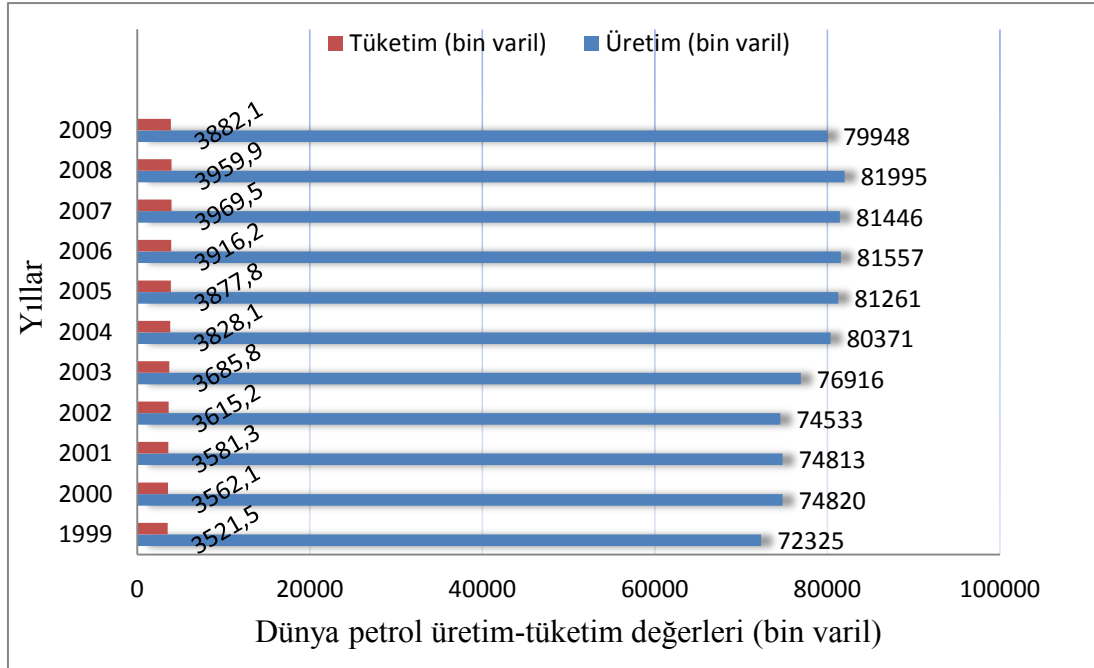
Şekil 1.1. Dünyanın petrol rezervinin bölgelere göre dağılımı (OPEC, 2010).

1.4.1.3. Dünyanın Petrol Üretim-Tüketim Dengesi

Dünya toplam petrol üretimi 2009 da bir önceki yıla göre % 2,6 düşüş göstererek 79948 varil/gün olarak gerçekleşmiştir. 2009 yılında tüketim ise yine önceki yıla göre % 1,7 düşüşle 3882,1 varil/gün’e gerilemiştir. Ancak, dünyanın son on yıllık ham petrol üretim ve tüketim değerlerine bakıldığında genel bir artış gözlemlenmektedir (Şekil 1.2, Tablo 1.2).

Tablo 1.1. 2009 yılı sonu itibariyle Türkiye'deki ham petrol rezervleri (PIGM, 2010).

ŞİRKETLER	Rezervuardaki Petrol (milyon varil)	Üretilebilir Petrol (milyon varil)	Kalan Üretilebilir Petrol (milyon varil)
TPAO	5.406,11	868,35	226,52
N.V. Turkse Perenco	571,18	200,84	31,11
Petroleum E.M.I + Dorchester	539,00	94,00	9,96
TPAO + Tiway Oil	49,61	19,60	1,78
TPAO + N.V. Turkse Perenco	105,27	30,81	15,72
Aladdin + GYP	57,25	9,10	1,53
Aladdin + GYP + Tiway Oil	24,30	6,19	4,09
Aladdin + GYP + EOT	25,00	7,50	7,43
TPAO + Amity Oil	0,14	0,14	0,01
Extreme-Pettrako	8,39	1,68	1,68
TPIC	0,06	0,06	-
Diğer	0,03	0,03	0,001
TOPLAM	6.786,34	1.238,30	299,83



Şekil 1.2. Dünya 1999-2009 petrol üretim-tüketim değerleri (BP, 2010).

Tablo 1.2. 2009 yılı dünya petrol üretim ve tüketiminin bölgelere göre dağılımı (OPEC, 2010).

Bölge	Petrol Üretimi (Bin varil/gün)	Pay (%)	Petrol Tüketimi (Bin varil/gün)	Pay (%)
Kuzey Amerika	13388	16.7	1025,5	26.4
Orta ve G. Amerika	6760	8.5	256	6.6
Avrupa-Avrasya	17702	22.1	913,9	23.5
Orta Doğu	24357	30.5	336,3	8.7
Afrika	9705	12.1	144,2	3.7
Asya ve Pasifik	8036	10.1	1206,2	31.1
TOPLAM	79948	100.0	3882,1	100.0

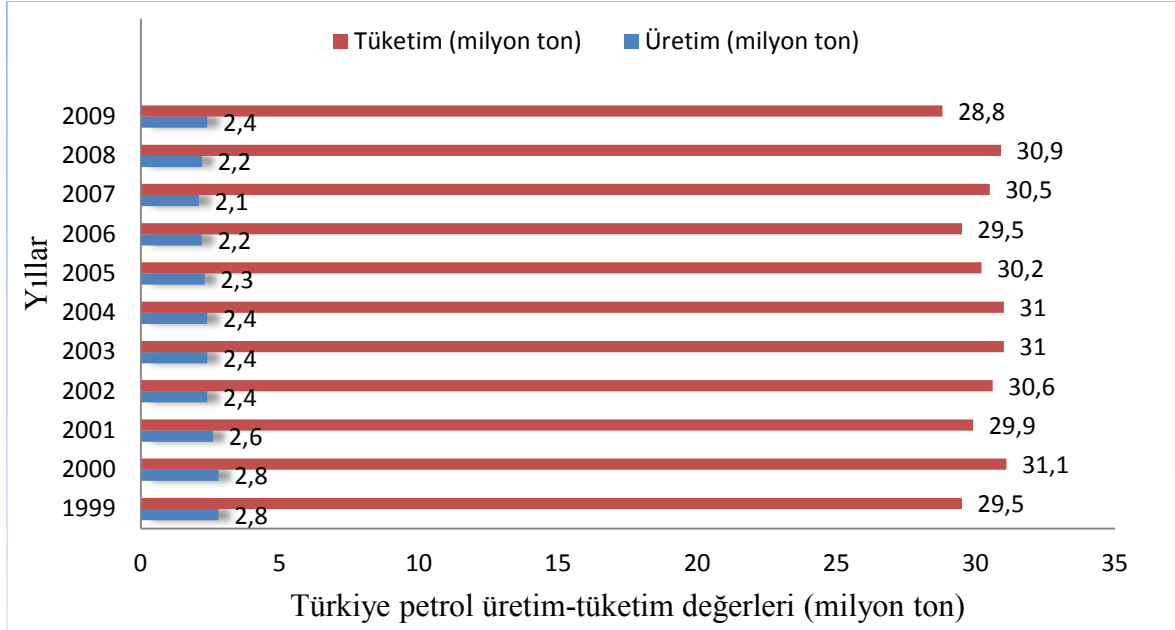
1.4.1.4. Türkiye'nin Petrol Üretim-Tüketim Dengesi

Türkiye, dünyanın petrol ve doğal gaz yönünden en zengin ülkeleriyle çevrili olduğu halde, bugüne kadar gerek Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı'nın (TPAO), gerekse yabancı şirketlerin araştırmalarıyla ihtiyacını karşılamaktan çok uzakta olan miktarlarda petrol kaynaklarını değerlendirebilmiştir. Türkiye'nin 2009 yılı ham petrol üretimi yaklaşık 2,4 milyon ton'dur. Bunun % 68,3'ünü oluşturan 1,97 milyon ton'unu TPAO gerçekleştirmiştir. Buna göre, yerli üretimin tüketimi karşılama yüzdesi % 8,2'dir. Diğer bir deyişle, ülkemizin tükettiği petrolün % 91,8'i ithal edilmektedir.

Türkiye çok zengin petrol yataklarına sahip olmadığından dolayı kısıtlı miktarda üretim gerçekleştirmektedir. Yapılan bu üretim de hiçbir zaman Türkiye'nin petrol ihtiyacını karşılayacak düzeyde olmamıştır. 1970–2009 yılları arasında Türkiye'nin ham petrol üretimi 3,54–2,4 milyon ton arasında değişirken Türkiye'nin ham petrol tüketimi 7,58–28,8 milyon ton arasında değişmiştir. Buradan da üretim ile tüketimin arasında bir uçurum olduğu rahatlıkla gözlenmektedir (Şekil 1.3).

Türkiye'nin 2009 yılı sonu itibarıyla kalan üretilbilir yurtiçi toplam petrol rezervi, 299,8 milyon varil (44,34 milyon ton) olup, yeni keşifler yapılmadığı takdirde, bugünkü üretim seviyesi ile yurtiçi toplam ham petrol rezervlerinin 18,5 yıllık bir ömrü bulunmaktadır. 2009 yılı sonu itibarıyla kalan üretilbilir yurtiçi toplam doğalgaz rezervi ise 6,2 milyar m³'tür. Yeni keşifler yapılmadığı takdirde, bugünkü üretim seviyesi ile yurtiçi doğalgaz rezervlerinin 8,5 yıllık bir ömrü bulunmaktadır. Ancak, dünyada son 10 yıldan bu yana gelişmekte olan teknoloji ve metotlar kullanılarak şeylden petrol ve gaz üretimi mümkün görülmektedir. Bu kapsamda TPAO, yadsınamayacak büyüklükte olduğu düşünülen şeyl gaz potansiyelini değerlendirebilmek üzere özellikle Güneydoğu Anadolu

ve Trakya Bölgesi olmak üzere Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde çok sayıda kuyu açılması amacıyla çeşitli şirketlerle anlaşmalar imzalamıştır.



Şekil 1.3. Türkiye'nin son onbir yıllık petrol üretim-tüketim dengesi (PİGM, 2010; BP, 2010).

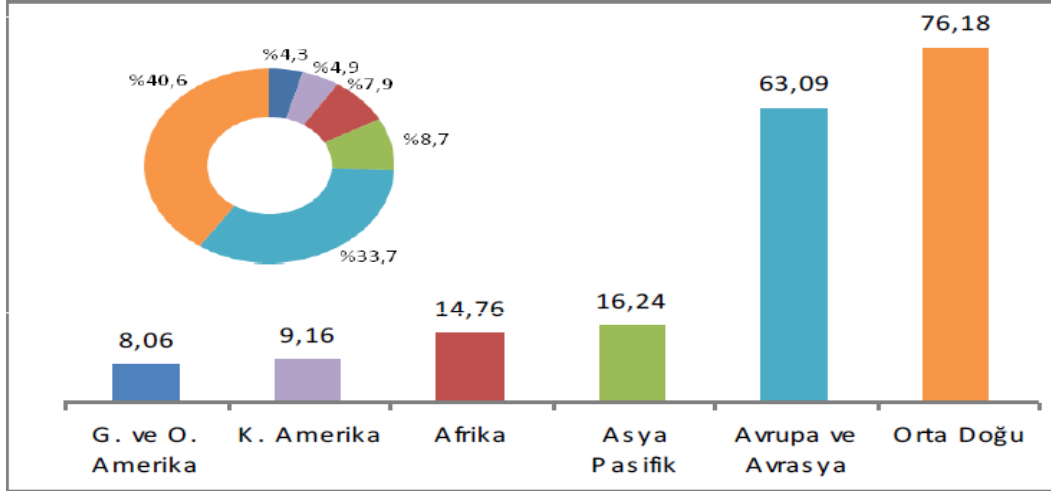
1.4.2. Doğal Gaz

Doğal gaz; metan, etan, propan gibi hafif moleküler ağırlıklı hidrokarbonlardan oluşan renksiz, kokusuz ve havadan hafif bir gazdır. En önemli özelliği temiz bir yakıt olması ve çevreyi kirletmemesidir. Gaz halinde olması nedeniyle hava ile daha iyi bir karışım oluşturarak kolay yanmakta, tam yandığında mavi bir alev oluşturmaktadır. Gaz halinde olması nedeniyle daha hassas kontrol edilebilmektedir (URL-3,2011).

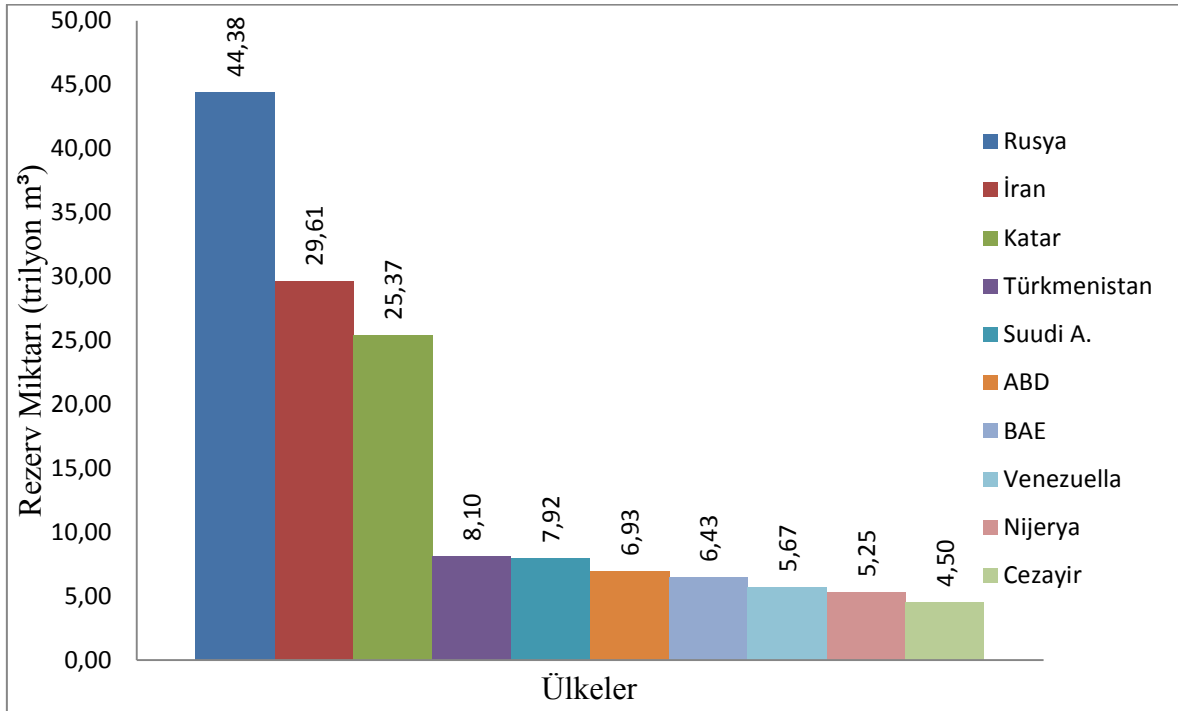
1.4.2.1. Dünyanın Doğal Gaz Rezervleri

2008 yılında 185,3 trilyon m³ olan dünya doğal gaz rezerv miktarı, 2009 yılında bir miktar artarak 187,5 trilyon m³ olarak gerçekleşmiştir. Dünya doğal gaz rezervinin mevcut üretim düzeyi ile 62,8 yıllık bir ömrü bulunmaktadır. Dünya doğal gaz rezerv kaynakları genel olarak Orta Doğu'da, Avrupa ve Avrasya ülkelerinde bulunmaktadır (TPAO, 2010), (Şekil.1.4).

2009 yılında 44,4 trilyon m³'lük ispatlanmış rezerv miktarı ile ilk sırada yer alan Rusya Federasyonu'nu 29,6 trilyon m³ ile İran, 25,5 trilyon m³ ile Katar izlemektedir (Şekil 1.5).



Şekil 1.4. 2009 yılı dünya ispatlanmış doğalgaz rezervleri (trilyon m³), (BP, 2010).

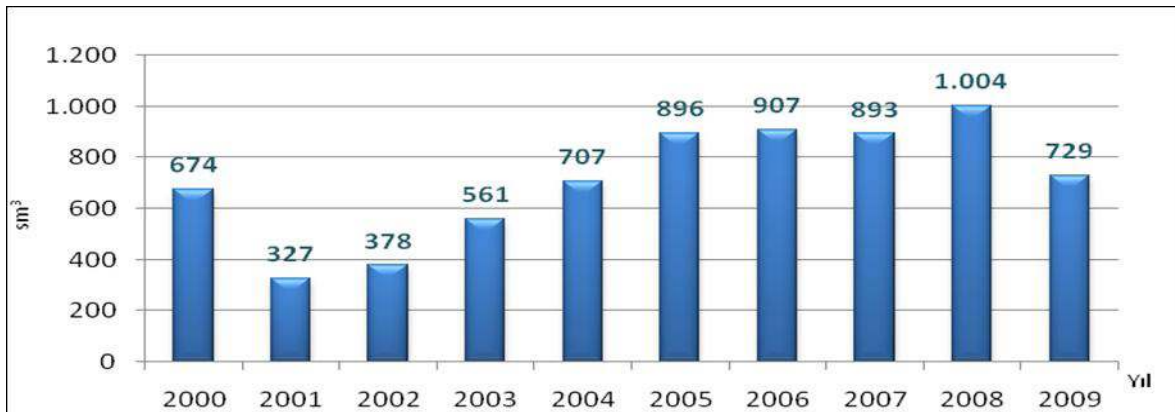


Şekil 1.5. 2009 yılı dünya ispatlanmış doğalgaz rezervi ilk on ülke (BP, 2010).

1.4.2.2. Türkiye'nin Doğal Gaz Rezervleri

Türkiye’de doğal gaz üretimi yıllar itibariyle artış trendi göstermiş, 1999 yılında Kuzey Marmara ve Değirmenköy sahalarının yeraltı doğal gaz depolama projelerine ilişkin planların oluşturulması amacıyla, her iki sahadan yüksek debi ile gaz üretimi gerçekleştirilmiştir (TPAO, 2010). Ayrıca, 2002 yılından itibaren TPAO-Amity Oil ortaklığı tarafından Trakya’da gerçekleştirilen yeni doğal gaz keşifleri ve eski sahalarda açılan yeni üretim kuyularının devreye girmesi ile 2001 yılında düşen doğal gaz üretimi tekrar yükselişe geçmiş ve 2008 yılında tarihin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Ancak bu artış 2009 yılında aynı hızda seyretmemiş ve üretim 2008 yılına oranla % 27 azalarak 729 milyon m³ olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1.6).

PİGM verilerine göre, 2009 yılı sonu itibariyle Türkiye’de yaklaşık 17,6 milyar m³ üretilebilir doğal gaz rezervi ve bu üretilebilir rezervden kümülatif üretimin düşülmesi ile yaklaşık 7 milyar m³ üretilebilir doğal gaz rezervi bulunmaktadır. Bu rezervlerin önemli bir kısmı doğrudan TPAO, kalan miktar ise TPAO’nun ortak olduğu bir şirkete, N.V. Turkse Perenco’ya, Thrace Basın-Pinnacle Turkey ve Thrace Basın Nat.Gas Corp-Enron şirketlerine ait bulunmaktadır (Tablo 1.3). Bugüne kadar keşfedilen doğalgaz sahaları Güney Doğu Anadolu ve Trakya bölgelerindedir. Ülkemizde bugüne kadar yapılan deniz aramalarındaki tek keşif olan Kuzey Marmara doğal gaz sahası ise 1997 yılında üretime alınmıştır. Trakya bölgesinde yer alan diğer doğal gaz sahalarından üretilen gaz mevcut dağıtım şebekesi ile bölgede bulunan sanayi kuruluşlarına ve Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi’ne (BOTAŞ) verilmektedir.



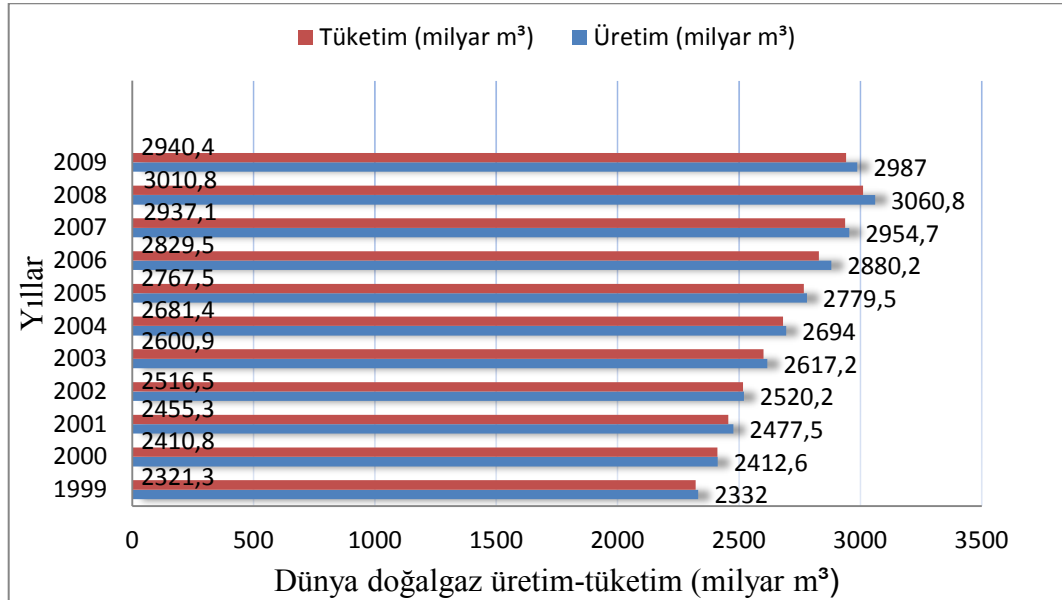
Şekil 1.6. Yıllar itibariyle Türkiye doğalgaz üretimi (milyon m³), (PİGM,2010).

Tablo 1.3. 2009 yılı sonu itibariyle Türkiye doğalgaz rezervleri (PIGM, 2010).

ŞİRKETLER	Rezervuardaki Doğalgaz (milyar m ³)	Üretilebilir Doğalgaz (milyar m ³)	Kalan Üretilebilir Doğalgaz (milyar m ³)
TPAO	11,57	8,69	1,14
N.V. Turkse Perenco	4,65	3,26	2,99
Amity Oil Int. + TPAO	1,92	1,51	0,31
Thrace Basin	1,95	1,80	0,60
Thrace Basin + Pinnacle Turkey	1,30	1,17	0,48
TPAO + Petrol Ofisi + Stratic + Tiway	1,74	1,09	0,69
Amity Oil Int.	0,01	0,01	0,01
TOPLAM	23,14	17,53	6,22

1.4.2.3. Dünyanın Doğal Gaz Üretim-Tüketim Dengesi

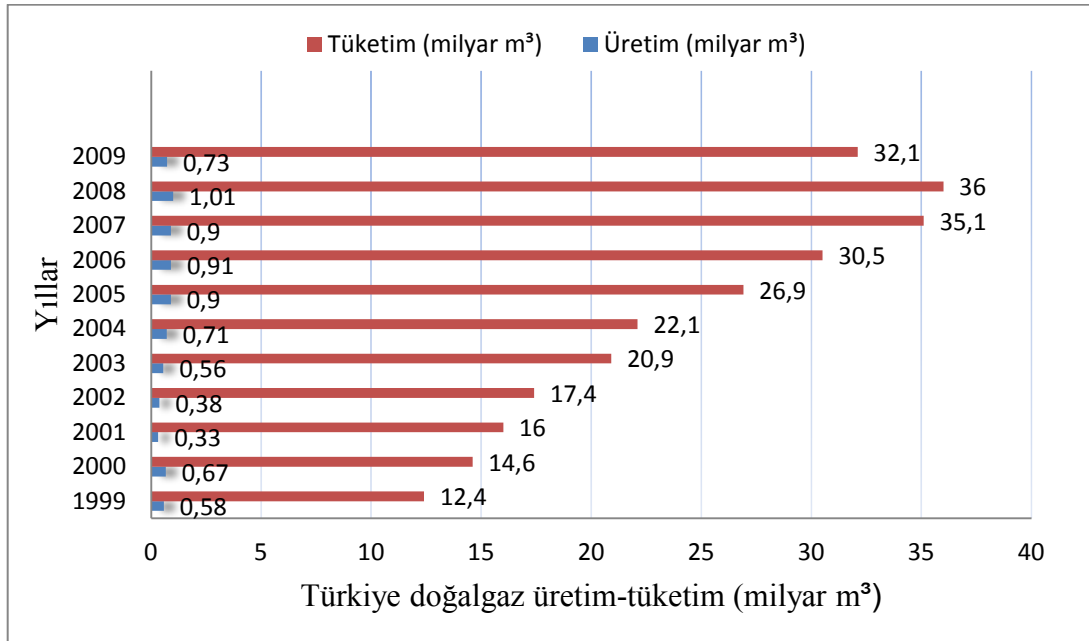
2009 yılında Orta Doğu ve Asya Pasifik ülkeleri dışında Dünya doğal gaz tüketiminde % 2,1'lik bir düşüş yaşanmıştır. OECD ülkelerinde 2009 yılı doğal gaz tüketimi 2008 yılına oranla % 3,1 azalmış ve 1,44 trilyon m³ olarak gerçekleşmiştir. OECD ülkeleri arasında doğal gaz tüketiminde ilk sırada, 2008 yılında da olduğu gibi, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) yer almıştır. Rusya'da da bir önceki yıla göre % 6,1'lik bir düşüş ile 389,7 milyar m³'lük bir doğal gaz tüketimi gerçekleşmiştir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Dünya son onbir yıllık doğalgaz üretim-tüketim dengesi (BP, 2010).

1.4.2.4. Türkiye'nin Doğal Gaz Üretim-Tüketim Dengesi

Türkiye, 1970 yılında keşfedilen doğal gaz sahalarından doğal gaz üretimine 1976 yılında başlamıştır. 1980'li yıllarda başka sahaların bulunmasıyla 1986'da rekor bir üretim gerçekleşmiştir. Son yıllardaki ekonomik küçülme ve gerçekçi olmayan talep öngörüsüne dayalı ithalat bağlantıları nedeniyle, yerli doğal gaz üretimi 2009 yılında 729 milyon m³'e düşürülmüştür. Alternatif birçok yakıta göre ucuzluğu, kullanım kolaylığı, stoklama sorununun olmayışı vb. üstünlükleri doğal gaza talebi hızla artırmıştır. Doğal gazın ilk kullanıma başlandığı 1980 yılında 23 milyon m³ düzeyinde olan tüketim, yirmi dokuz yıl içinde yaklaşık 1396 kat artışla 2009 yılında 32,1 milyar m³'e ulaşmıştır (Şekil 1.8).

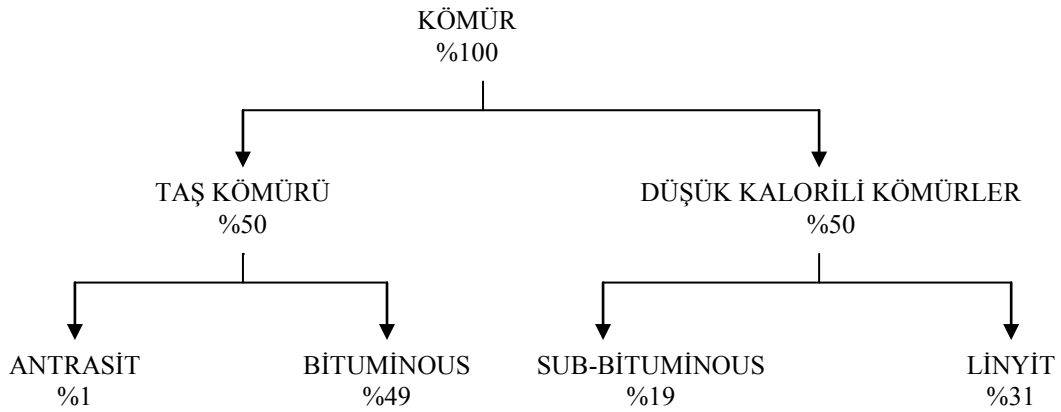


Şekil 1.8. Türkiye son onbir yıllık doğalgaz üretim-tüketim dengesi (BP, 2010).

Türkiye çok zengin doğal gaz yataklarına sahip olmadığından dolayı yapılan üretim de hiçbir zaman Türkiye'nin doğal gaz ihtiyacını karşılayacak düzeyde olmamıştır. Başlangıçta üretimin tüketimi karşıladığı görülse de daha sonrasında doğal gaz tüketiminin ciddi bir şekilde arttığı ve üretimin tüketimi karşılamasının imkânsız olduğu bir durumun ortaya çıktığı görülmektedir. Bu durum, enerji ihtiyacını büyük ölçüde doğal gazdan karşılayan Türkiye'nin enerji konusunda tamamen dışa bağımlı kalmasına neden olmaktadır.

1.4.3. Kömür

Kömür; bitkisel kökenli organik maddeler ve inorganik bileşenlerden oluşan tortul bir “kayaç”tır. Başlıca karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin bileşiminden oluşmuş olup, diğer kaya tabakalarının arasında damar haline uzunca bir süre (milyonlarca yıl) ısı, basınç ve mikrobiyolojik etkilerin sonucunda meydana gelmiştir. Kömür, organik olgunluğuna göre tiplere ayrılmaktadır (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Organik olgunluğuna göre kömür tipleri (URL-4, 2011).

Dünyanın kömür çeşitlerinden en düşük kalorili olanını temsil eden yumuşak, kahverengimsi siyah renkli bir kömür olan linyittir. Linyitten sonraki düşük kalorili kömür ise sönük siyah renkli sub-bitümdür. Sub-bitüm yandığı zaman linyitten birazcık daha fazla enerji (ısı) açığa çıkarır. Dünya kömür rezervlerinin en büyük kısmına sahip olan, bazen yumuşak maden kömürü olarak da adlandırılan kömür çeşidi bitümdür. Antrasit ise en sert yapıda olan ve yandığı zaman en büyük miktarda ısı açığa çıkaran kömür türüdür.

1.4.3.1. Dünyanın Kömür Rezervleri

Bütün fosil yakıtlar arasında dünyada en çok bulunan, kömürdür. 2009 yıl sonu verilerine göre, mevcut maden teknolojisi ile ekonomik olarak üretilebilecek, toplam bir trilyon tonun üzerinde kömür rezervi vardır. Kömür rezervleri, coğrafi olarak yaygın olup, bütün kıtalarda toplam 100 ülkede bulunmaktadır. Orta ve Güney Amerika, antrasit ve

bitüm rezervinin % 1,6'sı, sub-bitüm ve linyit rezervinin % 2,86'sı ve toplam kömür rezervinin % 2,2'si ile dünya kömür rezervinin çok azı ile sınırlı bir kıtadır. Afrika, toplam rezervinin yaklaşık % 97,2'sinin Güney Afrika tarafından hâkim olduğu ve antrasit ile bitüm kategorisinde yoğunlaştığı rezervleri ile toplam dünya rezervinin % 6'sından daha az bir paya sahiptir. Güney Afrika dışında yalnızca Botswana ve Zimbabve önemli rezervlere sahiptir. Kuzey Amerika ve Asya (Okyanusya dahil) kıtalarından her ikisi de ayrı ayrı toplam rezervin yaklaşık dörtte birine sahiptir. Kuzey Amerika'daki rezervler hemen hemen antrasit-bitüm ve sub-bitüm-lyinit arasında eşit olacak şekilde bölünmüştür. Asya ve Okyanusya, dünya antrasit-bitüm sınıflandırmasında % 32 gibi bir orandan sorumlu olarak önemli derecede yüksek bir miktara sahip olmaktadır (Tablo 1.4).

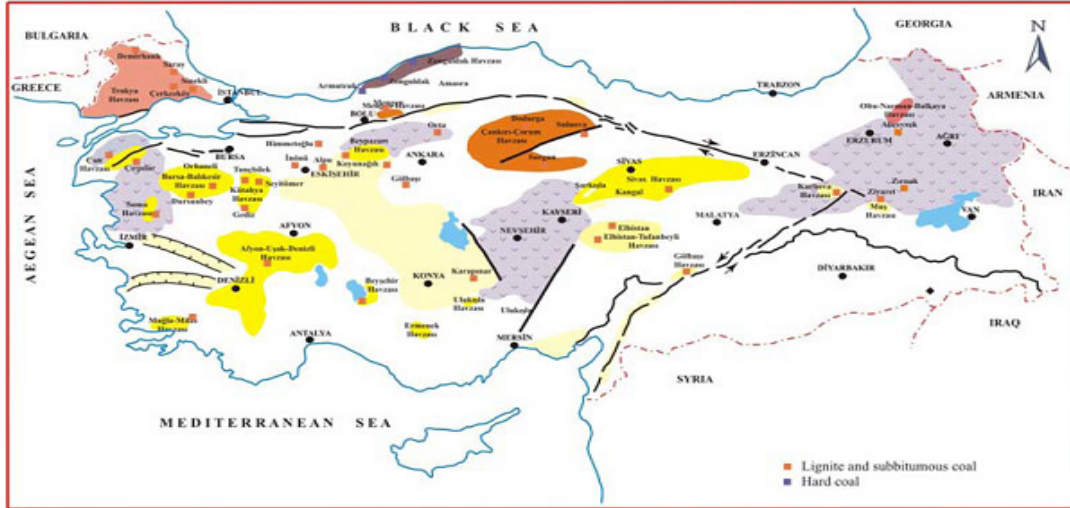
Tablo 1.4. Dünya kömür rezervlerinin bölgelere göre dağılımı (BP, 2010).

Bölge	Antrasit ve Bitüm (Milyon ton)	Sub-bitüm ve Linyit (Milyon ton)	Toplam Kömür	
			(Milyon ton)	(%)
Kuzey Amerika	113281	132816	246097	29.8
Orta ve G. Amerika	6964	8042	15006	1.8
Avrupa ve Avrasya	102042	170204	272246	33
Orta Doğu ve Afrika	33225	174	33399	4
Asya ve Pasifik	155809	103444	259253	31.4
Dünya	411321	414680	826001	100.0

1.4.3.2. Türkiye'nin Kömür Rezervleri

Ülkemizde, çok sınırlı doğal gaz ve petrol rezervlerine karşın, 560 milyon tonu görünür olmak üzere, yaklaşık 1,3 milyar ton taşkömürü ve 12,3 milyar ton linyit rezervi bulunmaktadır. Linyit rezervleri ülke geneline yayılmıştır. Hemen hemen bütün coğrafi bölgelerde ve 37 ilde linyit rezervlerine rastlanılmaktadır. Linyit rezervlerinin % 21'i Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ), geri kalan ise Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ), Maden Tetkik Arama (MTA) ve özel sektör elindedir (Şekil 1.10).

Türkiye'nin kömür potansiyeli henüz tam olarak ortaya konulamamakla beraber, linyit rezervlerimizin çoğu 1976-1990 yılları arasında bulunmuştur. Bu dönemden sonra kapsamlı rezerv geliştirme etüt ve sondajlar yapılamamıştır (TKİ, 2009).



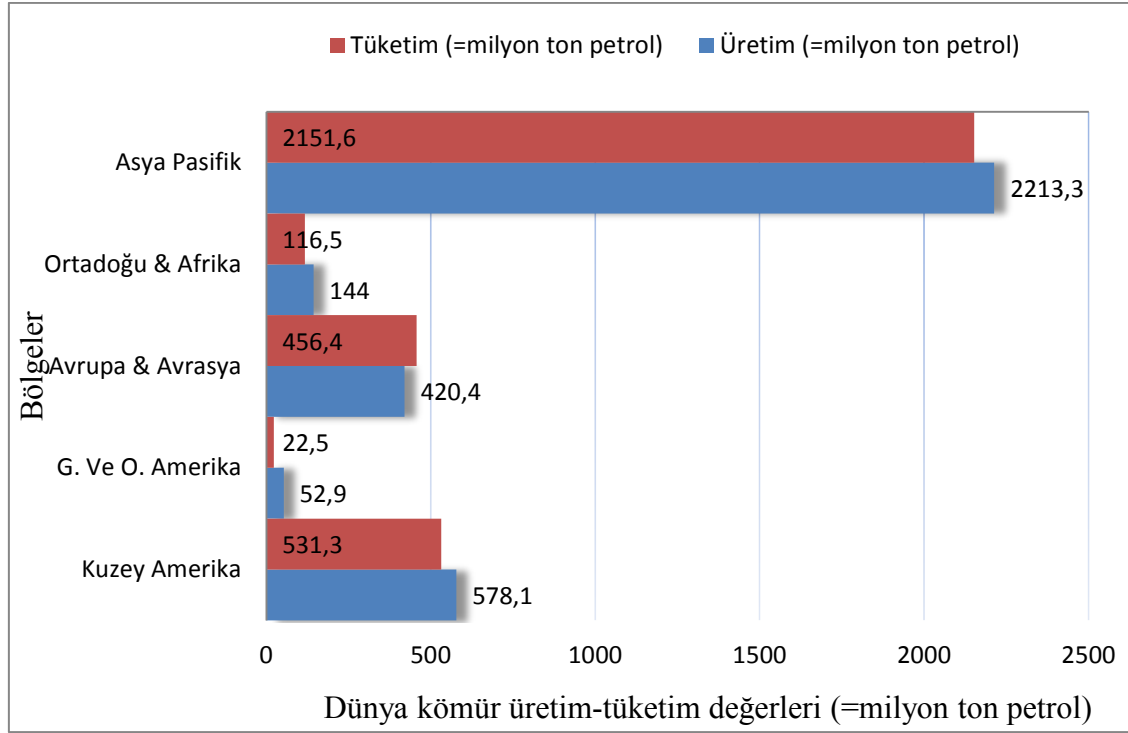
Şekil 1.10. Türkiye 2009 yılı kömür rezerv haritası (TKİ, 2009).

Enerjide dışa bağımlılığımızın giderek artması yanında pahalı oluşu, yerli kaynaklara daha fazla yönelmemizi gerektirmiştir. Yapılan çalışmalar ile Trakya havzasında, Soma havzasında ve Karapınar havzasında yeni kömür yatakları bulunmuş, bilinen havzalarda ise rezerv artışı sağlanmıştır.

1.4.3.3. Dünyanın Kömür Üretim-Tüketim Dengesi

Kömür, 50'nin üzerinde ülkede üretilmekte ve 70'in üzerinde ülkede tüketilmektedir. Dünya kömür üretimi 2009 yılında 3408,6 milyon ton olarak gerçekleşirken, tüketimde rakamlar 3278,3 milyon tonu göstermektedir (Şekil 1.11), (TKİ, 2009; BP, 2010).

Kömür üretimindeki artış, çok büyük kısmı Çin olmak üzere Asya kıtasındaki elektrik enerjisi talebinden kaynaklanmaktadır. Genel olarak ısınma, taşıma ve sanayi sektörlerinin talebi durağan ya da düşmektedir. Kömür tüketiminin, gelişmekte olan ülkelere gelişmiş ülkelere göre daha fazla artmakta oluşunun nedenleri arasında; yüksek ekonomik büyüme oranları, artan elektrifikasyon ve başta Avrupa Birliği (AB) olmak üzere gelişmiş ülkelerin elektrik üretiminde doğalgazı tercih etmeleri gelmektedir (TKİ, 2009).



Şekil 1.11. Dünya 2009 yılı kömür üretim-tüketim dengesi (BP, 2010).

Yıllar itibariyle toplam dünya kömür üretimi ve tüketimi, enerji ihtiyacının artmasından, kömürün çevreye verdiği zararlı etkilerden ve temiz enerjiye doğru yönelimden kaynaklanan inişli çıkışlı bir süreç izlemektedir.

1.4.3.4. Türkiye'nin Kömür Üretim-Tüketim Dengesi

Türkiye'de 2009 yılında 84 milyon ton linyit ve 1,3 milyon ton taşkömürü üretilmiştir. Linyit üretimi kamuda TKİ ve EÜAŞ tarafından yapılmaktadır. EÜAŞ tarafından Ankara, Sivas ve Kahramanmaraş sahalarında yapılan üretimler sadece termik santrallerde elektrik üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Taşkömürü üretimi ise sadece Türkiye Taşkömürleri Kurumu (TTK) tarafından yapılmakta olup, Zonguldak havzasından yılda ortalama 2 milyon ton civarında yapılan üretim, elektrik üretimi, ısınma ve sanayide kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra, özel teşebbüslerinde ülkenin çeşitli yerlerinde küçük ve orta ölçekli linyit üreten tesisleri yer almaktadır (TKİ, 2009).

Linyit üretimleri, özellikle 1970'li yılların başından itibaren, petrol krizlerine bağlı olarak elektrik üretimine yönelik linyit işletmeleri yatırımlarının başlaması ile hızlanmıştır.

1970 yılında 5,8 milyon ton olan linyit üretimi 1998 yılında 65 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Ancak, bu tarihten itibaren, özellikle enerji yönetimleri tarafından yapılan doğalgaz alım anlaşmaları nedeniyle, sürekli bir düşüş yaşayan linyit üretimi 2002 yılında 63,5 milyon tona kadar düşmüştür. Linyit üretimindeki bu azalma, yerli linyitlerimizin elektrik enerjisi amacıyla kullanım oranındaki azalışla paralel gitmektedir (Tablo1.5), (TKİ, 2009).

Tablo 1.5. Türkiye taşkömürü ve linyit üretim–tüketim dengesi (bin ton), (TKİ, 2009).

		1990	1995	2000	2001	2005	2006	2007
ÜRETİM	Taşkömürü	2745	2248	2392	2494	2170	2319	2462
	Linyit	44407	52758	60854	59572	57708	61484	72121
İTHALAT	Taşkömürü	5557	5941	12990	8028	17360	20286	22946
	Linyit	15	10	11	11	-	29	-
ARZ	Taşkömürü	8191	8548	15525	11176	19421	22798	25388
	Linyit	45891	52405	64384	61010	56571	60184	72317
ÇEV. EN. SEK.	Taşkömürü	5444	5508	6282	5832	9517	10403	10539
	Linyit	30152	39985	53314	53556	48562	50584	60709
SANTRAL	Taşkömürü	474	1246	2034	2274	5259	5618	5912
	Linyit	29884	39815	53312	52785	48319	50584	60538
KOK FAB.	Taşkömürü	4723	4182	4191	3551	4218	4745	4443
	Linyit	-	-	-	-	-	-	-
DİĞER	Taşkömürü	247	80	57	7	40	40	184
	Linyit	268	170	2	121	243	270	173
SEK. NİH. TÜK.	Taşkömürü	2747	3040	9244	5344	9904	12395	14849
	Linyit	15739	2420	11070	7454	8009	9330	11608
SANAYİ	Taşkömürü	1459	1803	8529	4548	5970	11530	13984
	Linyit	8470	6013	6144	4871	3202	4021	5006
ULAŞTIR.	Taşkömürü	13	4	1	-	-	-	-
	Linyit	22	-	-	-	-	-	-
KONUT HİZMET	Taşkömürü	1275	1233	714	796	935	865	865
	Linyit	7247	6407	4926	2583	4807	5309	6602

Ülkemizdeki nüfus artışına ve Gayri Safi Milli Hasıla artışına paralel olarak kömür kullanım miktarları da her yıl artmaktadır. Ülkemizin 2002 yılı kömür tüketim miktarı 63,5 milyon ton iken 2009 yılında bu rakam 97 milyon tona ulaşmaktadır.

1.4.4. Nükleer Enerji

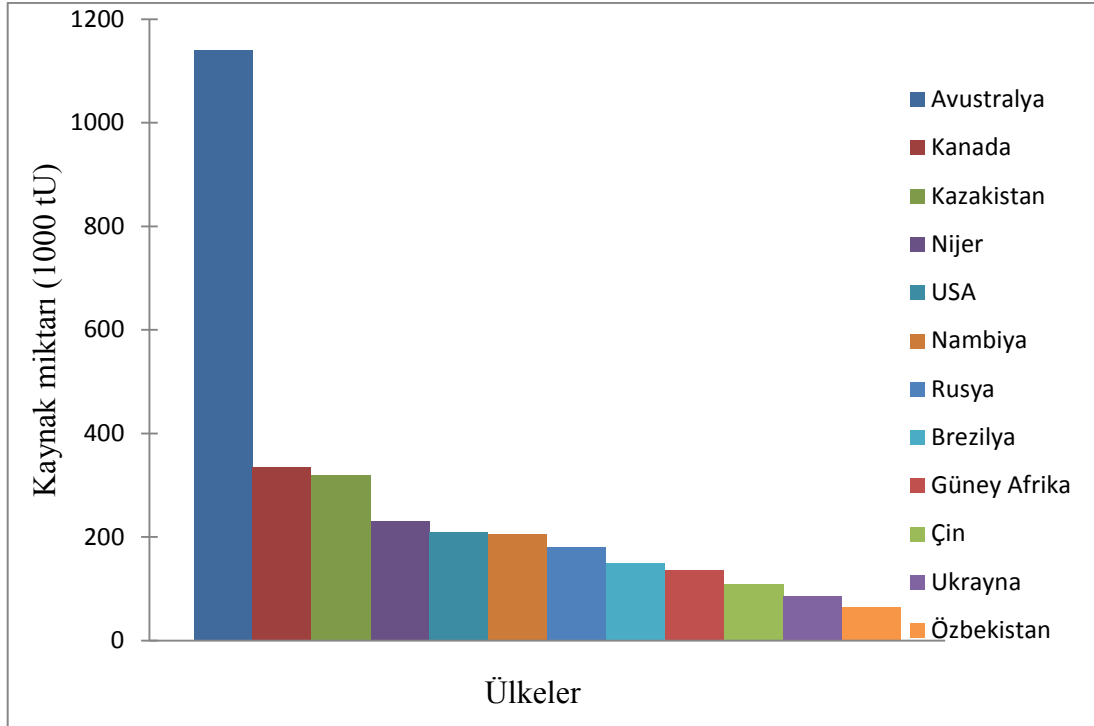
Atom çekirdeklerinin parçalanması sonucunda büyük bir enerji açığa çıkmaktadır. Ağır atom çekirdeklerinin nötronlarla bombardımanı sonucunda bu çekirdeklerin parçalanması sağlanabilir; bu tepkimeye “filyon” adı verilmektedir. Her bir parçalanma tepkimesi sonucunda açığa filyon ürünleri, enerji ve 2–3 adet de nötron çıkmaktadır. Uygun şekilde tasarlanan bir sistemde tepkime sonucu açığa çıkan nötronlar da kullanılarak parçalanma tepkimesinin sürekliliği sağlanabilir (zincirleme tepkime). Bunun haricinde hafif atom çekirdeklerinin birleşme tepkimeleri de büyük bir enerjinin açığa çıkmasına sebep olmaktadır. Bu birleşme tepkimesine “füzyon” adı verilmektedir. Bu tepkimenin sağlanabilmesi için atom çekirdeğinde bulunan artı yüklerin birbirini itmesinden kaynaklanan kuvvetin yenilmesi gereklidir. Bu nedenle çok yüksek sıcaklığa çıkılan sistemler kullanılmaktadır. Çok yüksek sıcaklıkta yüksek enerjiye ulaşan atom çekirdeklerinin çarpışması ile füzyon tepkimesi sağlanabilmektedir. Filyon ve füzyon tepkimeleri ile elde edilen enerjiye “çekirdek enerjisi” veya “nükleer enerji” adı verilmektedir (URL-5, 2011).

1.4.4.1. Dünyanın Nükleer Enerji Potansiyeli

Nükleer enerji hammaddeleri Uranyum ve Toryum’dur. Uranyum, temel nükleer yakıt hammaddesidir. Günümüzde nükleer güç santrallerinde yakıt olarak kullanılmaktadır. Toryum ise tek başına nükleer yakıt olarak kullanılamaz. Toryumun nükleer yakıt olarak kullanılması ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır, ancak günümüzde toryumla çalışan ticari ölçekli bir nükleer reaktör bulunmamaktadır.

Uranyum kaynakları görünür ve muhtemel olarak, üretim maliyetleri dikkate alınarak sınıflandırılmaktadır. Dünyada kg’ı 80 ABD dolarına kadar mal edilebilen 2.6 milyon ton görünür, 1.08 milyon ton muhtemel; 80–130 ABD doları arasında mal edilebilen 0.66 milyon ton görünür, 0.32 milyon ton muhtemel uranyum rezervi mevcuttur (Şekil 1.12).

Toryuma dayalı nükleer santrallerin henüz ticari olmayıp, deneme safhasında olması ve bu sektörün dışındaki kullanımının sınırlılığı nedeniyle, dünyada bu güne kadar, doğrudan toryum aramalarına fazla önem verilmemiştir. Enerji hammaddesi olarak kullanımı dışında, değişik kullanım alanlarında tüketilen toryum miktarının fazla olmaması nedeniyle, halen, sadece toryum için işletilen yatak bulunmamaktadır. Dünyanın görünür toryum rezervi 1,2 milyon ton’dur. Bu rezervde en önemli paya Avustralya (% 25) sahiptir.



Şekil 1.12. Dünya 2009 yılı uranyum kaynakları (WNA, 2010).

1.4.4.2. Türkiye'nin Nükleer Enerji Potansiyeli

Türkiye'nin toplam görünür uranyum rezervi yaklaşık 9000 tondur (U 3O₈). Bu miktar 1500 MW gücündeki bir nükleer santralin 30 yıllık yakıt ihtiyacını karşılayabilir. Bulunduğu yerler: Manisa-Salihli-Köprübaşı, Uşak-Fakılı, Çanakkale-Ayvacık, Giresun-Şebinkarahisar, Aydın-Koçarlı-Küçükçavdar ve Yozgat-Sorgun'dur (Şekil 1.13).

Türkiye'nin uranyum sahalarının ortalama tenör ve rezervleri, aranıp bulundukları yıllarda dünyaca kabul edilen ekonomik sınırlarda olmasına rağmen, bugün için bu sınırların (en az 2000 ppm) oldukça altında kalmaları, rezervlerin oldukça küçük miktarlarda olması nedeniyle, gerekli olan küçük kapasiteli tesislerin ekonomik olarak çalıştırılmasının güçlüğü ve Dünya uranyum fiyatlarının, özellikle son yıllardaki düşüklüğü ve bu düşüşün devam etmesi, gibi nedenlerle ekonomik olarak değerlendirilmelerinin mümkün olmadığı tespit edilmiştir.



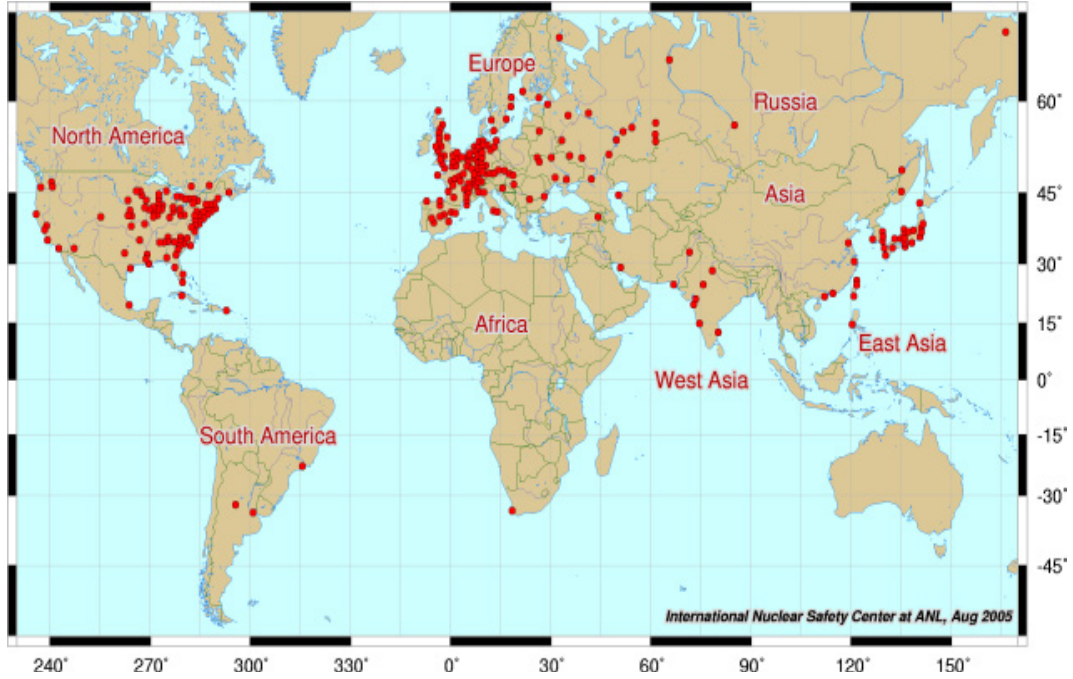
Şekil 1.13. Türkiye'nin nükleer hammadde kaynakları (URL-6, 2011).

1.4.4.3. Dünyada ve Türkiye'de Nükleer Enerjinin Gelişimi

Nükleer enerjinin radyoizotop uygulamaları yanında en çok tartışılan uygulaması, nükleer güç santrallerinde elektrik enerjisi üretmesidir. Nükleer enerji, uluslararası ve ulusal düzeyde güvenilir kuruluşlarca (International Atomic Energy Agency-Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) ve Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK)) denetlenen tek enerji türüdür.

Nükleer santrallerden ticari olarak elektrik üretimi 1950'li yıllarda başlamıştır. 2008 yılı sonu itibarıyla dünyada 31 ülkede işletilmekte olan 439 nükleer güç reaktörün toplam kapasitesi yaklaşık 372000 MW'tır. Nükleer güç dünya elektrik talebinin yaklaşık % 16'sını karşılamaktadır. Fransa'da elektriğin % 78'i, İsveç'te % 52'si, Almanya'da % 32'si, Japonya'da % 29'u, ABD'de % 20'si, İngiltere'de % 19'u nükleer santrallerden üretilmektedir. Halen işletilmekte olan ticari reaktörler yakıtındaki Uranyum-235 çekirdeğinin parçalanmasına dayanan reaktörlerdir (WNA, 2010).

Nükleer enerji dünyanın sınırlı sayıda ülkesinde sınırlı kalmıştır. Yarı nükleer silaha da sahip ülkeler olan altı büyük ülke; ABD, Fransa, Japonya, Almanya, Rusya, Güney Kore, dünyadaki toplam nükleer enerjinin dörtte üçünü üretmektedirler. Dünyada nükleer enerji üretim ve tüketim değerleri başlıca ülkeler ve dünya için Şekil 1.14'te verilmektedir.



Şekil 1.14. Dünyada nükleer reaktörler (WNA, 2010).

Türkiye’de uranyum aramalarına 1990 yılı sonuna kadar devam edilmiş ve 5 yatakta toplam 9129 ton görünür uranyum rezervi ortaya konulmuştur. Bu 5 yatağın ortalama tenör ve rezervleri, aranıp bulundukları yıllarda, dünyaca kabul edilen ekonomik sınırlarda olmalarına rağmen, bugün için, bu değer söz konusu sınırların oldukça altında kalmıştır. Bunun nedeni, son yıllarda nükleer santral planlamalarındaki önemli değişimler ve özellikle Kanada ile Avustralya’da yüksek tenörlü, üretim maliyetleri çok düşük uranyum yataklarının bulunmasıdır (ETKB, 2010).

1.4.5. Jeotermal Enerji

Jeotermal Kaynak, “yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 20°C’den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar” olarak tanımlanabilir. Jeotermal enerji ise bunlardan dolaylı veya doğrudan her türlü faydalanmayı içermektedir. Düşük (20–70°C), orta (70–150°C) ve yüksek (150°C’den yüksek) entalpili (sıcaklıklı) olmak üzere genelde üç gruba ayrılmaktadır. Düşük ve orta sıcaklıklı sahalar bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında, başta ısıtmacılık olmak üzere (sera, bina, zirai kullanımlar), endüstriden (yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt

ve dokuma sanayinde, dericilikte, soğutma tesislerinde), kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, akışkandaki CO₂'den kuru buz eldesinde) kullanılmaktadır. Ancak, bugünkü gelişen teknolojilerle orta entalpili sahalardan elektrik de üretilebilmektedir. Yüksek entalpili sahalardan elde edilen akışkan ise elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da kullanılabilir (DPT, 2001).

1.4.5.1. Dünyanın Jeotermal Enerji Potansiyeli

Dünyanın jeotermal enerji potansiyeli hakkında farklı bilim adamları tarafından hem elektrik üretimi hem de doğrudan kullanımı üzerine farklı tahminler yapılmıştır (Tablo 1.6). Bu bilim adamlarından Fridleifsson'a göre, jeotermal enerjiden elektrik üretim potansiyeli 12000 TWh/yıl'dır. Bu değer, 2000 yılında 49,3 TWh/yıl olan yıllık üretim ile ve şimdiki artış oranı ile 58 GWe kapasiteli 318 TWh/yıl'lık 2020 yılı tahmini ve iki senaryoya göre tespit edilen sırasıyla 20,7 GWe kapasiteli 128 TWh/yıl ve 32 GWe kapasiteli 199 TWh/yıl'lık 2010 yılı tahminleri ile kıyaslandığında önemli bir potansiyelin değerlendirilmeyi beklediği açıkça görülmektedir. Jeotermal'in doğrudan kullanım potansiyeli yine bu bilim adamına göre, 600000 EJ/yıl'dır. 2000 yılındaki değeri 53,2 TWh/yıl, 37 GWth termal kapasiteli 2020 tahmini ise 141 TWh/yıl'dır.

Tablo 1.6. Referanslara göre dünyanın jeotermal potansiyeli (URL-7, 2011).

	Elektrik			Doğrudan Kullanım		
	GW	TWh/yıl	EJ/yıl	GW	TWh/yıl	EJ/yıl
Dünya Enerji Tüketimi (1996 Tahmini)		12000	43		112000	400
WGC 2000	8	49	0.18	15	53	0.19
2020'ye kadar ekstrapolasyon	42	300	1.1	40	140	0.50
Fridleifsson, 1999'a göre potansiyel	1700	12000	43	48000000	170000000	600000
Gawell, 1999'a göre potansiyel	140	1000	3.6			
Stefansson, 2000'e göre potansiyel	3100	22000	79	160000	>560000	>2000
Stefansson, 2002'ye göre potansiyel	5900	42000	150	28000	98000	350
Cataldi, 1999'a göre potansiyel	46	330	1.2	190	670	2.4

1.4.5.2. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli

Türkiye, jeotermal enerji potansiyeli açısından dünyadaki zengin ülkeler arasında yer almaktadır (Tablo 1.7). Türkiye'de toplam 1000 dolayında sıcak ve mineralli su kaynağı

bulunmaktadır. Bilinen jeotermal alanların %95'i ısıtmaya ve kaplıca kullanımına uygundur. Türkiye'de az sayıda da olsa yüksek entalpili jeotermal alanlar da keşfedilmiştir. Ancak, ülkemizde jeotermala dayalı elektrik üretimi düşük seviyede kalmıştır. Halen 20,4 MWe brüt kurulu güce sahip Denizli-Kızıldere santrali günümüzde net 12 MWe elektrik üretmektedir. Aydın-Germencik'te (232 °C) ise aşamalı olarak yaklaşık 150 MWe gücüne ulaşacak taşınabilir üniteler için Yap-İşlet-Devret (YİD) modeline göre işlemler sürdürülmektedir. Balneolojik amaçlı kullanımlar için, sıcaklık alt sınırı 20 °C olarak kabul edilmekte olup 600 kaynak grubuyla Türkiye, Avrupa'da birinci sırada yer almaktadır. Sadece kaynakların boşalımları değerlendirildiğinde potansiyel 600 MWt civarındadır. MTA Genel Müdürlüğünün 35 yıllık süre içerisinde açtığı 305 adet jeotermal amaçlı sondaj ile bu potansiyele yaklaşık 2000 MWt katkı sağlanmıştır. Böylelikle, Türkiye'nin ispatlanmış termal kapasitesi (kuyu+kaynak) 2600 MWt civarına ulaşmıştır. Türkiye'nin muhtemel jeotermal potansiyeli ise 31100 MWt'dir. Bu da, Türkiye'deki konutların en az % 30'unun jeotermal kaynaklarla ısıtılabilceği anlamına gelmektedir.

Tablo 1.7. Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli (Altaş, vd., 2003).

	Kanıtlanmış potansiyel (MW)	Mümkün ve muhtemel potansiyel (MW)
Isı (<473 K, düşük entalpili alanlar)	2250 MWt	31100 MWt
Elektrik (>473 K, yüksek entalpili alanlar)	200 Mwe	4500 Mwe

1.4.5.3. Dünyada ve Türkiye'de Jeotermal Enerjinin Gelişimi

Bütün dünyada, jeotermal enerjinin kullanımı, elektrik üretimi için yaklaşık 49 TWh/yıl ve doğrudan kullanım için 76 TWh/yıl olarak belirlenmiştir Jeotermal enerjinin günümüzdeki kullanımı, kanıtlanmış jeotermal potansiyelin çok küçük bir bölümünü teşkil etmektedir. Jeotermal enerjiden elektrik üretimini, dünyada bütün kıtalara yayılmış 21 ülke gerçekleştirmektedir. Elektrik üretiminde % 44'lük kurulu güç ile Asya ve Okyanusya bölgesi söz sahibidir. Ancak, bu bölge en büyük kurulu güce sahip olmasına karşın, üretim bakımından Kuzey Amerika'dan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında ise en etkin bölge kurulu güç bakımından % 47, üretim bakımından % 54 pay ile Avrupa ve Rusya'dır (Tablo 1.8).

Tablo 1.8. Bölgelere göre kurulu jeotermal kapasite (Fridleifsson, 2001; Lund, vd., 2005).

Bölge	Elektrik Üretimi				Doğrudan kullanım			
	Kurulu Güç		Üretim		Kurulu Güç		Üretim	
	MWe	%	GWh/yıl	%	MWt	%	GWh/yıl	%
Kuzey Amerika	2983.00	37.41	21151.00	42.94	8443	29.87	9922	13.07
Orta ve G. Amerika	406.90	5.10	2190.90	4.45	545	1.93	2197	2.89
Avrupa ve Rusya	1018.60	12.77	5864.33	11.90	13377	47.32	41160	54.20
Orta Doğu	-	-	-	-	266	0.94	1246	1.64
Afrika	53.52	0.67	396.52	0.80	47	0.17	94	0.12
Asya ve Okyanusya	3512.04	44.04	19658.70	39.91	5447	19.27	20656	27.20
Dünya	7974.06	100.00	49261.45	100.00	28268	100.00	75943	100.00

Jeotermaldan elektrik üretimi için kurulu güç artış oranı, II. Dünya Savaşı ve savaşın sonunda İtalyan topraklarının zarar görmesi nedeniyle 1940 yılından 1960 yılına kadar yavaş bir seviyede yıllık % 5,59 artış göstermiştir. 1960'dan 1970 yılına kadar oran yine yavaş seviyede yıllık % 5,8 artmış, daha sonra, çarpıcı bir şekilde 1970 yılından 1980 yılına kadar yıllık % 12 ve 1980 yılından 1990 yılına kadar yıllık % 10,7 yükselmiştir. 1990 yılından sonra, oran, ucuz fosil yakıtların elde edilebilirliğinden ve dünya ekonomisindeki, özellikle Güney Doğu Asya'daki düşüşten etkilendiğinden dolayı her yıl % 3,17 artış gösterebilmiştir. Son otuz yıldaki artış oranı ise yıllık ortalama % 8,56 ve son yirmi yıldaki artış oranı da yıllık ortalama % 6,87 olmuştur. Doğrudan kullanım için yıllık artış ise, 1970 yılından 1980'e kadar yaklaşık % 9, 1980'den 1990 yılına kadar yaklaşık % 15 (Japonya ve Çin'deki veri artışından etkilenmiş), 1990 yılından 2000 yılına kadar yaklaşık % 6,5 gerçekleşmiştir. Toplamda son otuz yıldaki artış ortalama yıllık % 10,3 olmuştur.

Türkiye son yıllarda jeotermal enerjiden doğrudan kullanımda listenin en üstlerine doğru hızlı bir şekilde yükselmiştir. Türkiye'de jeotermal enerji, elektrik üretiminde, ısıtmacılıkta, kimyasal madde üretimi (sıvı karbondioksit) ve deri işlemesine kadar birçok alanda kullanılmaktadır. 2009 yılına göre Türkiye'deki jeotermal kullanım kategorileri Tablo 1.9'da verilmektedir.

1.4.6. Biokütle Enerjisi

Biokütle enerjisi, uygun bitkilerin yetiştiriciliğine bağlı olduğundan dolayı yenilenebilir, çevre dostu ve yerli kaynak olarak değer kazanan önemli bir enerji kaynağıdır. Bu enerji kaynağı klasik ve modern enerji kaynağı olarak iki grupta

incelenmektedir. Klasik biokütle enerjisi, ormanlardan elde edilen odun, yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan artıklarından oluşmaktadır. Bitkisel ve hayvansal kökenli bütün maddeler biokütle enerji kaynağıdır ve bu kaynaklardan üretilen enerji de biokütle enerjisi olarak adlandırılmaktadır. Modern biokütle kaynakları; enerji ormancılığı ürünleri, orman ve ağaç endüstrisi artıkları, enerji tarımı ürünleri, kentsel atıklar, tarım kesiminin bitkisel ve hayvansal atıkları, tarımsal endüstri atıklarıdır.

Tablo 1.9. Türkiye’deki mevcut jeotermal kullanım kategorileri (URL-8, 2011).

Kategori	Kapasite
Merkezi Isıtma Sistemleri (şehir, konut, termal tesis, sera vb)	117000 konut eşdeğeri (983 MWt)
Kaplıca Kullanımı	215 kaplıca (402 MWt)
Toplam Doğrudan Kullanım	1385 MWt
Karbondioksit Üretimi	120000 ton/yıl
Elektrik Üretimi	* 20 MWe (Denizli – Kızıldere) (işletmede), * 48 MWe kapasiteli Germencik jeotermal elektrik santrali yatırımının çalışmaları devam etmektedir. * Aydın Salavatlı da 167 0C ile yaklaşık 10 MWe Binary Cycle santrali işletilmektedir. * Kızıldere Jeotermal Santralinin atığı olan 140 °C ‘lık jeotermal sudan 6,85 MWe kapasiteli jeotermal santrali kurulmaktadır. * 7,5/22 MWe Çanakkale-Tuzla jeotermal santrali proje aşamasındadır. * 10 MWe Simav Jeotermal Jeotermal Elektrik Üretim Santrali proje aşamasındadır.

1.4.6.1. Dünyanın Biokütle Enerjisi Potansiyeli

Biokütle artan enerji ihtiyacını karşılamada en iyi seçeneklerden biri olarak düşünülmektedir. Biokütle enerjisi, gelecekteki yakıt stokunu sigorta edebilen ve bu gereksinimi karşılayabilen en büyük potansiyele sahiptir. Dünya nüfusunun beslenme biçimine göre yapılan çalışmalara göre 2050 yılında dünya nüfusunun proteince zengin beslenmeyi tercih etmesi durumunda biyoenerji potansiyelinin 50 EJ, vejetaryen beslenme biçiminin seçilmesi durumunda ise bu potansiyelin 1100 EJ olacağı tahmin edilmektedir. Ortalama biokütle enerjisi potansiyelinin ise 200 EJ–700 EJ arasında değişeceği düşünülmektedir (Lysen, 2003). Tablo 1.10 dünyanın çeşitli bölgelerinin biokütle enerji potansiyelini göstermektedir. Kuzey Amerika, Latin Amerika, Afrika ve Avrupa kıtaları önemli potansiyellere sahiptirler.

Tablo 1.10. Dünyanın farklı bölgelerinde biokütle enerjisi potansiyeli (EJ) (Parikka, 2004).

Biokütle potansiyeli	K. Amerika	L. Amerika	Asya	Afrika	Avrupa	Orta Doğu	Eski SSCB	Dünya
Odunsu biokütle	12.8	5.9	7.7	5.4	4.0	0.4	5.4	41.6
Tahıl	4.1	12.1	1.1	13.9	2.6	0.0	3.6	37.4
Kamış	2.2	1.7	9.9	0.9	1.6	0.2	0.7	17.2
Diğer	0.8	1.8	2.9	1.2	0.7	0.1	0.3	7.6
Toplam	19.9	21.5	21.4	21.4	8.9	0.7	10.0	103.8

Kuzey Amerika ve Kuzey Avrupa'daki ülkelerin karasal alanlarının büyük bir bölümünün ormanlarla kaplı olmasından dolayı özellikle bu ülkeler odunsu biokütle enerjisi potansiyeli bakımından zengindirler. Tarımsal biokütle potansiyelinde ise büyük tarımsal alanlara sahip olan Avrupa ve Kuzey Amerika söz sahibidir.

1.4.6.2. Türkiye'nin Biokütle Enerjisi Potansiyeli

Türkiye biokütle materyal üretimi açısından, güneşlenme ve alan kullanılabilirliği, su kaynakları, iklim koşulları gibi özellikleri uygun olan bir ülkedir. Türkiye'de kültürel yetiştiriciliğe ve gıda üretimi dışında fotosentezle kazanılabilecek enerjiye bağlı olarak biokütle enerji brüt potansiyeli teorik olarak 135–150 Mtep/yıl kadar hesaplanmakla birlikte, kayıplar düşüldükten sonra net değer 90 Mtep/yıl olacağı varsayılmaktadır. Ancak, ülkenin tüm yetiştiricilik alanlarının yıl boyu yalnızca biokütle yakıt üretim amacıyla kullanılması olanaklı değildir. Olabilecek en üst düzeydeki yetiştiriciliğe göre teknik potansiyel 40 Mtep/yıl düzeyinde bulunmaktadır. Ekonomik sınırlamalarla 25 Mtep/yıl değeri, Türkiye'nin ekonomik biokütle enerji potansiyeli alınabilir (WECTNC, 2003).

Türkiye'de yıllık toplam elde edilebilir biokütle enerjisi potansiyelinin yaklaşık 16,92 Mtep olacağı tahmin edilmektedir. Bu potansiyelin 4,56 Mtep'i kuru tarımsal atıklardan, 4,3 Mtep'i ormanlardan, 4,16 Mtep'i yakacak odundan, 2,35 Mtep'i hayvansal atıklardan (Tablo 1.11), 0,25 Mtep'i nemli tarımsal atıklardan ve 1,3 Mtep'i diğer atıklardan temin edilmektedir (Kaygusuz ve Kaygusuz, 2002).

Tablo 1.11. Hayvansal atık potansiyeline karşılık gelen üretilebilecek biyogaz miktarı ve taşkömürü eşdeğeri (ETKB, 2009).

Hayvan Cinsi	Biyogaz Miktarı (m ³ /yıl)	Taş Kömürü Eşdeğeri (ton/yıl)
Sığır	994.860.000,00	710.613,00
Koyun-Keçi	1.901.500.000,00	1.358.215,00
Tavuk-Hindi	487.020.906,00	347.871,00
TOPLAM	3.383.380.906,00	2.416.699,00

Türkiye sahip olduğu meteorolojik ve coğrafik şartlar nedeniyle tarım ve ormancılık için çok uygun bir ülkedir. Tarımsal alanların, otlak ve ormanlık alanların toplamı Türkiye'nin toplam yüzey alanının % 93,6'sını oluşturmaktadır. Ormanların yıllık biokütle verimliliğinin 188 milyon ton, tarımsal alanların 180 milyon ton ve otlakların 174 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir. Bu yıllık toplam 542 milyon ton kuru biokütle miktarına tekabül etmektedir.

Türkiye'nin biyogaz potansiyeli ise 2,2 ve 3,9 milyar m³ civarındadır. Biyogaz üretimi için 1–2 Mtep'lik enerji hayvanların gübresinden temin edilmektedir. Toplam biyogaz potansiyelinin yaklaşık % 85'i hayvan gübresinden elde edilen gazdan oluşurken geri kalanı organik maddelerin ayrışımı sonucu oluşan gazdan ibarettir. Hayvansal gübreden üretilen gazın % 50'si koyun, % 43'ü sığır ve % 7'si kümes hayvanlarının gübresinden elde edilmektedir (Hepbaşlı ve Ozgener, 2004).

1.4.6.3. Dünyada ve Türkiye'de Biokütle Enerjisinin Durumu

Biokütle enerjisi insanoğlunun ilk enerji kaynaklarından biridir. Elektrik üretimi, evlerin ısıtılması, araçlara yakıt temini ve endüstriyel tesisler için ısı temini maksatlı çok çeşitli kullanımı mevcuttur. Avrupa (% 7,8), Kuzey Amerika (% 7,7), Latin Amerika (% 7,8) ve Orta Doğu (% 0,1)'de biokütle enerjisinden yararlanma düşük seviyelerde gerçekleşmesine karşın Afrika (% 23,8) ve Asya (% 52,7)'da oldukça zengin miktarlarda yararlanma söz konusu olmaktadır. Bununla birlikte, dünya biyoyakıt üretiminde de sürekli bir büyüme görülmektedir (Tablo 1.12).

Tablo 1.12. Dünyadaki biyoyakıt üretiminde, ilk onbeş ülke ve AB, (KUM, 2009).

ÜLKELER	Etanol (milyar litre)	Biyodizel (milyar litre)
ABD	34,00	2,00
Brezilya	27,00	1,20
Fransa	1,20	1,60
Almanya	0,50	2,20
Çin	1,90	0,10
Arjantin	-	1,20
Kanada	0,90	0,10
İspanya	0,40	0,30
Tayland	0,30	0,40
Kolombiya	0,30	0,20
İtalya	0,13	0,30
Hindistan	0,30	0,02
İsveç	0,14	0,10
Polonya	0,12	0,10
İngiltere	-	0,20
AB TOPLAMI	2,80	8,00
DÜNYA TOPLAMI	67,00	12,00

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında biokütle enerjisi, toplam enerji tüketimindeki payının yüksek olmasından dolayı Türkiye için önemli bir enerji kaynağıdır. 1980 yılından beri toplam enerji tüketimine biokütle kaynaklarının katkısı 2003 yılında % 20’den % 9’a düşmüştür. Türkiye’de biokütleden önemli derecede ısınma maksatlı yararlanılmaktadır. Türkiye’deki klasik biokütle enerjisi azalırken, modern biokütle enerjisinin 2005 ve 2030 yılları arasında artacağı tahmin edilmektedir.

1.4.7. Güneş Enerjisi

Güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ısıma enerjisi olarak tanımlanan güneş enerjisi, güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanmaktadır. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, aşağı yukarı sabit ve 1370 W/m^2 değerindedir, ancak yeryüzünde $0-1100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Dünya’ya güneşten gelen enerji, Dünya’da bir yılda kullanılan enerjinin 20 bin katıdır, bu da güneş enerjisinin 5 milyar yıllık ömrünün olduğunu göstermektedir. Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılmaktadır;

* Isıl Güneş Teknolojileri: Bu sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabilceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.

* Güneş Pilleri: Fotovoltaik (PV) piller de denen bu yarı-iletken malzemeler, güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirmektedirler.

1.4.7.1. Dünyanın ve Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli

Dünyada, güneş enerjisi güç sistemleri için muazzam miktardaki artan talebi karşılamak için, gerekli olan güneş ışınlamından dünya yüzeyinde çok daha fazla ışınlam elde etmek mümkündür. Dünya yüzeyine ulaşan güneş ışınlarının miktarı, dünya çapında enerji tüketimini 10000 kat daha fazla karşılama potansiyeline sahiptir. Yer yüzeyinin her metre karesi, her yıl 1700 kWh güç üretebilecek yeterince güneş ışığına maruz kalmaktadır. Belli bir bölgede ne kadar çok güneş ışığı elde edilebiliyorsa, orada o kadar çok elektrik üretimi gerçekleştirilebilir demektir. Tropikal bölgeler güneş ışınlamından elektrik üretimi için iyi bir kaynaktır. Örneğin, Avrupa'da ortalama güneşlenme yaklaşık her metre kareye 1000 kWh enerji denk getirirken Orta Doğu'da 1800 kWh'lık enerji üretme imkânı vardır. Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde (DMİ) mevcut bulunan 1966–1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınlam şiddeti verilerinden yararlanarak Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınlam şiddeti 1311 kWh/m²/yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Aylara göre Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri ise Tablo 1.13'te verilmiştir.

1.4.7.2. Dünyada Güneş Enerjisinin Durumu

Dünya'da yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talepten dolayı güneş enerjisinden yararlanmada da son yıllarda hızlı bir artış gözlenmektedir. Dünyanın bütün fotovoltaik sistemlerinin kümülatif kurulu gücü 2400 MWp sınırına ulaşmıştır. Bu değer, 2000 yılı sonundaki 1200 MWp'lik kurulu güç ile kıyaslandığında, kapasitenin iki katına çıktığı görülmektedir. Dünya üzerindeki fotovoltaik güç, 1998 yılından beri % 35'ten daha fazla

bir ortalama yıllık artışta yükselmeye devam etmektedir. Dünya’da güneş enerjisinden elektrik üretimi son on yılda büyük artışlar göstermiştir. 1990–2000 yılları arasındaki dönem boyunca PV üretiminde % 20’lik bir ortalama yıllık artış gelişimi olmasına karşın, son dört yıldaki gözlenmiş olan artış iki kat (% 43) daha etkileyici olmuştur. Güneş ışığını doğrudan elektriğe dönüştüren fotovoltaik sanayinde, 2004 yılında dünya genelindeki fotovoltaik üreticileri 1195 MWp’lik bir üretim ve 5.8 milyar dolarlık bir iş gerçekleştirmiştir. Son beş yılda ortalama yıllık dünya artış miktarı % 40’ın üzerindedir.

Tablo 1.13. Türkiye’nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli (URL-11, 2011).

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi		Güneşlenme Süresi (Saat/Ay)
	(Kcal/cm ² /ay)	(kWh/m ² /ay)	
Ocak	4.45	51.75	103.0
Şubat	5.44	63.27	115.0
Mart	8.31	96.65	165.0
Nisan	10.51	122.23	197.0
Mayıs	13.23	153.86	273.0
Haziran	14.51	168.75	325.0
Temmuz	15.08	175.38	365.0
Ağustos	13.62	158.40	343.0
Eylül	10.60	123.28	280.0
Ekim	7.73	89.90	214.0
Kasım	5.23	60.82	157.0
Aralık	4.03	46.87	103.0
Toplam :	112,74 Kcal/cm²/yıl	1311 kWh/m²/yıl	2640 saat/yıl
Ortalama :	308,0 cal/cm²/gün	3,6 kWh/m²/gün	7,2 saat/gün

1.4.7.3. Türkiye’de Güneş Enerjisinin Durumu

Türkiye’de güneş enerjisinin en yaygın kullanımı sıcak su ısıtma sistemleridir. Çoğu, Akdeniz ve Ege Bölgelerinde kullanılmakta olan bu sistemlerden yılda yaklaşık 290 bin TEP ısı enerjisi üretilmektedir. Sektörde, 100’den fazla üretici firmanın bulunduğu ve 2000 kişinin istihdam edildiği tahmin edilmektedir. Yıllık üretim hacmi 750 bin m² olup bu üretimin % 20–25 kadarı da ihraç edilmektedir. Bu haliyle ülkemiz dünyada kayda değer bir güneş kollektörü üreticisi ve kullanıcısı durumundadır (URL-9, 2011). 2008 yılına göre Türkiye’nin güneş enerjisinden yararlanma miktarı 420 Bin TEP (4,88 TWh/yıl)’dır. Bu değer, Türkiye’nin 1311 kWh/m² (1068 TWh/yıl) olan güneş enerjisi potansiyelinin yanında çok küçük kalmaktadır. Buradan, Türkiye’nin önemli potansiyele sahip olmasına rağmen güneş enerjisinden yararlanmadığını söylemek mümkündür.

Güneş pillerinden elektrik üretimi ise, elektrik şebekesinin olmadığı, yerleşim yerlerinden uzak bölgelerde ekonomik yönden uygun olarak kullanılabilir. Bu nedenle ve istenen güçte kurulabilmeleri nedeniyle genellikle sinyalizasyon, kırsal elektrik ihtiyacının karşılanması vb. gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Türkiye’de, Telekom istasyonları, Orman Genel Müdürlüğü yangın gözetleme istasyonları, deniz fenerleri ve otoyol aydınlatmasında kullanılan güneş pili kurulu gücü 300 kW civarındadır.

1.4.8. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, rüzgârı oluşturan hava akımının sahip olduğu hareket (kinetik) enerjisidir. Bu enerjinin bir bölümü rüzgâr enerji sistemleri sayesinde yararlı olan mekanik veya elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir. Temiz, bol miktarda ve yenilenebilir olmasının yanı sıra hemen hemen tüm dünya genelinde faydalanma imkânı olan bir kaynaktır. Rüzgâr türbini adı verilen çok büyük pervaneli, yüksek kuleler aracılığıyla rüzgâr enerjisi elektriğe dönüştürülmektedir.

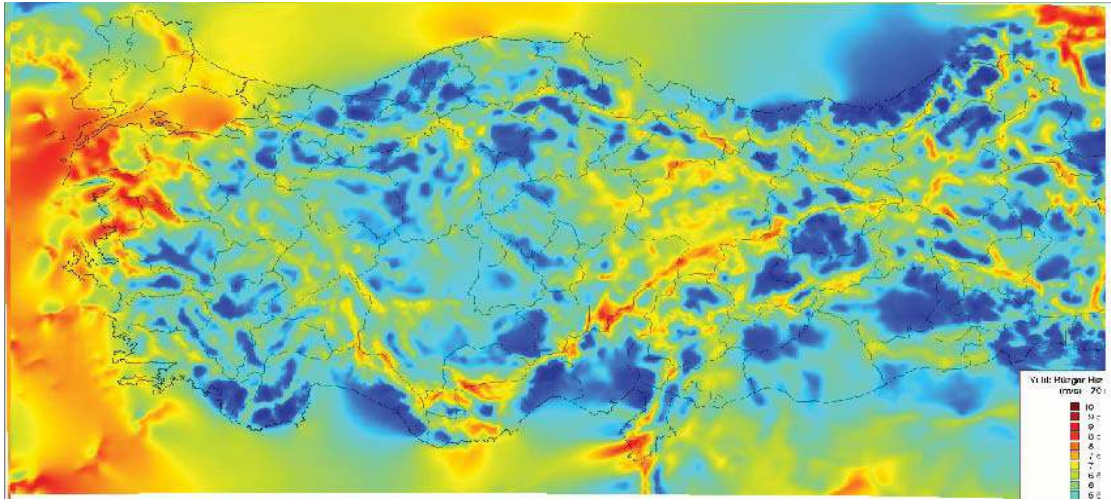
1.4.8.1. Dünyanın ve Türkiye’nin Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli

Dünyanın toplam 53000 TWh/yıl’lık teorik rüzgâr enerjisi potansiyeli bulunduğu tahmin edilmektedir. Uygun rüzgâr şartları ve dolayısıyla enerji potansiyeli çoğunlukla kıyısal bölgelerde ve düz veya dağlık bazı alanlarda bulunmaktadır. Ülkelerin rüzgâr gücü kapasitesi incelendiğinde ilk on ülke, Tablo 1.14’deki gibi şekillenmektedir.

Tablo 1.14. Rüzgar gücü kapasitesindeki artış ve mevcut kapasite (KUM, 2009).

ÜLKELER	Kapasite Artışı 2008 (MW)	Mevcut Kapasite 2008 (MW)
ABD	8360	25170
Almanya	1670	23900
İspanya	1610	16740
Çin	6300	12210
Hindistan	1800	9650
İtalya	1010	3740
Fransa	950	3400
İngiltere	840	3240
Danimarka	80	3180
Portekiz	710	2860

Türkiye Rüzgâr Atlası'na (Şekil 1.15) göre, Türkiye'nin teknik rüzgâr enerjisi potansiyeli 88000 MW, ekonomik rüzgâr enerjisi potansiyeli ise 10000 MW'dır. Ege kıyıları, Marmara ve Doğu Akdeniz Bölgeleri rüzgârdan güç üretimi için çok elverişli alanlardır. Son yıllarda, rüzgâr enerjisine olan ilgi, rüzgâr güç santrallerinde özel sektör yatırımları sayesinde fazlasıyla artmıştır. 2009 sonu itibariyle işletmede olan 713,15 MW kurulu güce sahip rüzgar santrali bulunmaktadır. İnşa halinde 492,35 MW ve inşaatı başlaması muhtemel 644,45 MW rüzgar santrali ile birlikte 2009 sonu itibariyle rüzgar santralleri toplam kurulu gücü 1849,95 MW'a ulaşmıştır (TÜREB, 2009).



Şekil 1.15. Türkiye rüzgar atlası yıllık rüzgar dağılım haritası (EİE, 2010).

Türkiye, teorik olarak yıllık 160 TWh'lık rüzgâr potansiyeline sahiptir. Bu potansiyel ile Avrupa'daki teknik rüzgâr enerji potansiyelinin en yüksek payına sahiptir. Türkiye'nin değişik bölgelerinin yıllık ortalama rüzgâr hız ve potansiyel değerleri, Tablo 1.15'te verilmiştir. Yıllık ortalama rüzgâr hızları en düşük 2,1 m/s ile Doğu Anadolu Bölgesi, en yüksek 3,3 m/s ile Marmara Bölgesi'ndedir (Oğulata, 2003).

1.4.8.2. Dünyada Rüzgar Enerjisinin Mevcut Durumu

2009 yılı sonu itibariyle son üç yıllık dönem göz önüne alındığında rüzgar gücü kapasitesinde % 155'lik bir artış göze çarpmaktadır. Özellikle ABD, rüzgar gücü kapasitesi alanında uzun yıllardır lider olan Almanya'yı geçmiş ve hem kapasite hem de üretim

hacminde lider konuma yükselmiştir. Aynı dönemde en büyük kapasite artışı sağlayan ikinci ülke Çin olmuştur. Çin mevcut rüzgar enerjisi kapasitesini yaklaşık % 100 oranında arttırarak 12210 MW'lık kapasitesiyle dünya sıralamasında dördüncülüğe yükselmiştir. Rüzgar gücü alanında dünyanın önde gelen ilk altı ülkesi 2008 yılı itibariyle kapasitelerini 1000 MW'ın üzerinde arttırmıştır (KUM, 2009).

Tablo 1.15. Türkiye'nin bölgelere göre rüzgar potansiyeli (Ediger ve Kentel, 1999).

Bölge	Yıllık ortalama rüzgar yoğunluğu (W/m ²)	Yıllık ortalama rüzgar hızı (m/s)
Marmara Bölgesi	51,91	3,30
Güneydoğu Anadolu B.	29,33	2,70
Ege Bölgesi	23,47	2,60
Akdeniz Bölgesi	21,36	2,50
Karadeniz Bölgesi	21,31	2,40
İç Anadolu Bölgesi	20,14	2,50
Doğu Anadolu Bölgesi	13,19	2,10
Ortalama	24,00	2,50

Yenilenebilir enerji piyasalarında en büyük paya sahip olan rüzgar gücü piyasası 2008 yılında 51,4 milyar dolarlık bir düzeye ulaşmıştır. İlk kez yenilenebilir enerjilerden birisi 50 milyar doların üzerine çıkmıştır. ABD'nin 2008 yılı yatırımlarının % 40'tan fazlasının rüzgar enerjisiyle ilgili olması, bu enerji kaynağının öneminin giderek arttığının bir göstergesidir.

1.4.8.3. Türkiye'de Rüzgar Enerjisinin Mevcut Durumu

Türkiye'nin rüzgâr enerjisi kurulu gücü 2009 sonu itibariyle 713,15 MW'dır. Türkiye'de kurulu rüzgar enerji santralleri, İzmir'de 7 adet (165,4 MW, % 23,2), Çanakkale'de 3 adet (66,1 MW, % 9,3), İstanbul'da 4 adet (86,1 MW, % 12,1), Balıkesir'de 5 adet (200,7 MW, % 28,1), Manisa'da 2 adet (45 MW, % 6,3), Hatay'da 2 adet (60 MW, % 8,4), Muğla'da 1 adet (29,6 MW, % 4,2), Aydın'da 1 adet (31,5 MW, % 4,4) ve Tekirdağ'da 1 adet (28,8 MW, % 4) olmak üzere toplam 26 tanedir. Mevcut kurulu

gücün % 80,9'u 2008 ve sonrasında kurulmuştur. Bu durum rüzgar enerjisine yapılan yatırımların son senelerde hızla arttığını açıkça ortaya koymaktadır (Tablo 1.16).

Tablo 1.16. Türkiye’de kurulu rüzgar enerji santralleri (TÜREB, 2009).

Santralin yeri	Türbin sayısı	Kurulu gücü (MW)
İzmir	111	165,40
İstanbul	35	86,10
Balıkesir	93	200,70
Çanakkale	67	66,10
Hatay	25	60,00
Manisa	44	45,00
Muğla	37	29,60
Aydın	15	31,50
Tekirdağ	15	28,80
TOPLAM	442	713,15

1.4.9. Hidrojen Enerjisi

Aslında tam olarak yenilenebilir bir enerji kaynağı olamayan hidrojen, bir başka enerji tüketilerek elde edilen sentetik yakıt durumundaki enerji taşıyıcısıdır. Elektrik 20. yüzyıla damgasını vuran bir enerji taşıyıcısıdır. Hidrojen ise 21. yüzyıla damgasını vuracak bir diğer enerji taşıyıcısıdır. Giderek ağırlaşan çevre sorunu ve küresel ısınma, tükenen hidrokarbon kaynakları hidrojen gibi sentetik yakıtları cazip duruma getirmektedir. Hidrojen motor yakıtı olarak kullanılabildiği gibi, sanayide, elektrik üretiminde, konutlarda güvenle kullanılabilir durumdadır. Hidrojen çağına ekonomik koşullara göre 10-15 yılda girilmesi beklenmektedir.

Türkiye’nin hidrojen üretimi açısından bir şansı, uzun bir kıyı şeridi olan Karadeniz’in tabanında kimyasal biçimde depolanmış hidrojen bulunmasıdır. Karadeniz’in suyunun % 90’ı anaerobiktir ve hidrojen sülfür (H_2S) içermektedir. 1000 m derinlikte 8 ml/l olan H_2S konsantrasyonu, tabanda 13,5 ml/l düzeyine ulaşmaktadır. Elektroliz reaktörü ve oksidasyon reaktörü gibi iki reaktör kullanılarak, H_2S ’den hidrojen üretimi konusunda çalışmalar sürdürülmelidir.

1.4.10. Akıntı Enerjisi

Büyük oranda gelgit etkisiyle oluşan akıntı enerjisine ender de olsa termal farklılıklar ve yoğunluk farklılıkları da kaynaklık edebilmektedir. Akıntı gücü, dünyanın güneşe ve aya göre pozisyonuna, deniz yatağının şekline ve de kıyıların şekline bağlı olarak değişmektedir. Okyanusların derin bölgelerinde ve düz kıyılarda akıntı gücü düşüktür. En güçlü akıntılar ayın yeni ay veya dolunay olarak gözlemlendiği sıralarda meydana gelmektedir. Ayın $\frac{1}{4}$ 'ü veya $\frac{3}{4}$ 'ü gözlemlendiği zamanlarda ise akıntı gücü minimum değerlerini almaktadır. Akıntı enerjisi kaynak potansiyeli yüksek olan ülkeler İngiltere, İrlanda, İtalya, Filipinler, Japonya ve ABD'nin bir bölümüdür (Yıldız, 2006).

1.4.11. Gelgit Enerjisi

Gelgit, ay ve güneşin manyetik çekim kuvvetleriyle kendi eksenini etrafında dönen dünya üzerindeki okyanuslarda oluşan alçalma ve yükselmelerdir. Gelgitten elde edilecek enerji zamana ve yere göre değişim göstermektedir. Ayrıca gelgittteki alçalma ve yükselmeler ve döngü periyotları da gelgitten kazanılacak enerjiyi etkilemektedir. Gelgitten enerji üretimi için santral kurulumuna uygun olan yerler Fransa, Şili, Meksika, Çin, Kore, Rusya'nın Pasifik kıyısı, Kanada'nın batısı, İngiltere, Avustralya'nın batısı, Arjantin'in Patagonya sahili ve Batı Hindistan'dır .

Gelgit enerjisi her ne kadar temiz ve avantajlı bir enerji kaynağı da olsa Türkiye için kullanılması ve yatırım yapılması neredeyse olanaksız bir kaynaktır. Türkiye'nin okyanusa açık kıyısının olmaması, etrafındaki denizlerin genelde iç deniz tipinde olması dolayısıyla büyük gelgitlerin Türkiye kıyılarında görülmemesi, gelgit enerjisinin Türkiye açısından kullanılabilir özelliklere sahip olmadığını gösterir (Yıldız, 2006).

1.4.12. Dalga Enerjisi

Dalga enerjisinin de temeli dolaylı da olsa güneş ışıınım enerjisidir. Bilindiği üzere güneş ışıınımları rüzgar oluşumuna neden olmaktadır. Okyanus ve deniz yüzeylerindeki rüzgarlar da dalgaları oluşturmaktadır. Su yüzeyine sürtünen rüzgarlar tamamen gelişigüzel olan inişli çıkışlı dalgaları oluşturmaktadır. Çevreye zarar vermeyen, yenilenebilir ve

kaynak maliyeti olmayan bu enerji kaynağı, üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye için de önemli bir enerji kaynağıdır (Yıldız, 2006).

Hava hareketlerinin ve ısı değişimlerinin, su kütlelerinde meydana getirmiş olduğu dalga hareketleri, bitmez tükenmez enerji kaynağıdır. Dalga enerjisi, Archimedes prensibi ve yer çekimi arasında oluşan gücün alınması prensibine dayanmakta ve pek çok avantaja sahip bulunmaktadır. Öncelikle birincil enerjiye hiçbir bedel ödenmeyecektir. Temiz, sınırsız ve ucuz enerji üretmekte ve ilk yatırımından başka hiçbir girdisi bulunmamaktadır. Enerji, üretilen yerde tüketileceğinden uzun iletim hattına gerek olmayacaktır. Dalyan görevi görerek, denizlerdeki balık neslinin çoğalmasına yardım etmekte, ekolojik dengeye katkıda bulunmaktadır. Deniz üzerinde kurulduğu için, tarım arazilerini yok etmemektedir. İleri teknoloji gerektiren, politik baskı ve ambargo malzemesi olabilecek hiçbir girdisi bulunmamakta, tamamen yerli teknoloji ve yerli imalattan oluşmaktadır. Her zaman kesintisiz ve kaliteli enerji üretmektedir. Dalgalardan elde edilen ucuz elektrik enerjisi, yoğun nüfuslu büyük şehirlerde ısınma amaçlı kullanılacağından, solunan havanın kalitesini yükseltecektir. Dalga Elektrik Santrallerinin üzeri otel, sosyal tesis, disko, restaurant olarak, turizm amaçlı kullanılabilir. Sistemde hiçbir gürültü kirliliği oluşmamaktadır. Dalga Elektrik Santralleri kurmak için gerekli altyapı Türkiye’de fazlası ile mevcuttur.

1.4.13. Hidroelektrik Enerji

Hidrolik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle sağlanan bir enerji türüdür. Suyun üst seviyelerden alt seviyelere düşmesi sonucu açığa çıkan enerji, türbinlerin dönmesini sağlamak ve elektrik enerjisi elde edilmektedir. Hidrolik potansiyel, yağış rejimine bağlıdır. Elektrik üretimi maksatlı inşa edilen hidroelektrik santraller bu işlevlerinin yanında birçok amaca (taşkın ve baskınları önleme, sulama işlerini düzenleme, balıkçılığı geliştirme, ağaçlandırmayı sağlama, turizmi geliştirme, ulaşımı kolaylaştırma vb.) hizmet etmektedirler. Hidroelektrik santraller diğer üretim tipleri ile kıyaslandığında en düşük işletme maliyetine, en uzun işletme ömrüne ve en yüksek verime haizdirler. Türkiye’nin diğer enerji alternatifleri karşısında milli kaynak olan suyu kullanan hidroelektrik santrallere öncelik vermesi ve teşvik etmesi için ekonomik, çevresel ve stratejik birçok sebep vardır. Her şeyden önce, hidroelektrik enerji

yenilenebilir ve dünyadaki su döngüsünün devam ettiği sürece tükenmeyecek stratejik bir enerji kaynağıdır.

1.4.13.1. Dünyanın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

Dünyada yeni hidroelektrik santraller için muazzam büyüklükte keşfedilmemiş potansiyel bulunmaktadır. Avrupa ve Kuzey Amerika’da uygun hidroelektrik alanların çoğunun geliştirilmesine rağmen, özellikle gelişmekte olan ülkelerin bulunduğu Asya, Latin Amerika ve Afrika kıtalarında keşfedilmemiş önemli hidroelektrik potansiyel mevcuttur (Tablo 1.17).

Tablo 1.17. Dünyanın hidroelektrik enerji potansiyeli (DSİ, 2004).

Bölge	Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (GWh/yıl)	Teknik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (GWh/yıl)	Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (GWh/yıl)
Afrika	4000000	1665000	1000000
Asya	19000000	6800000	3600000
Avustralya / Okyanusya	600000	270000	105000
Avrupa	3150000	1225000	800000
K. ve Orta Amerika	6000000	1500000	1100000
Güney Amerika	7400000	2600000	2300000
Dünya	40150000	14060000	8905000
Türkiye	433000	216000	127820
Türkiye/Dünya (%)	1.07	1.54	1.84

Tablo 1.17’den de görüleceği gibi, dünyanın brüt teorik hidroelektrik potansiyeli yaklaşık 40150 TWh/yıl iken teknik olarak uygulanabilir potansiyeli 14060 TWh/yıl ve günümüzde ekonomik olarak uygulanabilir hidroelektrik enerji potansiyeli 8905 TWh/yıl’dır. Türkiye sahip olduğu potansiyelle dünya brüt potansiyelinin % 1,07’sini, teknik potansiyelin % 1,54’ünü ve ekonomik potansiyelinin % 1,84’ünü karşılamaktadır.

1.4.13.2. Türkiye’de Hidroelektrik Enerjinin Tarihsel Gelişimi

Anadolu’da ilk baraj, Hititler tarafından MÖ. 1300 yılında inşa edilmiştir. Urartular MÖ. 1000 yılında Van ilinde iki önemli hidrolik yapı tertip etmiştir. Bu sistemin bazı bölümleri hala kullanılmaktadır. Dara Barajı Anadolu’da Mardin ili yakınlarında altıncı yüzyılda kurulmuştur ve bu baraj dünyadaki ilk ince kemer tipli baraj olarak kaydedilmiştir. Osmanlılar zamanında İstanbul’da inşa edilen su taşıma sistemlerinin ve barajların bazıları hala kullanımdadır. 1923 yılında Türkiye Cumhuriyeti’nin kuruluşundan sonraki ilk baraj Çubuk-1 Barajıdır. Bu baraj, Türkiye’nin başkenti Ankara için içme suyu temini maksatlı 1930 ve 1936 yılları arasında yapılmıştır. II. Dünya Savaşı’nın sonuna kadar baraj yapımında sulama maksatlı inşa edilen bazı düşük barajların haricinde hiçbir ciddi bir aktivite gözlemlenmemiştir.

İlk hidroelektrik üretim 1902 yılında Tarsus’ta 60 MW’lık bir küçük ölçekli hidroelektrik santral ile başlamıştır. Büyük ölçekli ilk güç santrali ise 1913 yılında İstanbul’da inşa edilmiştir. 1935 yılında elektrik üretimi ile ilgili birkaç devlet kuruluşu tesis edilmiştir. Türkiye Cumhuriyeti kurulduğu zamanki toplam kurulu kapasitesi 29,66 MW ve bu yıllardaki yıllık üretimi 45 GWh idi. Elektrik yalnızca İstanbul, Adapazarı ve Tarsus’ta elde edilebilmekteydi. Modern Türkiye için baraj yapım programı yalnızca sulama ve hidroelektrik üretimi için değil aynı zamanda büyük şehirlerdeki nüfusun içme suyu temini için de gerekli idi. Toplam nüfusun üçte birinden fazlası rezervlerden doğrudan taze ve yüksek kaliteli su almaktadır (Öztürk, 2004).

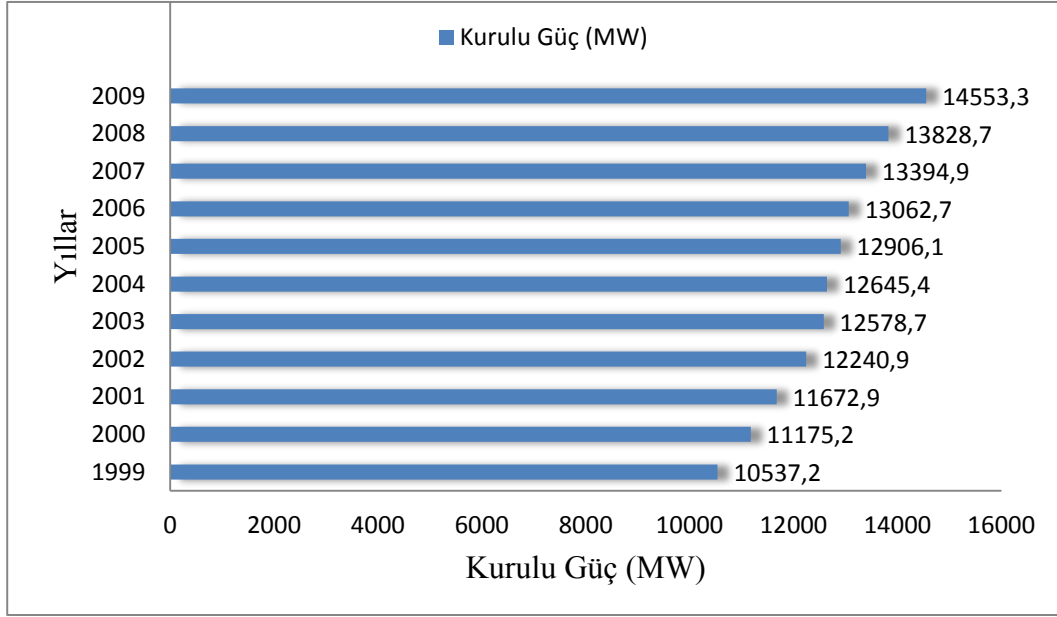
1932 yılında Türkiye’nin enerji talebini belirlemek ve su kaynaklarının hidrolik potansiyellerini ve diğer enerji kaynaklarının potansiyellerini geliştirmek için araştırma ve incelemeler yapmak maksadıyla EİE kurulmuştur. Bunu takriben ki süreçteki önemli projeler; Seyhan, Sarıyer, Hirfanlı, Kesikköprü, Demirköprü ve Kemer Barajları ve Hidroelektrik Santralleri (HES)’dir. 1940 yılı itibariyle toplam enerji üretiminin % 3,2’sine sahip olan 28 hidroelektrik santral mevcuttur. Etibank ve İller Bankası küçük hidroelektrik santrallerinin inşasını ve köy ve kasabaların elektrikleştirilmesini amaçlamıştır.

1950 yılında toplam kurulu kapasitenin 408 MW’a ulaştığı zamanki toplam 18 MW kurulu kapasiteli hidroelektrik santrallerin payı yalnızca % 4,4 idi. Ancak, 1954 yılında DSI’nin kurulmasından sonra hidroelektrik kapasitesi 10 yıl içinde toplam enerji üretiminin % 44’ünden sorumlu olan 412 MW (toplam kurulu kapasitenin % 34’üne eşdeğer) değerine ulaşmıştır (Özgöbek, 2002).

1950-1969 dönemi hidroelektrik santrallerin DSİ, İller Bankası, Etibank ve Sümerbank tarafından inşa edildiği süreçtir. Bu dönemin özelliği, DSİ ve devlet kuruluşlarının beraberce çalışması, enterkonnekte sisteme geçilmemiş olması, İller Bankası'na Belediyelere yönelik öncelikle aydınlatma amaçlı, imkan var ise küçük hidroelektrik, yok ise dizelli veya kömürlü termik santrallerin kurulduğu bir dönem olmasıdır. 1970 yılında Türkiye Elektrik Kurumu'nun (TEK) kurulmasıyla İller Bankası, Etibank ve belediyeler gibi resmi kuruluşların elektrik santralleri inşası dönemi kapanmıştır. DSİ ise kuruluş yasasının verdiği görev ve imkan ile hidroelektrik santral inşaatını sürdürmüş ve sürdürmektedir. TEK Genel Müdürlüğüne 1970-1990 döneminde enterkonnekte sistem yurdun tamamına yayılmış ve tüm köyler elektriğe kavuşturulmuştur. Bu süreçte hidroelektrik santraller DSİ ve İmtiyazlı Şirketlerce inşa edilmiştir. Kısaca YİD diye adlandırılan Yap-İşlet-Devret modeli ile özel sektöre elektrik üretimi imkanı sağlayan 3096 sayılı yasa 1984 yılında çıkartılmış ve YİD modeli HES dönemi 1991 yılında işletmeye alınan HES'ler ile başlamıştır. 1991-2003 yılları arasını kapsayan süreçte hükümetler arası ikili işbirliği çerçevesinde kredili olarak DSİ'ce baraj ve HES inşa ettirilmesine başlanılmış ve "Karkamış Barajı ve HES" 1999 yılında devreye alınmıştır. 2001 yılı başında "Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu" kurulmuş ve ülkemizde hidroelektrik de dahil olmak üzere elektrik üretimi, iletimi ve dağıtımı için yeni bir dönem başlamıştır. İmtiyazlı HES'ler dönemi, Uzanlar yönetimindeki ÇEAŞ ve KEPEZ'e devletçe el konulmasıyla son bulmuştur (Kayseri ve civarı Elektrik A. Ş. hariç). Yıllar itibariyle hidroelektrik enerjinin gelişimi Şekil 1.16'da verilmiştir (Basmacı, 2004).

Son yıllarda toplam kurulu kapasitede termal kaynakların payı hızla artmıştır. Doğal gaz santrallerindeki bu hızlı artışın bir sonucu olarak hidroelektrik santrallerin payı 1993'te % 47.8'den 2005 yılında % 32.6'ya azalırken hidroelektrik üretiminin payı 1980 yılında % 49'dan 2005 yılında % 26 değerine gerilemiştir.

Türkiye'de 2009 sonu itibariyle 191 hidroelektrik santral işletmede, 145 santral yapım aşamasında, 318 adet santral ise çeşitli planlama safhalarında. 2009 sonu itibariyle işletmedeki hidroelektrik santrallerinin kurulu kapasitesi ve yıllık ortalama enerji üretim kapasitesi 14553,3 MW ve 35,96 TWh değerine ulaşmıştır. Böylece, teknik ve ekonomik olarak yararlanılabilir hidroelektrik potansiyelin yalnızca % 35'i geliştirilmiştir. Toplam potansiyelin % 14'üne tekabül eden inşa halindeki hidroelektrik santrallerin toplam kurulu kapasitesi 8600 MW ve inşa edilecek olan % 51'lik potansiyelin kurulu güç değeri ise 22700 MW dolaylarındadır.



Şekil 1.16. Türkiye’de hidroelektrik enerjinin gelişimi (TEİAŞ, 2010).

1.4.13.3. Türkiye’nin Su Kaynakları ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

a) Su Kaynakları Potansiyeli

Türkiye’nin yağış rejimi mevsimlere ve bölgelere göre büyük farklılıklar göstermektedir. Türkiye’de yıllık ortalama yağış 643 mm olup, bu miktar yılda ortalama 501 milyar m^3 suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m^3 ’ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m^3 ’lük kısmı sızmalarla yer altı suyunu beslemekte, 158 milyar m^3 ’lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yer altı suyunu besleyen 69 milyar m^3 ’lük suyun 28 milyar m^3 ’ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m^3 su bulunmaktadır. Böylece ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 milyar m^3 olmaktadır. Sızmalarla yer altı suyunu besleyen 41 milyar m^3 su dikkate alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m^3 olarak hesaplanmış bulunmaktadır. Teknik ve ekonomik manada tüketilebilecek yüzey ve yer altı suyu miktarının 110 milyar m^3 olduğu belirlenmiştir. Bu miktarın 95 milyar m^3 ’ünün yurt içinden doğan akarsulardan, 3 milyar m^3 ’ünün yurt dışından ülkemize ulaşan akarsulardan, 12 milyar m^3 ’ünün ise yer altı suyundan sağlanabileceği kabul edilmiştir (DSİ, 2004).

Ülkelerin su potansiyeli genellikle kişi başına düşen su potansiyeline dayandırılarak değerlendirilmektedir. Uluslar arası kritere göre, yıllık kişi başına 10000 m³ 'ten daha büyük su potansiyeli düşen ülkeler su zengini olarak kabul edilmekte; 10000 m³ -3000 m³ arasında potansiyele sahip ülkeler kendi kendine yeten olarak kabul edilmekte; 3000 m³ – 1000 m³ arasında potansiyele sahip ülkeler su kıtlığına sahip ülkeler olarak kabul edilmekte; ve yıllık kişi başına 1000 m³'ten daha düşük potansiyelli ülkeler su fakiri ülkeler olarak düşünülmektedir. Türkiye’de 1997 yılı başlangıcında kişi başına düşen brüt su potansiyeli 3700 m³ iken, 2000 yılı başlangıcında 3000 m³'e düşmüştür ve nüfus artışının bir sonucu olarak 2010 yılında 2000 m³'e düşeceği tahmin edilmektedir. Böylece, Türkiye gelecekte su kıtlığı çeken bir ülke olma tehlikesiyle karşı karşıya kalabilecektir (Özgöbek, 2002).

b) Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

Ülkemizdeki 26 adet hidrolojik havzasında bulunan irili ufaklı çok sayıdaki nehrin yıllık ortalama akımları toplamı olan 193 (186 + 7) milyar m³ yüzey suyunun hidroelektrik enerji potansiyelinin belirlenmesinde “teorik potansiyel”, “teknik yapılabilir potansiyel” ve “ekonomik yapılabilir potansiyel” olmak üzere üç farklı şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir (DSİ, 2004).

Mevcut hidroelektrik kaynakların üretim potansiyelinin, teknik ve ekonomik yapılabilirlik koşulları göz önüne alınmadan, teorik olarak mevcut tüm düşü ve ortalama debi kullanılarak hesaplanan potansiyel “Brüt Potansiyel” olarak tanımlanmaktadır. Türkiye’nin yıllık brüt hidroelektrik enerji potansiyeli 433000 GWh civarındadır. Bu değer dünya hidroelektrik potansiyelinin % 1’ine, Avrupa hidroelektrik enerji potansiyelinin % 14’üne eşittir. Ekonomik yapılabilir olması koşulu göz önüne alınmadan, ülkenin hidroelektrik kaynaklarından teknik olanlarının tümünün değerlendirilmesi durumunda oluşabilecek üretim miktarı “Teknik Potansiyel” olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizin yıllık teknik hidroelektrik enerji potansiyeli 215000 GWh mertebesindedir. Ülkenin brüt hidroelektrik potansiyelinin hem teknik hem de ekonomik olarak değerlendirilebilir bölümüne ise “Teknik ve Ekonomik Potansiyel” denilmektedir. Yılda küçük farklılıklar göstermekle birlikte bugün için Türkiye’nin yıllık teknik ve ekonomik hidroelektrik potansiyeli 129900 GWh’dır. Bunun yıllık ortalama üretim olarak ancak 48100 GWh’lık bölümü (% 37) geliştirilmiş bulunmaktadır.

1.4.13.4. Küçük Hidroelektrik Santraller

Ülkemizin topografik ve hidrojeolojik yapısı ve bazı yörelerdeki yağış yoğunluğu büyük su gücü potansiyeli yanında, küçük hidroelektrik güç potansiyelinin de yaygın olarak bulunmasına olanak sağlamıştır. Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından yapılan bir araştırmaya göre küçük hidroelektrik santrallerden (KHES) 13,9 TWh/yıl enerji üretilebileceği saptanmıştır. Detaylı araştırmalarla bu miktarın daha da artırılabilir tahmin edilmektedir. Bu miktar dahi toplam ekonomik hidroelektrik potansiyelimizin % 12'sini oluşturmaktadır (Avşar, 1994).

1.4.13.4.1. Küçük Hidroelektrik Santrallerin Tanımlanması ve Sınıflandırılması

Bir veya birden fazla türbin-jeneratör ünitesi bulunan ve ünitelerin toplam kurulu gücü 10 MW'tan küçük santrallere küçük hidroelektrik santraller denilmektedir. Küçük hidroelektrik santralleri değişik kısıtlara göre sınıflandırmak mümkündür. Ülkelerin ekonomik yapılarındaki ve hidrolik potansiyellerindeki özelliklerin farklılıklar göstermesi tüm ülkeler için standart bir sınıflandırma sistemine gitmeyi engellemektedir. Bu nedenlerle çeşitli ülkelerde farklı sınıflandırma sistemleri kullanılmaktadır. Sınıflandırmada şu kısıtlar göz önüne alınabilir.

- Su ekonomisi yönünden sınıflandırma
- Enerji ekonomisi yönünden sınıflandırma
- Teknik özelliklerine göre sınıflandırma
- Topoğrafik duruma göre sınıflandırma

Çeşitli ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de küçük hidroelektrik santrallerin sınıflandırması santralin kurulu gücüne göre yapılmaktadır. Ancak ülkelerin ekonomik ve teknolojik özelliklerine göre küçük hidroelektrik santrallerin tesis gücünün sınırları değişik değerler almaktadır. Ülkemizde United Nations Industrial Development Organization,-Birleşmiş Milletler Endüstriyi Geliştirme Organizasyonu (UNIDO) tarafından yapılmış olan sınıflandırma sistemi benimsenmiştir. Buna göre;

- 100 KW gücü altında olanlar mikro,
- 101 – 1000 KW güçleri arasında olanlar mini,
- 1001 – 10000 KW güçleri arasında olanlar küçük

hidroelektrik santraller olarak kabul edilmiştir.

1.4.13.4.2. Küçük Hidroelektrik Santrallerin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Küçük hidroelektrik santraller büyük hidroelektrik santrallerin alternatifi değil, onların tamamlayıcısıdır. Bu santrallerin üstünlüklerini ve zayıf yönlerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

a) Küçük Hidroelektrik Santrallerin Olumlu Yönleri

- Enerji konusu yurdumuz için hala güncelliğini korumakta ve daha uzun süre koruyacak gibi gözükmektedir. Bunun sebep olacağı olumsuz etkilerin giderilebilmesi için tüm enerji kaynaklarımızın potansiyelinden yararlanılması gereklidir.
- Bölgelerin sosyoekonomik ve kültürel gelişimlerinin hızlanmasına yardım eder.
- Küçük hidroelektrik santrallerin türbin-jeneratör gruplarının tiptenleştirilerek standart hale getirilmeleri kolaydır. Böylece makine yapımı çok ucuz olacaktır.
- Bakım ve işletme sorunları en aza inecektir. Türbin-jeneratör ve transformatörün bir blok halinde ve otomatik işler şekilde yapılmasıyla aynı bölgedeki çok sayıda santral bir tek teknisyen tarafından kontrol edilebilecektir. Bunun sonucu olarak işletme maliyeti azalacaktır.
- Su türbinleri yapımı ile ilgili endüstri kurma çalışmaları günümüzde son aşamaya ulaşmıştır. Mini, mikro ve hatta küçük hidroelektrik tesislerin makinelerinin tümünün ülkemiz endüstri imkanlarıyla, döviz sarf etmeden inşa edilebileceği ispatlanmıştır. Küçük kapasiteli ünitelerin imal edilmesiyle bu konuda bilgi birikimi artacak ve yakın bir gelecekte daha büyük kapasiteli ünitelerin imalatı tamamen yerli imkanlarla gerçekleştirilebilecektir.
- Yakıtlı santrallere nazaran düşük işletme maliyeti ile elektrik enerjisi üretir.

- Bakımları kolay, ucuz ve hizmet süreleri ise uzundur.
- Çevre kirliliği konusu günümüzde önemli boyutlara ulaşmıştır. Tüm hidrolik kaynaklar gibi hidroelektrik santrallerin de çevre kirliliğine etkisi yok denecek kadar azdır.

b) Küçük Hidroelektrik Santrallerin Olumsuz Yönleri

- Çok sayıda küçük santral yapmak yerine bir tane büyük santral yapmak ülke ekonomisi yönünden daha faydalıdır.
- Küçük hidroelektrik santrallerde 1 kW kurulu güç için gerekli yatırım maliyeti büyük santrallere göre oldukça yüksektir.
- Küçük hidroelektrik santrallerin işletme giderleri büyük santrallere nazaran fazladır. Ancak türbin, jeneratör ve transformatörde standardizasyona gidilerek işletme ve personel ücretlerinin, üretilen kWh enerji başına isabet eden miktarı azaltılabilir.
- Ülkemizde yetişmiş teknik eleman sıkıntısı vardır. Bu yüzden hem büyük hidroelektrik hem de küçük hidroelektrik tesisler ile uğraşmanın mümkün olmadığı görüşü öne sürülmektedir. Halbuki küçük hidroelektrik santrallerin yapılmasını büyük santrallerin yapılmasına engel olmayacak şekilde organize etmek mümkündür.
- Küçük hidroelektrik santrallerde enerji üretimi meteorolojik ve mevsimsel değişikliklere bağlı olarak dalgalanmalar gösterir. Ayrıca hidroelektrik santralin beslediği bölgelerdeki enerji ihtiyacı günün çeşitli zamanlarında değişmektedir. Bu sebeplerden dolayı küçük hidroelektrik santrallerin verimleri düşük olur.
- Yapılan yatırıma göre etütler için yapılan harcama masrafları fazladır. Bunu önlemek için tip projeler gerçekleştirilebilir.
- Üretimin devamı sistemin teknolojik özelliklerine bakım ve işletme politikalarına bağlıdır.

1.4.13.4.3. Küçük Hidroelektrik Santrallerin Çevre Üzerindeki Etkisi

Doğal çevre ve onun zarara uğratılması farklı kişiler tarafından değişik biçimlerde anlaşılmıştır. Hidroelektrik santrallerin çevre üzerindeki etkisi de bu santrallerden birinci derecede fayda elde etmek isteyenler tarafından hoş karşılanmamıştır. Herhangi bir bölgeye küçük hidroelektrik santrali kurulması düşünülüyorsa aşağıdaki hususların dikkate alınması gerekir;

- Doğal çevrenin hassasiyetinden haberdar olma,
- Çevrede yapılacak çalışmaların etkilerini önceden bilmek ve bunların etkilerini hesaba katmak,
- Bazı zararlı etkileri karşılamak amacı ile yöntemlerin geliştirilmesi.

Bir küçük hidroelektrik santralin kurulmasında doğal çevre ile bütünlük değişik derecelerde ve farklı elemanlarla sağlanabilir. Ancak santrali kuranlar genellikle estetik görünümü ihmal etmektedirler. Bunun sonucu olarak çirkin ve göze hoş gelmeyen manzaralarla karşılaşmaktadır. Doğal çevreyi ve manzarayı da düşünerek kurulacak olan santraller bu soruna çözüm getirecektir.

Santral kurulacak olan bölgenin ekolojik dengesini bozmamak için bölge ile ilgili detaylı bir araştırmanın yapılması gereklidir. Bu çalışmanın sonucunda bölgenin farklı özellikleri anlaşılabilecek ve santrali inşa edecek en uygun yer belirlenecektir.

Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre, şehirleşme, endüstrileşme veya tarımsal gelişime uygunluğu ve boş bırakılacak yerlerin hepsinin belirlenmesi gerekir. Bölge için doğal parklar, çevre koruma alanları, ulaşım yolları ve yaya yolları hep birlikte düşünülerek planlanmalıdır. Ancak sık sık bu alanların büyüklüğünü taktir etmek güç olmaktadır. Ancak bazı çekici özelliklerinin kimliğinin belirlenmesi tavsiye edilebilir. Örneğin nehir ve göl ormanlık alan ve tarihsel özellikler gibi.

Doğal çevrede kurulan bir KHES'in farklı elemanlarının etkilerinin sınırlandırılması, bölgede bazı ölçümlerin yapılmasını gerektirir. Yeni çevre oluşturulurken santralin kurulmasında önce doğal çevrenin güzelliğinin korunması ön plana alınmalıdır.

Su taşkını önlemek amacı ile yapılan baraj ve taşkın koruma sistemi, balık geçitleri, kanal girişi veya cebri boru ile cebri boru ızgaraları, ızgara temizleyicileri genellikle bir biri ile uyumlu bir şekilde inşa edilebilir.

Kırsal alanda taş veya topraktan inşa edilen bir baraj betondan inşa edilenden daha elverişlidir. Santralı kurma çalışmalarında doğal çevrenin her türlü özelliklerine ters gelen yapılaşmalardan çok dikkatli bir şekilde kaçınmak gerekir. Her aşamada doğal çevre ile uygunluk sağlanmalıdır.

Bir küçük HES tarafından meydana getirilen gürültü nehir yakınında oturan insanları rahatsız edici boyutlarda olabilir. Küçük hidroelektrik santrallerdeki elektromekanik donanımın farklı elemanları gürültüye sebep olabilir. Örneğin; türbin, dişli kutusu, alternatör ve transformatör gibi.

Makinenin verimine bağlı olarak türbin içinden akan su geniş bir frekans bandında gürültü oluşturur. Kötü dizayn edilmiş bir dişli kutusu temel gürültü kaynağıdır.

Alternatörler de gürültü oluşturabilirler. Bu gürültülerin kaynağı mekanik veya elektromekanik olabilir.

Mekanik gürültülere örnek, sargılan soğutmak amacı ile kullanılan pervaneden akan havanın oluşturduğu gürültü, elektro mekaniğe örnek ise statorun manyetik doyumu sonucu oluşan titreşimleri gösterebiliriz. Transformatör statik bir makine olmasına rağmen alçak frekansta (50 Hz) manyetik özelliğinden dolayı gürültü oluşturmaktadır. Orta gerilim (50 kV) hattına bağlanan bir transformatörün güçleri ile birlikte gürültü seviyeleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 1.18).

Tablo 1.18. Farklı güçlere karşılık oluşan gürültü seviyeleri

Güç (KVA)	Gürültü Seviyesi (dB)
5000	59
10000	63
20000	67
30000	70

1 m x 1,5 m boyutlarında olan bir kanalda akan suyun oluşturduğu gürültü 60 -70 dB arasındadır. Küçük HES için pratik olarak hoş görülebilir gürültü seviyesi 10 m mesafede 50 dB'dir. Aşağıdaki tabloda (Tablo 1.19) bazı gürültü seviyeleri ve etkileri verilmiştir.

Tablo 1.19. Gürültü seviyeleri ve etkileri

Gürültü Seviyesi (dB)	Etki	Örnek
0	İşitilebilme sınırı	
20	Oldukça sessiz	Yaprak hışırtısı, mağaralar vs.
40	Sessiz	Oturma alanı
50	İlımlı	Bir büro
60	Kabul edilebilir ancak düşünceyi toplamada zorluk	Karşılıklı konuşma
80	Gürültülü	Sonuna kadar sesi açılmış radyo ağır trafik bulunan cadde
85	Gürültülü	1 m mesafede küçük HES gürültüsü
90	Günde 8 saat çalışılan yerde kulaklar için eziyet verici	Mekanik çalışma
100	Hoş olmayan	Yeraltı tren istasyonu, 2 m mesafede susturucusuz motosiklet
120	Sağır edici	2 m sağır edici gürültü
140	Dayanılmaz oranda ağrı verici	Kalkış halindeki jet uçağı

1.4.13.5. Türkiye’de Küçük Hidroelektrik Santral (KHES) Durumu

Türkiye’de küçük hidroelektrik santrallerin gelişimi 1902 yılında başlamıştır. Bu tarihten itibaren, ülkenin pek çok bölgesinde hükümet birimleri, özel sektör ve yerel belediyeler tarafından çok sayıda küçük HES inşa edilmiştir (Hepbaşlı vd., 2001; Kaygusuz, 2002; Bakış ve Demirbaş, 2004; Yüksek ve Kaygusuz, 2006). Ancak, günümüze kadar enerji tüketimi alanındaki hızlı artışın bir sonucu olarak, Türkiye ekonomisine maksimum enerji temin etmek ve artan enerji talebini karşılamak maksadıyla öncelik büyük ölçekli HES projelerinin gelişimine verilmiştir. Son otuz yıl süresince küçük HES kapasitesindeki ortalama yıllık artış % 5-% 10 civarındadır. 2009 yılı sonunda ülkenin genelinde lisanslanmış toplam 279 KHES’in toplam kurulu kapasitesi 1490,336 MW değerindedir. Bu değer Türkiye’nin toplam hidroelektrik enerji potansiyelinin % 11,8’ine tekabül etmektedir (USİAD, 2009). Lisanslanmış kurulu kapasitelerine göre mevcut HES dağılımı Tablo 1.20’de verilmiştir. KHES’lerden üretilen enerji toplamda üretilen enerjinin % 9,47’sini karşılarken, sayı bakımından, 72 adet santral ile % 47,86’sına tekabül etmektedir.

Tablo 1.20. Proje seviyesindeki hidroelektrik santrallerin 2009 yılında kurulu kapasitelerine göre dağılımı (USİAD, 2010).

Sınıflandırma	Santral sayısı	Toplam kapasite (MW)
< 10 MW	279	1490
10-50 MW	235	5446
> 50 MW	69	8807
Toplam	583	15743

1.4.13.6. Dünyada ve Türkiye’de Hidroelektrik Enerji Tüketimi

Büyük ve küçük hidroelektrik enerji, dünyadaki elektrik üretiminde en önemli yenilenebilir enerji kaynağı olma özelliğini günümüze kadar sürdürmüştür. Pek çok ülkenin elektrik tüketiminde hidroelektrik enerji üretimi önemli bir yere sahip olmuştur. Günümüzde dünyadaki hidroelektrik enerji üretimi elektrik tüketiminin yaklaşık olarak %19’unu karşılamaktadır. Dünyanın, bazı ortak organizasyonların ve hidroelektrik enerji üretiminde önde olan ülkelerin hidroelektrik enerji tüketim değerleri Tablo 1.21’de verilmiştir. Tablo 1.21’den de görüleceği gibi, hidroelektrik enerji tüketiminde birinci sıradaki bölge Asya’dır. Son yıllarda hidroelektrik enerjide önemli atılımlar gerçekleştiren Kanada’nın da içinde bulunduğu Kuzey Amerika bölgesi dördüncü sırada gelirken, Türkiye ise, 2009 yılı tüketimiyle dünya hidroelektrik tüketiminin % 1,09’una sahip bulunmaktadır.

Tablo 1.21. Dünyanın net hidroelektrik enerji tüketimi (BP, 2010).

Ülke/Ortaklık/Bölge	1999 yılı tüketimi (mtep)	2009 yılı tüketimi (mtep)
Çin	46,1	139,3
Kanada	78,1	90,2
Brezilya	66,3	88,5
Türkiye	7,8	8,1
Afrika	17,3	22
Latin Amerika	118,2	158,4
K. Amerika	158,5	158,3
Asya Pasifik	113,6	217,1
Avrupa-Avrasya	183,2	182
Orta doğu	2,0	2,4
Dünya	592,9	740,3

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR VE ELDE EDİLEN BULGULAR

Türkiye ve dünyadaki; nüfus artışı, teknolojik gelişmeler, sanayileşme, sosyal ve ekonomik ilerlemeler sebebiyle enerji talebi hızla artmaktadır. Günümüzde, bir ülkedeki ekonomik ve sosyal kalkınmanın en önemli göstergelerinden birisi olan elektrik enerjisi tüketimi o ülkedeki hayat standardını yansıtmaları bakımından büyük önem arz etmektedir. Son yıllarda, dış kaynaklı doğal gaz yada nükleer enerji kullanımının gündemde olmasına karşın, büyük su potansiyeline sahip olan Türkiye ve dünyada, temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak hidroelektrik enerjinin üretimi önemli bir yer tutmaktadır.

Türkiye'nin topografik ve hidrojeolojik yapısı ve bazı bölgelerdeki yağış yoğunluğu büyük su gücü potansiyeli yanında, küçük hidroelektrik güç potansiyelinin de yaygın olarak bulunmasına olanak sağlamıştır. Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından yapılan bir araştırmaya göre küçük hidroelektrik santrallerden 13,9 TWh/yıl enerji üretilebileceği hesaplanmıştır. Bu oran, toplam ekonomik hidroelektrik potansiyelimizin % 12'sini oluşturmaktadır. Detaylı araştırmalarla bu miktarın daha da yükseltilebileceği tahmin edilmektedir.

Doğu Karadeniz Havzası, aldığı yağış miktarının fazlalığı sonucu oldukça önemli yüzeysel su potansiyeli ve bunun yanında yüksek düşü imkanıyla, küçük hidroelektrik santraller açısından verimli bir bölgedir. 2001 yılında, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girmesiyle, bu havzadaki enerji potansiyeli devreye sokulmaya başlanmış ve Türkiye ortalamasının üzerinde bir santral başvurusu yapılmıştır.

Bu bölümde, Doğu Karadeniz Havzası genel karakteristikleri, hidroelektrik enerji potansiyeli, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında, Doğu Karadeniz Havzası sınırları içerisindeki (işletme, fiilen inşaatı başlamış, inşaatı başlanabilir, su kullanım hakkı anlaşması yapılmış, fizibilite ve ön rapor aşamasındaki) hidroelektrik santrallerin illere göre dağılımı, toplam kurulu güçleri ve üretecekleri enerji miktarları, yine aynı kapsamdaki hidroelektrik santrallerin ülke genelindeki durumları, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ve ilgili Bölge Müdürlükleri verileri kullanılarak incelenmiştir.

2.1. Doğu Karadeniz Havzası Genel Karakteristikleri

Doğu Karadeniz Havzası Türkiye'nin kuzey doğu kıyısında bulunmaktadır. 40°15' ile 41°34' kuzey enlemleri ve 36°43' ile 41°35' doğu boylamları arasında yer almaktadır.

Havza, güneyde doğu Karadeniz dağları kuzeyde ise Karadeniz ile çevrilidir. Doğu Karadeniz Havzası; Samsun'un doğusundaki Terme Çay'ından Gürcistan sınırına kadar uzanan, Karadeniz Bölgesi'nin en dağlık ve yükseltisinin en fazla olduğu bölümüdür (Şekil 2.1).

Toplam alanı 18265 km² olan havza, yılda ortalama 12,392 km³ yüzeysel su potansiyeli ile Türkiye potansiyelinin % 6,6'sını sağlamaktadır. Eğimin yüksekliği ve yüzey altı tabakasının geçirimsiz veya yarı geçirimli olması sebebiyle, yağın yağmurun önemli bir kısmı yüzeysel akışa geçmektedir. Havzanın akarsu şebekesi; zemin jeolojisi, topoğrafyası, iklim ve bitki örtüsü gibi faktörlerin etkisinde gelişmiştir. Her mevsim bol yağış, geçirimsiz zemin, gür bitki örtüsü ile kaplı dağlık saha, akarsu ağının teşekkülü için en müsait şartları hazırlamaktadır. Bütün bu faktörlerin etkisi altında bölgede oldukça sık bir akarsu ağı teşekkül etmiştir.

Havza ikliminin her mevsimin bol yağış alması en bariz özelliğidir. Kıyıdan itibaren yükselen dağlar, deniz etkisinin iç kesimlere sokulmasına engel olurken, kıyı kesiminin ılıman bir iklime sahip olmasına neden olmuştur. Kıyılardan iç kesimlere doğru gidildikçe hem yağış oranı azalmakta, hem de karasallık nedeniyle sıcaklıklar düşmektedir. Ortalama sıcaklık sıradağların kuzey bölümünde 13–14 C° civarındadır. Topoğrafik faktörlerin etkisiyle Trabzon'un doğusundan itibaren yağışlar artmakta, Rize, Arhavi ve Hopa'da maksimum seviyeye erişmektedir. Bölgenin yağış dağılımında, hakim rüzgar yönü ile yamaçların konumu ve yükseltisi en önemli etkenlerdir. Doğu Karadeniz Havzası içinde yer alan illerin ortalama yıllık yağış yüksekliği değerleri, Ordu 780 mm, Giresun 926 mm, Trabzon 900 mm, Rize 1264 mm, Artvin 700 mm, Samsun 676 mm, Gümüşhane ise 465 mm'dir. Havzanın en doğusundaki, Arhavi İlçesi'nin yağış yüksekliği 2593 mm, Hopa ilçesi'nin ise 2500 mm'dir.

2.2. Doğu Karadeniz Havzası Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Tespiti

Bu bölümde, Doğu Karadeniz Havzası'nın iller bazında hidroelektrik enerji potansiyeli belirlenmiştir. Havzanın, potansiyeli belirlenirken Rize, Trabzon ve Giresun İlleri için, Akdoğan (Akdoğan, 2006) tarafından hazırlanan yüksek lisans tez verileri, Ordu ve Samsun İlleri'nin Doğu Karadeniz Havzası sınırları içerisinde kalan kısımları için ise Yavuz (Yavuz, 2007) tarafından hazırlanan yüksek lisans tez verileri kullanılmıştır.



Şekil 2.1 Doğu Karadeniz Havzası

Artvin İli'nin Doğu Karadeniz Havzası sınırları içerisinde kalan kısmı için hidroelektrik potansiyel ise bu tez kapsamında belirlenmiştir. Havzanın hidroelektrik potansiyelinin hesabı yapılırken illerde bulunan akarsuların havza sınırları içerisinde kalan kısımları dikkate alınmıştır. Havzada yer alan ilgili ilin sınırları içerisinde yer alıp, havza sınırları içerisinde olmayan akarsular hesaplara dahil edilmemiştir. Bununla birlikte Gümüşhane ilinde yer alan ana akarsu kolları (Harşit, Yanbolu ve Karadere), Giresun ve Trabzon illeri ile ilgili yapılan hesaplamalarda dikkate alındığından, mükerrer bir durumun oluşmaması için Gümüşhane İli için ayrıca bir hesap yapılmamıştır. Potansiyel hesaplarında bu tez kapsamında kullanılan yöntem, paralellik olması açısından, Akdoğan ve Yavuz'un çalışmalarında kullandıkları yöntemle aynıdır. Ana akarsu kollarının ortalama kot değerleri ile yıllık ortalama debi değerleri kullanılarak, hidroelektrik potansiyel hesaplama yöntemi esasına göre, $N_{brüt} = 8 \cdot H_{ort} \cdot Q_{ort}$ denkleminde ilgili değerler yerine konularak ana derelerin güçleri ve buna bağlı olarak da enerjileri ($E_{brüt} = N_{brüt} \cdot 24 \cdot 365$) hesaplanmıştır. Bu hesaplamada derelerin ortalama debi değerleri için DSI ve EİE'ye ait Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) verileri dikkate alınmış, ortalama kot değerleri ise 1/25 000'lik haritalar üzerinden karelej yöntemi ile bulunmuştur. Potansiyel hesabında, illerdeki ana akarsular değerlendirilmiş, küçük akarsular ve bunların potansiyelleri dikkate alınmamıştır. Trabzon ve Rize İli ile Giresun, Ordu, Samsun ve Artvin İlleri'nin Doğu Karadeniz Havzası sınırları içerisinde kalan kısımları için kullanılan ve hesaplanan hidroelektrik güç ve enerji değerleri, Tablo 2.1'de verilmiştir.

2.3. Doğu Karadeniz Havzası'nda 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Özel Sektörce Gerçekleştirilecek Hidroelektrik Santraller

Doğu Karadeniz Havzası, hidroelektrik santraller açısından verimli bir bölgedir. 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girmesiyle, enerji santrali başvurularıyla bu havzadaki potansiyel devreye sokulmaya başlanmıştır. Doğu Karadeniz Havzası sınırları içerisindeki (işletme, fiilen inşaatı başlamış, inşaatı başlanabilir, su kullanım hakkı anlaşması yapılmış, fizibilite ve ön rapor aşamasındaki) hidroelektrik santrallerin, toplam kurulu güçlerinin ve üretecekleri enerji miktarlarının, illere göre dağılımı, aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Tablolarda; [1]: Fizibilite aşamasında, [2]: Su kullanım hakkı anlaşması yapılmış, [3]: İnşaatı başlanabilir durumda, [4]: İnşaatı fiilen başlamış durumda, [5]: İşletmede, [6]: Ön rapor aşamasındaki projeleri göstermektedir.

Tablo 2.1. Doğu Karadeniz Havzası'nın İller Bazında Hidroelektrik Potansiyeli

İli	Akarsu adı	Q _{ort} (m ³ /s)	H _{ort} (m)	N _{brüt} (MW)	E _{brüt} (GWh)
Trabzon (N _{brüt} =906,80 MW) (E _{brüt} =7943,61GWh)	Akhisar	2,80	685,00	15,34	134,41
	Fol	4,10	905,00	29,68	260,03
	Kirazlık	1,40	800,00	8,96	78,49
	İskefiye	1,30	535,00	5,56	48,74
	Söğütlü	3,60	840,00	24,19	211,92
	Yıldızlı (Sera)	2,30	800,00	14,72	128,95
	Değirmendere	17,80	1260,00	179,42	1571,75
	Şana	1,50	455,00	5,46	47,83
	Yomra	2,20	850,00	14,96	131,05
	Yanbolu	6,00	1180,00	56,64	496,17
	Karadere	13,80	1435,00	158,42	1387,80
	Küçükdere	3,70	800,00	23,68	207,44
	Sürmene	7,30	1150,00	67,16	588,32
	Solaklı	19,20	1270,00	195,07	1708,83
	Baltacı	11,20	1200,00	107,52	941,88
Rize (N _{brüt} =1510,71 MW) (E _{brüt} =13233,80GWh)	İyidere	35,60	1610,00	458,53	4016,70
	Taşlıdere	22,20	830,00	147,41	1291,29
	Büyükdere	14,30	1085,00	124,12	1087,30
	Hemşin deresi	7,20	751,00	43,26	378,94
	Fırtına deresi	46,30	1587,00	587,82	5149,35
	Yeşildere (Arılı)	11,70	700,00	65,52	573,96
	Çağlayan deresi	10,20	1030,00	84,048	736,26
Giresun (N _{brüt} =1004,35 MW) (E _{brüt} =8798,17GWh)	Pazarsuyu	21,40	1390,00	237,97	2084,60
	Batlama	4,40	900,00	31,68	277,52
	Aksu	17,80	1340,00	190,82	1671,55
	Keşap	2,10	755,00	12,68	111,10
	Yağlıdere	13,20	1300,00	137,28	1202,60
	Gelivera	21,20	1457,00	247,11	2164,70
	Harşit	5,60	950,00	42,56	372,80
	Görele	10,10	1100,00	88,88	778,60
	Çavuşlu	3,10	620,00	15,38	134,70
Ordu (N _{brüt} =932,76MW) (E _{brüt} =8170,96GWh)	Melet	29,24	1565,00	366,08	3206,90
	Bolaman	17,57	960,00	134,94	1182,05
	Turnasuyu	21,85	1055,00	184,41	1615,47
	Karakuş deresi	10,24	845,00	69,22	606,39
	Ceviz deresi	6,06	880,00	42,66	373,72
	Elekçi deresi	6,98	870,00	48,58	425,57
	Curi deresi	4,76	925,00	35,22	308,56
	Akçay	3,30	935,00	24,68	216,23
	Civil deresi	1,90	520,00	7,90	69,24
	Akçaova deresi	1,47	460,00	5,41	47,39
	Tabakhane	0,85	385,00	2,62	22,93
	Kavaklar deresi	1,08	420,00	3,63	31,79
	Ilıca deresi	1,71	540,00	7,39	64,71
Samsun (N _{brüt} =69,10MW) (E _{brüt} =605,35GWh)	Terme çayı	12,34	700,00	69,10	605,35
Artvin (N _{brüt} =132,23MW) (E _{brüt} =1158,30GWh)	Kapistre	10,40	1205,00	100,26	878,24
	Sundura	3,85	477,00	14,69	128,70
	Karaosmaniye	3,63	595,00	17,29	151,36
GENELTOPLAM :				4555953,6	39910,19

2.3.1. Giresun İli'ndeki Hidroelektrik Santraller

Giresun İli için hidroelektrik santral projelerinin durumu 2011 yılının başı itibariyle, Tablo 2.2'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde; işletmede 4 proje (70,80 MW/243,77 GWh), inşaatı devam eden 15 proje (501,38 MW/1648,90 GWh), inşaatı başlanabilir 16 proje (254,81 MW/868,81 GWh), su kullanım hakkı anlaşması yapılmış 2 proje (25,25 MW/76,39 GWh), fizibilite aşamasında 43 proje (460,35 MW/1473,49 GWh) ve ön raporu hazırlanmış 1 proje (9,51 MW/41,79 GWh) olmak üzere, kurulu gücü 1322,10 MW ve toplam enerji üretimi 4353,15 GWh olan 81 adet proje bulunmaktadır (DSİ, 2011; EİE, 2010).

Tablo 2.2. Giresun İli'ndeki hidroelektrik santral projeleri

GİRESUN					
SIRA NO	SANTRAL ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		KURULU GÜÇ (MW)	TOPLAM ENERJİ (GWh)
		İLÇE	AKARSU		
1.	Kızılev Reg. ve Hes. ^[3]	Bulancak	Pazarsuyu - Kızılev	17,01	47,170
2.	Kovanlık Reg. ve Hes. ^[1]	Bulancak	Pazarsuyu	63,52	186,520
3.	Ören Reg. ve Hes. ^[4]	Bulancak	Pazarsuyu - Akçal	27,90	94,640
4.	Serpin Reg. ve Hes. ^[3]	Bulancak	Pazarsuyu - Serpin	38,70	64,880
5.	Zekere Reg. ve Hes. ^[4]	Bulancak	Zekere Deresi	4,18	13,620
6.	Tokmadin Reg. ve Hes. ^[1]	Bulancak	Tokmadin	3,43	13,050
7.	Çatalçam Reg. ve Hes. ^[1]	Bulancak	Çatalçam	1,76	7,000
8.	Arpacık Reg. ve Hes. ^[3]	Bulancak	Tokmadin	3,77	12,520
9.	Çiğdem Reg. ve Hes. ^[3]	Bulancak	Kızılev	16,57	59,330
10.	Kılıklı Reg. ve Hes. ^[2]	Bulancak	Bozat	1,62	5,710
11.	Merek Reg. ve Hes. ^[1]	Bulancak	Kızılev	9,91	27,570
12.	Çalıkobası Hes. ^[1]	Bulancak	Pazarsuyu - Çatalçam	8,28	22,920
13.	Martı Reg. ve Hes. ^[1]	Bulancak	Pazarsuyu	4,30	25,050
14.	Gelen Reg. ve Hes. ^[1]	Bulancak	Pazarsuyu	5,30	17,757
15.	Adadağı Reg. ve Hes. ^[1]	Bulancak	Karasay - Cimilli	4,70	18,198
16.	Naltaş Reg. ve Hes. ^[1]	Bulancak	Pazarsuyu - Eğribel	3,69	9,690
17.	Çağlar Reg. ve Hes. ^[1]	Bulancak	Zekere - Deregöz	3,64	12,340
18.	Ata Reg. ve Hes. ^[1]	Bulancak	Doma Deresi	11,82	26,090
19.	Kahraman Reg. ve Hes. ^[5]	Çanakçı	Bal Deresi	1,51	6,650
20.	Gecür Reg. ve Hes. ^[3]	Çanakçı	Bal Deresi	3,23	10,200
21.	Çanakçı 1 Hes. ^[4]	Çanakçı	Görelle Deresi	6,00	22,720
22.	Telli 1 Reg. ve Hes. ^[4]	Çanakçı	Akdere	9,10	30,270
23.	Taştan Reg. ve Hes. ^[3]	Çanakçı	Akdere	8,00	21,260
24.	Çanakçı 2-3 Hes. ^[3]	Çanakçı	Görelle Deresi	12,00	42,130
25.	Akköy Bar. ve Hes. ^[1]	Çanakçı	Görelle Deresi	6,74	36,140
26.	Kırıklı Reg. ve Hes. ^[1]	Çanakçı	Kırıklı Deresi	0,69	4,510
27.	Çırakdamı Hes. ^[4]	Dereli	Aksu	49,10	165,990
28.	Dereli Hes. ^[4]	Dereli	Aksu	49,20	142,600
29.	İkisü Bar. ve Hes. ^[1]	Dereli	Aksu	40,00	145,370

Tablo 2.2'nin devamı

30.	Angutlu Reg. ve Hes. ^[3]	Dereli	Aksu	23,30	99,130
31.	Yumrutepe Hes. ^[3]	Dereli	Aksu	13,50	51,460
32.	Köprübaşı Hes. ^[1]	Dereli	Aksu - Tamdere	5,50	20,200
33.	Yüce Reg. ve Hes. ^[4]	Dereli	Semail Deresi	10,57	30,750
34.	Doruk Hes. ^[4]	Dereli	Aksu - Kayabaşı - Deli	29,40	80,680
35.	Ercin Reg. ve Hes. ^[1]	Dereli	Değirmendere	3,12	14,800
36.	Kanat Reg. ve Hes. ^[1]	Dereli	Aksu	12,03	45,440
37.	Deren Reg. ve Hes. ^[1]	Dereli	Yavşan Deresi	4,16	12,880
38.	Paşalı Reg. ve Hes. ^[1]	Dereli	Aksu	7,20	23,260
39.	Çorak Reg. ve Hes. ^[1]	Dereli	Batlama	2,96	9,620
40.	Serhat Reg. ve Hes. ^[1]	Dereli	Uzundere	9,10	24,840
41.	Bahar Reg. ve Hes. ^[1]	Dereli	Göksu	8,96	27,340
42.	Memülü Reg. ve Hes. ^[1]	Dereli	Aksu - Göksu - Sipahi	3,52	9,410
43.	Karaca Reg. ve Hes. ^[1]	Dereli	Aksu - Semail	2,59	6,466
44.	Dağ Reg. ve Hes. ^[1]	Dereli	Aksu - Göksu	3,47	9,091
45.	Alaş 1-2 Reg. ve Hes. ^[1]	Doğankent	Harşit	2,44	7,168
46.	Doğankent 1 Reg. ve Hes. ^[5]	Doğankent	Harşit	32,80	124,000
47.	Akköy Hes. ^[4]	Espiye	Yağlıdere	13,37	80,000
48.	Kayaköprü Reg. ve Hes. ^[4]	Espiye	Yağlıdere	39,70	118,250
49.	Koçlu Reg. ve Hes. ^[4]	Espiye	Yağlıdere	40,50	140,800
50.	Göçen Reg. ve Hes. ^[1]	Espiye	Özlüce Deresi	49,56	163,230
51.	Kıran Reg. ve Hes. ^[4]	Espiye	Yağlıdere	9,74	40,690
52.	Yağlıdere Reg. ve Hes. ^[6]	Espiye	Yağlıdere	9,51	41,790
53.	Aksu Hes. ^[5]	Espiye	Ekin Deresi	5,20	13,970
54.	Göktepe Hes. ^[3]	Espiye	Çakrak Deresi	9,59	44,590
55.	Tuğra Hes. ^[4]	Espiye	Karaovacık	23,58	73,890
56.	Çakıl 1-2-3 Hes. ^[1]	Espiye	Çakıl Deresi	4,07	14,220
57.	Çay Reg. ve Hes. ^[1]	Espiye	Özlüce Deresi	10,93	35,060
58.	Çamköy Reg. ve Hes. ^[1]	Espiye	Kızıldere	13,01	23,930
59.	Yiğit Reg. ve Hes. ^[1]	Espiye	Özlüce Deresi	16,21	49,450
60.	Üçlilal Reg. ve Hes. ^[1]	Espiye	Özlüce Deresi	15,27	41,330
61.	Değirmen Reg. ve Hes. ^[1]	Eynesil	Değirmendere	0,69	3,820
62.	Koyunhamza Reg. ve Hes. ^[3]	Eynesil	Koyunhamza	1,80	7,760
63.	Akasya Hes. ^[1]	Eynesil	Akasya Deresi	2,80	10,580
64.	Eynel Reg. ve Hes. ^[1]	Eynesil	Çavuşlu - Kırıklı	2,66	8,520
65.	Çakırlı Reg. ve Hes. ^[1]	Keşap	Çakırlı Deresi	0,25	1,350
66.	Büyük Reg. ve Hes. ^[3]	Keşap	Büyükdere	2,66	9,120
67.	Vanazit Reg. ve Hes. ^[3]	Keşap	Vanazit Deresi	3,46	11,870
68.	Kuba Hes. ^[1]	Keşap	Büyükdere	3,08	12,325
69.	Batlama Reg. ve Hes. ^[4]	Merkez	Batlama	1,77	10,000
70.	Nebioğlu Reg. ve Hes. ^[3]	Merkez	Batlama	2,32	10,290
71.	Akın Reg. ve Hes. ^[1]	Merkez	Pazarsuyu	16,88	56,570
72.	Barca Reg. ve Hes. ^[1]	Merkez	Aksu	7,31	28,650
73.	Eren Reg. ve Hes. ^[1]	Merkez	Batlama	6,54	22,190
74.	Çardak Reg. ve Hes. ^[1]	Özlüce	Çakıl Deresi	3,92	10,720
75.	Akköy 2 Hes. ^[4]	Tirebolu	Harşit	187,27	604,000
76.	Avluca Hes. ^[1]	Tirebolu	Gelivera	45,00	125,000
77.	Çilekitepe Hes. ^[2]	Tirebolu	Gelivera	23,63	70,680
78.	Soğukpınar Hes. ^[3]	Tirebolu	Gelivera	8,90	28,100
79.	Tirebolu Hes. ^[1]	Tirebolu	Harşit	29,34	103,820
80.	Aslancık Bar. ve Hes. ^[3]	Tirebolu	Harşit	90,00	349,000
81.	Kalen 1-2 Hes. ^[5]	Yağlıdere	Çakrak Deresi	31,29	99,150
GİRESUN TOPLAM :				1322,10	4353,15

2.3.2. Trabzon İli'ndeki Hidroelektrik Santraller

Trabzon ili için hidroelektrik santral projelerinin durumu 2011 yılının başı itibariyle, Tablo 2.3'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde; işletmede 8 proje (171,58 MW/637,64 GWh), inşaatı devam eden 19 proje (205,76 MW/736,11 GWh), inşaatı başlanabilir 26 proje (310,70 MW/1161,76 GWh), su kullanım hakkı anlaşması yapılmış 7 proje (134,95 MW/421,20 GWh) ve fizibilite aşamasında 64 proje (311,62 MW/1003,77 GWh) olmak üzere, kurulu gücü 1134,61 MW ve toplam enerji üretimi 3960,48 GWh olan 124 adet proje bulunmaktadır (DSİ, 2011; EİE, 2010).

Tablo 2.3. Trabzon İli'ndeki hidroelektrik santral projeleri

TRABZON					
SIRA NO	SANTRAL ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		KURULU GÜÇ (MW)	TOPLAM ENERJİ (GWh)
		İLÇE	AKARSU		
1.	Yıldızlı Reg. ve Hes. ^[5]	Akçaabat	Yıldızlı Deresi	1,20	5,640
2.	Çınar Hes. ^[1]	Akçaabat	Söğütlü Deresi	2,07	7,310
3.	Söğüt Hes. ^[1]	Akçaabat	Söğütlü Deresi	4,71	19,240
4.	Kayın Hes. ^[1]	Akçaabat	Söğütlü Deresi	2,68	10,450
5.	Sedir Hes. ^[1]	Akçaabat	Söğütlü Deresi	3,24	12,920
6.	Erikli - Akocak Reg. ve Hes. ^[5]	Araklı	Karadere	81,00	257,440
7.	Ayvadere Reg. ve Hes. ^[3]	Araklı	Karadere	10,00	40,000
8.	Bayraktar Reg. ve Hes. ^[2]	Araklı	Horyan Deresi	1,22	6,800
9.	Çankaya Bar. ve Hes. ^[2]	Araklı	Karadere	90,00	258,040
10.	Horyan Reg. ve Hes. ^[4]	Araklı	Horyan Deresi	5,68	21,060
11.	Küçükdere Reg. ve Hes. ^[1]	Araklı	Küçükdere	3,97	14,740
12.	Ortaçağ Reg. ve Hes. ^[3]	Araklı	Karadere	7,70	31,760
13.	Bangal Reg. ve Kuşluk Hes. ^[4]	Araklı	Yağmurdere	17,00	55,670
14.	Araklı 4 Hes. ^[1]	Araklı	Horyan Deresi	9,18	25,800
15.	Oylum 1-2 Reg. ve Hes. ^[1]	Araklı	Küçükdere	8,10	32,700
16.	Araklı 1 Reg. ve Hes. ^[3]	Araklı	Çukurçayır	15,36	39,480
17.	Araklı 3 Hes. ^[1]	Araklı	Haliloğlu Deresi	0,65	3,460
18.	Oylum 3 Hes. ^[1]	Araklı	Küçükdere	5,40	21,350
19.	Arslanca Reg. ve Hes. ^[1]	Araklı	Karadere	2,30	9,320
20.	Havras Hes. ^[1]	Araklı	Karadere - Erikli	9,72	25,570
21.	Araklı Kaçkar Reg. ve Hes. ^[1]	Araklı	Harma - Küçükdere	3,82	13,459
22.	Karadere Reg. ve Hes. ^[1]	Araklı	Karadere - Çatma	4,51	9,697
23.	Lale Reg. ve Hes. ^[1]	Araklı	Kara - Toroslu	1,74	3,137
24.	Coşandere Reg. ve Hes. ^[1]	Araklı	Büyükdere - Küçükdere	0,48	1,180
25.	İftelan Reg. ve Hes. ^[4]	Arsin	Yanbolu Deresi	7,09	41,000
26.	Selimoğlu Reg. ve Hes. ^[5]	Arsin	Yanbolu Deresi	9,33	31,970
27.	Yanbolu Reg. ve Hes. ^[3]	Arsin	Yanbolu Deresi	8,44	29,660
28.	Berraksu 1-2 Reg. ve Hes. ^[3]	Arsin	Yanbolu Deresi	10,60	48,050
29.	Yanbolu Reg. ve Hes. ^[2]	Arsin	Yanbolu Deresi	6,90	31,030

Tablo 2.3'ün devamı

30.	Kılıçlı Reg. ve Hes. ^[1]	Arsin	Yanbolu Deresi	15,90	59,840
31.	Çambaşı Reg. ve Hes. ^[3]	Çaykara	Solaklı	45,00	200,510
32.	Çaykara Reg. ve Hes. ^[4]	Çaykara	Solaklı	27,00	114,940
33.	Uzungöl 2 Reg. ve Hes. ^[3]	Çaykara	Haldizen	9,00	31,000
34.	Uzungöl 1 Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Haldizen	28,21	80,480
35.	Çamlık Reg. ve Hes. ^[5]	Çaykara	Karaçam	7,00	27,200
36.	Ataköy Hes. ^[4]	Çaykara	Karaçam	5,00	19,200
37.	Balkodu 1 Reg. ve Hes. ^[4]	Çaykara	Balkodu Deresi	9,10	29,320
38.	Balkodu 2 Reg. ve Hes. ^[3]	Çaykara	Kavlatan Deresi	6,43	22,100
39.	Derebaşı Reg. ve Hes. ^[3]	Çaykara	Büyükdere	10,65	33,860
40.	Atm 1 Reg. ve Hes. ^[3]	Çaykara	Kökner Deresi	5,00	20,450
41.	Kurtali Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Alisostal Deresi	1,54	4,240
42.	Şirin Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Eğridere	6,24	16,450
43.	Yeşilalan Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Kozno Deresi	1,29	5,620
44.	Volkan Hes. ^[1]	Çaykara	Balkodu Deresi	1,84	5,610
45.	Hadi Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Hadi Deresi	5,90	21,400
46.	Maltepe Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Hadi Deresi	5,27	14,069
47.	Yeşilçamlık Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Derniyoz Deresi	0,48	2,057
48.	Çınar Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Balkodu Deresi	9,34	30,090
49.	Meşe Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Kavlatan Deresi	0,77	1,846
50.	Güven Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Haldizen - Siron	3,75	9,690
51.	Derin Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Solaklı - Eğri	1,95	5,120
52.	Kutlu Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Solaklı - Akköse	3,24	14,500
53.	Demirkapı Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Demirkapı - Şekersu - Kanlı	6,62	17,255
54.	Kısacık Reg. ve Hes. ^[1]	Çaykara	Haldizen - Demirkapı	14,14	43,680
55.	Düzköy Reg. ve Hes. ^[3]	Düzköy	Kaledere	4,52	18,070
56.	Sarmaşık 1 Hes. ^[5]	Hayrat	Maki Deresi	20,00	95,330
57.	Sarmaşık 2 Hes. ^[5]	Hayrat	Maki Deresi	21,74	108,060
58.	Cuniş Reg. ve Hes. ^[4]	Hayrat	Cuniş Deresi	8,41	32,410
59.	Çağlayan Reg. ve Hes. ^[3]	Hayrat	Karçal Deresi	6,00	24,340
60.	Göksel 1-1A Reg. ve Hes. ^[1]	Hayrat	Kaçkar - Semerdağı - Geri	4,48	18,390
61.	Derindere Reg. ve Hes. ^[1]	Hayrat	Cuniş - Puşur	4,00	16,735
62.	Yuk. Manahoz Reg. ve Hes. ^[5]	Köprübaşı	Manahoz Deresi	22,86	78,760
63.	Günayşe Reg. ve Hes. ^[5]	Köprübaşı	Manahoz Deresi	8,45	33,240
64.	Açma Reg. ve Hes. ^[3]	Köprübaşı	Manahoz Deresi	2,40	9,610
65.	Vizara Reg. ve Hes. ^[4]	Köprübaşı	Manahoz Deresi	9,00	27,110
66.	Yağmur Reg. ve Hes. ^[4]	Köprübaşı	Manahoz Deresi	8,79	28,720
67.	Köprübaşı Reg. ve Hes. ^[1]	Köprübaşı	Manahoz Deresi	8,20	31,000
68.	Bibat Reg. ve Hes. ^[1]	Maçka	Kuştul Deresi	1,84	10,440
69.	Saman Reg. ve Hes. ^[3]	Maçka	Maçka Deresi	29,06	66,640
70.	Cinali Reg. ve Hes. ^[3]	Maçka	Galyan	5,72	19,090
71.	Larhan Reg. ve Hes. ^[1]	Maçka	Acısu	15,60	37,500
72.	Kadahor Reg. ve Hes. ^[1]	Maçka	Alıntaş Deresi	9,36	23,340
73.	Amastal Reg. ve Hes. ^[3]	Maçka	Amastal Deresi	11,49	34,840
74.	Köprüyan Reg. ve Hes. ^[3]	Maçka	Değirmendere	10,00	35,770
75.	Tonya 1-2 Reg. ve Hes. ^[3]	Maçka	Kırık Deresi	2,50	10,510
76.	Yaylabaşı Reg. ve Hes. ^[3]	Maçka	Yaylabaşı Deresi	26,02	57,540
77.	Cevher 1-3-4-5 Reg. ve Hes. ^[4]	Maçka	Acısu - Derin - Taşdere	5,50	23,250

Tablo 2.3'ün devamı

78.	Cevher 2 Reg. ve Hes. ^[4]	Maçka	Acısu	3,50	14,930
79.	Arısu Reg. ve Hes. ^[3]	Maçka	Madendere	3,16	13,700
80.	Sukenarı Reg. ve Hes. ^[2]	Maçka	Değirmendere	7,74	24,620
81.	Yüzüncüyıl Reg. ve Hes. ^[1]	Maçka	Değirmendere - Kalyon	12,20	30,994
82.	Mavi Hes. ^[4]	Maçka	Değirmendere	10,50	27,320
83.	Dereiçi Hes. ^[1]	Maçka	Acısu - Yayladere	3,67	12,300
84.	Karakaya Reg. ve Hes. ^[1]	Maçka	Bekçiler - Karahava	8,51	20,032
85.	Turnagöl 1 Reg. ve Hes. ^[1]	Maçka	Hamsiköy - Turnagöl	2,00	4,560
86.	Turnagöl 2 Reg. ve Hes. ^[1]	Maçka	Hamsiköy - Turnagöl	4,14	9,910
87.	Doğan Reg. ve Hes. ^[1]	Maçka	Şimşirli Deresi	4,71	17,080
88.	Biga 1-2-3-4 Reg. ve Hes. ^[1]	Maçka	Meryemana - Gırlavu	1,63	6,000
89.	Meryemana Reg. ve Hes. ^[1]	Maçka	Meryemana Deresi	4,01	14,970
90.	Mehmetli Hes. ^[1]	Maçka	Horten Deresi	1,10	3,300
91.	Kısmet Reg. ve Hes. ^[1]	Maçka	Kalyon - Mincanos	2,06	6,973
92.	Güneyce Bar. ve Hes. ^[3]	Of	İyidere	62,00	301,810
93.	Üçharmanlar Reg. ve Hes. ^[4]	Of	Baltacı	16,64	49,160
94.	Solaklı Reg. ve Hes. ^[1]	Of	Solaklı	1,42	4,600
95.	Holo Reg. ve Hes. ^[1]	Of	Holo Deresi	2,15	7,300
96.	Balıca Reg. ve Hes. ^[1]	Of	Solaklı	13,75	44,950
97.	Kemerçayır Reg. ve Hes. ^[4]	Of	Baltacı	15,50	52,980
98.	Üçhanlar Reg. ve Hes. ^[4]	Of	Baltacı	12,09	40,490
99.	Güneşli 2 Hes. ^[4]	Of	Solaklı	12,60	33,320
100.	Arca Reg. ve Hes. ^[4]	Of	Solaklı	16,35	58,180
101.	Çark Reg. ve Hes. ^[1]	Of	Gelincik - Çark Deresi	2,49	8,710
102.	Esentepe Reg. ve Hes. ^[2]	Of	Öğene Deresi	16,76	53,710
103.	Nursu Reg. ve Hes. ^[1]	Of	Bölümlü Deresi	1,33	6,840
104.	Manahoz Reg. ve Hes. ^[4]	Sürmene	Manahoz Deresi	6,55	29,800
105.	Akhisar Reg. ve Hes. ^[1]	Şalpazarı	Akhisar Deresi	1,81	7,210
106.	Çıtaklı Reg. ve Hes. ^[1]	Şalpazarı	Akhisar Deresi	2,38	7,110
107.	Kardaklı Reg. ve Hes. ^[1]	Şalpazarı	Akhisar Deresi	2,90	8,500
108.	Geyikli Reg. ve Hes. ^[1]	Şalpazarı	Adambilmez	1,06	3,800
109.	Ağasar Reg. ve Hes. ^[1]	Şalpazarı	Adambilmez	3,85	12,960
110.	Gökçeköy Reg. ve Hes. ^[1]	Şalpazarı	Görel - Ciba - Gökçeköy	4,08	19,340
111.	Kayacan (Kösecik) Hes. ^[2]	Tonya	Fol Deresi	8,60	32,000
112.	Ortaköy - Foldere Reg. Ve Hes. ^[3]	Tonya	Fol Deresi	1,61	8,000
113.	Varlık Reg. ve Hes. ^[2]	Tonya	Fol Deresi	3,73	15,000
114.	Derindere Hes. ^[1]	Tonya	Derindere	0,34	1,120
115.	Hemligürgen Reg. ve Hes. ^[1]	Tonya	Çanakçı Deresi	4,10	14,816
116.	Çankçı Reg. ve Hes. ^[4]	Vakfikebir	Çanakçı Deresi	9,46	37,250
117.	Kadiralak Reg. ve Hes. ^[1]	Vakfikebir	Kadiralak	1,36	4,310
118.	Kayalık Reg. ve Hes. ^[3]	Vakfikebir	Kayalık Deresi	3,93	14,630
119.	Akça Reg. ve Hes. ^[3]	Vakfikebir	Kirazlık Deresi	4,77	11,010
120.	Çamlı Reg. ve Hes. ^[3]	Vakfikebir	Fol Deresi	7,06	28,090
121.	Seydioğlu Reg. ve Hes. ^[3]	Yomra	Yomra Deresi	2,28	11,240
122.	Yomra Bar. ve Hes. ^[1]	Yomra	Durana Deresi	3,39	15,610
123.	Özdil Reg. ve Hes. ^[1]	Yomra	Yomra Deresi	5,50	19,500
124.	Güsey 1 Reg. ve Hes. ^[1]	Yomra	Yomra Deresi	3,15	11,290
TRABZON TOPLAM :				1134,61	3960,480

2.2.3. Gümüşhane İli'ndeki Hidroelektrik Santraller (Doğu Karadeniz Havzası İçerisinde Kalan Bölümü)

Gümüşhane İli'nin Doğu Karadeniz Havzası içerisinde kalan bölümü için hidroelektrik santral projelerinin durumu 2011 yılının başı itibariyle, Tablo 2.4'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde; işletmede 1 proje (103,50 MW/ 315,67 GWh), inşaatı devam eden 1 proje (48,80 MW/ 115,87 GWh), inşaatı başlanabilir 7 proje (101,37MW/ 293,33 GWh), su kullanım hakkı anlaşması yapılmış 4 proje (20,96 MW/ 51,82 GWh) ve fizibilite aşamasında 15 proje (101,89 MW/ 294,27 GWh) olmak üzere, kurulu gücü 376,52 MW ve toplam enerji üretimi 1070,96 GWh olan 28 adet proje bulunmaktadır (DSİ, 2011; EİE, 2010).

Tablo 2.4. Gümüşhane İli'ndeki hidroelektrik santral projeleri

GÜMÜŞHANE					
SIRA NO	SANTRAL ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		KURULU GÜÇ (MW)	TOPLAM ENERJİ (GWh)
		İLÇE	AKARSU		
1.	Elmalı Reg. ve Hes. ^[4]	Kürtün	Harşit - Cizere - Kürtün	48,80	115,870
2.	Akköy 1 Hes. ^[5]	Kürtün	Harşit	103,50	315,670
3.	Fındık Reg. ve Hes. ^[3]	Kürtün	Süme Deresi	9,00	39,400
4.	Mor 2 Reg. ve Hes. ^[3]	Kürtün	Kürtün	6,83	19,970
5.	Ekinciler Reg. ve Hes. ^[2]	Kürtün	Sümüklü - Ekinciler	1,50	6,970
6.	Acısu Reg. ve Hes. ^[1]	Kürtün	Sümüklü Deresi	14,55	31,450
7.	Ocak Reg. ve Hes. ^[2]	Kürtün	Kürtün	3,06	8,060
8.	Sifon Reg. ve Hes. ^[1]	Kürtün	Çerpazarı - Harami	2,87	12,350
9.	Göktürk Hes. ^[1]	Kürtün	Dereözü	7,77	24,305
10.	Ergenekon Hes. ^[1]	Kürtün	Gücükdene	6,15	20,520
11.	Muzaffer Reg. ve Hes. ^[1]	Kürtün	Kavraz Deresi	4,00	11,980
12.	Kordon Hes. ^[1]	Kürtün	Gelevera - Taşlık	6,89	21,860
13.	Derya 1-2 Reg. ve Hes. ^[3]	Merkez	Harşit	30,19	99,400
14.	Gezge Hes. ^[1]	Merkez	Güngören - Arslanca	2,10	8,490
15.	Tavas Hes. ^[1]	Merkez	Harşit - Kocapınar	7,38	19,390
16.	Koru Hes. ^[3]	Torul	Harşit	16,00	42,000
17.	Kuletaşı Hes. ^[3]	Torul	Harşit	30,00	60,000
18.	Torul Reg. ve Hes. ^[1]	Torul	Harşit - Çit	3,40	10,460
19.	Gelincik Reg. ve Hes. ^[3]	Torul	Çit Deresi	5,95	17,700
20.	Kuzey Reg. ve Hes. ^[1]	Torul	Artabel	22,91	73,900
21.	Nata Reg. ve Hes. ^[3]	Torul	Çit - Gümüştüğ	3,40	14,860
22.	Güzeloluk Hes. ^[1]	Torul	Cizere Deresi	13,99	32,070
23.	Alınyayla Reg. ve Hes. ^[1]	Torul	Demirkapı	3,10	8,490
24.	Yöre Reg. ve Hes. ^[1]	Torul	Çit Deresi	4,17	13,020
25.	Kuzey 4 Reg. ve Hes. ^[1]	Torul	Dörene Deresi	1,69	4,090
26.	Kuzey 5 Reg. ve Hes. ^[1]	Torul	Soroyana - Nivena	0,92	1,890
27.	Nata 2 Reg. ve Hes. ^[2]	Torul	Çit - Gümüştüğ	3,40	9,940
28.	Değirmen Reg. ve Hes. ^[2]	Yağmurdere	Yanbolu - Erzurum	13,00	26,850
GÜMÜŞHANE TOPLAM :				376,52	1070,955

2.3.4. Rize İli'ndeki Hidroelektrik Santraller

Rize ili için hidroelektrik santral projelerinin durumu 2011 yılının başı itibariyle, Tablo 2.5'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde; işletmede 3 proje (114,87 MW/535,56 GWh), inşaatı devam eden 8 proje (218,19 MW/ 836,17 GWh), inşaatı başlanabilir 19 proje (460,18 MW/ 1685,83 GWh), su kullanım anlaşması yapılmış 9 proje (77,12 MW/337,85 GWh), fizibilite aşamasında 30 proje (359,88 MW/ 1241,48 GWh) ve ön raporu hazırlanmış 1 proje (1,24 MW/7,22 GWh) olmak üzere, kurulu gücü 1231,48 MW ve toplam enerji üretimi 4644,11 GWh olan 70 adet proje bulunmaktadır (DSİ, 2011; EİE, 2010).

Tablo 2.5. Rize İli'ndeki hidroelektrik santral projeleri

RİZE					
SIRA NO	SANTRAL ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		KURULU GÜÇ (MW)	TOPLAM ENERJİ (GWh)
		İLÇE	AKARSU		
1.	Hako Reg. ve Hes. ^[1]	Ardeşen	Hako Deresi	0,73	4,760
2.	Akbucak Hes. ^[1]	Ardeşen	Göre Deresi	0,65	2,750
3.	Ayder Hes. ^[4]	Çamlıhemşin	Fırtına	35,00	185,000
4.	Dikkaya Hes. ^[1]	Çamlıhemşin	Fırtına	25,00	118,000
5.	Gürpınar Reg. ve Hes. ^[3]	Çayeli	Büyükdere	24,24	100,860
6.	Uzundere 1 Reg. ve Hes. ^[4]	Çayeli	Uzundere	63,00	156,210
7.	Uzundere 2 Reg. ve Hes. ^[4]	Çayeli	Uzundere	20,00	89,640
8.	Melikom Reg. ve Hes. ^[3]	Çayeli	Büyükçay	10,64	49,040
9.	Karaağaç Reg. ve Hes. ^[3]	Çayeli	Beyazsu	1,22	6,380
10.	İncesu Reg. ve Hes. ^[2]	Çayeli	İncesu Deresi	6,36	27,730
11.	Başköy Reg. ve Hes. ^[2]	Çayeli	Başköy Deresi	4,53	18,770
12.	Sesli Reg. ve Hes. ^[2]	Çayeli	Sesli Deresi	1,79	7,650
13.	Kayalar Hes. ^[3]	Çayeli	Büyükdere	36,60	146,570
14.	Paşalar Hes. ^[3]	Fındıklı	Abuçağlayan	40,00	151,310
15.	Başköy Hes. ^[3]	Fındıklı	Yeşildere	14,74	60,980
16.	Turhan Reg. ve Hes. ^[3]	Fındıklı	Büyükdere	13,30	56,600
17.	Çatak Reg. ve Hes. ^[3]	Fındıklı	Yeşildere	10,00	42,530
18.	Çatak Hes. ^[2]	Fındıklı	Çağlayan	17,70	73,330
19.	Gül Reg. ve Hes. ^[1]	Fındıklı	Çağlayan	14,32	56,570
20.	Gürsu Reg. ve Hes. ^[1]	Fındıklı	Yeşildere	1,30	5,640
21.	Rize Yeşildere Hes. ^[1]	Fındıklı	Yeşildere	11,61	42,920
22.	Üstün 1-2 Reg. ve Hes. ^[1]	Fındıklı	Yeşildere	5,00	21,720
23.	Çınarlı Reg. ve Hes. ^[1]	Fındıklı	Piskale Deresi	8,74	34,240
24.	Sırt Reg. ve Hes. ^[1]	Fındıklı	Kokasör Deresi	2,44	9,570
25.	Taşdibi Reg. ve Hes. ^[1]	Fındıklı	Abuvice - Dikilitaş	15,54	60,310
26.	Meşedüzü Reg. ve Hes. ^[1]	Fındıklı	Küçükdere	8,30	22,580
27.	Hayat Hes. ^[1]	Fındıklı	Yeşildere - Büyükdere	4,62	14,230
28.	Sarmaşık Reg. ve Hes. ^[1]	Fındıklı	Kokasör Deresi	2,13	7,900
29.	Yayla Hes. ^[1]	Fındıklı	Abuvice Deresi	3,35	12,810

Tablo 2.5'in devamı

30.	Şimşirli Reg. ve Hes. ^[2]	Güneyce	Yayla Deresi	3,65	18,820
31.	Beyazsu Reg. ve Hes. ^[1]	Güneysu	Beyazsu Deresi	0,20	1,320
32.	Aşıklar Reg. ve Hes. ^[6]	Güneysu	Potomya	1,24	7,220
33.	Dumankaya Reg. ve Hes. ^[3]	Güneysu	Potomya	2,43	14,140
34.	Kutulu Reg. ve Hes. ^[2]	Güneysu	Taşlıdere	6,22	38,000
35.	Ayvaslı Reg. ve Hes. ^[4]	Güneysu	Pilahoz Deresi	4,59	13,620
36.	Ambarlık 1-2 Reg. ve Hes. ^[4]	Güneysu	Paşacur Deresi	9,00	39,160
37.	Tepe Hes. ^[3]	Güneysu	Kale Deresi	13,61	45,900
38.	Yeşilköy Hes. ^[3]	Güneysu	Çataldere	3,72	16,290
39.	Alicik Reg. ve Hes. ^[2]	Güneysu	Kale Deresi	9,37	34,670
40.	Hamzabey Hes. ^[1]	Güneysu	Taşlıdere	7,42	35,530
41.	Gürgen Reg. ve Hes. ^[1]	Güneysu	Güneysu - Kale Deresi	2,43	9,660
42.	Yeşiltepe Reg. ve Hes. ^[1]	Hemşin	Büyükdere	4,33	19,420
43.	Hemşin Hes. ^[1]	Hemşin	Hemşin Deresi	6,33	20,010
44.	İkizdere Reg. ve Hes. ^[5]	İkizdere	İyidere	15,12	100,000
45.	Tozköy Hes. ^[1]	İkizdere	Cimil - Çokçor	176,90	558,910
46.	Yokuşlu Reg. ve K.dere Hes. ^[4]	İkizdere	İyidere	32,30	148,490
47.	Dereköy - Demirkapı Hes. ^[3]	İkizdere	İyidere	108,60	317,100
48.	İkizdere Reg. ve Hes. ^[3]	İkizdere	İyidere	78,39	280,110
49.	Rüzgarlı Reg. ve Hes. ^[3]	İkizdere	Çamlıdere	10,13	38,310
50.	Selin 1 Reg. ve Hes. ^[3]	İkizdere	Cimil Deresi	17,85	31,760
51.	Selin 2 Reg. ve Hes. ^[3]	İkizdere	Cimil Deresi	23,00	99,340
52.	Arı Reg. ve Hes. ^[3]	İkizdere	Cimil Deresi	34,77	145,820
53.	Sarmakol Hes. ^[1]	İkizdere	Çokçor Deresi	4,46	19,620
54.	Gelintaşı Hes. ^[1]	İkizdere	Çamlık Deresi	3,33	13,110
55.	Başbuğ Hes. ^[1]	İkizdere	İyidere	0,92	3,980
56.	Ceyhun Hes. ^[1]	İkizdere	Caterli - Uyan	5,45	14,440
57.	Nizam Hes. ^[1]	İkizdere	Çokçor - Taşlıdere	1,04	3,170
58.	Orsa 2 Reg. ve Hes. ^[1]	İkizdere	Cimil - Pancur	3,05	11,880
59.	Ayyıldız Hes. ^[1]	İkizdere	Melez - Kunda - Arzayan	14,06	34,780
60.	Filiz Reg. ve Hes. ^[1]	İkizdere	Anzer Deresi	15,13	34,380
61.	İncirli Reg. ve Hes. ^[4]	İyidere	Kalkandere	25,50	109,120
62.	Saray Hes. ^[2]	İyidere	İyidere - Karadere	11,50	43,800
63.	Cevizlik Hes. ^[5]	Kalkandere	İyidere	90,00	395,900
64.	Çiğdemli Reg. ve Hes. ^[3]	Kaptanpaşa	Çataldere	6,94	36,220
65.	Zeynep Reg. ve Hes. ^[1]	Kaptanpaşa	Uzundere - Canovit	4,90	19,970
66.	Adacami Hes. ^[4]	Merkez	Taşlıdere	28,80	94,930
67.	Dikmen Reg. ve Hes. ^[3]	Merkez	Hemşin Deresi	10,00	46,570
68.	Kale Hes. ^[5]	Merkez	Kale - Islahiye	9,75	39,660
69.	Göl Reg. ve Hes. ^[1]	Merkez	Askoroz	6,20	27,300
70.	Ortaköy Reg. ve Hes. ^[2]	Ortaköy	Hemşin Deresi	16,00	75,080
RİZE TOPLAM :				1231,48	4644,11

2.3.5. Artvin İli'ndeki Hidroelektrik Santraller (Doğu Karadeniz Havzası İçerisinde Kalan Bölümü)

Artvin İli'nin Doğu Karadeniz Havzası içerisinde (Arhavi ve Hopa İlçeleri) kalan bölümü için hidroelektrik santral projelerinin durumu 2011 yılının başı itibariyle, Tablo 2.6'da verilmiştir. Tablo incelendiğinde; su kullanım anlaşması yapılmış 7 proje (138,16 MW/ 617,62GWh) ve fizibilite aşamasında 10 proje (45,13 MW/ 176,84 GWh) olmak üzere, kurulu gücü 183,29 MW ve toplam enerji üretimi 794,46 GWh olan 17 adet proje bulunmaktadır (DSİ, 2011; EİE, 2010).

Tablo 2.6 Artvin İli'ndeki hidroelektrik santral projeleri

ARTVİN					
SIRA NO	SANTRAL ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		KURULU GÜÇ (MW)	TOPLAM ENERJİ (GWh)
		İLÇE	AKARSU		
1.	Söğütözü Reg. ve Hes. ^[1]	Arhavi	Lorhe Deresi	0,81	4,550
2.	Derecik Reg. ve Hes. ^[2]	Arhavi	Sidere Deresi	2,81	11,980
3.	Yolgeçen Reg. ve Hes. ^[2]	Arhavi	Yolgeçen Deresi	2,16	7,270
4.	Saka Reg. ve Hes. ^[1]	Arhavi	Sidere Deresi	4,43	18,320
5.	Orta Reg. ve Hes. ^[2]	Arhavi	Ballıdere	15,84	55,240
6.	Meşeli Reg. ve Hes. ^[1]	Arhavi	Zurgiza Deresi	5,27	20,100
7.	Soğuksu Reg. ve Hes. ^[1]	Arhavi	Agara Deresi	5,09	20,250
8.	Karanfil Reg. ve Hes. ^[1]	Arhavi	Zurgiza Deresi	4,09	14,810
9.	Çamlıca Reg. ve Hes. ^[2]	Arhavi	Arcı Deresi	85,01	410,020
10.	Taşlıkaya Reg. ve Hes. ^[2]	Arhavi	Ballıdere	22,61	92,670
11.	Balıkli 1-2-3 Reg. ve Hes. ^[2]	Arhavi	Arcı Deresi	6,75	32,960
12.	Kara Hes. ^[1]	Arhavi	Agara Deresi	4,18	18,530
13.	Kavak Hes. ^[1]	Arhavi	Kapistre - Sidere	7,47	32,640
14.	Narin Hes. ^[1]	Arhavi	Nogadit Deresi	9,93	33,760
15.	Güneşli Reg. ve Hes. ^[2]	Hopa	Büyükdere	2,98	7,480
16.	Kemalpaşa Reg. ve Hes. ^[1]	Hopa	Karaosmaniye Deresi	2,25	7,550
17.	Osmaniye Reg. ve Hes. ^[1]	Hopa	Karaosmaniye Deresi	1,61	6,330
ARTVİN TOPLAM :				183,29	794,460

2.3.6. Samsun İli'ndeki Hidroelektrik Santraller (Doğu Karadeniz Havzası İçerisinde Kalan Bölümü)

Samsun İli'nin Doğu Karadeniz Havzası içerisinde (Terme ve Salıpazarı İlçeleri) kalan bölümü için hidroelektrik santral projelerinin durumu 2011 yılının başı itibariyle, Tablo 2.7'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde; tamamı fizibilite aşamasında olmak üzere,

toplam kurulu gücü 8,56 MW ve toplam enerji üretimi 26,24 GWh olan 4 adet proje bulunmaktadır (DSİ, 2011; EİE, 2010).

Tablo 2.7. Samsun İli'ndeki hidroelektrik santral projeleri

SAMSUN					
SIRA NO	SANTRAL ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		KURULU GÜÇ (MW)	TOPLAM ENERJİ (GWh)
		İLÇE	AKARSU		
1.	Generji Hes. ^[1]	Salıpazarı	Karakuş D. - Terme Çayı	2,80	9,070
2.	Dibecik Reg. ve Hes. ^[1]	Salıpazarı	Bolaş Deresi - Terme Çayı	1,50	5,360
3.	Kayadibi Reg. ve Hes. ^[1]	Salıpazarı	Yeşildere- Terme Çayı	1,56	4,730
4.	Irmakıçı Reg. ve Hes. ^[1]	Salıpazarı	Kırkıl Deresi - Terme Çayı	2,70	7,080
SAMSUN TOPLAM :				8,56	26,240

2.3.7. Ordu İli'ndeki Hidroelektrik Santraller (Doğu Karadeniz Havzası İçerisinde Kalan Bölümü)

Ordu İli'nin Doğu Karadeniz Havzası içerisinde kalan bölümü için hidroelektrik projelerinin durumu 2011 yılının başı itibariyle, Tablo 2.8'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde; işletmede 1 adet (99 MW/369,42 GWh), inşa halinde 5 proje (93,25 MW/394,46 GWh), su kullanım hakkı anlaşması yapılmış 22 proje (405,36 MW/1374,98 GWh), fizibilite aşamasında 17 proje (207,97 MW/ 729,08 GWh) ve ön rapor aşamasında 1 proje (5,2 MW/10 GWh) olmak üzere, kurulu gücü 810,78 MW ve toplam enerji üretimi 2877,94 GWh olan 46 adet proje bulunmaktadır (DSİ, 2011; EİE, 2010).

Tablo 2.8. Ordu İli'ndeki hidroelektrik santral projeleri

ORDU					
SIRA NO	SANTRAL ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		KURULU GÜÇ (MW)	TOPLAM ENERJİ (GWh)
		İLÇE	AKARSU		
1.	Umut Hes. ^[4]	Akkuş	Karakuş Deresi	39,21	139,670
2.	Şahinkaya Hes. ^[2]	Akkuş	Karakuş Deresi	85,00	326,210
3.	Çağlayan Hes. ^[1]	Aybastı	Aybastı Çayı - Bolaman	16,73	52,330
4.	Gürgen Hes. ^[1]	Aybastı	Yakacık Deresi	5,08	15,410
5.	Fırat 1-2 Hes. ^[2]	Aybastı	Erikdere - Bolaman	19,74	59,490
6.	Irmak Hes. ^[2]	Çatalpınar	Keş - Reşadiye	6,99	27,810
7.	Atilla Hes. ^[4]	Fatsa	Şahsene Deresi - Bolaman	9,95	52,150
8.	Çağrı Hes. ^[2]	Fatsa	Kes Deresi - Bolaman	3,77	16,500
9.	Mersan Hes. ^[1]	Fatsa	Şahsene Deresi - Bolaman	11,98	30,430

Tablo 2.8'in devamı

10.	Fatsa Projeleri Hes. ^[1]	Fatsa	Bolaman Çayı	46,00	215,930
11.	Selimiye Hes. ^[1]	Fatsa	Çukurköy	0,94	2,980
12.	Mercan 1 Hes. ^[1]	Gölköy	Direkli Çayı	4,13	12,510
13.	Kardelen Hes. ^[1]	Gölköy	Madrese Deresi	3,53	13,140
14.	Uğurlu Hes. ^[2]	Gölköy	Aydoğan Deresi	7,84	27,810
15.	Rıza Hes. ^[2]	Gölköy	Karadere - Bolaman	8,61	30,380
16.	Alatay Hes. ^[2]	Gölköy	Kızılın Deresi - Sap	13,92	52,770
17.	Derinçay Hes. ^[1]	Kabadüz	Beyalanı - Turnasuyu	6,58	24,580
18.	Üçgen 2 Hes. ^[2]	Kabadüz	Turnasuyu	10,22	33,820
19.	Kozbükü Hes. ^[2]	Kabadüz	Melet Irmağı	62,34	238,580
20.	Ordu Reg. ve Hes. ^[4]	Kabadüz	Melet Irmağı	28,63	145,770
21.	Melet 1 Hes. ^[1]	Kabadüz	Melet Irmağı	2,03	9,000
22.	Melet 2 Hes. ^[1]	Kabadüz	Melet Irmağı	2,32	36,000
23.	Erkan Hes. ^[2]	Kabataş	Direkli Çayı	5,00	18,660
24.	Kuzey 1-2 Hes. ^[1]	Kabataş	Keşlek - Egeli - Bolaman	5,55	19,960
25.	Balamir Hes. ^[2]	Korgan	Güllü Deresi - Kes Deresi	15,02	48,810
26.	Senanur Hes. ^[1]	Kumru	Akkancık Deresi	7,16	24,060
27.	Piro Hes. ^[2]	Kumru	Elekçi Deresi	4,42	15,980
28.	Oğuz Hes. ^[1]	Merkez	Büyükdere - Haydarlı	1,32	3,620
29.	Pendik Hes. ^[2]	Merkez	Turnasuyu	13,44	51,850
30.	Turnasuyu Hes. ^[1]	Merkez	Turnasuyu	45,05	125,190
31.	Oskara Hes. ^[2]	Merkez	Melet Çayı	12,92	42,120
32.	General Hes. ^[2]	Mesudiye	Baldıran - Melet	5,79	15,600
33.	Doruklu Hes. ^[1]	Mesudiye	Güde Deresi - Melet	10,28	26,840
34.	Murat Hes. ^[2]	Mesudiye	Baldıran - Melet	11,09	31,080
35.	Kızılelma Hes. ^[6]	Mesudiye	Melet Irmağı	5,20	10,000
36.	Boztepe Hes. ^[2]	Mesudiye	Melet Irmağı	18,48	48,200
37.	Darıca 1 Hes. ^[5]	Mesudiye	Melet Çayı	99,00	369,420
38.	Darıca 2 Hes. ^[2]	Mesudiye	Turnasuyu	75,00	201,900
39.	Mor 1 Hes. ^[4]	Ulubey	Kızılın Deresi	11,12	42,360
40.	Ağkolu Hes. ^[4]	Ulubey	Sap Deresi - Melet	4,34	14,510
41.	Bahar Hes. ^[2]	Ünye	Elekçi Deresi - Fizme Irmağı	11,32	38,230
42.	Başönü Hes. ^[2]	Ünye	Kurtluca - Akçay	3,73	11,040
43.	İpek Hes. ^[2]	Ünye	Cura Çayı - Akçay Deresi	8,63	31,310
44.	Ünye Projeleri Hes. ^[1]	Ünye	Ceviz Deresi	38,02	111,570
45.	Tekatan Hes. ^[2]	Ünye	Çandır - Akçay	2,09	6,830
46.	Ilıca Hes. ^[1]	Ünye	Ilıca Deresi	1,27	5,530
ORDU TOPLAM :				810,78	2877,94

2.4. Türkiye’de 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Özel Sektörce Gerçekleştirilecek Hidroelektrik Santraller

Türkiye’de küçük hidroelektrik santrallerin gelişimi 1902 yılında başlamıştır. Bu tarihten itibaren, ülkenin pek çok bölgesinde hükümet birimleri, özel sektör ve yerel belediyeler tarafından çok sayıda küçük HES inşa edilmiştir. Ancak, günümüze kadar

enerji tüketimi alanındaki hızlı artışın bir sonucu olarak, Türkiye ekonomisine maksimum enerji temin etmek ve artan enerji talebini karşılamak maksadıyla öncelik büyük ölçekli HES projelerinin gelişimine verilmiştir. Son otuz yıl süresince küçük HES kapasitesindeki ortalama yıllık artış % 5-% 10 civarındadır.

Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girdiği Mart 2001 tarihinden önce 3096 sayılı yasa kapsamındaki projeler hariç, içme-kullanma suyu temini, sulama, enerji, taşkın koruma ve drenaj gibi her türlü amaca yönelik su ile ilgili bütün projeler ilk etüt aşamasından işletmeye kadar DSİ'nin sorumluluğu alanındaydı. İnşaat tamamlandıktan sonra santralin işletmesi, devir protokoluyla uzman kuruluş olan Elektrik Üretim Anonim Şirketine (EÜAŞ) devredilmekteydi. 4 Ağustos 2002 tarihinde “Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği” ve 26 Haziran 2003 tarihinde “Su Kullanım Anlaşması Yönetmeliğinin” yürürlüğe girmesiyle birlikte, DSİ ve EİE tarafından 2003 yılına kadar çeşitli kademelerde geliştirilmiş olan bütün HES projeleri DSİ tarafından internet sayfasında yayımlanarak yatırım için özel sektörün başvurusuna açılmıştır. Kamunun geliştirdiği bu projelerin dışında, tüzel kişiler tarafından da HES projeleri geliştirilerek, yatırım istemiyle DSİ'ye önerilebilmektedir. Bu tür projeler de yine DSİ internet sitesinde yayınlanarak bir ay boyunca diğer yatırımcıların da tekliflerine açılmaktadır. Tablo 2.9'da, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu çerçevesinde özel sektöre gerçekleştirilecek projelere ilişkin bilgiler verilmiştir.

2011 yılı mart ayı itibarıyla 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Özel Sektöre Gerçekleştirilecek Projelerin sayısı 1595 civarındadır. Bu duruma neden olan “Su Kullanım Hakkı Anlaşması” ve bu sayede elde edilen HES kurma lisansları, Türkiye'nin bütün akarsularının özelleştirilmesine neden olmaktadır. Su gibi çok önemli bir stratejik doğal ve kamu kaynağının kamu yararına planlanması ve yönetilmesindeki vazgeçilmez kamu görev ve yetkilerinin de özel sektöre devredilmesiyle başlayan uygulamalar, su kullanım anlaşmaları ve verilen lisanslarla, bu kamu kaynağının tasarruf hakları da kamu kontrolünden çıkartılarak, bir anlamda ticari amaçla özel sektörün tasarrufuna bırakılmış olmaktadır. Tablo 2.9'daki bilgilere göre; tüzel kişiler tarafından geliştirilen HES projeleri 1215 adedi bulmuş olup, bunların 370 adedi, sadece Doğu Karadeniz Havzası'ndadır. Ülkemizin 26 adet hidrolojik havzadan oluştuğu düşünülürse, bu sayının hangi anlama geldiği daha iyi anlaşılacaktır. Bunun dışında, Elektrik Piyasasında Lisansız Elektrik üretimine ilişkin yönetmelikle birlikte, Türkiye'de mikro HES'lerin önü açılmış ve ülke genelinde 2000 civarında başvuru alınmıştır. Bu sayılara bakılarak, Türkiye'de Su

Kullanım Hakkı Anlaşması yapılmayan akarsunun birkaç istisna hariç, olmadığı rahatlıkla söylenebilir (DSİ, 2011; EİE, 2010).

Tablo 2.9. 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Özel Sektörce Gerçekleştirilecek Projeler (2011 Mart Ayı İtibariyle)

	Toplam HES Adeti	Toplam Kurulu Gücü (MW)
BAŞVURULAN VE BAŞVURULACAK DSİ/EİE HES PROJELERİ		
Kati Projesi Hazır Olan HES	8	253,72
Planlama Raporu Hazır Olan HES	68	3619,95
Master Plan Raporu Hazır Olan HES	65	3304,90
Ön İnceleme Raporu Hazır Olan HES	59	1425,56
İlk Etüdü Hazır Olan HES	159	1647,50
Toplam	359	10251,63
TÜZEL KİŞİLER TARAFINDAN GELİŞTİRİLEN HES PROJELERİ		
Toplam	1215	9201,90
İNŞAATI DEVAM ETMEKTE OLAN BAŞVURULAN VE BAŞVURULACAK HES PROJELERİ		
Toplam	8	369,18
İKİLİ ANLAŞMALAR KAPSAMINDAN ÇIKARILAN BAŞVURULAN VE BAŞVURULACAK HES PROJELERİ		
Toplam	13	2216,28
Genel Toplam	1595	22038,99

3. İRDELEME

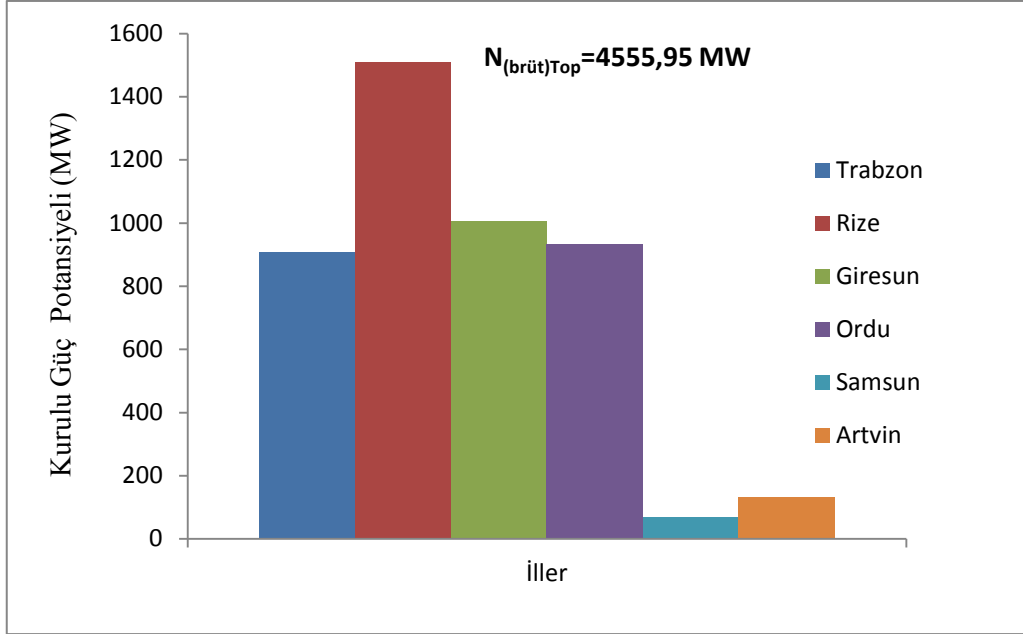
Bu bölümde, Doğu Karadeniz Havzası'nın hidroelektrik enerji potansiyeli, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında, havza sınırları içerisindeki hidroelektrik santral projelerinin, iller bazındaki sayısal dağılımları, kurulu güç ve toplam enerji üretimleri analiz edilmiştir. Havzadaki hidroelektrik enerji potansiyelinin bu kanun kapsamında geliştirilen projelerle değerlendirilme durumu da incelenmiştir. Ayrıca, havzadaki santrallerin, Türkiye genelinde aynı kapsamda geliştirilen ve Türkiye'nin mevcut hidroelektrik santral projeleri içerisindeki yerleri, toplam hidroelektrik enerji üretimine katkıları, Türkiye için tespit edilen hidroelektrik potansiyel ile karşılaştırmaları yapılmış ve Türkiye'deki toplam hidroelektrik potansiyelin değerlendirme durumu tespit edilmeye çalışılmıştır. Buna ilaveten, havzadaki projelerin üreteceği enerji miktarıyla, Türkiye brüt elektrik enerjisi üretiminin temel kaynaklar ve üretici kuruluşlar açısından karşılaştırması da yapılmıştır.

3.1. Doğu Karadeniz Havzası Hidroelektrik Enerji Potansiyeli'nin Analizi

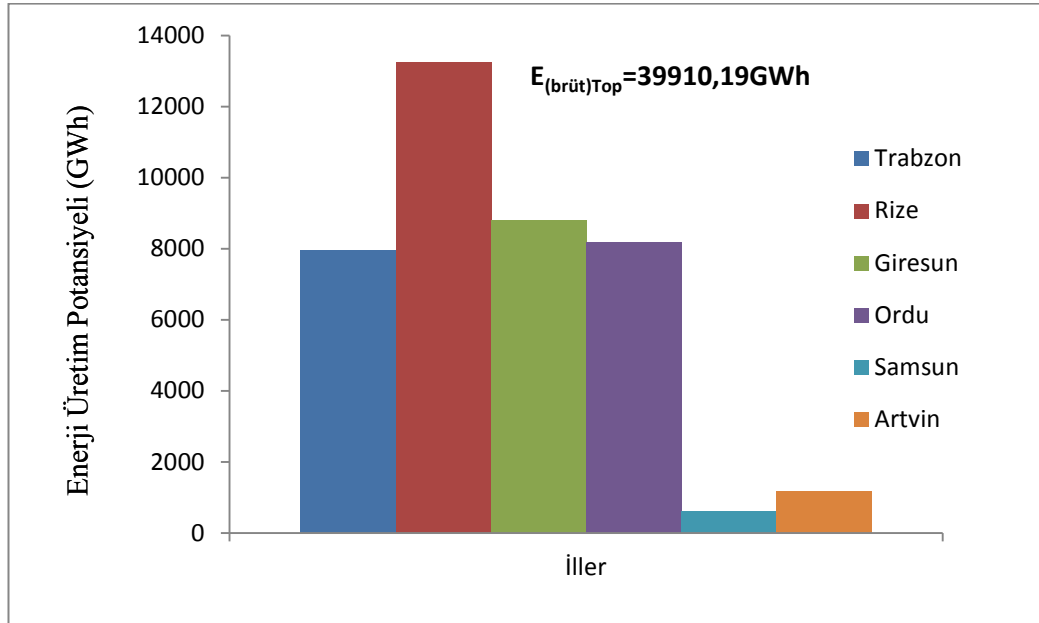
Doğu Karadeniz Havzası'nın iller bazındaki hidroelektrik enerji potansiyeli, Tablo 2.1'de verilmiştir. Tablodaki bazı illerin hidroelektrik enerji potansiyel değerleri küçük görülmektedir. Bunun sebebi, bu illerin havza sınırları içerisindeki alanlarının az olmasıdır. Ayrıca, potansiyel hesabında, illerdeki ana akarsular değerlendirilmiş, küçük akarsular ve bunların potansiyelleri dikkate alınmamıştır. Küçük akarsularda dikkate alınacak olursa, hesaplanan potansiyel değerlerinin biraz daha artacağı söylenebilir. Trabzon ve Rize İli ile Giresun, Ordu, Samsun ve Artvin İlleri'nin Doğu Karadeniz Havzası sınırları içerisinde kalan kısımları için belirlenen hidroelektrik kurulu güç ve enerji üretim potansiyelleri, sırasıyla Şekil 3.1 ve 3.2'de verilmiştir.

Şekil 3.1 ve 3.2 incelendiğinde, Doğu Karadeniz Havzası sınırları içerisindeki illerden en fazla potansiyelin Rize ilinde olduğu görülebilir (havza potansiyelinin % 33,16'sı). Trabzon ve havza sınırları içerisinde kalan kısımları dikkate alındığında Giresun ve Ordu illerinin potansiyelleri yaklaşık olarak birbirine eşit durumdadır. Samsun

ve Artvin illerinin çok küçük alanları havza sınırları içerisinde kaldığı için potansiyelleri de küçük çıkmaktadır.



Şekil 3.1. Doğu Karadeniz Havzası'nın iller bazındaki hidroelektrik enerji kurulu güç potansiyeli



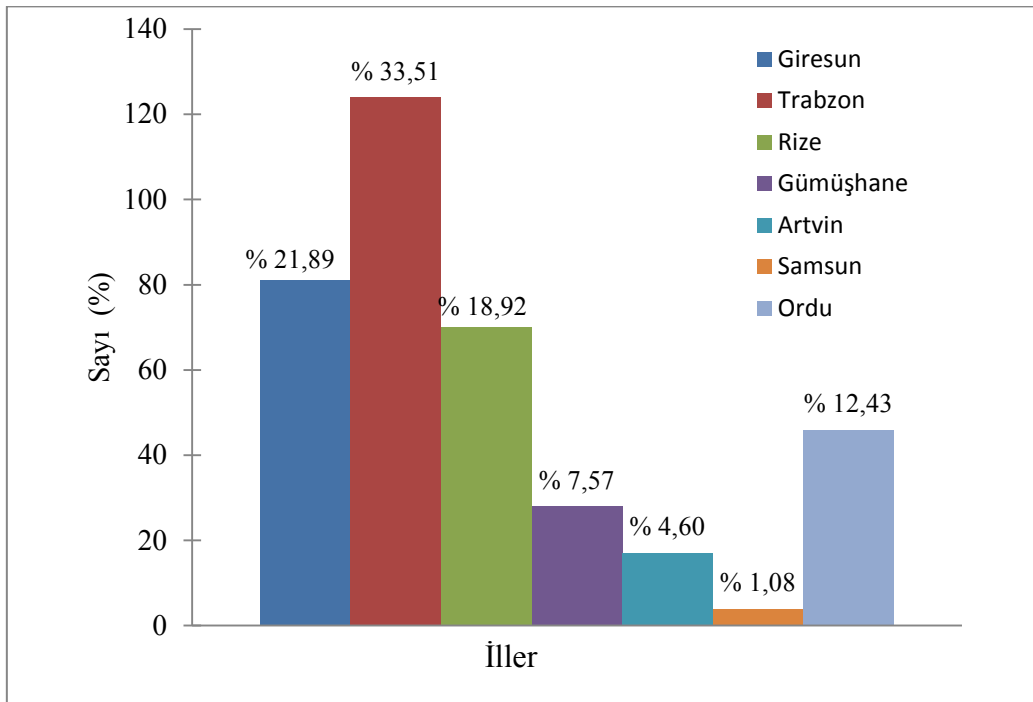
Şekil 3.2. Doğu Karadeniz Havzası'nın iller bazındaki hidroelektrik enerji üretim potansiyeli

3.2. Doğu Karadeniz Havzası'nda 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Özel Sektörce Gerçekleştirilecek HES'lerin Analizi

4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki, Doğu Karadeniz Havzası Hidroelektrik Santral Projelerinin illere göre (Doğu Karadeniz Havzası içerisinde kalan bölümü) genel dağılımı, Tablo 3.1'de verilmiştir. Tablodaki santraller; işletme, fiilen inşaatı başlamış, inşaatı başlanabilir, su kullanım hakkı anlaşması yapılmış, fizibilite ve ön rapor aşamasında olmak üzere sınıflandırılmıştır. Havzada, kurulu güç ve üreteceği enerji değeri belli olmayan ön rapor aşamasındaki projeler tabloya dahil edilmemiştir.

Tablo 3.1'deki veriler, santral sayıları açısından değerlendirilip, havza içerisindeki her bir ilin santral sayısı belirlenerek Şekil 3.3'te verilmiştir.

Şekil 3.3 incelendiğinde; Trabzon İli % 33,51'lik (124 adet santral) oranla havzada lider olurken, % 21,89 (81 adet santral) ile Giresun İli ikinci sırada yer almaktadır. Diğer illere bakıldığında ise, Rize İli % 18,92 (70 adet santral) ile üçüncü, Ordu İli % 12,43 (46 adet santral) ile dördüncü, Gümüşhane ili % 7,57 (28 adet santral) ile beşinci, Artvin İli % 4,60 (17 adet santral) ile altıncı ve Samsun İli % 1,08 (4 adet santral) ile son sırada yer almaktadır.

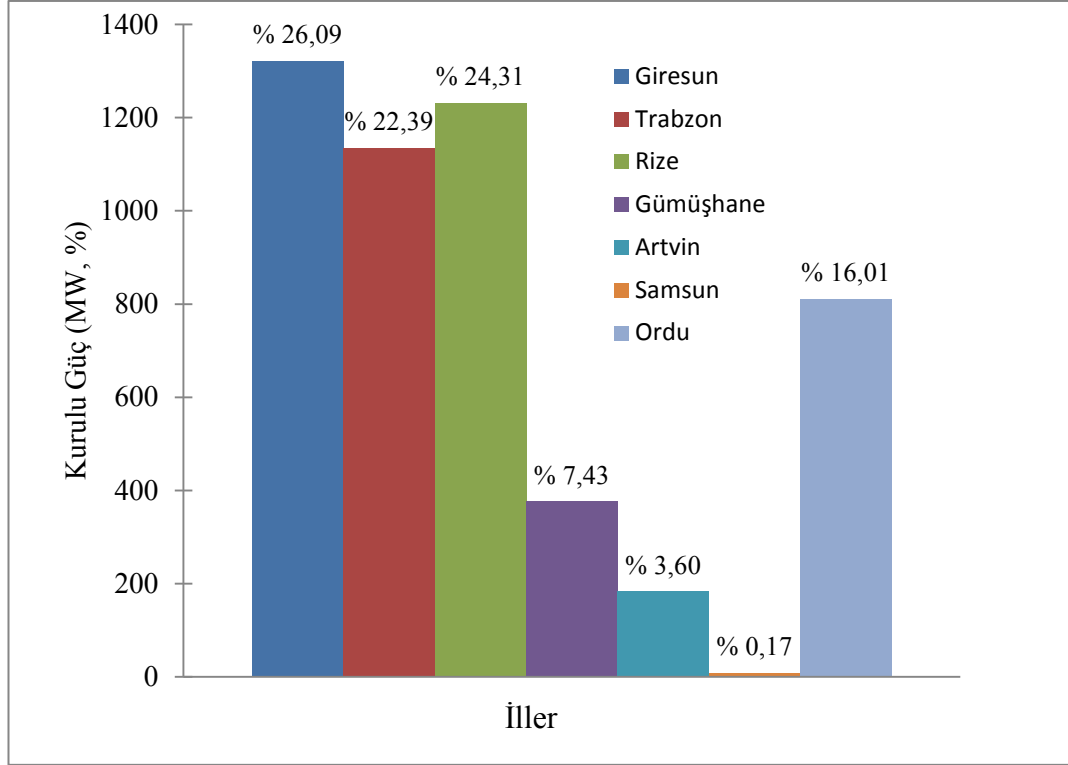


Şekil 3.3. Doğu Karadeniz Havzası'ndaki HES sayıları ve havza içerisindeki oranları

Tablo 3.1. Doğu Karadeniz Havzası'ndaki HES projelerinin illere göre dağılımı

İli	Durumu	Adet	KURULU GÜÇ (MW)	TOPLAM ENERJİ (GWh)
Giresun	Ön rapor aşamasında	1	9,51	41,79
	Fizibilite aşamasında	43	460,35	1473,49
	Su kullanım hakkı anlaşması yapılmış	2	25,25	76,39
	İnşaata başlanabilir durumda	16	254,81	868,81
	İnşaati fiilen başlamış durumda	15	501,38	1648,90
	İşletmede	4	70,80	243,77
	TOPLAM :	81	1322,10	4353,15
Trabzon	Ön rapor aşamasında	-	-	-
	Fizibilite aşamasında	64	311,62	1003,77
	Su kullanım hakkı anlaşması yapılmış	7	134,95	421,20
	İnşaata başlanabilir durumda	26	310,70	1161,76
	İnşaati fiilen başlamış durumda	19	205,76	736,11
	İşletmede	8	171,58	637,64
	TOPLAM :	124	1134,61	3960,48
Rize	Ön rapor aşamasında	1	1,24	7,22
	Fizibilite aşamasında	30	359,88	1241,48
	Su kullanım hakkı anlaşması yapılmış	9	77,12	337,85
	İnşaata başlanabilir durumda	19	460,18	1685,83
	İnşaati fiilen başlamış durumda	8	218,19	836,17
	İşletmede	3	114,87	535,56
	TOPLAM :	70	1231,48	4644,11
Gümüşhane	Ön rapor aşamasında	-	-	-
	Fizibilite aşamasında	15	101,89	294,27
	Su kullanım hakkı anlaşması yapılmış	4	20,96	51,82
	İnşaata başlanabilir durumda	7	101,37	293,33
	İnşaati fiilen başlamış durumda	1	48,80	115,87
	İşletmede	1	103,50	315,67
	TOPLAM :	28	376,52	1070,96
Artvin	Ön rapor aşamasında	-	-	-
	Fizibilite aşamasında	10	45,13	176,84
	Su kullanım hakkı anlaşması yapılmış	7	138,16	617,62
	İnşaata başlanabilir durumda	-	-	-
	İnşaati fiilen başlamış durumda	-	-	-
	İşletmede	-	-	-
	TOPLAM :	17	183,29	794,46
Samsun	Ön rapor aşamasında	-	-	-
	Fizibilite aşamasında	4	8,56	26,24
	Su kullanım hakkı anlaşması yapılmış	-	-	-
	İnşaata başlanabilir durumda	-	-	-
	İnşaati fiilen başlamış durumda	-	-	-
	İşletmede	-	-	-
	TOPLAM :	4	8,56	26,24
Ordu	Ön rapor aşamasında	1	5,20	10,00
	Fizibilite aşamasında	17	207,97	729,08
	Su kullanım hakkı anlaşması yapılmış	22	405,36	1374,98
	İnşaata başlanabilir durumda	-	-	-
	İnşaati fiilen başlamış durumda	5	93,25	394,46
	İşletmede	1	99,00	369,42
	TOPLAM :	46	810,78	2877,94
HAVZA TOPLAMI :		370	5067,34	17727,34

Tablo 3.1’deki veriler kurulu güç açısından değerlendirilip, havza içerisindeki herbir ilin toplam kurulu gücü ve havza içerisindeki oranı belirlenerek, Şekil 3.4’te verilmiştir.



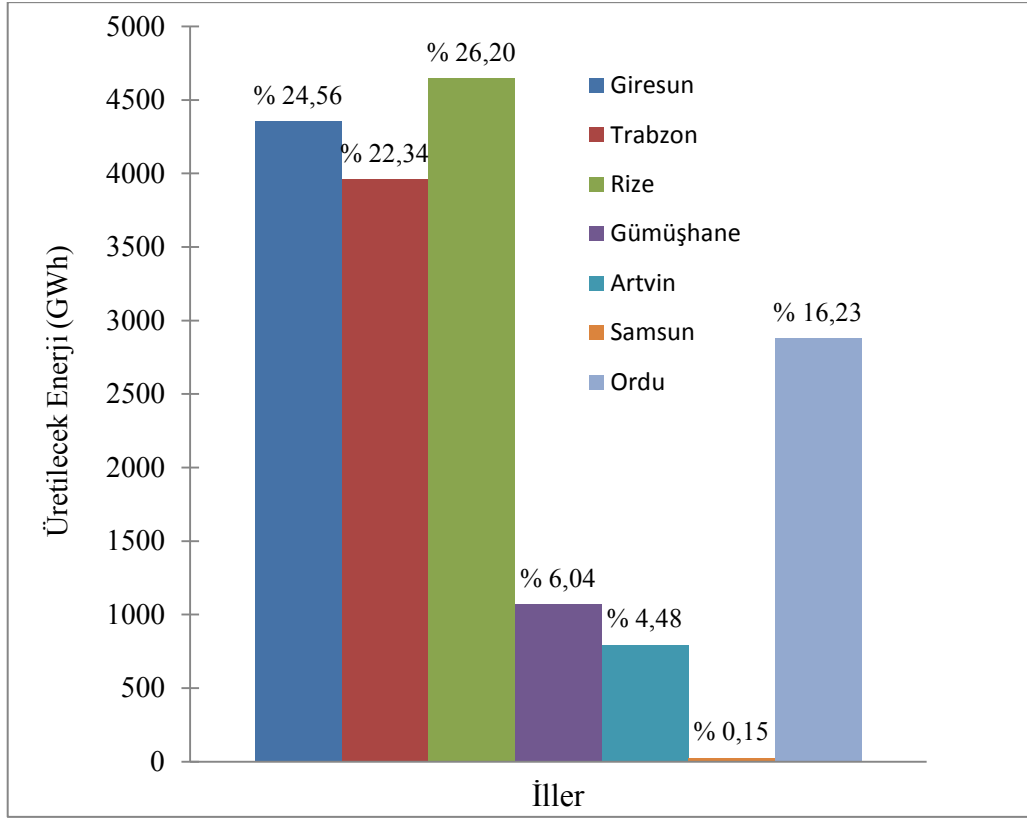
Şekil 3.4. Doğu Karadeniz Havzası’ndaki HES projelerinin kurulu güç değerleri ve havza içerisindeki oranları

Şekil 3.4, kurulu güç bakımından incelendiğinde ise sıralama değişerek, havza liderliğini % 26,09’luk (1322,10 MW) oran ile Giresun İli’nin aldığı görülmektedir. Diğer illere bakıldığında ise, Rize İli’nin % 24,31 (1231,48 MW) ile ikinci, Trabzon İli’nin % 22,39 (1134,61 MW) ile üçüncü, Ordu İli’nin % 16,01 (810,78 MW) ile dördüncü, Gümüşhane İli’nin % 7,43 (376,52 MW) ile beşinci, Artvin İli’nin % 3,60 (183,29 MW) ile altıncı ve Samsun İli’nin % 0,17 (8,56 MW) ile son sırada yer aldığı görülmektedir.

Tablo 3.1’deki veriler üretilen enerji miktarı açısından değerlendirilip, havza içerisindeki herbir ilin toplam enerji miktarı ve havza içerisindeki oranı belirlenerek Şekil 3.5’te verilmiştir.

Şekil 3.5 incelendiğinde, oluşan sıralamada, havza liderliğini % 26,20 (4644,110 GWh)’lık oranla Rize İli’nin yaptığı görülmektedir. Diğer illere bakıldığında ise sıralamada, Giresun İli % 24,56 (4353,150 GWh)’lık oran ile ikinci, Trabzon İli % 22,34

(3960,480 GWh) ile üçüncü, Ordu İli % 16,23 (2877,940 GWh) ile dördüncü, Gümüşhane İli % 6,04 (1070,960 GWh) ile beşinci, Artvin İli % 4,48 (794,460 GWh) ile altıncı ve Samsun İli % 0,15 (26,240 GWh) ile son sırada olduğu görülebilir.



Şekil 3.5. Doğu Karadeniz Havzası'ndaki HES projelerinin enerji değerleri ve havza içerisindeki oranları

Doğu Karadeniz Havzası'ndaki 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu çerçevesinde geliştirilen projelere iller bazında bakıldığında; en büyük kurulu gücün Giresun İli'nde olacağı, üretilen enerji miktarının ise Rize İli'nde gerçekleşeceği söylenebilir. Bu illeri Trabzon ve Ordu İli izlemektedir. Gümüşhane, Samsun ve Artvin İlleri kısmen Doğu Karadeniz Havzası'na girdiği için kurulu güç ve üretilen enerji miktarı açısından düşük görülmektedir. Tüm il sınırları dikkate alınacak olursa, bu iller için de kurulu güç ve üretilen enerji miktarları artacaktır.

3.3. 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Doğu Karadeniz Havzası'nda Geliştirilen HES Projelerinin Havza ve Türkiye Potansiyeli İle Karşılaştırılması

Trabzon ve Rize İli ile Giresun, Ordu, Samsun ve Artvin İlleri'nin Doğu Karadeniz Havzası sınırları içerisinde kalan kısımları için belirlenen brüt hidroelektrik enerji potansiyeli, DSİ'nin klasik ve Akalın (Akalın 2008)'in yeni hesaplama yöntemine göre belirlenen havza ve Türkiye geneli için ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel değerleri ile havzada 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki geliştirilen projelerin hidroelektrik enerji değerleri, Tablo 3.2'de verilmiştir.

Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik potansiyel değerlerinin, havzada 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında geliştirilen projelerle karşılaştırılması, Şekil 3.6'da verilmiştir.

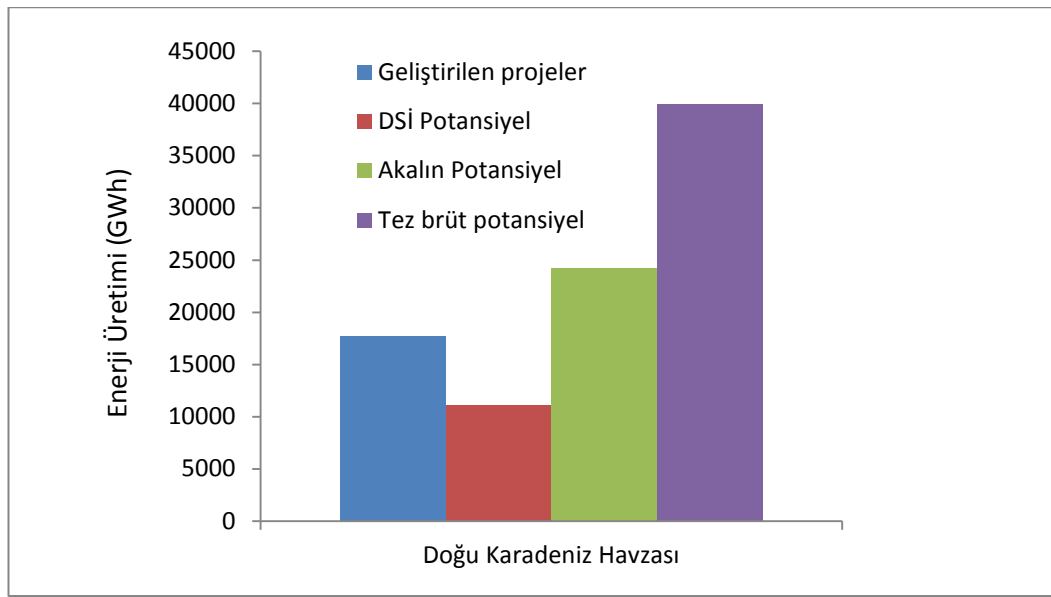
Tablo 3.2. Türkiye ve Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik enerji potansiyel değerleri ve 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki geliştirilen projeler

Doğu Karadeniz Havzası	Enerji Üretim Değeri (GWh/yıl)
4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki geliştirilen projeler	17724,34
Tez kapsamında belirlenen brüt potansiyel	39910,16
DSİ hesapları ile ekonomik potansiyel	11062,00
Yeni hesaplarla ekonomik potansiyel (Akalın, 2008)	24239,00
Türkiye Geneli	
DSİ hesapları ile ekonomik potansiyel	127381,00
Yeni hesaplarla ekonomik potansiyel (Akalın, 2008)	193000,00

Doğu Karadeniz Havzası'nda, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında geliştirilen projelerin hidroelektrik enerji değeri (17724,34 Gwh/yıl) dikkate alındığında, DSİ hesaplama yöntemiyle belirlenen ekonomik potansiyelden (11062 GWh/yıl) yaklaşık olarak % 60 kadar daha fazla enerji üretimi söz konusu olacaktır. Bu değerler, DSİ'nin klasik hesaplama yönteminin, günümüzde potansiyel belirlemede yetersiz kaldığını göstermektedir. Havzada geliştirilen projeler, Akalın'ın yeni hesaplama yöntemiyle belirlediği ekonomik potansiyel değerinin (24329 GWh/yıl) yaklaşık %73'ü kadardır. Bu mantıklı bir değer olarak görülmektedir. Çünkü, Doğu Karadeniz Havzası'nın bazı alt

havzalarında proje geliştirilmesine müsaade edilmemiş, bazı alt havzalarının belirli bölgelerine ise özel sektör temsilcileri tarafından rağbet gösterilmemiştir.

Tez kapsamında havzada belirlenen brüt potansiyel değeri (39910,16 GWh/yıl) ile 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında geliştirilen projelerin hidroelektrik enerji değeri karşılaştırıldığında ise havzadaki brüt potansiyelin sadece % 44,4'ünün değerlendirilmiş olduğu görülmektedir. Ancak, tez kapsamında brüt potansiyel belirlendiğinden, ekonomik potansiyelin büyük bir bölümünün değerlendirildiği söylenebilir.

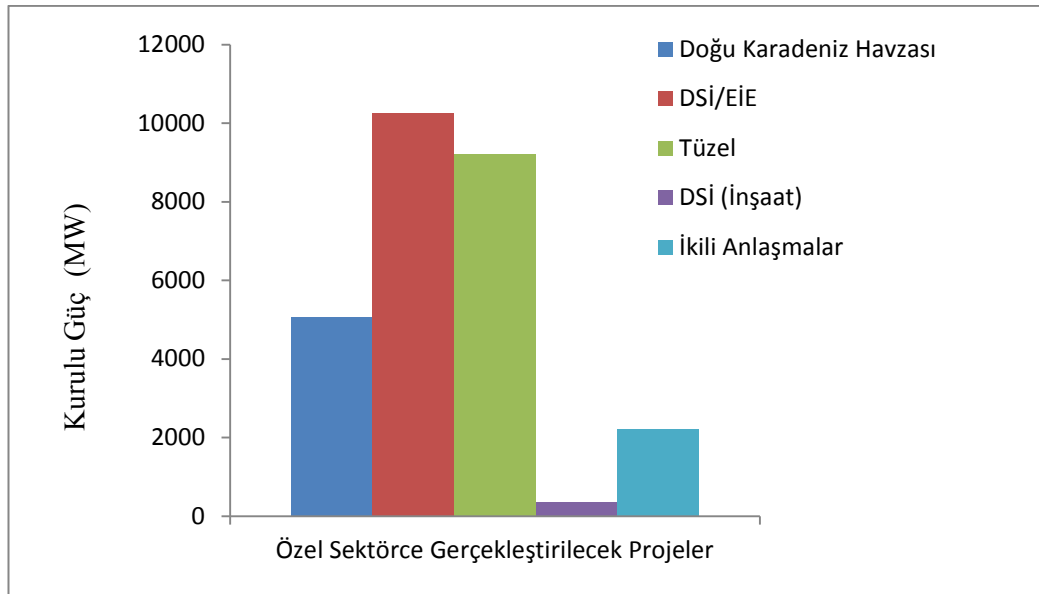


Şekil 3.6. Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik enerji potansiyel değerleri ve 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki geliştirilen projeler

DSİ yöntemine göre, Doğu Karadeniz Havzası için hesaplanan hidroelektrik enerjinin ekonomik potansiyeli, Türkiye genelinin % 8,68'ine, Akalın yöntemine göre % 12,56'sına karşılık gelmektedir. Havzada geliştirilen projeler dikkate alındığında (17724,34 GWh/yıl), DSİ yöntemine göre belirlenen Türkiye potansiyel değerinin (127381,00 GWh/yıl) yaklaşık % 13,91'i, Akalın'nın yöntemine göre belirlenen Türkiye potansiyel değerinin (193000,00 GWh/yıl) ise yaklaşık % 9,18'i değerlendirilmiş olacaktır.

3.4. Doğu Karadeniz Havzası HES Projelerinin Aynı Kapsamdaki Özel Sektörce Türkiye Geneline Gerçekleştirilecek Projeler İçerisindeki Yeri

4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu yürürlüğe girmesiyle, DSİ ve EİE tarafından 2003 yılına kadar çeşitli kademelerde geliştirilmiş olan bütün HES projeleri, tüzel kişi projeleri, yapımı devam eden ve ikili anlaşmalar kapsamında çıkarılan HES projeleri, DSİ internet sayfasından özel sektör başvurularına açılmıştır. Bu projelerle ilgili bilgiler daha önce Tablo 2.9’da verilmiştir. Tablo verileri, Doğu Karadeniz Havzası için geliştirilen hidroelektrik santral projelerinin kurulu güç verileriyle (Tablo 3.1) karşılaştırılmış ve Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7. Doğu Karadeniz Havzası HES Projelerinin Aynı Kapsamdaki Özel Sektörce Türkiye Geneline Gerçekleştirilecek Projeler İçerisindeki Yeri

DSİ internet sayfasında yayınlanan Tablo 2.9’daki veriler incelendiğinde, başvuru ve başvurulacak DSİ/EİE HES projeleri için; kati projesi hazır olan HES projelerinden 1 tanesi iptal edilmiş durumdadır, 1 tanesinde ise, sulama alanlarının gelişmesine bağlı olarak enerji üretim değerinde azalma olacaktır. Planlama raporu hazır olan HES projelerinden 2 adeti iptal edilmiş, 1 adet projeye henüz başvuruda bulunulmamıştır. Master plan raporu hazır olan HES projelerinden 4 adet, ön inceleme raporu hazır olan HES projelerinden 2 adet ve ilk etüdü hazır olan HES projelerinden 7 adet henüz başvuru yapılmamıştır. Tüzel Kişiler Tarafından Geliştirilen HES Projelerinden 9 adeti,

inşaatı devam etmekte olan başvuru ve vurulacak HES projelerinden ise 1 adeti iptal edilmiştir. İkili anlaşmalar kapsamında çıkarılan, başvuru ve vurulacak HES projelerinden 1 adetine geçici süreli başvuru kabul edilmemektedir.

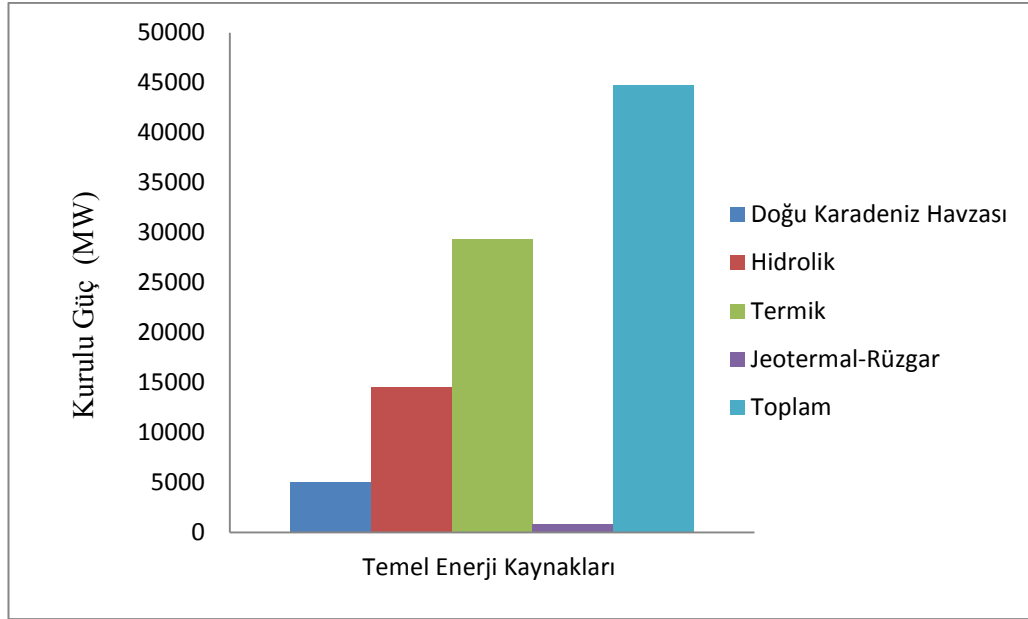
Şekil 3.7 incelendiğinde; Doğu Karadeniz Havzası'nda, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında geliştirilen projelerin hidroelektrik kurulu güç değeri (5067,34 MW), DSİ ve EİE tarafından 2003 yılına kadar çeşitli kademelerde Türkiye genelinde geliştirilen ve özel sektör başvurularına açılan bütün HES projelerinin kurulu gücünün (10251,63 MW) yaklaşık olarak % 49,4'üne, Türkiye genelinde tüzel kişiler tarafından geliştirilmiş olan HES projelerinin kurulu gücünün (9201,90 MW) ise yaklaşık olarak % 55,07'sine karşılık gelmektedir. Havzada geliştirilen projelerin kurulu gücü, DSİ'ce inşaat halinde olan ve özel sektör başvurularına açılan HES projelerinin kurulu gücünden (369,18 MW) yaklaşık olarak 13,73 kat, ikili anlaşmalar kapsamında çıkarılan projelerin kurulu gücünden (2216,28 MW) ise yaklaşık olarak 2,29 kat daha fazladır.

3.5. Doğu Karadeniz Havzası Hidroelektrik Santral Projelerinin Türkiye'nin Hidroelektrik ve Toplam Enerji Üretimine Katkısı

4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki, Doğu Karadeniz Havzası'nda geliştirilen HES Projelerinin, TEİAŞ 2010 verilerine göre Türkiye'de mevcut bulunan hidrolik, termik, jeotermal-rüzgar kaynaklı enerji kurulu gücü ve üretim miktarıyla karşılaştırması, Tablo 3.3'te verilmiştir. Doğu Karadeniz Havzası HES projeleri ile Türkiye'deki mevcut temel enerji kaynaklarının kurulu güç açısından karşılaştırması Şekil 3.8'de verilmiştir (TEİAŞ, 2010).

Tablo 3.3. Doğu Karadeniz Havzası Hidroelektrik Santral projeleri ile Türkiye'deki mevcut hidrolik güç ve üretecekleri toplam enerji miktarları

	Kurulu Güç (MW)	Toplam Enerji (GWh/yıl)
Doğu Karadeniz Havzası	5067,34	17727,34
Türkiye (TEİAŞ, 2010)		
Hidrolik	14553,30	35958,40
Termik	29339,10	156923,40
Jeotermal-Rüzgar	868,80	1931,10
Toplam	44761,20	194812,90

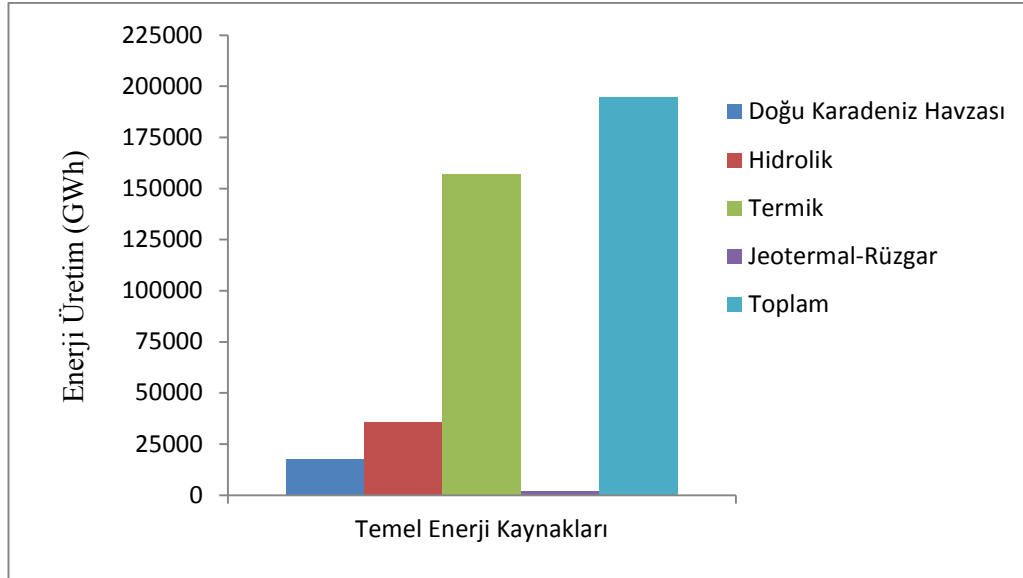


Şekil 3.8. Doğu Karadeniz Havzası HES projeleri ile Türkiye’deki mevcut temel enerji kaynaklarının kurulu güç açısından karşılaştırması

Doğu Karadeniz Havzası’nda, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında geliştirilen projelerin hidroelektrik kurulu güç değeri (5067,34 MW) dikkate alındığında, Türkiye’nin toplam kurulu gücünün (44761,20 MW) yaklaşık olarak % 11,32’sine, hidrolik kurulu gücünün (14553,30 MW) yaklaşık olarak % 34,82’sine, termik kurulu gücünün (29339,10 MW) yaklaşık olarak % 17,27’sine, karşılık gelirken, jeotermal-rüzgar kurulu gücünden (868,80 MW) ise yaklaşık olarak % 583,26 kadar daha fazla enerji kurulu gücü söz konusu olacaktır.

Doğu Karadeniz Havzası HES projeleri ile Türkiye’deki mevcut temel enerji kaynaklarının enerji üretimi açısından karşılaştırması Şekil 3.9’da verilmiştir.

Havzanın hidroelektrik enerji üretim değeri (17727,34 GWh/yıl) dikkate alındığında, Türkiye’nin toplam enerji üretiminin (194812,90 GWh/yıl) yaklaşık olarak % 9,10’una, hidrolik enerji üretiminin (35958,40 GWh/yıl) yaklaşık olarak % 49,30’una, termik enerji üretiminin (156923,40 GWh/yıl) yaklaşık olarak % 11,30’una, karşılık gelirken, jeotermal-rüzgar enerji üretiminin (1931,10 GWh/yıl) yaklaşık olarak % 918’i kadar daha fazla enerji üretimi söz konusu olacaktır. Türkiye geneli düşünüldüğünde, bu havzada önemli bir potansiyelin devreye sokulduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 3.9. Doğu Karadeniz Havzası HES projeleri ile Türkiye'deki mevcut temel enerji kaynaklarının enerji üretimi açısından karşılaştırması

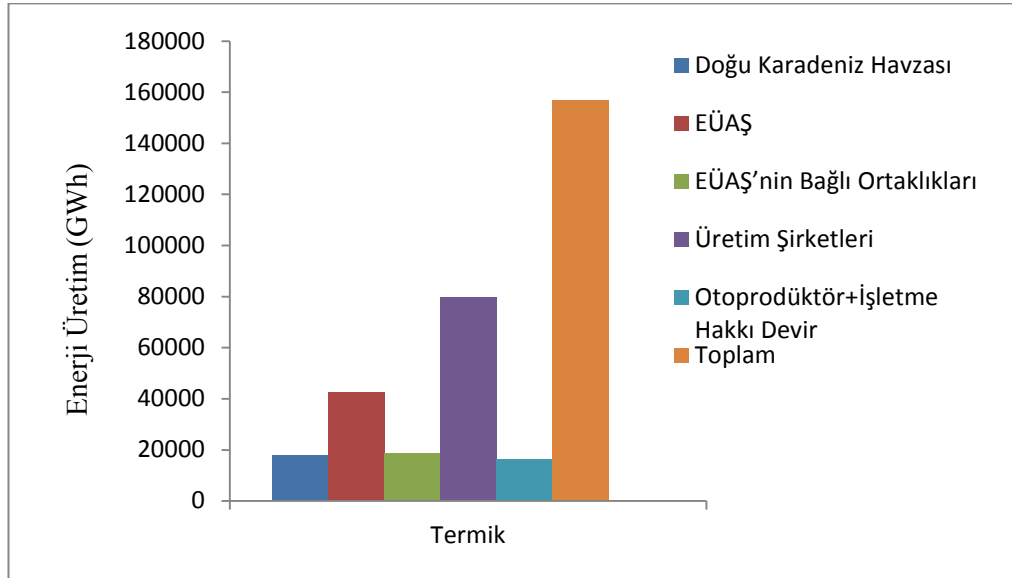
3.6. Doğu Karadeniz Havzası HES Projelerinin Türkiye'de Elektrik Enerjisi Üreten Kuruluşların Ürettiği Enerji Miktarı ile Karşılaştırılması

4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki, Doğu Karadeniz Havzası'nda geliştirilen HES Projelerinin enerji üretim değeri ile, TEİAŞ 2010 verilerine göre Türkiye'de brüt elektrik enerjisi üretiminin üretici kuruluşlar itibariyle mevcut miktarları, Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretimine Üretici Kuruluşlar İtibariyle Dağılımı

	Termik (GWh/yıl)	Yenilenebilir (Hidrolik+rüzgar+jeotermal) (GWh/yıl)	Toplam (GWh/yıl)
Doğu Karadeniz Havzası		17727,34	17727,34
Türkiye (TEİAŞ, 2010)			
EÜAŞ	42446,5	28338,2	70784,8
EÜAŞ'nin Bağlı Ortaklıkları	18668,9		18668,9
Üretim Şirketleri	79532,1	7955,7	87487,8
Otoprodüktör+İşletme Hakkı Devir	16275,9	1595,6	17871,5
Toplam	156923,4	51348,10	194812,9

Doğu Karadeniz Havzası HES projelerinin Türkiye’de elektrik enerjisi üreten kuruluşların ürettiği termik enerji miktarı ile karşılaştırılması Şekil 3.10’da, yenilenebilir enerji miktarı ile karşılaştırılması Şekil 3.11’de ve toplam enerji miktarı ile karşılaştırılması ise Şekil 3.12’de verilmiştir.



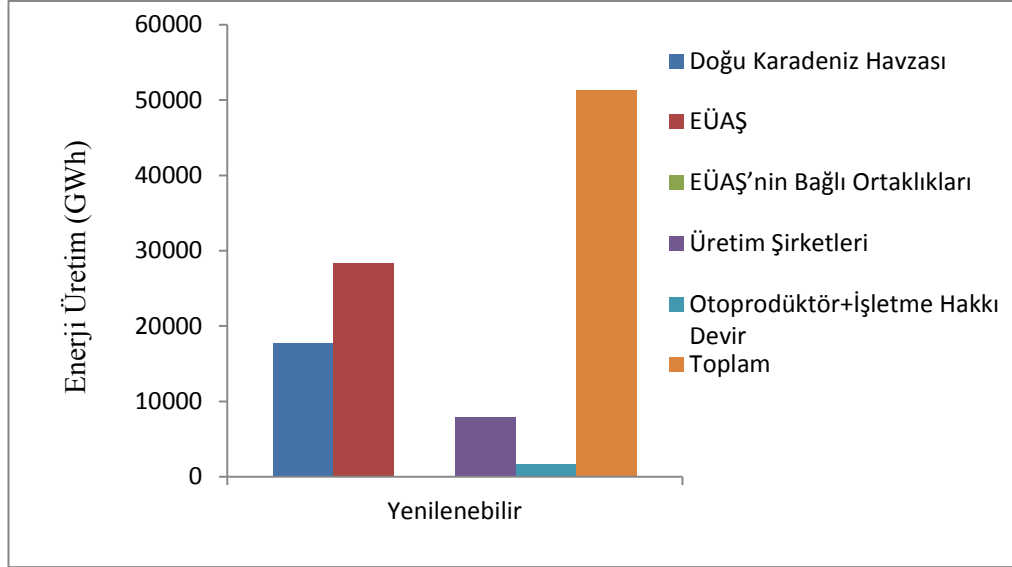
Şekil 3.10. Doğu Karadeniz Havzası HES Projelerinin Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üreten Kuruluşların Ürettiği Termik Enerji Miktarı ile Karşılaştırılması

Termik elektrik enerji üretimi dikkate alındığında, Doğu Karadeniz Havzası’ndan elde edilecek enerji üretimi, EÜAŞ’nin ürettiğinin % 41,76’sına, EÜAŞ’nin bağlı ortaklıklarının ürettiğinin % 94,96’sına, üretim şirketlerinin ürettiğinin % 22,29’una, otoprodüktör+işletme hakkı devirli şirketlerin ürettiğinin % 108,92’sine ve toplam üretimin % 11,30’una karşılık gelmektedir.

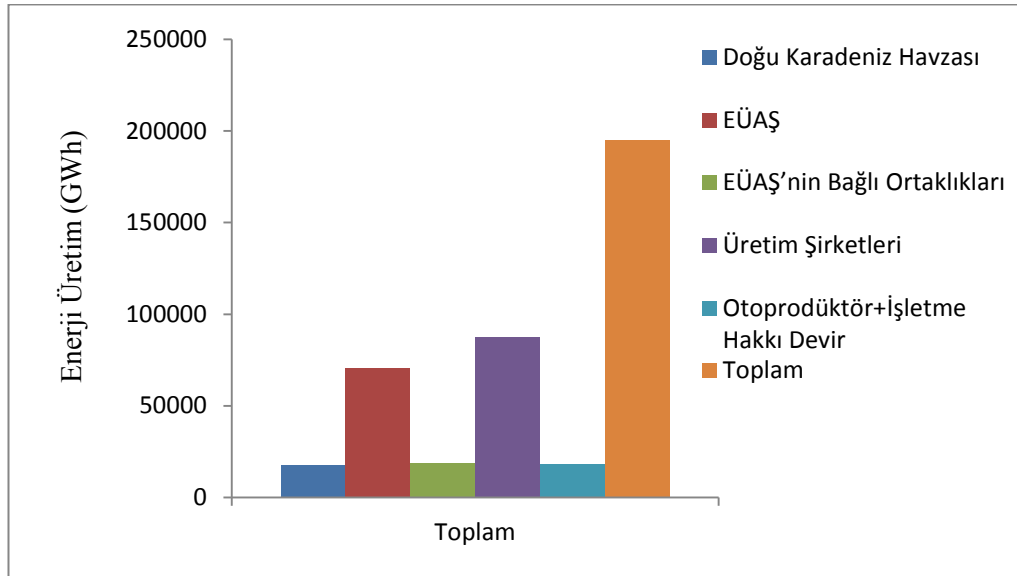
Yenilenebilir (hidrolik+rüzgar+jeotermal) elektrik enerji üretimi dikkate alındığında, Doğu Karadeniz Havzası’ndan elde edilecek enerji üretimi, EÜAŞ’nin ürettiğinin % 62,56’sına, üretim şirketlerinin ürettiğinin % 222,83’üne, otoprodüktör+işletme hakkı devirli şirketlerin ürettiğinin % 1111,01’ine ve toplam üretimin % 34,52’sine karşılık gelmektedir.

Toplam elektrik enerji üretimi dikkate alındığında, Doğu Karadeniz Havzası’ndan elde edilecek enerji üretimi, EÜAŞ’nin ürettiğinin % 25,04’üne, EÜAŞ’nin bağlı ortaklıklarının ürettiğinin % 94,96’sına, üretim şirketlerinin ürettiğinin % 20,26’sına,

otoprodüktör+işletme hakkı devirli şirketlerin ürettiğinin % 99,19'una ve toplam üretimin % 9,10'una karşılık gelmektedir.



Şekil 3.10. Doğu Karadeniz Havzası HES Projelerinin Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üreten Kuruluşların Ürettiği Yenilenebilir Enerji Miktarı ile Karşılaştırılması



Şekil 3.11. Doğu Karadeniz Havzası HES Projelerinin Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üreten Kuruluşların Ürettiği Toplam Enerji Miktarı ile Karşılaştırılması

4. SONUÇLAR

Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik potansiyelinin değerlendirilme durumunu konu alan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

Doğu Karadeniz Havzası brüt hidroelektrik potansiyeli, kurulu güç açısından 4555,95 MW, enerji üretimi açısından ise 39910,19 GWh olarak tespit edilmiştir. Havza sınırları içerisindeki illerden en fazla potansiyelin Rize İli'nde olduğu (% 33,16), Trabzon ve havza sınırları içerisinde kalan kısımları dikkate alındığında Giresun ve Ordu İlleri potansiyellerinin yaklaşık olarak birbirine eşit olduğu (% 20), Samsun ve Artvin İlleri'nin çok küçük alanları havza sınırları içerisinde kaldığı için potansiyellerinin de az olduğu belirlenmiştir.

Doğu Karadeniz Havzası'nda, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu çerçevesinde geliştirilen projelerin toplam sayısının 370 adet, toplam kurulu gücünün 5067,34 MW ve üretilen enerji miktarının ise 17727,30 GWh/yıl olduğu anlaşılmıştır. İller bazında bakıldığında; en fazla santral projesinin Trabzon İli'nde (124 adet), en büyük kurulu gücün Giresun İli'nde (1322,10 MW) olacağı, en fazla üretilen enerji miktarının ise Rize İli'nde (4644,11 GWh/yıl) gerçekleşeceği görülmüştür. Bu illeri, Trabzon ve Ordu İlleri'nin izlediği, Gümüşhane, Samsun ve Artvin İlleri'nin kısmen Doğu Karadeniz Havzası'na girmesi sebebiyle değerlerinin düşük çıktığı tespit edilmiştir.

Havzada, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında geliştirilen projelerin hidroelektrik enerji değerinin, DSİ hesaplama yöntemiyle belirlenen ekonomik potansiyelden % 60 daha fazla olacağı anlaşılmıştır. Havzada geliştirilen projelerin üreteceği enerji değerinin, Akalın'ın yeni hesaplama yöntemiyle belirlediği ekonomik potansiyelin %73'üne, tez kapsamında belirlenen brüt potansiyel değerinin ise sadece % 44,4'üne karşılık geldiği belirlenmiştir.

DSİ yöntemine göre, Doğu Karadeniz Havzası için hesaplanan hidroelektrik enerjinin ekonomik potansiyeli, Türkiye genelinin % 8,68'ine, Akalın yöntemine göre belirlenen potansiyelin ise % 12,56'sına karşılık gelmektedir. Havzada geliştirilen projeler dikkate alındığında, DSİ yöntemine göre belirlenen Türkiye potansiyel değerinin % 13,91'i, Akalın'ın yöntemine göre belirlenen Türkiye potansiyel değerinin ise % 9,18'i değerlendirilmiş olacaktır.

Doğu Karadeniz Havzası'nda, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında geliştirilen projelerin hidroelektrik kurulu gücünün, DSİ ve EİE tarafından 2003 yılına kadar çeşitli kademelerde Türkiye genelinde geliştirilen ve özel sektör başvurularına açılan bütün HES projelerinin kurulu gücünün % 49,4'üne, Türkiye genelinde tüzel kişiler tarafından geliştirilmiş olan HES projelerinin kurulu gücünün ise % 55,07'sine karşılık geldiği belirlenmiştir.

Havzanın hidroelektrik kurulu gücü dikkate alındığında, Türkiye'nin toplam kurulu gücünün % 11,32'sine, hidrolik kurulu gücünün % 34,82'sine, termik kurulu gücünün % 17,27'sine, jeotermal-rüzgar kurulu gücünün ise yaklaşık olarak % 583,26'sına karşılık geldiği tespit edilmiştir.

Havzanın hidroelektrik enerji üretimi dikkate alındığında, Türkiye'nin toplam enerji üretiminin % 9,10'una, hidrolik enerji üretiminin % 49,30'una, termik enerji üretiminin % 11,30'una, jeotermal-rüzgar enerji üretiminin yaklaşık olarak % 918'ine karşılık geldiği belirlenmiştir.

Türkiye'nin termik elektrik enerji üretimi dikkate alındığında, havzadan elde edilecek enerji üretiminin, EÜAŞ üretiminin % 41,76'sına, EÜAŞ'nin bağlı ortaklık üretiminin % 94,96'sına, üretim şirketleri üretiminin % 22,29'una, otoprodüktör+işletme hakkı devirli şirketler üretiminin % 108,92'sine ve toplam üretimin % 11,30'una karşılık geldiği görülmektedir.

Türkiye'nin yenilenebilir (hidrolik+rüzgar+jeotermal) elektrik enerji üretimi dikkate alındığında, havzadan elde edilecek enerji üretiminin, EÜAŞ üretiminin % 62,56'sına, üretim şirketleri üretiminin % 222,83'üne, otoprodüktör+işletme hakkı devirli şirketler üretiminin % 1111,01'ine ve toplam üretimin % 34,52'sine karşılık geldiği tespit edilmiştir.

Türkiye'nin toplam elektrik enerji üretimi dikkate alındığında, havzadan elde edilecek enerji üretiminin, EÜAŞ üretiminin % 25,04'üne, EÜAŞ'nin bağlı ortaklık üretiminin % 94,96'sına, üretim şirketleri üretiminin % 20,26'sına, otoprodüktör+işletme hakkı devirli şirketler üretiminin % 99,19'una ve toplam üretimin % 9,10'una karşılık geldiği anlaşılmıştır.

Türkiye genelindeki hidroelektrik potansiyel, elektrik enerjisi kurulu gücü ve üretimi, temel elektrik enerjisi üretim kaynakları ve üretim şirketleri dikkate alındığında, Doğu Karadeniz Havzası'nda önemli bir potansiyelin, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunuyla devreye sokulduğu sonucuna varılmıştır.

5. ÖNERİLER

Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik potansiyelinin değerlendirilme durumunu konu alan bu çalışma sonucunda yapılabilecek öneriler aşağıda verilmiştir:

DSİ'nin geçmiş yıllarda yaptığı çalışmalar neticesinde ortaya çıkan Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik enerji potansiyeli değeri, mevcut projeler ile %60 oranında aşılmış görülmektedir. Gelişen teknolojik imkanlar ve yetişmiş işgücü dikkate alındığında, DSİ'nin ilgili havza için daha güncel bir potansiyel değeri ortaya koyması gerekmektedir. Bu hesaplama esnasında, ana akarsu kollarına ilave olarak küçük derelerin de dikkate alınması gerekirken, ortaya çıkan havza ekonomik potansiyelinin ivedilikle hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu potansiyelin değerlendirilmesi, ulusal çıkarlarımız doğrultusunda petrol ve benzeri ithal yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması, çevre konusunda kirlilik ve dünya ölçeğinde küresel ısınma riskinin azaltılması bağlamında da önemlidir.

Mevcut projelerin kurulu güç değerleri ile üretecekleri enerji miktarları, günden güne gelişen teknoloji sayesinde, birtakım kayıpların asgariye indirilmesi ile artırılabilir. Bu bağlamda gerek ilgili kamu kuruluşlarının gerekse de özel sektör teşebbüslerinin takipçi olmaları bölge ve ülke ekonomisi açısından bir kazanç olacaktır.

İlgili hidroelektrik santral projelerinin hayata geçirilmesi konusunda, özel sektöre destek olunmalıdır. Bu yatırımların enerji bakımından dışa bağımlı Türkiye için bir fırsat olduğu unutulmamalı, ayrıca başlı başına bir istihdam yarattığı dikkate alınmalıdır.

İlgili projelerin özel sektör imkanlarıyla devreye sokulması hem inşaat hem de işletme safhasında avantaj sağlamaktadır. Aynı zamanda unutulmamalıdır ki, her iki aşamada etkili bir devlet kontrolü özellikle çevresel etkilerin takibi açısından çok büyük önem arz etmektedir.

Türkiye Avrupa Birliği'ne üye olmayı hedeflemiş bir ülkedir. Bu bağlamda enerji politikalarında, yönetsel enerji işlerinin yapılandırılmasında ve enerji ile ilgili yasal düzenlemelerde, Avrupa Birliği koşul standartları göz önüne alınmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Akdoğan, M., 2006. Enerji Kaynakları ve Doğu Karadeniz'in Hidroelektrik Potansiyel Dengesi Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Akpınar, A., 2007. Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye'nin Toplam Elektrik ve Hidroelektrik Enerji Üretim Projeksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Akpınar, A., Kömürcü, M. I., Önsoy, H. and Kaygusuz, K., 2008. Status of geothermal energy amongst Turkey's energy sources, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12, 4, 1148-1161.
- Akpınar, A., Kömürcü, M. I., Kankal, M., Özölçer, İ.H. and Kaygusuz, K., 2008. Energy situation and renewables in Turkey and environmental effects of energy use, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12 (8), 2013-2039.
- Akpınar, A., Kömürcü, M. İ. ve Kankal, M., 2011. Development of Hydropower Energy in Turkey: The Case of Çoruh River Basin, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 1201-1209.
- Altaş, M., Fikret, H. ve Çelebi, E., 1994. Türkiye Enerji Sektörünün Gelişimi ve Arz Talep Projeksiyonları (1970-2010), Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 6. Enerji Kongresi, İzmir, Türkiye.
- Altaş, M., Özkan, H. F. ve Çelebi, E., 2003. Enerji İstatistikleri, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 9. Enerji Kongresi, İstanbul, Türkiye.
- Avşar, E., 1994. Küçük Hidroelektrik Santrallerin Türkiye'deki Yeri, Önemi ve Hesaplama Esasları, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bakış, R. ve Demirbaş, A., 2004. Sustainable Development of Small Hydropower Plants (SHPs), Energy Sources, 26, 1105-1118.
- Bartle, A., 2002. Hydropower Potential and Development Activities, Energy Policy, 30, 1231-1239.
- Basmacı, E., 2004. Enerji Darboğazı ve Hidroelektrik Santrallerimiz, Devlet Su İşleri Vakfı, Ankara, 90 s.
- BP, 2010. The BP Statistical Review of World Energy 2010, British Petroleum, London, United Kingdom, 44 s. (www.bp.com/statisticalreview)
- DPT, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Devlet Planlama Teşkilatı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu, Ankara, Türkiye, 77 s.

- DSİ, 2004. Düünden Bugüne DSİ 1954-2004, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Etüt Plan Şube Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- DSİ, 2011. Türkiye'nin Hidroelektrik Santral Projeleri Listesi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. (<http://www2.dsi.gov.tr/ska/ska.htm>)
- Ediger, V. Ş. ve Kentel, E., 1999. Renewable energy potential as an alternative to fossil fuels in Turkey, Energy Conversion and Management, 40, 743-755.
- EİE, 2010. EİE Tarafından Mühendislik Hizmetleri Yürütülen Hidroelektrik Santral Projeleri, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Proje Dairesi Başkanlığı İstikşaf Şube Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Ergin, E., 2001. Türkiye'nin Enerji Kaynaklarının İncelenmesi ve Geleceğe Yönelik (2020 yılına kadar) Projeksiyonları, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Eroğlu, V., 2003. Ülkemizin Hidroelektrik Üretim Potansiyeli ve Yakın Gelecekteki Önemi, Dünya enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 9. Enerji Kongresi, İstanbul, Türkiye.
- ETKB, 2010. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara, Türkiye. (www.etkb.gov.tr)
- Fridleifsson, I. B., 2001. Geothermal Energy for The Benefit of the People, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 5, 299-312.
- Hamzaçebi, C., 2007. Forecasting of Turkey's net electricity energy consumption on sectoral bases, Energy Policy, 35, 2009-2016.
- Hepbaşlı, A., Özdamar, A. ve Özalp, N., 2001. Present Status and Potential of Renewable Energy Sources in Turkey, Energy Sources, 23, 631-648.
- Hepbaşlı, A. ve Özgener, O., 2004. Turkey's Renewable Energy Sources: Part 2. Potential and Utilization, Energy Sources, 26, 971-982.
- Kaygusuz, K., 2002. Sustainable Development of Hydropower and Biomass Energy in Turkey. Energy Conversion and Management, 43, 1099-1120.
- Kaygusuz, K. ve Kaygusuz, A., 2002. Renewable Energy and Sustainable Development in Turkey, Renewable Energy, 25, 431-453.
- Kömürcü, M. İ. ve Akpınar, A., 2009. Importance of Geothermal Energy and Its Environmental Effects in Turkey, Renewable Energy, 34, 1611-1615.
- Kömürcü, M. İ. ve Akpınar, A., 2010. Hydropower energy versus other energy sources in Turkey, Energy Sources Part B: Economics, Planning, and Policy, 5, 185-198.

- Kum, H., 2009. Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Dünya Piyasalarındaki Son Gelişmeler ve Politikalar, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33, 207-223.
- Lund, J.W., Freeston, D.H. and Boyd, T.L., 2005. Direct Application of Geothermal Energy: 2005 Worldwide Review, *Geothermics*, 34, 691-727.
- Lysen, E. H., 2003. The Status and Potential of Renewable energy Technologies.
- Oğulata, R.T., 2003. Energy Sector and Wind Energy Potential in Turkey, *Renewable & Sustainable energy Reviews*, 7, 469-484.
- OPEC, 2010. Annual Statistical Bulletin 2010. Organization of the Petroleum Exporting Countries, Vienna, Austria.
- Özgöbek, H., 2002. Hydropower Information, Country Report, Turkey. (www.hydropower.org)
- Öztürk, H.K., 2004. Present Status and Future Prospects of Hydroelectric Energy in turkey, *Energy Sources*, 26, 829-840.
- Parikka, M., 2004. Global biomass fuel resources, *Biomass & Bioenergy*, 27, 613-620.
- PİGM, 2010. Petrol İşleri Genel Müdürlüğü İstatistikleri 2009, Ankara, Türkiye. <http://www.pigm.gov.tr/istatistikler.php> 16 Mart 2011
- TEİAŞ, 2010. Türkiye Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2009. Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü, APK Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye. (<http://www.teias.gov.tr/istatistik2009/index.htm>)
- Tırıs, M., 1992. Türkiye Uzun Dönemli Enerji Planlamasında Alternatif Kaynakların Yerinin Çok Parametrelili Değerlendirme Modeli ile Belirlenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Güneş enerjisi Enstitüsü, İzmir.
- TKİ, 2009. 2009 Yılı Kömür Sektör Raporu, Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Topal, B., 1990. Türkiye Elektrik Enerjisi Talebi İstatistik Analizi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Fak., Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, İstanbul.
- TPAO, 2010. 2009 Yılı Hampetrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Ankara, Türkiye.
- Tunç, M., Çamdalı, Ü. ve Parmaksızoğlu, C., 2006. Comparison of Turkey's Electrical Energy Consumption and Production with Some European Countries and Optimization of Future Electrical Power Supply Investments in Turkey, *Energy Policy*, 34, 50-59.
- TÜREB, 2009. Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği. (<http://www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr>)

- URL 1, <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=elektrik&bn=219&hn=219&nm=384&id=386> 05.03.2011.
- URL 2, <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=hidrolik&bn=232&hn=&nm=384&id=40699> 05.03.2011.
- URL 3, <http://www.manisagaz.com.tr/Turkish/YararliBilgiler.aspx> 05.03.2011.
- URL 4, http://www.akbulutkomur.com.tr/_img/komur.jpg 05.03.2011.
- URL 5, <http://www.taek.gov.tr/bilgi-kosesi/nukleer-enerji-ve-reaktorler/82-nukleer-enerji/235-nukleer-enerji-nedir.html> 05.03.2011.
- URL 6, : <http://www.taek.gov.tr/bilgi-kosesi/nukleer-enerji-ve-reaktorler/84-nukleer-yakit-cevrimi/251-nuekleer-hammadde-uranyum-toryum.html> 05.03.2011.
- URL 7, <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/crude1.xls> 02.02.2011.
- URL 8, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/> 05.03.2011.
- URL 9, <http://www.eie.gov.tr/turkce/yek/gunes/tgunes.html> 05.03.2011.
- Uzlu, E., Akpınar, A., ve Kömürcü M. İ., 2011. Restructuring of Turkey's Electricity Market and The Share of Hydropower Energy: The Case of The Eastern Black Sea Basin, Renewable Energy, 36, 676-688.
- USİAD, 2010. Ulusal Sanayici ve İşadamları Derneği. (www.usiad.net)
- WECTNC, 2009. 2008 Türkiye Enerji Raporu, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Ankara, Türkiye.
- WNA, 2010. World Nuclear Association. (www.world-nuclear.org)
- Yavuz, O., 2007. Ordu-Samsun Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yıldız, M., 2006. Dünyada ve Türkiye'de Alternatif ve Fosil Enerji Kaynaklarının Geleceğe Yönelik Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yıldız, D., 2010. Hidroenerji, Hidroloji ve Su Kaynakları Yönetim İlişkisi, 6. Ulusal Hidroloji Kongresi, Denizli, Türkiye.
- Yumurtacı, Z. ve Asmaz, E., 2004. Electric Energy Demand of Turkey for the Year 2050, Energy Sources, 26, 1157-1164.
- Yüksek, Ö. ve Kaygusuz, K., 2006. Small Hydropower Plants as a New and Renewable Energy Source, Energy Sources, Part B: Energy, Economics and Planning, 1, 279-290.
- Yüksek, Ö., Kömürcü, M. İ., Yüksel, İ. ve Kaygusuz, K., 2006. The Role of Hydropower in Meeting Turkey's Electric Energy Demand, Energy Policy, 34, 3093-3103.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Kars’da doğmuştur. İlkokul öğrenimini sırasıyla, Aydınalan Köyü İlkokulu, Gazi İlkokulu ve 60. Yıl Cumhuriyet İlköğretim Okulu’nda, ortaokulu da 60. Yıl Cumhuriyet İlköğretim Okulu’nda bitirdikten sonra, lise öğrenimini Ümraniye Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi’nde tamamlamıştır. 2003 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nde, lisans hazırlık öğrenimine başlamıştır. Lisans öğrenimini, 2008 yılı bahar döneminde bölüm ikincisi olarak tamamlamış ve aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başlamıştır. Halen Paravani Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali İnşaatı’nda inşaat mühendisi olarak görev yapmakta ve yabancı dil olarak iyi derecede İngilizce bilmektedir.