

T.C.
KADİR HAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FİNANS-BANKACILIK DOKTORA PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ
KAYNAKLARI VE FİNANSMANI : BİR UYGULAMA

Berat ALBAYRAK

Danışman: Prof. Dr. Erişah ARICAN

İstanbul – 2011

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ VE GRAFİK LİSTESİ	v
KISALTMALAR.....	vi
ÖZET	X
ABSTRACT	vi
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM: YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINA İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE	4
1.1. Enerjinin Tanımı ve Önemi	4
1.2. Enerji Piyasalarını Etkileyen Faktörler.....	6
1.2.1. Dünya Enerji Piyasaları.....	6
1.2.2. Enerji Piyasalarının Yapısı.....	8
1.2.3. Kyoto Protokolü	8
1.3. Enerji Politikaları	11
1.3.1. Piyasalarda Şeffaflık ve Rekabet.....	11
1.3.2. Enerji Piyasalarının Serbestleşmesi.....	12
1.3.3. Piyasa Regülasyonu.....	13
1.4. Enerji Kaynakları	15
1.4.1. Yenilebilir Olmayan Enerji Kaynakları.....	16
1.4.1.1. Fosil Yakıtlar	16
1.4.1.2. Nükleer Enerji	18
1.4.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	20
1.4.2.1. Jeotermal Kaynaklar	20
1.4.2.2. Güneş Enerjisi	21
1.4.2.3. Rüzgâr Enerjisi	22
1.4.2.4. Hidroenerji.....	23
1.4.2.5. Biokütle Enerjisi.....	24
1.5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yatırımları.....	25
1.6. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında İklim, Çevre ve Ekonominin Etkisi	27
1.6.1. İklim ve Çevre	30
1.6.2. Ekonomi	32
1.7. Küresel Enerji Kaynakları Tüketimi	32
1.8. Enerji Güvenliği	41
2. BÖLÜM: DÜNYA'DA ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARININ FİNANSMANI: SEÇİLMİŞ ÜLKE ÖRNEKLERİ	48
2.1. Elektrik Enerjisi Üretimi.....	48
2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimi.....	50
2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına İlişkin Seçilmiş Ülke Örnekleri	69
2.3.1. Çin ve Hindistan Yenilenebilir Enerji Uygulamaları	69

2.3.1.1.	Yenilebilir Enerji Kaynakları	69
2.3.1.2.	Yenilenebilir Enerji Finansman Kaynakları	80
2.3.2.	Norveç Yenilenebilir Enerji Uygulamaları.....	84
2.3.2.1.	Yenilenebilir Enerji Kaynakları	84
2.3.2.2.	Yenilenebilir Enerji Finansman Kaynakları	89
2.3.3.	Avustralya Yenilenebilir Enerji Uygulamaları.....	91
2.3.3.1.	Yenilenebilir Enerji Kaynakları	91
2.3.3.2.	Yenilenebilir Enerji Finansman Kaynakları	96
2.3.4.	Türkiye Yenilenebilir Enerji Uygulamaları.....	99
2.3.4.1.	Yenilenebilir Enerji Kaynakları	99
2.3.4.2.	Yenilenebilir Enerji Finansman Kaynakları	108
2.3.5.	Türk Enerji Sektörüne İlişkin SWOT Analizi	112
3.	YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARININ FİNANSMAN YÖNTEMLERİ: BANKA VE BANKA DIŞI FİNANSAL KURULUŞLARDAN ALTERNATİFLER.....	117
3.1.	Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Finansman Kaynakları ve Teşvikler	117
3.1.1.	Finansal Kurumlar	117
3.1.1.1.	Ticari Bankalar	117
3.1.1.2.	Çok Taraflı Kurumlar	118
3.1.1.2.1.	Dünya Bankası	118
3.1.1.2.2.	Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD)	119
3.1.1.2.3.	Uluslararası Finans Kurumu (IFC)	120
3.1.1.2.4.	Çok Taraflı Yatırım Garanti Ajansı (MIGA)	121
3.1.1.3.	İhracat Kredi Ajansları	122
3.1.1.3.1.	Birleşik Devletler İhracat-İthalat Bankası	123
3.1.1.3.2.	Ekonomi Ticaret ve Sanayi Bakanlığı (Japonya).....	123
3.1.1.3.3.	Japonya Uluslararası İşbirliği Bankası.....	124
3.1.1.3.4.	İhracat Kredileri Garanti Departmanı.....	125
3.1.1.3.5.	COFACE (Compagnie Française d'Assurances Commerciale Exterieur) 125	
3.1.1.4.	Bölgesel Kalkınma Bankaları.....	126
3.1.2.	Teşvikler.....	128
3.1.2.1.	Kyoto Protokolü ve Temiz Kalkınma Mekanizması	128
3.1.2.2.	Güç Üretimi Teşvik Politikaları	131
3.1.2.3.	Ekonomik Araçlar	135
3.2.	Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Değerlendirilmesi ve Riskler	140
3.2.1.	Yatırımların Ekonomik Değerlemesi	140
3.2.2.	Yatırım Risklerinin Değerlendirilmesi	142
3.2.3.	Risk Transferi	148
3.3.	Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansman Uygulamaları	149
3.3.1.	Proje Finansmanının Avantajları ve Dezavantajları.....	149

3.3.1.1.	Proje Finansmanının Avantajları	151
3.3.1.2.	Proje Finansmanının Dezavantajları	153
3.3.2.	Proje Finansmanı İçin Gereklilikler	155
3.3.2.1.	Teknik Yapılabilirlik	155
3.3.2.2.	Ekonomik Olabilirlik	155
3.3.2.3.	Ham Maddelerin Durumu ve Kabiliyetli Yönetim	156
3.3.2.4.	Proje Finansmanının Uygunluğu	157
3.3.3.	Proje Finansmanı Kaynakları	157
3.3.3.1.	Bilanço Kaynaklarının Yapısı	158
3.3.3.2.	Kısmi Geri Dönüslü Proje Finansmanı	159
3.3.3.3.	Öz kaynak	160
3.3.3.4.	Borç Finansmanı	161
3.3.4.	Proje Finansmanında Sözleşmeler ve Teminat Yapıları	164
4.	BÖLÜM: BANKACILIK SEKTÖRÜ AÇISINDAN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ	
	YATIRIM FİNANSMANINA İLİŞKİN BİR UYGULAMA.....	171
4.1.	Yenilenebilir Enerjiden Elektrik Enerjisi Üretimi Üzerine Tasarlanan İki Fizibilite	
	Projesinin Karşılaştırılması: XYZ ve ABC Projeleri	171
4.1.1.	XYZ RES (Rüzgâr Enerjisi Santrali) Projesi	171
4.1.1.1.	Teknik Analiz	171
4.1.1.2.	Finansal Analiz	172
4.1.2.	ABC HES (Hidroelektrik Santrali) Projesi	174
4.1.2.1.	Teknik Analiz	175
4.1.2.2.	Finansal Analiz	175
4.1.3.	XYZ ve ABC Proje Karşılaştırmasının Sonuçları	178
4.2.	Bankacılık Sektörü ile Enerji Sektörü İlişisine Yönelik Amprik Uygulama.....	181
4.2.1.	Uygulamanın Amacı	181
4.2.2.	Metodoloji ve Veriler	183
4.2.2.1.	Ekonometrik Yöntem	183
4.2.2.2.	Panel Veri Modelleri	183
4.2.2.3.	VAR Modelleri	186
4.2.3.	İncelenen Dönem, Kullanılan Veri Seti ve Paket Program	187
4.2.4.	Uygulamanın Bulguları ve Genel Değerlendirme	188
4.2.4.1.	Uygulamanın Bulguları ve Genel Değerlendirme	188
4.2.4.1.	VAR Modellerinin Sonuçları	195
4.2.5.	Genel Değerlendirme	200
SONUÇ	201	
KAYNAKÇA	207	

TABLO LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1. Enerji Kaynaklarının Tüketim Oranları	17
Tablo 2. Bölgelere Göre Fosil Yakıt Rezervleri (2008).....	18
Tablo 3. Bölgelere göre Dünya Karbon Dioksit Emisyonları (1990-2025).....	31
Tablo 4. Bölgelere Göre Enerji Kaynaklarının Yıllar İtibariyle Dağılımı	37
Tablo 5. Dönemsel Olarak Enerji Kaynaklarının Değişimi (%)	38
Tablo 6. Küresel Birincil Enerji Tahminleri (2020-2100)	38
Tablo 7. Ülke Gruplarına Göre Pazarlanmış Dünya Enerji Tüketimi, 2006-2030 (Katrilyon Btu).....	40
Tablo 8. Türkiye'deki Enerji Kaynaklarının Enerji Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi .	47
Tablo 9. Bölgeler İtibariyle Dünya Elektrik Üretimi (Miktar).....	49
Tablo 10. Bölgeler İtibariyle Dünya Elektrik Üretimi (%)	49
Tablo 11. Güneş PV-Ekonomik Bakış	53
Tablo 12. Dünya Rüzgâr Pazarı	59
Tablo 13. Rüzgâr Ekonomisi.....	60
Tablo 14. Biyokütle Ekonomisi	66
Tablo 15. Yenilenebilir Enerji - Seçilmiş Göstergeler ve İlk Beş Ülke.....	68
Tablo 16. Çin'de Kırsal Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi ve Kapasite	70
Tablo 17. Çin'in Yenilenebilir Enerji Kaynak Kullanım, Hedef ve Potansiyelleri	72
Tablo 18.: Hindistan Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi ve Kapasite(%)	75
Tablo 19. Norveç'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi ve Kapasite(%).....	88
Tablo 20. Avustralya Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi ve Kapasite(%)	92
Tablo 21. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Kullanım Durumu...	101
Tablo 22. Dünya'da Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Kapasitenin Dağılımı.....	102
Tablo 23. Dünya ve Türkiye'de Hidroelektrik Enerji Potansiyeli	102
Tablo 24. Ekonomik olarak yapılabilir HES Projelerinin Durumu.....	102
Tablo 25. Bölgesel Ortalama Dalga Yoğunlukları.....	104
Tablo 26. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Kullanımına Dair Öngörü	105
Tablo 27. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında Mevcut ve Gelecekteki Durum (mtoe).....	108
Tablo 28. Türkiye'de Enerji Projelerine Destek Sağlayan Finansal Kuruluşlar	128
Tablo 29. Farklı Karbon Piyasalarındaki Karbon Fiyatları.....	130
Tablo 30. Destekleme Politikalarını Kanunlaştıran Ülke, Eyalet ve Bölgelerin Kümülatif Sayısı	133
Tablo 31. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Sağlanan Teşvikler.....	135
Tablo 32. OECD Üye Ülkelerinde Elektrik Tüketimi Üzerinden Alınan Vergiler.....	136
Tablo 33. Üçüncü Taraflara Transfer Edilebilecek Temek Riskler	148
Tablo 34. Proje Borç/Sermaye yapısı.....	163
Tablo 35. Alım-satım Sözleşme Türleri.....	166
Tablo 36. Değişken Tanımlamaları	188
Tablo 37. Elektrik Tüketimindeki Değişimin Bileşenlerini	189
Tablo 38. Elektrik Tüketimindeki Değişimin Bileşenlerini	190
Tablo 39. Elektrik Üretimindeki Değişimin Bileşenlerini	191
Tablo 40. Elektrik Üretimindeki Değişimin Bileşenlerini	192
Tablo 41. Elektrik Enerjisi Sektöründe Finansmanın Analizi:	193
Tablo 42. Elektrik Sektörüne Açılan Banka Kredilerini	194
Tablo 43. Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri	196
Tablo 44. VAR Modelinin Gecikme Sayılarının Belirlenmesi	197
Tablo 45. VAR Modeli Belirleme Testleri.....	197

ŞEKİL LİSTESİ VE GRAFİK LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1. Küresel Temiz Enerji Türleri ve Yatırımları 2009 (milyar\$)	26
Şekil 2. 2004-2009 Arası Temiz Enerjiye Yapılan 3 Aylık Toplam Mali Yatırımlar	27
Şekil 3. Birincil Enerji Tüketimi (Mtoe).....	34
Şekil 4. Türlerine Göre Birincil Enerji Yakıt Tüketimi (mtoe).....	34
Şekil 5. Türlerine Göre Birincil Enerji Yakıt Tüketiminde Ağırlıklar (%).....	35
Şekil 6. Türlerine Göre Birincil Enerji Yakıt Tüketiminde Değişim (mtoe)	35
Şekil 7. Bölgelere Göre Birincil Enerji Yakıt Tüketiminde Değişim (mtoe).....	36
Şekil 8. Bölgelere Göre Birincil Enerji Yakıt Tüketimin Oranları (%)	37
Şekil 9. Dünya Piyasaları Enerji Tüketimi, 1980-2030	39
Şekil 10. Dünya Piyasaları Enerji Tüketimi: OECD ve OECD olmayan, 1980-2030	39
Şekil 11. Dünya Elektrik Üretimi.....	48
Şekil 12. Dünya Elektrik Üretimi ve Toplam Enerji Tüketimindeki Artış, 1990-2030.....	50
Şekil 13. Güneş PV, Mevcut Dünya Kapasitesi 1995-2008	53
Şekil 14. Dünya Rüzgar Enerjisi Üretimi.....	57
Şekil 15. Biyokütle ve Atıktan-Enerji Yeni Bina (USD Milyar)	66
Şekil 16. Çin'in Hidro Enerji Üretimi (TWh/Yıl)	72
Şekil 17. Çin'in Rüzgar Enerjisi Üretimi (TWh/Yıl).....	73
Şekil 18. Çin'in Biyokütle ve Atık Enerji Üretimi (TWh/Yıl)	73
Şekil 19. Çin'in Güneş, Dalga ve Jeotermal Enerji Üretimi (TWh/Yıl).....	74
Şekil 20. Hindistan'ın Hidro Enerji Üretimi (TWh/Yıl).....	76
Şekil 21. Hindistan'ın Rüzgar Enerjisi Üretimi (TWh/Yıl).....	76
Şekil 22. Hindistan'ın Biyokütle ve Atık Enerji Üretimi (TWh/Yıl)	77
Şekil 23. Norveç'in Hidro Enerji Üretimi (TWh/Yıl)	88
Şekil 24. Norveç'in Rüzgar Enerjisi Üretimi (TWh/Yıl).....	89
Şekil 25. Avustralya'nın Rüzgar Enerjisi Üretimi (TWh/Yıl).....	95
Şekil 26. Avustralya'nın Biokütle ve Atık Enerji Üretimi (TWh/Yıl)	95
Şekil 27. Avustralya'nın Güneş, Dalga ve Jeotermal Enerji Üretimi (TWh/Yıl).....	96
Şekil 28. Yasal ve Finansal Engelle Karşılaşıldığında Rüzgar Geliştiricileri için Seçenekler	97
Şekil 29. Proje Finansmanının Temel Elementleri.....	150
Şekil 30. Etki – Tepki Fonksiyonları: Bir Standart Sapmalık Şoka Değişkenlerin Tepkileri	198
Şekil 31. Etki – Tepki Fonksiyonları: Bir Standart Sapmalık Şoka Değişkenlerin Tepkileri	199

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABARE	: Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADB	: Asia Development Bank
AFD	: Fransız Kalkınma Ajansı
AFDB	: African Development Bank
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
BDDK	: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu
BM	: Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BRIC	: Gelişmiş Dört Büyük Ülke
BTU	: British Thermal Unit
CAGR	: Compound Annual Growth Rate
CDM	: Clear Development Mechanism
CEB	: Avrupa Konseyi Kalkınma Bankası
CEE	: Consortium for Energy Efficiency
CER	: Certified Emission Reductions
CERUPT	: Certified Emission Reduction Procurement Tender
CNY	: Çin Yuanı
CO2	: Karbondioksit
COP	: Conferences of Parties – Taraflar Konferansı (BM)
ECGD	: İhracat Kredileri Garanti Departmanı
EIA	: Energy Information Administration
EIB	: European Investment Bank
EIO	: Environmental Investment Organisation

EJ	: Exajoule (1 EJ = 23.8 mtoe)
EMEA	: Europe, the Middle East and Africa
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ESCO	: Energy Services Company
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
FVA�K	: Faiz, Vergi, Amortisman/Yıpranma Payı �ncesi Kar
GEOS 5-DAS	: 5 of the Goddard Earth Observing System Data Assimilation System
GHG	: Green House Gas (Sera Gazı)
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GSY�H	: Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
GW	: Gigawatt
HES	: Hidroelektrik Santral
HFR	: Hot Fractured Rock
HSA	: Hot Deimantary Aquifers
IBRD	: International Bank of Research and Development
IDB	: International Development Bank
IEA	: International Energy Agency
IEO	: International Energy Outlook
IFC	: Uluslararası Finans Kurumu
ISDB	: Islamic Development Bank
JBIC	: Japon Uluslararası İşbirliği Bankası
KDV	: Katma Değer Vergisi
KFW	: Kreditanstalt F�r Wiederaufbau
LCOE	: Levelized Cost of Electricity
LR	: Likelihood Test
METI	: Ministry of Economy; Trade and Industry

MHP	: Micro Hydro Power
MIGA	: Multilateral Investment Guarantee Agency
MITI	: Ministry of International Trade and Industry
MTOE	: Million Tonnes of Oil Equivalent
MW	: Molecular Weight
NDF	: Nordic Development Fund
NIB	: Nordic Investment Bank
NVE	: Norwegian Water Resources And Energy Directorate
NWCC	: National Wind Coordinating Collaborative
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
PMUM	: Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi
PPA	: Power Prurchase Agreement
PPP	: Public-Private Partnerships
PV	: Photo Voltaik
RECS	: Renewable Energy Certificate System
RPS	:Yenilenebilir Portfolyo Standartları
SEC	: Securities and Exchange Commission
SHP	: Small Hydro Power
SOS	: Sera Gazı Salınım
SWOT	: Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats
TCMB	: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TGD	: Three Gorges Dam
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TWH	: Terawatt/Saat
UK	: United Kingdom
UNDP	: United Nations Development Programme

UNEP	: United Nations Environment Programme
USD	: United States Dolar
VAR	: Vector Autoregression
VEC	: Vector Error Correction
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kanunu
YES	: Yenilenebilir Enerji Santralleri

ÖZET

Enerji, genel olarak ülkelerin gelişmişlik düzeylerini gösteren önemli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere tüm dünya, ucuz ve bol enerji üretimi üzerinde durmakta ve bu nedenle enerji faktörü, bir ülkenin gelişme sürecinde kritik bir faktör olarak kabul edilmesinin yanı sıra ekonomik ve sosyal kalkınma için gerekli ana girdilerden birini oluşturarak ülkelerin refah seviyesini artırıcı rol oynamaktadır. Küresel çapta talep edilen enerjinin sağlandığı enerji kaynakları, fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yenilenebilir olmayan enerji kaynakları, tabiiatta fosil niteliğinde var olan ve tüketildikçe azalarak tekrar yenilenemeyen enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Sanayi devrimi ile beraber artan buhar gücü ihtiyacı sonucunda bu yakıtların kullanımı hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır. Daha sonraki dönemde içten yanmalı motorların kullanımına başlanması sonucunda endüstri ve çağdaş toplum için fosil yakıtlar en önemli hammadde haline gelmiştir. Fosil yakıtlar, tükenme tehlikesi altında olan ve bu nedenle sonlu kaynaklar olarak da tanımlanmaktadır. Bu tür enerji kaynakları; kömür, ham petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtları ile uranyuma bağlı nükleer enerjiyi içermektedir.

Dünya’da kullanılan enerjinin yaklaşık olarak %80’i çevre kirliliği oluşturan fosil enerji kaynakları ile karşılanmakta ve gerek yarattıkları çevre kirliliği gerekse de kıt rezervleriyle gelecekte artan enerji tüketimini yeterince karşılayamayacakları öngörülmektedir. Dolayısıyla yenilenebilir enerjiler, güneşten dünyaya yansıyan enerjinin gerek doğrudan gerekse de dolaylı olarak kullanılması sonucu ortaya çıkan ve güneş, su, biyogaz, biokütle, rüzgâr, hidrojen, jeotermal enerjisi ile deniz akıntıları gibi kaynakları kapsayan bir enerji grubudur. Bu enerji kaynakları, doğa dostu özellikleriyle yeryüzündeki artan enerji talebine alternatif birer çözüm önerisi olmaları itibarıyla dünya gündeminde giderek önem kazanmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER

Enerji, Elektrik, Yenilenebilir Enerji, Finansman, Hidro, Rüzgar, Güneş, Jeotermal

ABSTRACT

Energy is generally perceived as a measure demonstrating the degree of development of countries. The whole world, especially the developing countries emphasize cheap and abundant energy consumption. For this reason, as well as being regarded as a critical factor in the development process of countries, energy factor is also one of the major inputs necessary for economic and social development. Hence it plays a critical role in improving the welfare of countries. Sources of energy demanded globally can be divided into two categories; fossil and renewable energy sources. Non-renewable energy sources are defined as energy sources already existing in nature in fossil form which are reduced as consumed and cannot be renewed. Due to the increased steam power demand along with the industrial revolution, the consumption of these types of fuel increased substantially. In the next period, with the use of internally fired motors, fossil fuels became the most important raw material for industrial and modern societies. Fossil fuels are fuels under depletion threat and for this reason they are also defined as finite sources. These types of energy sources include fossil fuels such as coal, crude oil, natural gas as well as uranium linked nuclear energy.

Approximately 80% of energy consumption in the world is made up of fossil energy sources which create pollution and both due to the pollution they create and their deficient reserves, it is foreseen that they will not adequately meet the increased energy consumption in the future. Hence, renewable energy is created by either direct or indirect consumption of energy reflected from the sun to the world and it is a group of energy which comprises sources such as sun, water, biogas, biomass, wind, hydrogen, geothermal and sea tides. With the increased energy demand globally, due to their environmentally friendly nature, these energy sources are becoming more important in today's world as an alternative solution proposition.

KEY WORDS

Energy, Electricity, Renewable Energy, Finance, Hydro, Wind, Solar, Geothermal

GİRİŞ

Dünya’da tüm ülkelerin her geçen gün artan bir oranda ihtiyaç duyduğu enerji, genel olarak ülkelerin gelişmişlik düzeylerini gösteren önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. Özellikle sanayileşme sürecindeki gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere yeryüzündeki tüm devletler, ucuz ve bol enerji üretimi üzerinde durmakta ve bu nedenle enerji faktörü, bir ülkenin gelişme sürecinde kritik bir faktör olarak kabul edilmesinin yanısıra ekonomik ve sosyal kalkınma için gerekli ana girdilerden birini oluşturarak ülkelerin refah seviyesini arttırıcı rol oynamaktadır. Ancak bu durum sanayileşme ile beraber enerji tüketimini arttırmakta ve dolayısıyla enerji tüketim ve nihai enerji arzı, ekonomik ve sosyal kalkınmayı destekleyen en önemli faktörlerden biri olarak dikkati çekmektedir. Gerek gelişmiş ülkelerin gerekse de gelişmekte olan ülkelerin sürdürülebilir bir kalkınma için üretim ve hizmet faaliyetlerinde enerjiye duyulan talep giderek artmakta ve bu çerçevede artan talebi karşılamak amacıyla sınırlı enerji kaynaklarının etkin kullanımı ve bu kaynakların yakın gelecekte yerine geçeceği öngörülen alternatif enerji kaynakları, gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır.

Son yıllarda küresel enerji talebindeki artışa paralel biçimde birincil enerji kaynakları olarak nitelendirilen kaynakların yanında yenilenebilir enerji kaynakları da kullanılmaya başlamıştır. Artan talebe bağlı olarak özellikle petrol fiyatlarının ciddi oranda artması ve giderek artan çevre bilinci neticesinde ucuz, doğa dostu ve güvenilir kaynak arayışları tüm dünyada hızlanmıştır. Genel kabullerin aksine fosil yakıtların rezerv ömürlerinin kısılması bu kaynak arayış sürecini etkileyen sebeplerden biri olmamakta ve özellikle 1970’lerden bugüne süregelen bir çok rezerv ömrü çalışmalarında elde edilen bulgular, fosil yakıtların her geçen yıl rezerv ömür süresinin arttığını göstermektedir. Bu çerçevede yenilenebilir enerji kaynakları yukarıda belirtilmiş avantajları ile ön plana çıkmış ve bu kaynaklar içinde önemli yer tutan su, güneş ve rüzgar gibi kaynağı tükenmeyen enerji kaynakları olarak sınıflandırılmıştır. Günümüzde bu kaynaklara ek olarak nükleer enerji de önemli bir yer tutmaya başlamış ve yenilenebilir enerji kaynakları içinde kabul edilmiştir.

Küresel çapta talep edilen enerjinin sağlandığı enerji kaynakları, fosil (yenilenemeyen) ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu çerçevede yeryüzünde kullanılan enerjinin yaklaşık olarak %80’i çevre kirliliği oluşturan fosil enerji kaynakları ile karşılanmakta ve gerek yarattıkları çevre kirliliği gerekse de kıt rezervleriyle gelecekte artan

enerji tüketimini yeterince karşılayamayacakları öngörülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı, artan enerji talebine bağlı olarak günümüzde, yenilenebilir enerji aracılığıyla elektrik üretimi süreçleri ve bu süreçlerin finansmanını sağlayacak yatırım projelerinin banka ve banka dışı finansal kaynaklarla finanse edilmesinin önemini tartışmak ve son bölümdeki örnek uygulama ile söz konusu bu önemi irdelemektir. Öyle ki, küreselleşen dünya coğrafyasında, özellikle reel sektör ile finansal piyasalar arasındaki ilişkilerin daha da gelişmesi, diğer gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de söz konusu değişime uyum çabalarını beraberinde getirmiştir. Bu hususta, yabancı sermayenin önündeki engellerin kaldırılması, özellikle yabancı bankaların Türk Bankacılık sektörüne doğru açılmasına neden olan en önemli etkenlerden biri olmuştur. Bu doğrultuda yerli ve yabancı bir çok bankanın enerji sektörüne yönelmeleri ile enerji yatırımlarını finanse etme faaliyetleri hayata geçmeye başlamıştır. Nitekim Türkiye’de son yıllarda ciddi oranda artan büyüme hızına bağlı olarak, önümüzdeki 10 yıl boyunca enerji tüketiminde de önemli bir artış yaşanacaktır. Tahminler bu süre zarfında mevcut kapasite (yaklaşık 42.000 MW) kadar yatırım ihtiyacı olduğu yönündedir. Dolayısıyla, ülkemiz gibi enerji ithal eden ülkelerin, enerji yatırımlarına olan artan ihtiyacı doğrultusunda yenilenebilir enerji yatırımlarının önemi de giderek artmaktadır.

Yenilenebilir enerji önemi çerçevesinde hazırlanan bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitleri, finansman kaynakları, ülke örnekleri, Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları ve durumları, yenilenebilir enerji kaynakları finansmanı çeşitleri ile yenilenebilir enerji projeleri örnekleri ve bunların finans modelleriyle ilgili öneriler yapılmıştır. Ayrıca seçilmiş yenilenebilir hidro ve rüzgar enerjisi proje örnekleri ile bankacılık sektörü ve enerji sektörünün ilişkisine yönelik ampirik bir uygulama ortaya konulmuştur.

Bu açıdan irdelendiğinde bu çalışma, son dönemde ülkemizde ve bölgemizdeki gelişmeye paralel olarak doğan zaruri ihtiyaçlardan enerji konusunun yenilenebilir kısmında genel bir bakış açısı ortaya koymayı amaçlamış, hem yatırımcı hem de araştırmacı nezdinde konunun önemi bilgi ve örneklerle vurgulanmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda oluşacak gelişimin önünde önemli katkısı olması muhtemel yenilenebilir enerji konusuna ve bu minvaldeki tartışmalara olabildiğince objektif bir katkı sağlanabilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla hazırlanan çalışma, dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde yenilenebilir enerji yatırımlarına ilişkin kavramsal çerçeve başlığı altında enerjinin tanımı ve önemi işlenmiş, ardından enerji kaynakları iki ana başlık altında ayrıntılı bir şekilde ele

alınmıştır. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarındaki iklim, çevre ve ekonomi etkilerinin üzerinde durularak enerji kaynaklarının tüketimi ve enerji arz güvenliği ayrıntılı bir şekilde irdelenmiştir.

İkinci bölümde, dünyada elektrik enerjisi üretimi ve elektiriğin üretilbileceği yenilenebilir enerji kaynakları ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin seçilmiş ülke örnekleri ile ülkelerin bu enerji kaynaklarına ilişkin bakış açıları ve yatırım tercihleri üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölümde ise tezin ana konusu ile uyumlu olarak Türkiye’de elektrik enerjisi üretimi ve yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanı ve finans yöntemleri üzerinde durulmuştur. Bu bölümde yenilenebilir enerji yatırımlarının finansman kaynakları açıklanarak gerek ulusal gerekse de uluslararası finans kuruluşları tarafından sağlanan destekler ve teşvikler ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Çalışmanın son bölümü olan dördüncü bölüm de örnek bir uygulama niteliğinde olup yenilenebilir enerji kaynaklarına bağlı bir adet hidro elektrik, bir adet rüzgar elektrik üretimi fizibilitesi incelenmiş ve ayrıca bankacılık sektörü ile enerji sektörü arasındaki ilişkisiye yönelik ampirik bir uygulama ortaya konulmuştur. Bu kapsamda Türkiye’deki mevcut ekonomik potansiyel çerçevesinde, yenilenebilir enerji ve bu noktadaki yatırımlar konusuna rasyonel tespit ve yaklaşımlarla bakılmış, bu bağlamda yatırımcı gözüyle gerçekçi bir bakış açısı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

1. BÖLÜM: YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINA İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Enerjinin Tanımı ve Önemi

Günümüzde küresel olarak tüm ülkelerin ihtiyaç duyduğu enerji, tam anlamıyla geçerlilik kazanmış bir ölçüt olmamakla beraber, ülkelerin gelişmişlik düzeylerini gösteren önemli bir kriterdir. Özellikle sanayileşme yolunda ucuz, bol ve temiz enerji ihtiyacı içindeki ülkeler, enerji üretiminin üzerinde hassasiyetle durmaktadır. Bu bağlamda, bir sistemin iş yapabilme yeteneği ya da “yaratılan güç” olarak tanımlanmaktadır. Enerji kelimesi, eski Yunan dilindeki $\epsilon\nu$ = aktif ve $\epsilon\rho\gamma\omicron\nu$ = iş kelimelerinden meydana gelmiş ve bu nedenle “işe dönüştürülebilir” anlamında bir kavram olduğu söylenebilmektedir¹. Bu tanımlamalar ışığında enerji kısaca iş yapabilme yeteneği olarak ifade edilmektedir. Endüstriyel anlamda toplumunun refahını arttırma amacıyla enerji, ilgili mühendislik kollarının tümünün ilgisini çeken önemli bir kavram olarak nitelendirilmektedir.

İktisadi olarak ülke ekonomilerinin büyüklükleri, nihai olarak üretilen ürünün miktarı ile ölçülmektedir. Buna göre iktisat kuramı doğrultusunda, üretim faktörlerinin mal ve hizmet üretim sürecine yönlendirilmesi sonucunda, çıktı olarak nitelendirilen ürünü ortaya çıkarmaktadır. İktisadi olarak bu üretim sürecindeki enerji girdisinin önemi son zamanlara kadar görmezden gelinen bir husus olmuştur². Oysaki enerji, bir ülkenin gelişme sürecinde kritik bir element olarak kabul edilmektedir. Enerji, ekonomik ve sosyal kalkınma için gerekli olan ana girdilerden birini meydana getirmekte ve artan nüfus, şehirleşme, teknolojinin yayılması, refahın yükselmesi ile birlikte enerji tüketimi de artmaktadır. Enerji tüketimi ve nihai enerji arzı, ekonomik ve sosyal kalkınmayı destekleyen sürdürülebilir gelişme yaklaşımı ile birlikte minimum seviyede maliyet ve bunun minimum seviyede doğa üzerindeki yıkıcı etkisi ana hedeflerdir³.

XXI. yüzyılın en çok konuşulan kavramlarından birini oluşturan küreselleşme, toplumsal ilişkilerin dünya ölçeğinde yoğunlaşmasıyla ortaya çıkan bir zaman-mekân yakınlaşmasını nitelemektedir. Günümüz ekonomilerinde küresel ağın sürekliliği büyük ölçüde ekonomi ile sağlanmaktadır. Bu nedenle küreselleşme XXI. yüzyılın en önemli

¹ Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese, **Renewable Energy: Technology, Economics and Environment**, New York: Springer Berlin Heidelberg, 2007, s.2.

² Ahmet Yağmur Ersoy, “Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi”, **Akademik Barış Dergisi**, İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Celallabat Kırgızistan, 2010, s.2.

³ Ç.B. Bezir, Öztürk M ve Özek N., “Renewable Energy Market Conditions and Barriers in Turkey”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 13, 2009, s. 1428.

konularından birini oluşturmakta ve yıllık üretim-tüketim miktarları ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren temel ölçülerden biri olarak kabul edilmektedir. Gelişmişlik, ancak sürdürülebilir kalkınmanın gereksinimi olan enerjinin, zamanında, yeterli miktar ve kalitede, güvenilir, ekonomik şartlarda ve çevresel etkiler göz önüne alınarak temin edilmesiyle mümkün olmaktadır. Gerek gelişmiş gerekse gelişmekte olan ülkelerin artan nüfusları, üretim ve hizmet faaliyetlerinde ihtiyaç duyduğu enerjiye olan talepleri hızla artmaktadır. Artan talebi karşılamak için sınırlı enerji kaynakları büyük hızla tüketilmektedir. Bununla birlikte petrol, kömür ve doğal gaz gibi sınırlı enerji kaynaklarının yerine geçecek alternatif enerji kaynakları da bugün tespit edilen rezervleriyle yeterli değildir⁴.

Geleneksel ekonomilerin önemini anlamakta ağır kalmalarına rağmen, modern sanayi ekonomileri hayati derecede enerjiye bağımlıdır. Sanayileşen ekonomilerin OECD ülkelerinde kişi başına düşen enerji seviyesine yaklaşımları durumunda daha fazla küresel enerji kullanımı kaçınılmaz olmaktadır⁵.

İnsanların hayati gereksinimlerinin giderilmesi, ekonomik ve beşeri gelişimin sürdürülebilir hale getirilmesinde önem arz eden enerji; sanayi, konut ve ulaştırma gibi sektörlerin en temel hammaddesidir. Buna karşılık enerji; insan hayatı için bu kadar önem arz etmesine rağmen çeşitli nedenlerden ötürü de çevrenin kirlenmesine sebep olmaktadır. Gerek çevrim gerek taşınım ve gerekse de tüketim aşamalarında meydana gelen bu olumsuz etki, nüfus artışının ve sanayinin gelişmesinin doğrultusunda etkisini arttırmaktadır⁶. Bu yapısıyla sadece ülke içi değil, sınırötesine de ulaşan bu durum, ekolojik denge üzerinde ciddi bir tehdit yaratmaktadır ve yenilebilir enerji kaynaklarını daha da önemli hale getirmektedir.

Dolayısıyla günümüzde enerji konusunda ön plana çıkan iki önemli sorundan ilki, global iklim değişikliğine sebep olan fosil yakıtların etkin olmayan kullanımı, diğeri ise ülkeler arası çatışmalara yol açan enerji temini sorunudur. Dünya nüfusu ile birlikte bu nüfusun daha sağlıklı, daha iyi yaşam koşulları için arzuları büyüdükçe, devamlı, temiz ve doğa açısından sürdürülebilir birincil enerji üretim gereksinimleri giderek artan bir eğilim göstermektedir. Ortalama tahminler, talebin bugün 12 TW'dan, (ki bunun %85'i fosil yakıtlardan oluşmaktadır) yüzyılın ortasına kadar 45 TW'nun üstüne çıkmasını

⁴ G. Akbulut, "Küresel Değişimler Bağlamında Dünya Enerji Kaynakları, Sorunlar ve Türkiye", **C.Ü Sosyal Bilimsel Dergisi**, Cilt:2, No:1, 2008, ss.117-137.

⁵ P. Moriarty ve D. Honnery, "What Energy Levels Can the Earth Sustain?", **Energy Policy**, 37, 2009, s.2470. ss.2469-2474

⁶ TC. Çevre ve Orman Bakanlığı, **Çevre Atlası**, Ankara, 2004, s.181.

beklemektedir. Dünya'nın azalan enerji kaynakları ve yetersiz enerji altyapısı bu kadar büyük bir talebin karşılanabilmesinden kuşku duymak için birçok sebep ortaya koymaktadır⁷.

Enerji ihtiyaçlarındaki eğilimler üzerinde yapılan birçok tahmin, yoğun nüfusa sahip Çin gibi gelişmekte olan ekonomilerden sanayi tipi ekonomilere ilerleyen belirli ülkelerde enerji talebinin artması ve mevcut enerji modellemesi üzerine bir baskı ortaya çıkmasının muhtemel olduğunu göstermektedir. Bir tarafta bu bağımlılığa diğer tarafta mevcut modelin eleştirilmesine karşı, Avrupa Birliği de bu alanda aktif bir rol oynamaktadır⁸. Kazakistan, Azerbaycan ve Türkmenistan'ın yataklarında oldukça fazla petrol ve doğal gaz rezervi bulunmaktadır. Bugün, bu ülkelerdeki kaynaklar Türkiye ve Ege denizinden geçen yeni bir boru hattı ile Avrupa'ya bağlanmıştır. Bu, Türkiye'nin stratejik öneme sahip Avrasya olarak adlandırılan bölgede önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir. Türkiye Batı enerji politikaları üzerinde ciddi boyutta bir öneme sahip olmaya başlamıştır. Çünkü Türkiye Avrasya dünyası ve stratejik enerji ulaşım yollarının merkezinde bulunmaktadır. Böylece Türk enerji politikası, Avrasya'da bulunan tedarikçilerle Avrupa'da bulunan tüketiciler arasındaki tüm enerji ticaretinde hayati derecede önemli bir rol oynamaya başlamıştır.

1.2. Enerji Piyasalarını Etkileyen Faktörler

1.2.1. Dünya Enerji Piyasaları

Son yıllarda Çin, Brezilya, Rusya ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerde kaydedilen yüksek orandaki endüstriyel gelişime rağmen, bu sanayileşmenin gerektirdiği enerji ihtiyacını karşılayacak fosil yakıt kaynaklarındaki nitel ve nicel kıtlık, global enerji piyasalarının önemini giderek arttırmaktadır. Bu önem, çeşitli başlıklar altında toplanabilecek farklı sıkıntılar paralelinde her ülke için farklı bir gündem maddesini oluşturmaktadır.

Buna göre, Dünya enerji piyasalarındaki gidişatı etkileyen en önemli unsurlar şunlardır:

- Kaynak arzı tarafındaki politik kararlar,
- Teknik alandaki başarısızlıklar,
- Olağandışı hava değişiklikleri

⁷ W.Udo Schröder, "Energy Realpolitik: Towards a Sustainable Energy Strategy", **UR-NCUR**, 07-016, 2007, s.1.

⁸ L.J. Migueza, Lopez-Gonzalez, L.M., Sala, J.M., Porteiro, J., Granada, E., Moran, J.C., Juarez, M.C., "Review of Compliance With EU-2010 Targets on Renewable Energy in Galicia (Spain)", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 10, 2020, s.225.

- Beklenmedik şekilde kaydedilen ekonomik büyüme oranları.

Petrol üreten ülkeler, politik belirsizlik şartları altında kendilerine en çok fayda sağlayacak ve mevcut ekonomik büyümelerini sürdürülebilir kılacak politikalar gütmeyi hedeflemektedirler. Bu ülkelerde en nihai amaç, kişi başına GSMH'lerini maksimize edecek şekilde petrol arzını azaltma ve böylece üretimi düşürerek petrol fiyatlarını yükseltme eğilimi içinde olmaları olasıdır. Bu durum dünya enerji piyasalarında, ülkelerin karşılaştığı en önemli problem olarak görülmektedir.

Maliyet artışına neden olan arz kısıtlamalarına ek olarak fosil kaynakların genel yapısı da dünya enerji piyasalarını etkileyen önemli bir sorundur. Öyle ki fosil kaynaklara bakıldığında öncelikli olarak dünya, gerek kömür gerek petrol ve gerekse de doğal gaz rezervleri bakımından sınırlı bir kapasiteye sahiptir. Bu temel sıkıntının yanında teknik, operasyonel ve değişen doğa şartlarına bağlı birçok risk de bu kaynaklardan elde edilen verimi tehlike altına sokmaktadır.

Söz gelimi doğal gaz piyasasının hava şartlarına karşı doğrudan etki altında olduğu bilinmektedir. Ayrıca günümüzde doğal gaz arz eden ülkeler giderek artan enerji güçleri ile dünya güvenliği açısından bir tehlike arz etmektedirler. Bunun yanında kömür kaynakları diğer fosil kaynaklara göre ülkeler genelinde daha orantılı bir şekilde dağıldıklarından doğal gaz piyasasındaki gibi tekel bir piyasa söz konusu değildir. Böylece daha rekabetçi ve nispeten daha az riskli bir piyasa meydana gelmekte ve uluslar arası ticarete imkân vermektedir. Nükleer enerji kaynakları irdelendiğinde ise daha farklı bir yapı söz konusudur. Genel olarak temiz bir enerji kaynağı olan uranyum, iyi amaçlar dışında saldırgan stratejiler için kötü bir silah niteliğinde olduğundan, mevcut risklere ek olarak bir de güvenlik riskini içerisinde barındırmaktadır. Bu yapısı itibariyle çeşitli kısıtlamalara tabii olan uranyum ticareti nedeniyle uluslar arası enerji piyasalarında çok işlerlik kazanamayan doğal bir kaynak olarak görülmektedir.

Bu noktada gerek gaz ve petrol gerekse de uranyum piyasalarındaki kısıtlamalar, sanayileşme sürecinin hızla devam ettiği günümüzde, ülkelerin önündeki en önemli problem olarak görülmektedir. Böylece dünya enerji piyasaları açısından kısıtlı bir kaynak olmayan ve herhangi bir kısıtlamaya da tabii olmayan çevre dostu yenilenebilir enerji kaynakları giderek önem ve değer kazanmaktadır. AB'de 2010 yılı itibariyle toplam enerjinin yüzde 12'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması sağlanması öngörülmüş ve bu kaynaklarla toplam elektrik tüketiminin %22'sinin karşılanması hedeflenmiştir⁹.

⁹ Nurel Kılıç, "Yenilenebilir Eneji Kaynakları", **İzmir Ticaret Odası Ar&Ge Bülteni 2008**, s.37.

1.2.2. Enerji Piyasalarının Yapısı

Enerji piyasalarının rekabetçi yapıları, bu gibi piyasalardan sağlanan verimi etkilemesi açısından çeşitli açılardan önem teşkil etmektedir. Bu rekabet seviyesi, piyasadaki girişimcilerin yatırım yapma hevesini ve kapasitesini doğrudan etkilemektedir. Rekabet seviyesi ayrıca fiyat sinyallerine tepki verme ihtiyacını etkilemektedir. Özellikle yoğun olarak regüle edilen ve rekabetin az olduğu piyasalarda, daha büyük limitlere izin verilmekte ve bu durum, enerji fiyatlarının girdi fiyatlarındaki değişime duyarlı olmasına engel olmaktadır. Bu noktada regülasyonların nispeten daha düşük olduğu piyasalarda tüketicilere dönük fırsatlar doğmakta ve yatırımlar üzerinde gerek verimlilik gerekse de maliyet avantajı açısından fayda sağlanmaktadır. Piyasanın rekabet seviyesinin yükselmesi neticesinde, firmaların hizmet kalitesi ve düşük maliyetli verimlilikleri artacak ve dolayısıyla yatırım teşvikleri de çoğalacaktır¹⁰.

Enerji piyasalarında gerçekleştirilen deregülasyon(serbestleştirme) çalışmalarının diğer birçok endüstri kolundaki deregülasyonlara(serbestleştirmelere) göre çok daha fazla olumlu etki oluşturduğu bilinmektedir. Bu nokta deregülasyon(serbestleştirme) süreciyle beraber merkezci piyasa yapısından daha rekabetçi bir piyasaya doğru geçişin önemli etkisi, öne sürülebilir nitelik arz etmektedir.

1.2.3. Kyoto Protokolü

Sera gazı emisyonları konusunda son iki yüzyıldır, gerek gelişmiş gerekse de gelişmekte olan ülkeler, küresel ısınmaya neden olan daha duyarlı hale gelmiştir. Yapılan araştırmalar neticesinde küresel ısınmaya daha fazla sebep olduğu ortaya çıkan zengin ülkelerin dünya kamuoyu tarafından daha fazla rol üstlenmeleri istenmektedir. Ancak bu noktada birçok gelişmiş ülke de bir takım gelişmekte olan ülkelerin de en az kendileri kadar çevreye zarar verdiklerini iddia etmektedirler. Öyle ki Endonezya, Hindistan ve Brezilya gibi gelişmekte olan ülkeler de gelişmiş zengin ülkelerin seviyesinde sera gazı emisyonu üretmekte ve bu olumsuz durum, zengin ülkelere yapılan emisyon azaltışlarını değersiz kılacak şekilde gelişimine devam etmektedir. Bu noktada ABD gibi sanayileşmiş ülkelerdeki çevreye duyarlı eylem planlarının gelişmekte olan ülkelere yeterince başarıya ulaşamayacağı düşüncesi genel kanı olarak göze çarpmaktadır¹¹.

¹⁰ ECB, **Occasional Paper No:113**, 2010, s.25.

¹¹ Osman Z. Orhan ve diğerleri, “Çatışma Riskinin Ekonomik Analizi”, **Beykent Üniversitesi Stratejik Araştırmalar Dergisi** 1 (4), 2009, s. 51.

Sera gazı emisyonlarını azaltmak için alınacak küresel önlemler hususunda gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkeler arasındaki uçurumu azaltmak amacıyla ortak bir anlaşma zemini arayışlarına başlanmış ve neticesinde Kyoto Protokolü adı altında bir anlaşma imzalanarak bu alanda ilk adımlar atılmıştır. Bu anlaşmanın temel prensibi, gelişmiş kesimdeki ülkelerin sera gazı emisyonlarının azaltılması hususunda daha fazla fatura ödemesi ve bunun karşılığında ise gelişmekte olan kesimde de yeni inşa edilecek sanayi yatırımlarında daha az çevreyi kirleten ve verimliliği arttıran yöntemlerin uygulanması esasına dayanmaktadır. Böylece ortak bir zeminde buluşması ile başta karbondioksit olmak üzere tüm sera gazlarının çevreye verdiği zararların dizginlenmesi amaçlanmıştır.

Bu belirtilen prensip doğrultusunda Kyoto Protokolü, 1992'de Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde gerçekleştirilen Dünya Zirvesi'nde mutabık kalınan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (BMİDÇS) bir eki olarak imzalanmıştır¹². 1994 yılında hayata geçirilen bu sözleşmeyle 50 ülke, ortak ancak farklılaştırılmış sorumluluk çerçevesinde ulusal ve bölgesel farklılıkları gözetecek şekilde sera gazı emisyonlarının minimize edilmesi hususunda ortak yükümlülükleri üstlenmişlerdir. Böylece Protokol, çevreyi koruma bilincinin güdümünde sanayileşmiş ülkelere bir takım bağlayıcı hedefleri ortaya koymuştur.

Bu anlaşmaya göre BMİDÇS üyesi ülkeler Protokol'e taraf olabilirken üye olmayan ülkelerin taraf olabilme imkânları söz konusu olamamaktadır. Bununla birlikte, BMİDÇS gözlemcisi ülkelerin Protokol'e taraf olma zorunlulukları bulunmamaktadır. ABD, BMİDÇS üyesi olan ancak Protokol'ü onaylamayacağını net bir şekilde ifade eden tek ülkedir. Bunun yanı sıra; Afganistan, Andorra, Brunei, Çad, Filistin, Irak, Sahra Arap Demokratik Cum., San Marino, Somali, Tayvan, Vatikan gibi ülkeler de Protokol'e taraf olma konusunda kararsız kalmışlardır.

Yukarıda da ifade edildiği gibi BMİDÇS, teşvik edici uygulamaları öngörürken Kyoto Protokolü, zorlayıcı yaptırımları kapsamaktadır. Bu hususta daha somut adımların atılabilmesi için daha sonra Kyoto'da buluşan BM ülkeleri, özellikle 2008-2012 yılları arasındaki GHG (sera gazı) emisyonlarının 1990'a nazaran ortalama olarak %5 indirilmesini kararlaştırmışlardır¹³. Buna göre uluslararası bir geçerliliğin sağlanabilmesi için ilk şart, küresel GHG emisyonunun %55'ine isabet eden kısmının en az 55 ülke tarafından bir yükümlülük olarak ortadan kaldırılmasıdır.

¹² Jason Shogren, **The Benefits and Costs of The Kyoto Protocol**, Washington DC: American Enterprise Institute for Public Policy Research, 1999, s.4.

¹³ Michael Grubb, Christiaan Vrolijk ve Duncan Brack, **The Kyoto Protocol: A Guide and Assessment**, Massachusetts, Earthscan Pub., 1999, s.116.

Türkiye 1992 yılında imzaya açılan BMİDÇS'nin orijinal metninde hem Ek-1 (tarihsel sorumluluk), hem de Ek-2(maddi sorumluluk) listesinde yer almıştır. Türkiye 1995 yılında gerçekleştirilen COP 1'den 2000 yılında gerçekleştirilen COP 6'ya kadar geçen sürede OECD üyesi olmakla birlikte gelişmiş değil, gelişmekte olan bir ülke olması nedeniyle BMİDÇS'nin Ek'lerinden çıkmak için girişimlerde bulunmuş ancak bunu başaramamıştır. 2000 yılında tutum değişikliği yapılarak Türkiye Ek II'den çıkarılmış ve Ek I'de özel statüyle yer alınmasına ilişkin öneri sunulmuştur. 29 Ekim-6 Kasım 2001 tarihlerinde Fas'ın Marakeş kentinde yapılan 7. Taraflar Konferansı'nda (COP 7) Türkiye'nin Ek II'den çıkararak özel koşulları tanınmış Ek I ülkesi olarak BMİDÇS'ye taraf olma isteği kabul edilmiştir. 24 Mayıs 2004 tarihinde de Türkiye resmen sözleşmeye katılan 189. taraf olmuştur.

Kyoto Protokolünün yürürlüğe girdiği 2005 yılından itibaren COP toplantıları kapsamında Kyoto Protokolü'nü kabul etmiş tarafların da toplantıları düzenlenmeye başlamıştır(Parties to Protocol, MOP). Türkiye protokole taraf olmadığı için bu toplantılara katılamamıştır. 2007 yılındaki Bali Yol Haritası ile birlikte 2012 sonrası süreci belirleme çalışmaları başladığından, Türkiye'nin de masada yer alarak söz sahibi olabilmesi için "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine (BMİDÇS) yönelik Kyoto Protokolüne Katılmamızın Uygun Bulduğuna Dair Kanun Tasarısı" 05 Şubat 2009 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi Genel Kurulunda kabul edilmiştir. Söz konusu 5836 sayılı Kanun 17.02.2009 tarih ve 27144 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. Türkiye'nin Kyoto Protokolüne taraf oluşunu bildiren "Katılım Belgesi" ilgili Bakanlar Kurulu Kararının 13 Mayıs 2009 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanmasını müteakip, 28 Mayıs 2009 tarihinde söz konusu Protokol'ün depositeri BM Genel Sekreteri'ne tevdi edilmiştir. Türkiye, Kyoto Protokolü'nün 25inci maddesi uyarınca "Katılım Belgesi"nin tevdi tarihini izleyen doksanıncı gün olan 26 Ağustos 2009 tarihinde Protokole resmen taraf olmuştur¹⁴.

Türkiye'nin iklim değişikliği müzakereleri kapsamındaki konumu aşağıdaki biçimde özetlenebilir.

1. Türkiye Ek-I ülkesidir. Ancak, 2001 yılında Marakeş'te gerçekleştirilen 7. Taraflar Konferansı'nda (COP 7), BMİDÇS altında Türkiye'ye ilişkin olarak alınan 26/CP.7

¹⁴http://www.dsi.gov.tr/iklim/sozlesmeler/cerceve_sozlesme_kyoto/iklim_degisikligi_cerceve_sozlesmesi_ve_turkiye.pdf, erişim tarihi: 07.11.2010.

numaralı karar ile, “sözleşmenin Ek-I listesinde yer alan diğer taraflardan farklı bir konumda olan Türkiye’nin özel koşullarının tanınarak, isminin EKI’de kalarak EK-II’den silinmesi” yönünde karar alınmıştır.

2. Türkiye Kyoto Protokolüne taraftır. Ancak Ek-B dışı bir ülkedir (salım sınırlandırma veya azaltım taahhüdü yoktur).

3. Türkiye OECD üyesi bir ülkedir.

4. Türkiye G20 üyesidir.

5. AB üyeliğine aday bir ülkedir.

1.3. Enerji Politikaları

Enerji politikaları, gerek enerjinin küresel etkileri nedeniyle gerekse de gelecekle ilgili beklenti ve kaygılar sebebiyle dünya açısından özel bir önem ifade etmektedir. Enerji politikalarıyla küresel çapta rekabet gücü, enerji güvenliği ve çevreye duyarlı yaklaşımlar arasında bir denge kurarak enerji kaynaklarının payını arttırılması hedeflenmektedir. Giderek globalleşen ve ekonomik olarak entegre olan ülkelerde ortaya çıkan karşılıklı bağımlılık ve çevresel faktörler, uluslararası düzeydeki enerji politikalarını da değiştirmiştir.

1.3.1. Piyasalarda Şeffaflık ve Rekabet

Rekabetin etkin bir şekilde teminiyle beraber arz ve talebin pazar koşullarında serbest bir şekilde buluşması ve sınırlı kaynaklarının en etkin dağılımı ile verimli kullanımı temin edilmektedir. Buna ek olarak, rekabetin hizmetlerin uygun maliyette ve yüksek kalitede sunumunda, teknolojik gelişimin teşvikinde dolayısıyla ekonomik gelişme ve kalkınmada önemli bir rol oynadığı bilinmektedir¹⁵. Bu doğrultuda, piyasa ekonomisi modelini tercih eden ülkelerde ekonomik faaliyetleri bırakıp piyasaları düzenleyici bir görev üstlenen devlet, mal ve hizmet piyasalarında piyasa ekonomisinin temel dayanağı olan etkin rekabeti sağlamakla yükümlüdür.

Etkin bir rekabet piyasası için şeffaflık ise işleyebilir bir rekabet piyasasının temel koşullarından birisidir¹⁶. Öyle ki gerek piyasa mekanizmasının etkin işleyişi gerekse de mevcut rekabet koşullarının sürdürülebilir kılınabilmesi için şeffaflık kavramı çok önem arz etmektedir. Tanım olarak ekonomik aktörlerin rasyonel kararlar alabilmeleri için piyasa bilgilerine kolayca ulaşılabilmesini ifade eden şeffaflık, aynı zamanda rekabet otoritelerinin

¹⁵ Rekabet Kurumu, **Rekabet El Kitabı**, Yayın No:238, 2.b., Ankara, 2003, s.10.

¹⁶ <http://www.rekabet.gov.tr/index.php?Sayfa=sayfahtml&Id=556>, erişim tarihi: 25.06.2008.

piyasalarda rekabet süreçlerini izleyebilmesine ve rekabet düzeyini tespit edebilmesine imkân veren bilgi serbestliğini ifade etmektedir. Piyasa işleyişinde anlamlı ve geçerli bir kavram olarak nitelendirilen şeffaflık için en gerekli unsur ise tüm mal ve hizmetlerin ve üretim faktörlerinin fiyatların ve miktarlarının herkes tarafından bilinebilmesidir. Bu durumda piyasadaki maliyetlerin ve karların hesaplanabilmesi mümkün olmaktadır.

AB bünyesinde özellikle enerji sektöründe elektrik ve doğal gaz ticaretinin serbestçe yapılmasının sağlanması amacıyla bir takım kanunlar çıkarılmıştır. Bu çıkan kanunların temel hedefi enerji kaynaklarının yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyi kirletmeden kullanılmasını sağlamak ve etkin rekabet ortamında faaliyette bulunan, mali yapıları güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir enerji piyasasının oluşturulmasıdır. Ayrıca bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanarak sürdürülebilir rekabet ve şeffaflık ortamının teminidir¹⁷. böylece bir emtia olarak kabul edilen enerji kaynakları; dağıtım, depolama gibi faaliyetlerdeki haksız ve tekelci rekabetin önlemesi açısından güven altına alınmıştır.

Çıkarılan bu kanunlara rağmen 2001 yılında yaşanan ekonomik kriz enerji piyasalarını olumsuz etkilemiş ancak devletin bu piyasalara müdahale etme olanağı fiili olarak devam etmiştir. 2003'ten sonraki dönemde ise küresel ölçekte artan enerji ve petrol fiyatları karşısında elindeki kamusal arz fazlası emtianın fazla olmasıyla müdahale gücü fazlalaşmış devletler, suni olarak bu fiyatların düşük tutulmasını sağlamıştır. Bu durum kanunen öngörülen rekabetçi enerji piyasasını ortadan kaldırmış ve bu konuda rekabeti temin etmekle yükümlü devlet kurumlarını devre dışı bırakmıştır. Bu dönemde artan enerji fiyatları, uygulanan yüksek vergiler ve devlet müdahaleleri ile bastırılan yerel enerji fiyatları özel teşebbüsleri etkileyerek bu alandaki yatırımların hız kesmesine neden olmuştur.

1.3.2. Enerji Piyasalarının Serbestleşmesi

Tanım olarak serbestleşme, 1980'li yıllardan 1990'lı yıllara kadar uzanan dönemde uluslararası ekonomik sistemde oluşan yeniden yapılanmanın bir sonucu olarak önem kazanan ve küreselleşmenin ekonomik boyutunun bir kolu olan finansal küreselleşmenin güdümünde sınırların ortadan kalkması, finans piyasalarının sınırlamalardan arındırılması ve uluslararası rekabete açılmasıdır¹⁸. Böylece piyasaların konvertibil olması sağlanmış, kurlar dalgalanmaya bırakılarak uluslararası sermaye akımlarının artması hedeflenmiştir. Bu dönemde ülkeler,

¹⁷ <http://www.enerjivadisi.com/n.php?n=demkrasi-ongorulebilirlik-seffalik-kamu-hizmeti-ve-enerji-sektoru---2010-01-12>, erişim tarihi: 25.06.2008.

¹⁸ Bülent Güloğlu ve A. Ender. Altunoğlu, "Finansal Serbestleşme Politikaları ve Finansal Krizler: Latin Amerika, Meksika, Asya ve Türkiye Krizleri", *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, No:27, Ekim 2002, İstanbul, s.3.

ekonomik sistemlerini serbestleştirmek amacıyla çeşitli reformlara imza atmışlardır. Özellikle faiz oranlarının serbest bırakılarak kredi tavanlarının kaldırılması, mevduat munzam karşılık oranlarının indirilmesi bazen de kaldırılması, bankacılık sektörünün tüm dünya vatandaşlarına açılması, sermaye hareketlerinin serbestleştirilmesi olarak ifade edilmektedir¹⁹.

Bu serbestleşme hareketleri ile beraber son yıllarda artan enerji verimliliği, arz güvenliği, rekabet ve şeffaflık, yenilenebilir kaynak kullanımının arttırılması, uygun maliyetli ancak yüksek kalitede kesintisiz hizmet ve çevreye karşı bilinçli yaklaşımlar; enerji piyasalarında AB'nin en önemli hedefleri olarak sıralanmaktadır. Tarihsel sürece bakıldığında 1970'lerde enerji arzının dış şoklardan korunması, 1980'lerde çevre temelli sistemlerin geliştirilmesi, 1990'larda enerji piyasalarının özelleştirilmesi ve 1997'de kabul edilen Beyaz Kitap'ta²⁰ belirtilen amaçlar ve tüm enerji piyasalarının birleştirilmesi, enerji politikası kapsamında izlenen stratejilerdir.

Buradan hareketle AB komisyonu, 2001'de ortaya koyduğu önerilerle 2005 yılında enerji piyasalarının tamamen serbestleşmesine yönelik alınması gereken tedbirleri ortaya koymuştur. Böylece piyasaların rekabete açılmasının yanısıra tüketicilerin istedikleri tedarikçiden yararlanması imkânına ulaşmaları önem arz etmektedir. Bu öneri paketi ayrıca, uluslararası ticaretin geliştirilmesi konusundaki teşvikleri de olumlu katkılarda bulunmuştur.

1.3.3. Piyasa Regülasyonu

Enerji piyasaları; üretim, iletim, dağıtım, toptan satış, perakende satış, perakende satış hizmeti, ithalat ve ihracat işlemlerinden oluşan süreçleri kapsayan ve arz ile talebin ikili anlaşmalarla belirlendiği, arz ve talep açıklarının spot piyasada dengelendiği ve sonunda mali uzlaşmanın sağlandığı piyasalardır. Piyasa regülasyonu, sitemde işlem yapan aktörlerin korunması hususunda bilgi erişiminde eşitlik sağlamayı hedeflemektedir. Böylece makro ekonomik seviyede işlerlik kazanan şeffaflık kurallarına istinaden bilginin paylaşımında birimler arası eşitliğin sağlanması esas olarak kabul edilmektedir²¹.

Bu piyasalarda genel geçerliliği olan piyasa hedefleri şu şekilde sıralanmaktadır:

- Piyasaya giriş ve çıkışların serbestliği,
- Şeffaflık,

¹⁹ Güloğlu, a.g.e., s.3.

²⁰ European Commission, **Energy for the Future: Renewable Sources of Energy-White Paper for a Community Strategy and Action Plan**, 1997, s.9.

²¹ Maria J. Nieto, "Reflections on Regulatory Approach to E-Finance in Electronic Finance: A New Perspective And Challenges", **BIS Papers No. 7**, 2001, s.92.

- Rekabet kurallarının işlerliği,
- Ayrımcılık yapılmaması,
- Talebi karşılayacak miktarda ve kalitede kapasitenin bulunması,
- Talebin uygun maliyetle karşılanması,
- Uyuşmazlıkların kısa sürede çözülmesi

Bu genel piyasa hedefleri doğrultusunda önem arz eden regülasyon; tanım olarak bir piyasada mal ya da hizmetlerin belli kurallar, kısıtlamalar ve yaptırımlar çerçevesinde, düzenlemelerin işaret ettiği taraflarca ve belirli koşullar altında üretileceğini, ticari işlemlere konu olacağını, dağıtılacağını toplum yararının gözetilerek oluşturulmuş düzenlemeler bütünüdür²². Farklı bir açıdan bakıldığında regülasyon, işletmelerin gözüyle işletme faaliyetlerinin devletin kural koyucu sıfatıyla kontrol altına alınması olarak da tanımlanabilmektedir. Tanımın da ifade ettiği gibi, piyasa aktörlerinin faaliyet alanları çizilerek bu faaliyet alanlarına ait sınırlarının belli hale getirilmesi regülasyon sürecinin en temel amacıdır. Etkin bir regülasyonun olduğu piyasalarda şu nihai amaçlardan söz edilebilmektedir:

- Sektöre yeterli nitelikte ve nicelikte yatırım yapılması,
- Mal ya da hizmet üretiminde etkinlik,
 - Uygun maliyet
 - Uygun fiyat
 - Teknolojik yeniliklerin takip edilmesi
- Tüketici haklarının korunması,
 - İşletme yararlarının kısıtlanması,
 - Toplumda tüketimin adil olarak dağıtımı

Etkin regülasyon süreçlerinin sayesinde monopol piyasa koşullarının önüne geçilerek piyasada rekabetin etkin bir şekilde hayata geçirilmesi ve sürdürülebilir kılınması sağlanmaktadır. Bununla beraber piyasa şeffaflığının sağlanması hedeflenirken piyasadaki serbestliğin de derecesi korunmaya çalışılmaktadır. Bu doğrultuda AB, ortaya koyduğu Enerji Politikası aracılığıyla piyasaların globalleşmesi ve giderek artan rekabet karşısında enerji iç

²² <http://www.cengizgunes.com.tr/dosyalar/epiyasa.pdf>, erişim tarihi: 25.06.2008.

pazarının tamamlanmasını hedeflemektedir²³. Bu hedef doğrultusunda 96/92/EC sayılı Direktif³ yürürlüğe sokularak özellikle elektrik piyasasında elektriğin üretimi, iletimi ve dağıtımı, sektör örgütlenmesi, piyasaya giriş, yeni üretim kapasitesinin oluşturulması, dikey bütünleşik yapılanmalarda muhasebelerin ayrı tutulması ve şeffaflaştırılması gibi konulara ilişkin genel hükümler saptanmıştır. Fakat piyasa serbestleşmesinin yavaş trendi nedeniyle AB, söz konusu amaçların daha hızlı ve doğru uygulanmasını temin etmek için bir zaman planı yapılmasını öngörmüştür.

1.4. Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları genel olarak birincil ve ikincil enerji kaynakları olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır²⁴. Bunlardan ilki birincil enerji kaynakları grubu olurken bu gruba kömür, petrol, doğal gaz, radyoaktif maddeler, rüzgar, hayvansal ve bitkisel atıklar, güneş ve hidrolik enerji gibi başka kaynaklar tüketilmeden kendiliğinden var olan ve gerektiğinde doğrudan kullanılabilen kaynaklar dâhil olmaktadır²⁵. Diğer bir enerji kaynağı grubu olan ikincil enerji kaynakları ise gibi güneş enerjisi, jeotermal enerji, gel-git enerjisi, dalga enerjisi, rüzgar enerjisi, fizyon enerjisi gibi ortaya çıkabilmek için birincil enerji kaynaklarının kullanımına ihtiyaç duyan enerji kaynaklarından meydana gelmektedir.

Birincil enerji kaynakları enerjinin odak noktasını oluşturmaktadır. Enerji; yenilenebilir enerji kaynakları ile yenilenebilir olmayan enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları tanım olarak, sürekli devam eden doğal süreçlerdeki varolan enerji akışından elde edilen enerji olarak tanımlanmakta ve içinde güneş radyasyonu (solar energy), rüzgar, dalga enerjisi, biyokütle (biomass - odun, şeker kamışı, mısır, buğday gibi tahıl ürünleri vb.), jeotermal enerji ve hidrolik gücü bulunmaktadır. Yenilenebilir olmayan enerji kaynakları ise doğada var olan ancak tüketildikçe azalan enerjiler olarak bilinmekte ve günümüzde toplam enerji kaynaklarının %80'ini oluşturan kömür, ham petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtları ve uranyuma bağlı nükleer enerjiyi kapsamaktadır.

Toplam birincil enerji kaynakları arzı küresel üretim ve stok değişiminden oluşmaktadır. İkincil enerji kaynaklarıysa (veya bir IEA terimi olarak toplam nihai tüketim) farklı nihai kullanıcı sektörlerin tüketimlerinin toplamıdır. (petrokimya sanayisinde geri dönüşleri içermez) 1973 yılında ikincil enerji kaynaklarının birincil enerji kaynaklarına oranı

²³ European Parliament and of the Council, Directive **96/92/EC**, Official Journal L 027, 1997

²⁴ Mehmet Sertaç Keleş, **Elektrik Enerjisi Talep Tahminleri ve Türkiye Ekonomisine Olan Etkileri**, Hazine Uzmanlık Tezi, Hazine Müsteşarlığı, Ankara, 2005, ss.7-8.

²⁵ Sefer Kutlu, "Güneş Tarlası ile Elektrik Enerjisi Üretimi ve SDÜ Kampüs Alanında Bir Uygulama Analizi" Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2002, s.1.

0,76 iken bu oran 2006'ya kadar 0,69'a düşmüştür (IEA,2008a), bu büyük ölçüde küresel nihai elektrik talebi payının artmasından kaynaklanmıştır²⁶.

1.4.1. Yenilebilir Olmayan Enerji Kaynakları

Yenilenebilir olmayan enerji kaynakları, yukarıda da değinildiği üzere, tabiatta var olan ve tüketildikçe azalarak tekrar yenilenemeyen enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır²⁷. Bu tür enerji kaynakları; kömür, ham petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtları ile uranyuma bağlı nükleer enerjiyi içermektedir.

1.4.1.1. Fosil Yakıtlar

Sanayi devrimi ile beraber artan buhar gücü ihtiyacı sonucunda fosil yakıtların kullanımı hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır. Daha sonraki dönemde içten yanmalı motorların kullanımına başlanması sonucunda endüstri ve çağdaş toplum için fosil yakıtlar en önemli hammadde haline gelmiştir.

Fosil yakıtlar, tükenme tehlikesi altında olan ve bu nedenle sonlu kaynaklar olarak tanımlanmaktadır. Başlıca türleri; petrol, kömür, doğal gaz, asfaltit, bitümlü şist, turba ve toryum olan bu yakıtlar, sanayileşmesini tamamlamış gelişmiş ülkelerde bu zamana kadar katedilen mevcut gelişimin temelinde rol oynayan en önemli etkenlerdir. Şu anki durumda, dünya sağlanan toplam enerjinin % 80'i hala kömür, petrol veya doğal gaz olarak fosil yakıtlardan edilmekte olup dünyanın belirli bölgelerinde yoğunlaşmış doğal kaynaklardan değişik formlarda üretilmektedir²⁸. Gelecekte de fosil bazlı yakıtların kullanımının devam edeceği ve 2030 yılında toplam enerjinin %84 oranında fosil yakıtlara bağlı olacağı varsayılmaktadır²⁹. Tarihi süreçte bu kaynakları değişik yöntemlerle çıkarmayı ve arzu edilen enerjiyi üretmeyi öğrenen ülkeler, zamanla fosil yakıtları depolayarak ve taşınarak, onları istedikleri anda enerji üretebilecekleri mükemmel yakıt sınıfına sokmuşlardır. Bu yakıtlar; günlük hayatın her yerinde, evlerde, ticarî ve endüstri sektöründe, özellikle ulaşım sektörün ile ısı ve elektrik enerjisi üretiminde büyük oranda kullanılmaktadır. Petrol ürünleri çoğunlukla ulaşım sektöründe tercih edilmekte, elektrik enerjisi üretiminde ise az miktarda

²⁶ P. Moriarty, ve Honnery, D., "What Energy Levels Can the Earth Sustain?", **Energy Policy**, 37, 2009, s. 2469.

²⁷ Anne Kelly Regina, **Energy Supply and Renewable Resources**, New York: Infobase Pub., 2007, s.13.

²⁸ Ahmet Avinç, "Değişik Enerji Kaynakları ve Çevreye Etkileri", **ÇevKor Dergisi**, Cilt:7 Sayı:27, Uludağ Üniversitesi, 1998, s.20.

²⁹ Shahriar Shafiee, Erkan Topal, "When Will Fossil Fuel Reserves Be Diminished?", of Engineering and CRC Mining, The University of Queensland, St. Lucia Qld. 4072, Australia, s.181

hidro ve nükleer santraller kullanılıp daha çok kömür ve doğal gazın kullanıldığı termik santrallerden yararlanılmaktadır. Isı Üretimi ile ilgili faaliyetlerde de yukarıda bahsedilmiş üç tür fosil yakıt da yoğunlukla tercih edilmektedir.

Günümüzde dünyada söz sahibi olmak isteyen ülkelerin enerji kaynaklarına hakim olma çabası nedeniyle fosil yakıtlar ayrı bir öneme sahiptir. Bu nedenle ülkeler arası meydana gelen çatışmalar ve hatta savaşlar, dünya gündemini belirleyen ve dolayısıyla ekonomiler üzerinde etkili olan temel unsurlardan biridir. Bu yıkıcı özelliğinin yanında fosil yakıtlar bir diğer açıdan da doğayı kirletici kaynaklar olarak nitelendirilmektedir. Fosil yakıtların yapısında yüksek oranda bulunan karbon ve hidrojen yakıldıklarında çeşitli zararlı gazların salınımına ve bir takım radyoaktif maddelerin ortaya çıkmasına neden olur. Dolayısıyla meydana gelen sera gazları ve asit yağmurları nedeniyle küresel iklim değişiklikleri ortaya çıkmakta ve bu durum gerek dünyayı gerekse de insanları tehlike altına atan bir duruma sebebiyet vermektedir. Küresel sıcaklık artışına ve bitki örtüsünün zarar görmesine varacak şekilde ekolojik dengenin bozulmasına yol açan fosil yakıtlar, global ölçekte önlemlerin alınmaması halinde yaşamı en derinden tehdit eden unsur olarak göze çarpmaktadır.

Dünya enerji tüketiminin petrol, kömür ve gaz rezervlerine oranı göstergeler incelendiğinde 2006 yılından itibaren bu oranların hızla yükseldiği görülmektedir. Bu artışın rezervlerin ömürlerinin sırasıyla petrol, kömür ve gaz olmak üzere 40, 200 ve 70 yıl daha yetebileceği ortaya koyulmaktadır. Bu oranlar, petrolün diğer fosil yakıtlardan daha önce tükeneceğini göstermekte ve kömürün petrol ile doğalgazdan daha uzun ömürlü olabileceğini açıklamaktadır.³⁰

Tablo 1. Enerji Kaynaklarının Tüketim Oranları

Milyon Varil (1000)	1988 sonu	1998 sonu	2007 sonu	2008 sonu	R/P (Rezerv/Üretim)
Petrol	998	1.069	1.261	171	42
Trilyon m ³	1988 sonu	1998 sonu	2007 sonu	2008 sonu	R/P rasyosu
Doğalgaz	110	148	177	185	60
Milyon ton		Taş kömürü	Linyit kömür	2008 sonu	R/P rasyonu
Kömür		411.321	414.680	826.001	122

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2009

Dünya enerji kaynaklarının rezervlerinin dağılımı yıllar itibariyle aşağıdaki Tablo 2. de ayrıntılı bir şekilde ifade edilmiştir.

³⁰ Shafiee ve Topal, a.g.e., s.181

Tablo 2. Bölgelere Göre Fosil Yakıt Rezervleri (2008)

Bölge	Fosil Yakıt Rezervi (GİGA ton petrol eşdeğeri)				Fosil yakıt rezervi (%)			
	Petrol	Kömür	Gaz	Toplam	Petrol	Kömür	Gaz	Toplam
Kuzey Amerika	10	176	8	193	1.04	19.01	0.85	20.90
Güney Amerika	17	11	6	34	1.80	1.16	0.70	3.66
Avrupa ve Avrasya	19	194	56	270	2.08	21.04	6.05	29.16
Orta Doğu	102	1	67	170	11.02	0.11	7.30	18.43
Afrika	17	23	13	53	1.84	2.47	1.41	5.72
Avustralya ve Doğu Asya	6	185	14	205	0.61	20.03	1.48	22.12
Toplam	170	590	164	924	18.39	63.82	17.79	100.00

Kaynak: BP 2008

Kömür tüm Dünya’da genel olarak bulunmasına rağmen (Birleşik Devletler, Rusya ve Çin) yaklaşık olarak bilinen tüm kömür rezervlerinin üçte ikisine sahiptir. Mevcut tüketim oranlarında, bu rezervler 200 yıldan fazla sürecektir. Petrol rezervlerine bakıldığında, şu an itibariyle 1970’lere kıyasla Dünya çapında daha fazla petrol bulunmaktadır. Artan bir şekilde gelişmiş sondaj ve sensörlerin kullanılması (bir zamanlar çalışmalar toplam küresel rezervleri 650 milyar varil olarak tahmin etmişlerdi) şu an 1 trilyon varilden fazla rezerv bulmuştur.³¹

Son zamanlardaki temel bir tehlike (veya fırsat) petrol fiyatının çok hızlı bir şekilde artmasıdır, 2003 yılında 28 USD’den 2005 yılında 38 USD/varil ve 2006 yılında bazen 80 USD’in üstüne, 2008 Haziran ayında 147 USD’a ve 2009 yılının sonunda 70 USD düzeylerine gelmiştir³².

1.4.1.2. Nükleer Enerji

Nükleer enerjinin temelinde yatan atom kelimesi eski Yunanca’dan gelmekte ve kelime anlamı olarak parçalanmaz anlamında kullanılmaktadır. Tüm minerallerin en küçük yapı taşı olan atom, mineralin karakterini belirlemektedir. Atom, bir çekirdek ve onu çevreleyen elektronlardan oluşup, atom reaktörleri veya nükleer santraller denilen tesislerde bu atom çekirdeklerinin parçalanması (fizyon) veya birleştirilmesi (füzyon) yöntemlerinin sonucunda nükleer enerji elde edilmektedir. Nükleer enerji ekonomik olarak ülkeler için önemlidir. Bu önemin en belirgin nedenleri; doğal rezervlerinin çok yaygın olması, ulaşım,

³¹ Elfren B. Paz, “Delivery of Affordable Alternative Energy Resources Today and Tomorrow Facing up to the Fossil Fuel Problem”, AU J.T., 8(1), 2004, s.36

³² N. Lior, , “Energy Resources and Use: The Present (2008) Situation and Possible Sustainable Paths to the Future”, **Energy**, 2009, s.1

mekân ısıtılması ve diğer ekonomik faaliyetlerde kolaylıkla kullanılabilir olması ve çabuk bir şekilde sanayide uygulanabilir hale gelebilmesidir³³.

Nükleer enerji, farklı iki türde santral aracılığıyla üretilebilen bir enerji kaynağıdır. Bunlardan ilki füzyon reaktörleri olurken diğer tip santraller ise fizyon reaktörleri olarak adlandırılmaktadır. Füzyon reaktörleri çoğunlukla en hafif iki element niteliğindeki helyum ve hidrojen elementlerini kullanmaktadır. Kısaca bu iki elementteki izotopların ayrıştırılması sonucu ortaya çıkarılan bu enerji tipi, yüksek potansiyeline rağmen füzyon reaksiyonunun sonucunda ortaya çıkan yüksek sıcaklığın kontrol altında tutulabilmesi için günümüz teknolojik ürünleri yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle yeni ar-ge çalışmalarının yapıldığı bu alanda çok maliyetli ve özel bir teknolojinin yaklaşık olarak 40-50 yıl içinde geliştirilmesi öngörülmektedir. Şu an ki durumda yoğun risk ihtiva eden bu tip füzyon reaktörlerinin, uygun teknolojik atılımlarla gelecekte insanlığın ihtiyaç duyacağı enerjiiyi yüz yıllarca yıl boyunca karşılayabileceği ve özellikle gelişmiş ülkeler tarafından dikkate alındığı bilinmektedir.

Diğer bir tip reaktör tipi olan fizyon reaktörlerinde ise uranyum ve toryum gibi iki ağır elementin parçalanmasına bağlı olarak enerji üretimi söz konusudur. Ancak düşük yoğunlukta olan ve endüstriyel düzeyde ekonomik olmayan bu enerji türünün en önemli dezavantajı ise reaktör ortamındaki tüm artık yakıtların yıllarca emniyetli bir şekilde saklanma sorunudur. Reaktöre konulan yakıtın sadece %1'inin yakılmakta olduğu ve geri kalan kısmının kül olduğu bu süreçte yüksek oranda radyoaktif olan bu atıkların uzun dönemde emniyetli bir şekilde saklanması zorunludur. Günümüzde ileri teknolojilerle güvenli hale getirilen bu süreçte ortaya çıkan atıklar da camlama, kurşun zırh ve tuz mağaralarına saklama gibi çeşitli şekillerde koruma altına alınmaktadır.

Nükleer enerji, yapısı gereği temiz, güvenilir, kesintisiz ve bilinen bir teknoloji olmasına rağmen birçok ülkede yoğun kamuoyu tepkisine neden olmaktadır³⁴. Normal çalışma şartlarında çevreyi hiçbir şekilde kirletmeyen nükleer santraller, zararlı gaz salınımına ve kül oluşumuna neden olmamaktadır. Bir nükleer santral, fosil yakıt tüketen bir santrale nazaran gündelik atıklar bakımından yok denecek kadar az atık meydana getirmektedir. Ayrıca meydana gelen atıklar da kurşun, civa ve arsenik gibi zehirli atıklara kıyasla daha az zehirlidir ve zaman geçtikçe radyoaktivitesi giderek azalmaktadır. Toplumlarda nükleer enerjiye karşı olan söz konusu olumsuz tepkilerin temelinde nükleer enerji üretimine karşı

³³ Kadir Temurçin, "Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye'de Nükleer Enerji Gerçeği" Coğrafi Bilimler Dergisi, 2003, 1(2), s.26.

³⁴ Charles D. Ferguson, **Nuclear Energy Balancing Benefits and Risks** Csr No. 28, USA: Council On Foreign Relations, April 2007, s.3.

yatan endişe ve korkunun yanında nükleer enerjinin barışçıl olarak kullanılamayacağına olan genel tutum da nükleer gücün göz ardı edilmesindeki nedendir. Normal şartlarda çevreye hiçbir zararı olmayan bu enerji türünde en korkulan unsur, olası bir kaza sonucunda çevreyi temizlenemez bir şekilde kirletme ihtimalidir. Geçmişte iki önemli kazaya yol açan nükleer enerji, sonuçları itibariyle farklı iki vaka olarak değerlendirilmektedir. Buna göre tüm önlemlerin eksiksiz olarak alındığı Three Miles Island reaktöründe meydana gelen kaza neredeyse hiçbir olumsuz sonuç doğurmamakla beraber özensiz olarak dizayn edilmiş ve eksik önlemlerin alındığı Çernobil kazası, insanlık tarihi açısından ortaya koyduğu sonuçları itibariyle bir facia olarak değerlendirilmektedir. Atom bombasıyla özdeşleştirilen bu güç sayesinde 1 gr. U235 izotopu, 2.5 ton kömürün verdiği enerjiyi sağlamakta ve bu nükleer enerjinin yaklaşık 200 yıl süreyle devam edeceği varsayılmaktadır.

1.4.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji, güneşten dünyaya yansıyan enerjinin gerek doğrudan gerekse de dolaylı olarak kullanılması sonucu ortaya çıkan bir enerji türüdür³⁵. Bu tür enerji kaynaklarıyla sağlanan enerji, doğada devamlı tekrar eden enerji akımlarının hem niceliksel ve hem de niteliksel olarak zarar vermeden kullanılmasıdır. Böylece tabiatın kendi devinimi içinde, yeniden aynı şekilde mevcut olabilen bu tür enerji kaynakları; güneş, su, biyogaz, biokütle, rüzgâr, hidrojen, jeotermal enerji ve deniz akıntılarını gibi kaynakları kapsamaktadır³⁶.

1.4.2.1. Jeotermal Kaynaklar

Yerkürede meydana gelen volkanik hareketler ve tarih boyunca meydana gelen birçok yanardağ faaliyeti, yerkabuğunun altındaki iç bölgelerde bir ısı enerjisinin bulunduğunu insanlığa göstermiş ve sonucunda doğal bir enerji kaynağına dönüşmüştür. Kelime anlamı olarak bakıldığında, yer anlamına gelen “jeo” ve ısı anlamındaki “termal” kelimelerinin birleşiminden meydana gelen jeotermal enerji, kaynağını magma tabakasındaki sıcaklıktan almaktadır. Bu enerjinin kullanılabilmesi için yerkabuğunun derinliklerindeki ısı enerjisiyle ısınan yağmur suları sondaj yoluyla dışarı çıkarılması gerekmektedir. Magma tabakasından gelen ısı kaynağını kullanan sistemlerin çoğu, yerkabuğundan aşağılara inerek mevcut ısıyı borularla yukarıya taşımayı tasarlamaktadır. İç çekirdeği 3000°-5000° C arasında bir

³⁵ Mehmet Doğan, “Sanayileşme ve Çevre Sorunları”, **Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, TMMOB, Kayseri, 12-13 Ekim 2001, s.246.

³⁶ Dirk Assmann, Ulrich Laumanns ve Dieter Uh, **Renewable Energy: A Global Review of Technologies, Policies and Markets**, London: Earthscan, 2006, ss.4-5.

sıcaklığa sahip olan gezegenin yerkabuğundan içeriye inildikçe sıcaklık değişimi km başına 10-30° C arasında değişmesi jeotermal kaynakların ne derece önemli bir enerji kaynağı olduğunu ortaya koymaktadır. Doğa dostu olan ve herhangi bir kirlilik yaratmayan yenilenebilir nitelikteki jeotermal enerjinin alternatif kullanım alanları arasında endüstriyel gereksinimler (kimyasal madde üretimi, kağıt, tekstil), bölgesel ısıtma, çiftçilik ve balıkçılık gibi alanlar bulunmaktadır. Bunların yanında yüzme havuzları, kaplıcalar ve hamamlar gibi sağlık turizmine dayalı işletmelerce de jeotermal enerji önemli bir kaynak olarak görülmektedir.

1.4.2.2. Güneş Enerjisi

Güneş, bilinen en büyük enerji kaynağıdır. Yaşayan tüm canlılar için yaşam kaynağı olarak nitelendirilen güneş, günümüzde kullanılan diğer enerji kaynaklarının oluşumunun temelindeki en önemli etkidir. Güneşin sağladığı enerji, yaklaşık olarak günümüzdeki toplam birincil kaynak enerji talebinin on bin katına eşittir³⁷. Dolayısıyla güneş enerjisi, yenilenebilir ve sınırsız özellikte olması itibarıyla gelecekte yaşanması muhtemel enerji sorununu giderecek büyük bir potansiyele sahiptir.

Güneş enerjisi, güneşi oluşturan elementlerin %90'ını oluşturan hidrojen çekirdeklerinin yüksek sıcaklık ortamında kaynaşması ve füzyon reaksiyonuna neden olması ile açığa çıkmaktadır. Yaklaşık olarak 15 milyon derece sıcaklığın olduğu güneşte, hidrojen çekirdekleri füzyon sonucu helyum çekirdeklerini oluşturmakta ve bu süreç sonucunda büyük çaplı bir enerji meydana gelmektedir. Bu enerjiye neden olan elementlerin miktarı, güneşi 5 milyar yıl daha yaşatacak kadar olduğu varsayılmakta ve bu özelliği ile güneş enerjisini tükenmez bir enerji kaynağı haline getirmektedir. Tükenmez bir enerji kaynağının olması yanında güneş enerjisi birçok açıdan üstün nitelikte bir enerji olarak nitelendirilmektedir. Öncelikle güneş enerjisi arı bir enerji olması itibarıyla gaz, duman, karbon ve kükürt benzeri zararlı maddeleri açığa çıkarmamaktadır. Tüm ülkelere aynı oranda faydalanabilme imkânı sunan güneş enerjisi, hiçbir ulaşım maliyeti olmaması açısından da önem arz etmektedir. Ayrıca hiçbir karmaşık teknolojiye ihtiyaç duymayan bu enerji türünün; çevreye zarar vermemesi, yatırım yapıldıktan sonra tekrar yatırım harcaması gerektirmemesi, gerek termik, gerekse de elektrik enerjisi olarak ihtiyacı karşılayabilmesi diğer önemli avantajlarıdır. Tükenmeyen özellikte, çevreye zararlı olmayan, dışalım ihtiyacı olmayan ve neredeyse bedava olarak nitelendirilen güneş enerjisi avantajlarının yanında bir takım dezavantajlara da sahip olmaktadır. Bu dezavantajlarının başında, yoğunluğunun az olması ve süreklilik arz

³⁷ Volker Quaschnig, **Understanding Renewable Energy Systems**, London: Earthscan, 2005, s.22.

etmemesi gelmektedir. Bunun yanında yüksek kabul edilebilecek bir yatırım maliyetine neden olmaktadır. Kontrol edilebilir bir enerji olmayan güneş enerjisi ayrıca kolayca depolanabilir olmadığından enerji arzı ve talebi arasında zaman farkı açısından bir takım olumsuzluklara neden olabilmektedir.

Güneş enerjisi, özellikle ev ısıtma sistemleri bakımında tercih edilebilir niteliktedir ve fotovoltaik paneller vasıtasıyla doğrudan veya termik santrallerle dolaylı olarak elektrik üretimine imkân vermektedir. Güneş enerjisi, yaygın bir enerji kaynağı olmasına rağmen yapısı gereği düşük yoğunlukta bir enerji kaynağı olmakta ve bulunduğu coğrafi konuma göre çeşitli değişimler göstermektedir. Bu nedenle geniş ve yaygın yatırım alanlarına ihtiyaç doğan güneş enerjisi, genelde seracılık ve evlerde sıcak su temininde kullanılmaktadır. Bütün sunduğu imkânlarına rağmen güneş enerjisinden henüz yeteri kadar yararlanılamamaktadır. Ancak her geçen gün teknolojiye ve ar-ge çalışmalarında yaşanan gelişmelere bağlı olarak yatırım maliyetlerinin düşürüleceği ile ilgili beklentiler artmaktadır.

1.4.2.3. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr, gündüz ve gece arasındaki ısı farklılıklarından meydana gelen ve dağ, tepe gibi coğrafi unsurların da etkisiyle hareket eden bir enerji kaynağıdır³⁸. Hareketli havanın kapsadığı kinetik enerjiyi çeşitli araçlarla mekanik enerjiye dönüştüren sistemler sayesinde elde edilen rüzgâr enerjisi, günümüzde üretim süreçlerine etkin bir şekilde katkı sunabilecek kadar ekonomik ve aynı zamanda çevreyi kirletmeyen nitelikte temiz enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Diğer enerjilere kolayca çevrilebilen ve yapısı gereği temiz bir enerji kaynağı olan rüzgâr, yeryüzünde sürekli hareket halinde olan ve büyük enerji potansiyeline sahip ancak coğrafi etkenler nedeniyle dağınık nitelikte bir kaynaktır. Rüzgar enerjisi denildiğinde ilk akla gelen, yelkenli ve benzer türdeki deniz taşıtları için etkin bir enerji kaynağı olmasıdır. Bunun yanında yel değirmenleri vasıtasıyla, Danimarka gibi ülkelerde elektrik üretiminde %2 oranında katkı sağlayan rüzgâr enerjisi için uygun coğrafi nitelikler gerekmektedir. Ekonomik olmasının yanında rüzgâr enerjisi, temiz enerji teknolojisi özelliğiyle çevreye sağladığı katkılar nedeniyle gelecekte önem kazanan bir enerji kaynağı olmaktadır. Rüzgâr enerjisinin en önemli dezavantajları ise az yoğunlukta olması ve süreklilik arz eden bir nitelik taşımasıdır.

³⁸ Jeff Siegel, Chris Nelder ve Nick Hodge, **Investing in Renewable Energy: Making Money on Green Chip Stocks**, New Jersey: John Wiley&Sons Inc., 2008, s.53.

1.4.2.4. Hidroenerji

Su, bir enerji kaynağı olarak diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi coğrafi etkenlerin etkili olduğu bir kaynaktır. Bu doğrultuda inşa edilen hidroelektrik santrallerinde, suyun gücünden yararlanılarak üretilen elektrik enerjisi en bilinen su gücüne dayalı bir enerjidir ve bu enerji, günümüzdeki küresel elektrik üretim arzının %16'sını karşılamaktadır³⁹.

Başarılı hidroelektrik santral projeleri, klasik yenilenebilir enerji üretim süreçleri olarak ifade edilmekle beraber günümüzde küçük hidroelektrik santraller aracılığıyla üretilen enerji de yeni ve yenilenebilir enerjiler olarak betimlenmektedir. Bu üretim süreci esnasında barajlarda toplanan su, çevreyi kirletmezken, enerji üretiminde kullanılan türbinler de doğa dostu tasarımlar olarak işlerlik kazanmıştır. Bu enerji türünün en büyük avantajı maliyetinin düşük olmasıdır. Avantajlarının yanında bir takım dezavantajları da olan su enerjisinin, en büyük dezavantajı, kurulan barajların etrafındaki ekolojik dengede meydana gelebilecek değişikliklerdir. Buna göre daha soğuk bir su sıcaklığına neden olan hidroelektrik santralleri, balık ölümlerine neden olabilmektedir. Ayrıca su seviyesindeki değişiklikler nedeniyle nehir kenarlarındaki bitkiler de olumsuz etkilenebilmektedir.

Bunların dışında, temiz enerji olarak nitelendirilen su enerjisi, gel-git olayıyla bağlantılı olarak da üretilebilmektedir. Suyun alçalıp yükselmesi şeklinde meydana gelen gel-gitler, “med değirmenleri” olarak adlandırılan sistemlerle enerjiye dönüştürülmektedir. Yer in ve ayın çekimi arasında meydana gelen bu gel-gitler genellikle 12 saatte bir olacak şekilde gerçekleşmektedir. Bu süreçte 6 saat yükselen ve 6 saat alçalan su, sahil şekline ve derinliğe bağlı olarak farklı miktarda su enerjisine kaynak sağlamaktadır. Gel-git olayından yararlanmak üzere sahillere barajlar kurulmakta ve yükselen su baraj üzerindeki türbinlerden geçerek baraja dolmaktadır. Sular çekildiğinde ise yine aynı yolu kullanarak boşalan su, enerji olarak barajda depolanmaktadır. Fakat tarihi süreçte gerek teknik gerekse de çevre bazlı bir takım nedenler den ötürü gel-git olayına bağlı enerji üretimi çok ekonomik olamamıştır. Bu tür enerjilerin verimli olabilmesi için söz konusu barajların okyanus sahillerinde yapılması gerekmektedir. Bununla birlikte dalga gücüne dayalı enerji üretimi de su gücüne dayalı bir enerji türü olmaktadır. Ayrıca deniz suyundaki sıcaklık derecesinden faydalanarak üretilen enerji de günümüzde yeni yeni ekonomi gündemine girmektedir.

³⁹ TMMOB, YEKSEM'09 V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Yayın No: SK/2009/7, Ankara: Elektrik Mühendisleri Odası, 2009, s.35.

1.4.2.5. Biyokütle Enerjisi

1970’li yıllardan itibaren yaşanan petrol krizi sonucunda petrole bağlı motor teknolojisinin gelişimini sekteye uğratmıştır. Gerek petrol sıkışıklığı gerekse de artan petrol fiyatına bağlı bu sıkıntılar özellikle dizel yakıtına alternatif bir enerji kaynağına olan ilgiyi arttırmıştır. Bu noktada özellikle tarımsal açıdan güçlü ülkelerin bitkisel yağ ve atıkları kullanarak yeni ve yenilenebilir bir enerji üretme çabaları bu krizin sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu çabalar süresince yapılan araştırmalara göre bitkisel yağlar ve atıklar en az motorin kadar içten yanmalı motorlarda performans sağladığı görülmüştür. Buna göre kolza, soya, ayçiçeği, keten tohumu, yer fıstığı, pamuk tohumu ve aspir yağları en çok tercih edilen yağlardır.

Teorik olarak biokütle enerjisi, bitki ve hayvan gibi yaşayan organizmalardan yakıt elde edilesi teknolojisine dayanan bir enerji kaynağıdır. Halen yaşayan ya da kısa zaman öncesine kadar yaşamış biyolojik unsurlardan sağlanan enerjinin temelinde organizmaların vücutlarında depolanmış güneş enerjisi yatmaktadır. Bu kimyasal enerji bitkilerin fotosentez faaliyeti ile gerçekleşmekte ve bitkilerden hayvanlara beslenme yolu ile geçmektedir⁴⁰. Çoğunlukla endüstriyel amaçlarla kullanılmakta olan biyokütle enerjisi, organik atıkları da kapsamakta ancak kömür, petrol gibi organik maddeleri içermemektedir. Bu tür yakıtlar; biyoetanol, biyobütanol, biyodizel ve biyogazlarla elde edilmekte ve bu amaçla şeker kamışı, şeker pancarı, mısır, dallı darı, arpa, keten tohumu, ayçiçeği, kolza, soya fasulyesi gibi pek çok farklı bitki yetiştirilmektedir. Bu yolla elde edilen enerji de petrol ve kömür gibi güneş enerjisinin depolanmış halini ifade etse de onların aksine, yakılmaları halinde dünya atmosferinde net karbondioksit artışına sebep olmamaktadırlar. Bu özellikleri itibarıyla biokütle enerjisine dayalı enerji, çevre dostu kabul edilmekte ve giderek yaygın bir kullanım alanına sahip olmaktadır.

Bu tür enerjilere getirilen en büyük eleştiri ise yüksek karbondioksit tüketimidir. Bio yakıt tedariki amacıyla yetiştirilen bitkilerin giderek daha fazla karbondioksit tüketmesi ve bu durumun asit yağmurlarını tetiklemesi ihtimali önemli bir sorun teşkil etmektedir. Ayrıca bu tür yakıtlar, tamamlanmamış yanma problemi nedeniyle endüstriyel makinelerinde bozulmalara neden olabilmektedir.

⁴⁰ Scott Bennett, **Encyclopedia of Energy**, Delhi: Global Media, 2007, s.46.

1.5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yatırımları

Temiz enerji olarak tanımlanan yenilenebilir yapılan yatırımlar, 2008-2009'da büyük düşüş yaşamıştır. IEA, kasımda yayınlanan Dünyada Enerjiye Bakış 2009'da, yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımların beşte bir oranında düşmesini beklemektedir. Buna rağmen 2009'da temiz enerji yatırımları toplam 145 milyar USD civarında olmuş, yani 155 milyarlık 2008 yatırımlarının %6.5 altında kalmıştır.

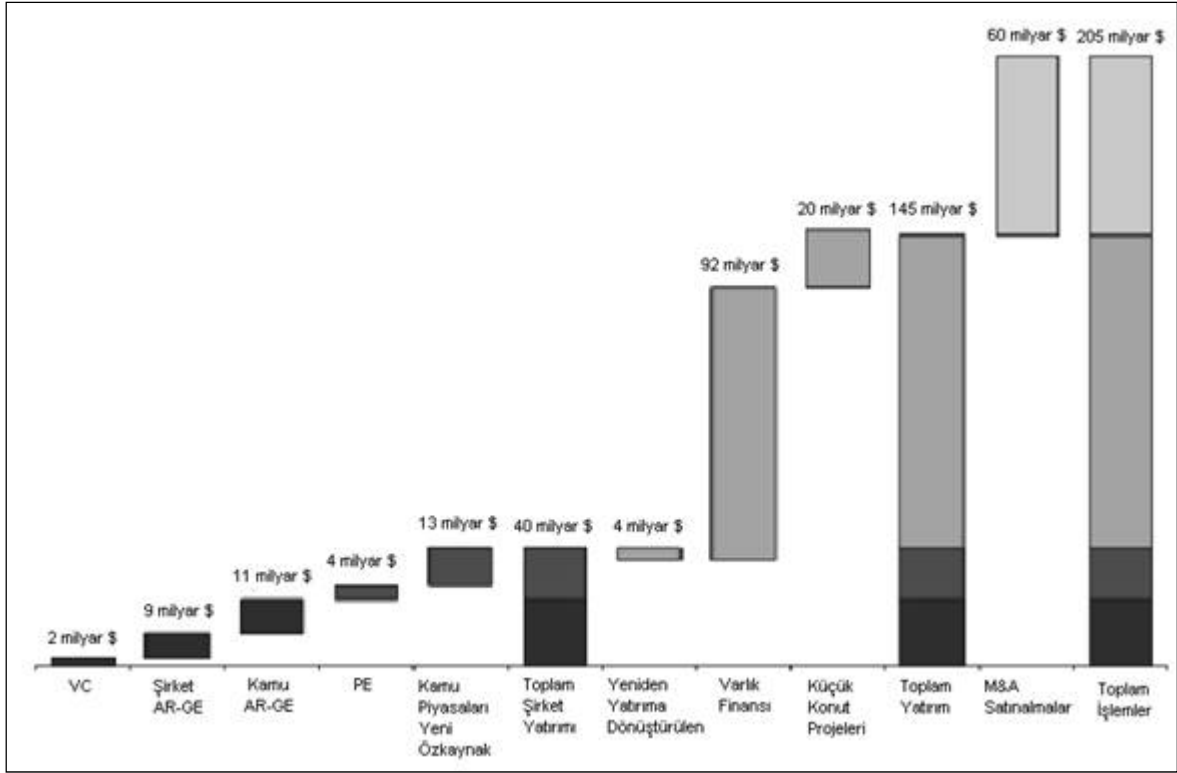
Kurumsal araştırmalar ve devlet araştırmaları, geliştirme projeleri ve küçük projeler gibi yeni ekonomik yatırımlar EMEA bölgesinde %15 düşerken, bu oran ABD'de %26'yı bulmuştur. Daha yoğun olarak rüzgâr enerjisi sektörüne yönelen Asya- Okyanusya'da ise %25'lik bir artış görülmüştür. Sonuç olarak 2009'da, Asya-Okyanusya'nın temiz enerji yatırımları (37.3 milyar USD) ilk kez Amerika'nın yatırımlarının (29 milyar USD) üstüne çıkmıştır. Avrupa, Ortadoğu ve Afrika'nın bu alandaki toplam yatırım miktarı ise 45.3 milyar USD'dir.

Yeşil Yatırım Raporu'na göre dünyanın her yerinde, tüm sektörlerdeki şirketler temiz enerji alanına yönelmiş ve 2004 yılında 33 milyar USD olan yatırımlarını 2008'de 155 milyar dolara çıkarmışlardır. Buna rağmen, 2008'in ikinci yarısında krizin baş göstermesiyle bu artış durma noktasına gelmiştir. En büyük düşüş 2009'un ilk çeyreğinde temiz enerjiye yapılan yatırımların bir sene öncesine göre %50 oranında düşmesiyle yaşanmıştır.

Yine de yatırım hareketleri çabucak toparlanıp, Çin'deki hızlı büyümenin de etkisiyle piyasaların düzelmesini sağlamıştır. Bazı gelişim bankalarının teşvikleri ile birlikte bu tür programları olan özel şirketlere para akışı sağlanmış, her ne kadar önceki yıllardan düşük olsa da yatırımlarda hareketlilik gözlenmeye başlamıştır.

Yıl sonuna kadar temiz enerjiye yapılan toplam yatırımlar (devletin RD&D yatırımları hariç) üçüncü ve dördüncü çeyreklerin her birinde 30'ar milyar USD olmak üzere 112 milyar USD'a ulaşmıştır. 2009'un ikinci yarısında görülen toparlanma, Çin'in dev rüzgâr enerjisi üsleri, İngiltere'nin açık deniz rüzgâr çiftlikleri, İspanya'nın solar ve termal elektrik santralleri projeleri gibi bazı ülkelerin ürettiği özellikli projelere bağlıdır⁴¹.

⁴¹ World Economic Forum, **Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap**, 2010, s.13.



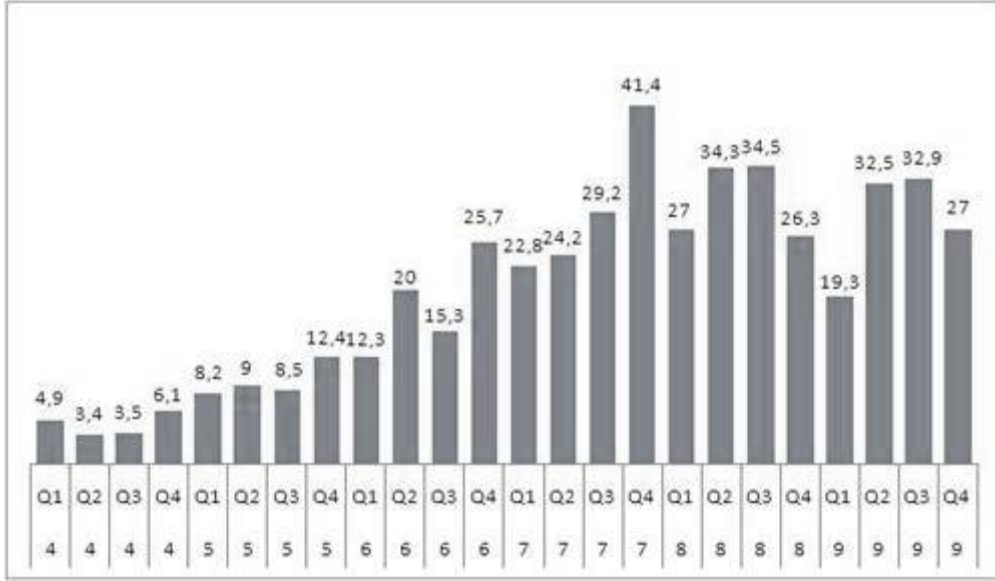
Şekil 1. Küresel Temiz Enerji Türleri ve Yatırımları 2009 (milyar\$)

Not: S/RP= Küçük/konut projeleri. Toplam değerler açıklanmamış anlaşmalar için tahmin içerir. * Veriler farklı sanayi kaynaklarından alınan tahminlere dayanır.

Kaynak: World Economic Forum (2010), Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap ss.13

2008 yılında tüm dünyada, yeni projeler ve biyoyakıt rafinerileri de dâhil olmak üzere yenilenebilir enerjiye 120 milyar USD yatırım yapıldığı tahmin edilmektedir. Bu 2006 yılının yatırım rakamı olan 63 milyar USD'in iki katına denk gelmektedir. Bu artışın neredeyse tümü rüzgâr enerjisi, solar PV ve biyoyakıtlara yapılan yatırımlara bağlıdır. 2008 yılının teknoloji yatırımları rüzgâr enerjisi (%42), solar PV (%32), biyoyakıtlar (%13), jeotermal enerji ve ısıtma (%6), güneş enerjisi ile su ısıtma (%6) ve küçük ölçekli hidroelektrik üretimi (%5) olarak paylaşılmıştır. Bunun dışında yaklaşık 40-45 milyar USD'lik bir yatırım da büyük hidro elektrik santralleri için yapılmıştır.

Her ne kadar 2008 sonu, 2009 başında yaşanan kredi miktarlarındaki düşüş tam olarak bilinmese de bankaların büyük bir kısmı yenilenebilir enerji projelerine finans sağlamaya devam etmektedir. Avrupa Yatırım Bankası, Avrupa ve dışındaki yenilenebilir enerji projelerine 3 milyar USD kredi vererek bu alanda bir lider konumuna gelmiştir.



Şekil 2. 2004-2009 Arası Temiz Enerjiye Yapılan 3 Aylık Toplam Mali Yatırımlar

Kaynak: New Energy Finance

Not: 3 aylık ortalama hareketleri içerir. Sadece mali sektör yatırımları vardır. Yatırım hacmi yeniden yapılacak özsermaye yatırımı için ayarlanmamıştır. Toplam değerler açıklanmayan anlaşmalar için tahminler içerir.

Gelişmekte olan ülkelerde de temiz enerjiye yapılan geliştirme yardımları 2004'te 500 milyon USD iken 2008'de 2 milyar USD'a ulaşmıştır. 2008'de Alman KfW 340 milyon Euro'luk bir teşvik paketi hazırlamıştır. Ayrıca KfW “ Özel Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimi Olanakları” dâhilinde 405 milyon Euro'luk bir paket vaat etmiştir. Dünya Bankası ise bu projeler için 280 milyon USD, büyük hidroelektrik yatırımları için ise 1 milyar USD ayırmıştır. Asya Gelişim Bankası ve Inter- Amerikan Gelişim Bankası 200'er milyonluk vaatlerde bulunmuşlardır. Küresel Çevre İmkânı ise geçmiş yıllarda ortalama 100'er milyon USD'lik bir katkı sağlamıştır. Hollanda Hükümeti'nin vaadi ise 230 milyon USD'dir. Diğer resmi kurumların rakamları da yıllık 100-200 milyon USD dolaylarında seyretmektedir⁴².

1.6. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında İklim, Çevre ve Ekonominin Etkisi

Yenilenebilir enerji kaynakları daha önceki bölümde de ayrıntılı olarak belirtildiği olarak; geleneksel biyokütle, büyük hidroelektrik ve küçük hidro, modern biyokütle, rüzgâr, güneş, jeotermal ve biyoyakıttan oluşmaktadır⁴³.

⁴² REN21, **Renewables Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century**, 2009, s.14.

⁴³ İbrahim Yüksel, “Global Warming And Renewable Energy Sources For Sustainable Development In Turkey”, **Renewable Energy**, Sayı 33, s.802

2006 yılında, küresel nihai enerji tedarikinin %18'ini şimdiden yenilenebilir enerji kaynakları karşılamıştır. Bu, oldukça tartışılan uluslar arası bir konu olan atom enerjisinin %3'lük katkı oranı ile karşılaştırıldığında dikkate değer bir rakamdır⁴⁴. Bununla birlikte daha yakın bir bakış bu %18'in, %13'ün modern, enerji verimli metotları kullanmayan geleneksel biokütleden geldiği perspektifini ortaya koyar. Diğer bir %3 de ağırlıklı olarak çoğu tartışmalı barajlar üstünde kurulu olan büyük elektrik santrallerine bağlanabilir. Böylece, küresel ölçekte sadece çok küçük bir kısmı elektrik gücü, termal enerji ve motor yakıtları alanlarındaki “yeni yenilenebilir enerji teknolojilerine” bağlanabilir. Buna rağmen, kural olarak daha fazla geliştirilmesi için desteğin gerektiği hala küçük niş pazarlar vardır.

Küresel ölçekte yeni yenilenebilir enerji teknolojilerinin büyümesi, özellikle, öncülük yapabilecek ülkelerdeki veya küresel bir rekabet avantajının yakalanabileceği pazarlardaki teşvik politikalarına bağlanabilir⁴⁵. Bu milli desteğin arkasında olan sebepler yenilenebilir enerjinin üç önemli avantajında yatmaktadır: yenilenebilir enerji bizim kıt ve daha pahalı fosil yakıt ithalatına olan bağımlılığımızı azaltır ve aynı zamanda iklim korunmasına etkili bir katkı sağlar. Üçüncü avantajı ise erken doğa dostu sanayilerin geliştirilmesi ve büyüyen uluslar arası piyasalardan yüksek ihracat potansiyelleri getirecek sürdürülebilir meslekler yoluyla küresel rekabet üstünlüğü kazanabilecek piyasaların oluşturulmasıdır⁴⁶.

Özetle, gelecekte ilerleme ümidi veren bazı girişimler olsa da yenilenebilir enerjiyi olumsuz etkileyen temel stratejik sorunları çözebilecek bir teknolojinin olmadığını söyleyebiliriz. Yenilenebilir enerji ile ilgili bu çıkarımlarla birlikte petrol, kömür ile gaz kaynaklarının sonsuz olmadığı ve kullanımlarının küresel ısınmayla sonuçlanıyor olduğunun farkına varılması, nükleer enerjiye olan ilgiyi artırmış ve uzun vadede birincil bir enerji teknolojisi olduğunu kanıtlamıştır. Bu tartışmalar daha önce de kalan kömür rezervlerinin elektrik üretimi dışında bir amaçla kullanılması konusunda yapılmış ve nükleer enerji kullanımını gündeme taşınmıştır⁴⁷.

Yenilenebilir enerjiye olan ilgi fosil yakıtlar gibi sera etkisi yapmadığı için tüm dünyada gün geçtikçe artmaktadır. Sürdürülebilirliği nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının gelecekte dünyanın ihtiyacını karşılayabileceği düşünülmektedir.⁴⁸

⁴⁴ REN21, a.g.e., s.11.

⁴⁵ REN21, a.g.e., s.9.

⁴⁶ Bernd Hirschl, “International Renewable Energy Policy - Between Marginalization and Initial Approaches”, **Energy Policy**, Sayı 37, 2008, s.4407.

⁴⁷ W.Udo Schröder, a.g.e., s.20.

⁴⁸ M. Arif Özgür, “Review Of Turkey’s Renewable Energy Potential”, **Renewable Energy**, Sayı 33, 2009, s.2346.

Yenilenebilir enerji kaynakları doğada hazır bulunmaktadır. Biyokütle, hidro, jeotermal, solar, rüzgâr ve deniz enerjileri yenilenebilir enerji olup birincil enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji, hidrojen enerjisi ve nükleer enerji gibi temiz ve tükenmez enerjidir. Yenilenebilir enerji kaynakları doğal bir şekilde olduğundan hiç bir zaman tükenmez ve fosil enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında çok düşük miktarda sera etkisi yaratır veya kirliliğe neden olur. Fosil yakıtların neden olduğu olumsuz etkileri azaltır. Rüzgâr ve su enerjileri gibi yenilenebilir enerji kaynakları muhtemelen fosil yakıtların neden olduğu gibi endüstrinin bu kadar hızlı gelişimine de sebep olmazdı.

Yenilenebilir enerji insanlık tarihi boyunca da temel enerji kaynağı olmuştur. İlk yenilenebilir enerji teknolojisi basit mekanik uygulamalardan ibaretti ve düşük enerji verimine sahiptir. Endüstrileşme, temel enerji kaynaklarını yenilenebilir olanlardan, daha yüksek enerji değeri olan kömür ve petrol gibi kaynaklara değiştirmiştir.⁴⁹

Yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük ölçeklerde kullanımı uzun vadeli enerji politikalarının temel amacı olmalıdır. Geçen on yıllarda bu tür enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edilmeye ve desteklenmeye başlandı. Birçok ülkede araştırma ve geliştirme çalışmaları artış göstermiştir. Örneğin Almanya’da temiz enerji kullanımı hem maddi destek alır hem de vergi muafiyetinden faydalanır. Yenilenebilir enerji üreten şirketler yatırımlarına uzun vadede düşük vergi oranları ile destek almaktadırlar.

Yenilenebilir kaynakları uygun ve ölçeklendirilebilir kılmak için büyük teknolojik engelleri aşmak gerekmektedir. Yine de enerji üretimi hiç bir zaman bedava ya da tamamen temiz değildir.

Yenilenebilir enerji kaynakları şu nedenlerle stratejik engellerle karşılaşmaktadır:

- a) nispeten düşük enerji verimi;
- b) mevsimsel ve iklimsel nedenlerle devamlılığının olmayışı;
- c) iklime, ekosisteme ve insan habitatına temel etkileri;
- d) enerji üretiminin rekabet edemeyen yüksek maliyeti;
- e) yatırılan paranın geri dönüşünün uzun zaman alması.

“Yenilenebilir enerji” terimi güneş ışığı, rüzgâr, akan su, yer kürenin çekirdek ısısı gibi sürekli var olan kaynaklardan gelmektedir.

Özetle, günümüzde yaygın olan yenilenebilir enerji bağlantılı eğilimler şunlardır:

⁴⁹ Ayhan Demirbaş, “Global Renewable Energy Resources”, **Energy Sources**, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, Sayı 28:8, 2006, s.782.

- Bilimsel bulgular ve mühendislik ilerlemeleri;
- Elektrik sektöründeki yeni ekonomik yapılanma;
- Merkezden ayrılma ve modüler olma eğilimi;
- Bilgisayar, bilgi ve telekomünikasyon alanlarındaki ani gelişim;
- Piyasaların küreselleşmesi;
- Temiz bir çevre için yaygın ve ısrarcı destek;
- Fosil yakıtların sınırlı rezervi.

Çeşitli bağımsız birimler yenilenebilir enerjinin gelecekte dünyada oynayacağı önemli rolle ilgili senaryolar geliştirmişlerdir. Shell International'ın senaryosuna göre petrol tüketiminin azalması ile konvansiyonel enerji kaynakları 20-30 yıl içinde dengelenecektir. Bu senaryolara göre dünyanın artan enerji talebinin %30-%50'si 2050 yılında yenilenebilir kaynaklardan sağlanacaktır⁵⁰.

1.6.1. İklim ve Çevre

Petrol, kömür ve doğal gaz gibi konvansiyonel enerji kaynakları ekonomik gelişime, çevreye ve insana hayatına zarar vermektedir. Bu kaynakların kullanımı her gün artan bir çevreci direnişle karşılaşmaktadır. Konvansiyonel kaynakların karşılaşacakları en büyük engel belki de sera gazının salınımını azaltmayı amaçlayan Kyoto Protokol'üdür.

Çevresel durum ve yaşam kalitesi çevre kirliliğinin temel nedeninin artan enerji tüketimi olduğunu göstermektedir. İklim değişikliğinin temel nedeni de yüksek miktarda fosil yakıt kullanımının sonucunda salınan nitrojen oksit, sülfür dioksit ve karbon dioksit gibi gazlardır. Hava kirliliği çevre kirliliğinin en önemli belirtilerinden biridir⁵¹.

Karbon salınımının %98'lik bir bölümü fosil yakıt kullanımının sonucudur. Fosil yakıtların kullanımını azaltmak salınan karbon dioksit ve diğer zehirli gazların oranını düşürecektir. Karbon salınımının kontrolünün maliyeti, yüksek enerji verimi ve enerji muhafaza teknolojileri gibi karbonsuz veya karbonu azaltan teknolojilere bağlıdır. Bu ancak az enerji kullanmakla veya alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasıyla mümkün olabilir. Zararlı gazların salınımının kontrol edilmesi için harcanan çabanın çoğu az karbon salan teknolojileri (yüksek verimli yanma) ya da karbonsuz teknolojileri (nükleer, hidrojen, rüzgâr,

⁵⁰ Stanley R. Bull, "Renewable Energy Today and Tomorrow", **Proceedings of the IEEE**, 89, No:8, 2001, s.1216.

⁵¹ A.K. Akella, Saini, R.P. ve Sharma, M.P., "Social, Economical And Environmental Impacts of Renewable Energy Systems", **Renewable Energy**, 34, 2009, s.391

güneş, jeotermal) geliştirmek içindir. Son on yılda bazı alanlarda yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlarla mücadele edebilir hale gelmiştir.⁵²

Biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları fosil enerjiye göre daha az CO2 salınımına neden olur; hatta rüzgâr ve solar gibi kaynaklar sıfır salınımına neden olurlar. CO2 salınımının temelli azaltılabilmesi için yenilenebilir enerjinin sisteme büyük ölçekte entegre edilmesi gerekmektedir.

Günümüz akademik yazınında ekonomik gelişmenin enerji tüketimini artırdığı açıkça görülmektedir. Ekonomik gelişim ile CO2 salınımı arasında doğru orantının varlığı ile ekonomik gelişimin sonucu olan enerji tüketimindeki artış CO2 salınımını da artırmaktadır⁵³.

Atmosfere salınan CO2 gazının korkunç miktarı doğanın dengesini bozmaktadır ve küresel ısınmanın sonuçları daha da vahim olabilecektir⁵⁴.

Tablo 3. Bölgelere göre Dünya Karbon Dioksit Emisyonları (1990-2025)

Bölge	1990	2002	2010	2015	2020	2025
Gelişmiş piyasa ekonomileri	10465	11877	13080	13475	14392	15183
Kuzey Amerika	5769	6701	7674	8204	8759	9379
Batı Avrupa	3413	3549	3674	3761	3812	3952
Gelişmiş Asya Piyasaları	1284	1627	1731	1780	1822	1852
Geçiş ekonomileri	4894	3124	3643	3937	4151	4386
Yükselen Ekonomiler	6101	9408	13478	15602	17480	19222
Asya	3890	6205	9306	10863	12263	13540
Orta Doğu	845	1361	1761	1975	2163	2352
Afrika	655	854	1122	1283	1415	1524
Orta ve Güney Amerika	711	988	1289	1480	1639	1806
Toplam Dünya	21460	24409	30201	33284	36023	38790

Kaynak: R. Tuğrul Oğulata, “Energy Sector And Wind Energy Potential in Turkey”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, No 7, 2003, ss.469–484

Salınımın artmasının bedelini doğa ve insanlar ödemek zorunda kalacaktır. Asit yağmurlarının yaratacağı tahribat, sülfür oksit ve nitrojen oksit gibi gazların insan sağlığına vereceği zarar gibi olumsuz etkiler sayılamayacak kadar çoktur. Endüstriyel kazalar, görsel kirlilik ve gürültü kirliliği de bu olumsuz etkilerin arasında sayılabilir⁵⁵.

⁵² A. Demirbaş, “Global Renewable Energy Resources”, **Energy Sources**, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 28:8, 2006, ss.779-792.

⁵³ C. L. Chiu, ve Chang, T.H., “What Proportion of Renewable Energy Supplies is Needed To Initially Mitigate CO2 Emissions in OECD Member Countries?”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 13, 2009,s.1671

⁵⁴ C. L. Chiu, ve Chang, T.H., 2009, a.g.e., s.1671

⁵⁵ A.D.Owen, “Renewable Energy: Externality Costs As Market Barriers”, **Energy Policy**, 34, 2006, s.636

1.6.2. Ekonomi

Yenilenebilir enerji uygulamalarının bazıları uygun maliyetli olabilmektedir. Bu, yeni teknolojilere yatırım yapanların azalan yakıt tüketimi ve enerji faturaları sayesinde uzun vadede yatırdıklarını geri alabilmeleri anlamına gelmektedir.

Yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar ekonomiyi de çeşitlendirebilmektedir. Kömür ve petrol gibi bir veya iki temel enerji kaynağı yerine yerel şartlara göre çeşitli teknolojiler yaygınlaşabilmektedir.

Yenilenebilir enerji sektörü son yıllarda hızla gelişmektedir. Bu hızlı gelişimin ortaya koyduğu bir diğer ekonomik fırsat da yenilenebilir enerji için geliştirme ve bakım hizmetleri sunmaktır⁵⁶.

1.7. Küresel Enerji Kaynakları Tüketimi

Enerji kaynaklarının öneminin kavranabilmesi ve geleceğe yönelik enerji ihtiyacının öngörülebilmesi için enerjinin günümüze kadar olan tarihsel sürecinin bilinmesi zorunlu olmaktadır⁵⁷. Sanayi Devrimi'ne kadar olan dönemde temel olarak rüzgâr, odun, hayvan ve bitki atıkları gibi enerji kaynaklarından fayda sağlayan toplumlar, sanayinin gelişmemesi ve kalabalık olmayan insan mevcudu nedeniyle yeterli düzeydeydi. XVIII. y.y.da 728 milyonluk sadece ısınma amaçlı olarak kısıtlı miktarda enerji kullanırken, bugünkü çevre problemlerinin en az seviyede gerçekleştiği görülmektedir. Ancak zaman içinde artan ihtiyaçla beraber kömür kullanımı giderek artmaya başlamıştır⁵⁸. Böylece ilk defa IX. y.y.da İngiltere'de evlerde ısı enerjisi olarak kullanılan ve XVIII. y.y.da demir eritmede kullanılan kömür, Sanayi Devrimi'nin meydana gelmesindeki en önemli yapı taşı olmuştur⁵⁹. XIX. y.y.dan XX. y.y.a kadar geçen sürede İngiltere, Batı ülkeleri ve ABD başta olmak üzere kömür sayesinde sanayileşmede ilerlemeler sağlanmış ve bu merkezler birer sanayi merkezi olarak görülmüştür. Böylelikle oluşturulan Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu ile ekonomik büyüme hedeflenerek bu ortak amacın doğrultusunda ortak ve rasyonel enerji kullanımı amaçlanmıştır⁶⁰. II. Dünya Savaşı'ndan sonra ise yerini petrole bırakan kömür, böylece dünya

⁵⁶ A.K. Akella, a.g.e., s.391

⁵⁷ Gülşinar Akbulut, **Küresel Değişimler Bağlamında Dünya Enerji Kaynakları, Sorunlar ve Türkiye**, C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi Mayıs 2008 Cilt : 32 No:1, s.119.

⁵⁸ İbrahim Atalay, **Genel Beşeri ve Ekonomik Coğrafya**, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1999, s.4.

⁵⁹ Hayati Doğanay, **Enerji Kaynakları**, Atatürk Üniversitesi Yayınları No:707, Kazım Karabekir Eğitim fakültesi Yayınları No:13, Erzurum, 1991, s.9.

⁶⁰ İsmail Hakkı İşcan, "Küresel Değişimin Getirdiği Yeni Stratejilerle Enerji Güvenliği Sorunu ve Türkiye", **Avrasya Etütleri**, Sayı: 22, 2002, s.88.

hâkimiyetinin de Batı ülkelerinden ABD'ye geçmesine neden olmuştur⁶¹. Savaşın ardından petrolün önemini anlayan sanayi devletleri, yeni petrol rezervlerini aramaya başlamış, başta Osmanlı ve İran topraklarında bulunan rezervlerin yanında Orta Doğu, Güney Amerika ve Hazar gibi toprakların petrol zenginlikleri keşfedilmiştir. Böylece dünya güç dengesini değiştiren petrol, bir anlamda İkinci Sanayi Devrimi'nin gerçekleşmesine neden olmuştur. Savaş öncesine göre üç kat artan nüfus, gelişen sanayiler ve özellikle otomotiv sektörü nedeniyle giderek önemi artan petrol ihtiyacı, ülkelerin bu stratejik maden nedeniyle ekonomik ve siyasi bir yarışa girmelerine neden olmuştur. 1974'e kadar devam eden bu süreç sonunda dünyada ilk petrol krizi patlak vermiştir. Bu kriz insanlığa, sanayileşme yolunda sürdürülebilir bir kalkınmanın ve toplum refahını uzun vadeli mümkün kılabilme yolunun petrol kaynaklarına yakın olmaktan geçtiğini bir kez daha göstermiştir. Petrolün yanında 1985–1995 arasında doğal gaz ve nükleer enerji kaynaklarının üretiminde ve tüketiminde artışlar olmuş, maden kömürünün klasik enerji kaynakları içindeki ağırlığı ise azalmaya devam etmiştir. Bu süreçte Uzak Doğu ve Okyanusya'da enerji üretiminde büyük artışlar gerçekleşmiş bununla beraber Kuzey Amerika, Avrupa ve Rusya'da da enerji üretimi ve tüketimi çoğalmıştır⁶².

1970'li yıllardan sonra yukarı belirtilen nedenlerle giderek artan enerji ihtiyacının gelecekte de bu seyri devam ettireceği öngörülmektedir. Buna göre, 2020 yılında sanayileşmiş ülkelerin nüfusunun yaklaşık olarak 1,4 milyar kişiye ve gelişmekte olan ülkelerinki ise 6,4 milyar kişiye ulaşması beklenmektedir⁶³. Her yıl % 4-5 civarında artan dünya enerji talebinin yanında elektrik enerjisinin üretilmesinde kullanılan fosil yakıtlar da gitgide tükenmektedir⁶⁴.

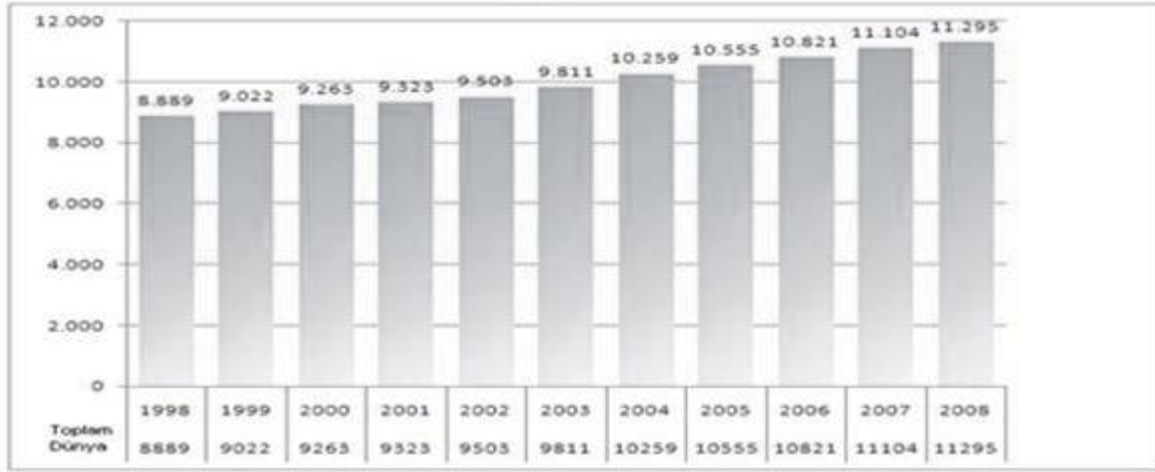
Ayrıca günümüzde fosil yakıtların tüketim hızı, fosil oluşum hızınının 300.000 katı kadardır ve fosil yakıt kullanımı sonucu meydana gelen CO₂ oranı yaklaşık % 30 oranında artmıştır. Aşağıdaki şekil toplam enerji tüketimlerinde miktar olarak incelendiğinde, 1998 yılında 8.889 mtoe olan birincil enerji kaynakları tüketimi 2008 yılında 11.295 mtoe olarak gerçekleşmiştir.

⁶¹ Atalay, a.g.e., s.137.

⁶² Erol Tümertekin ve Nazmiye Özgüç, **Ekonomik Coğrafya Küreselleşme Ve Kalkınma**, Çantay Kitabevi, İstanbul, 1999, s.384.

⁶³ Güngör Tuncer, **Mehmet Faruk Eskibalci, Türkiye Enerji Hammaddeleri Potansiyelinin Değerlendirilebilirliği**, İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C.16, S.1, Y 2003, s.81.

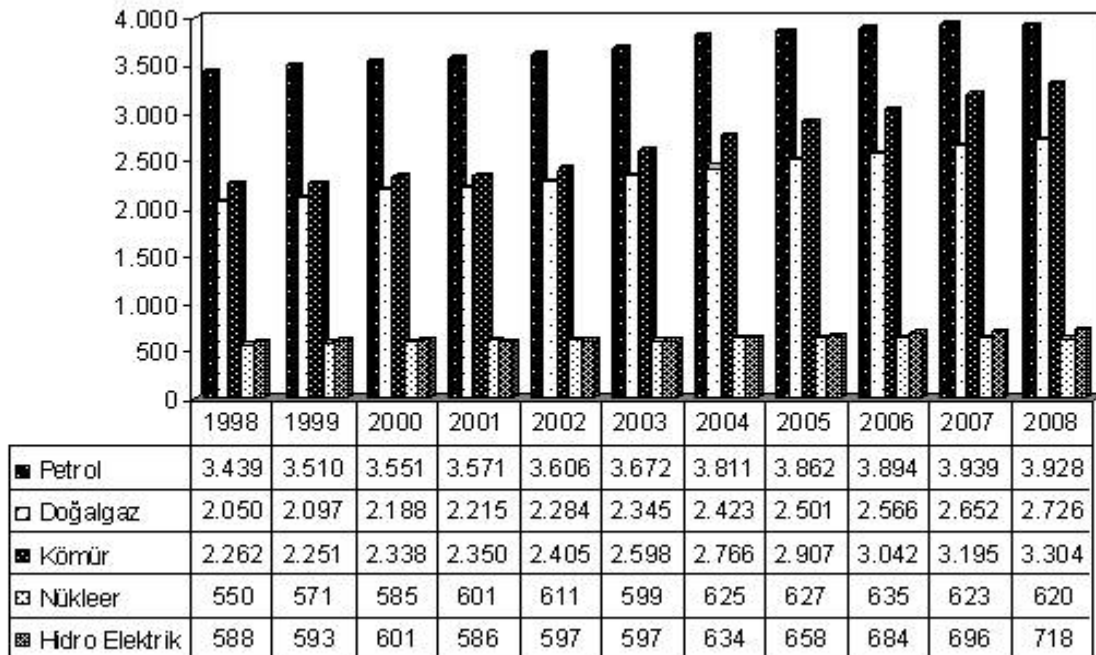
⁶⁴ İsmail ÖZTÜRK Ahmet ÇELİK, **Dünya'da ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Kullanım Durumu ve Geleceğe Yönelik Beklentiler**, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 37 (2), 2006 ISSN : 1300-9036, s.268.



Şekil 3. Birincil Enerji Tüketimi (Mtoe)

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2009

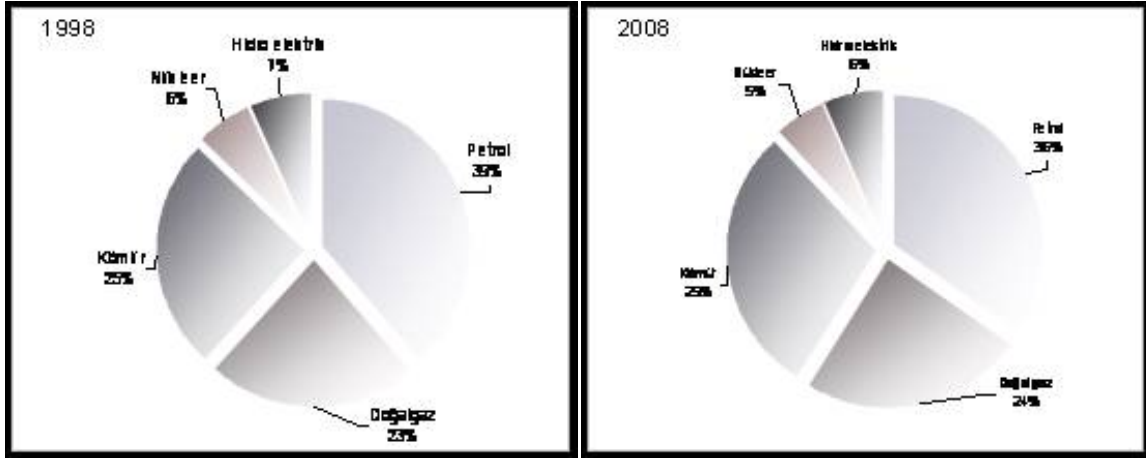
Birinci enerji kaynakları tüketimi 1998 yılından 2008 yılına toplamda %27, yıllık bazda ise %2,42 (CAGR) artış göstermiştir. 1998 – 2003 yıllarını kapsayan dönemde birleşik büyüme hızı yıllık %1,99 iken, 2003 – 2008 yılları arasında aynı değer %2,86'ya çıkmıştır. Bu da tüketimdeki artışın son dönemde daha hızlı arttığını göstermektedir. Enerji kaynakları tek tek incelendiğinde küresel bazda enerji tüketiminde ilk sırayı alan petrol %14, ikinci sırayı alan kömür %46, üçüncü sırayı alan doğal gaz %33, dördüncü sırayı alan hidro elektrik %22 ve son sıradaki nükleer enerji %13 oranında artmıştır.



Şekil 4. Türlerine Göre Birincil Enerji Yakıt Tüketimi (mtoe)

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2009

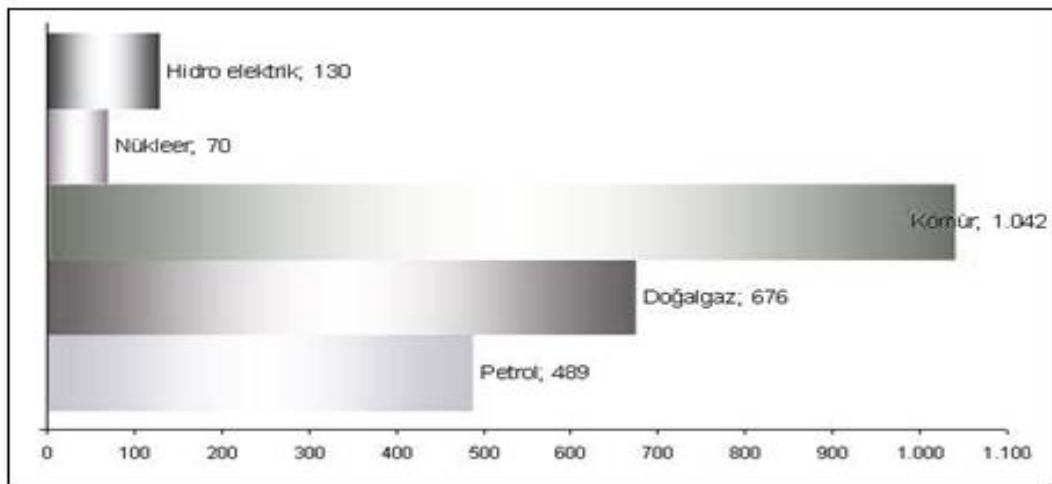
Yukarıdaki veriler ışığında ilk sırada olmasına rağmen petrol, son 10 yıllık süreçte toplam enerji yakıtı içindeki payı en çok düşen enerji türü olmuştur. Petrolün ardından kömür ve doğalgazın geldiği enerji tüketimlerinde son yıllarda kömür tüketim oranının giderek yükseldiği görülmektedir. Söz konusu tablo içinde nükleer enerji ve hidrolik enerji tüketimleri diğer enerji kaynaklarına oranla sınırlı düzeyde kalmıştır.



Şekil 5. Türlerine Göre Birincil Enerji Yakıt Tüketiminde Ağırlıklar (%)

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2009

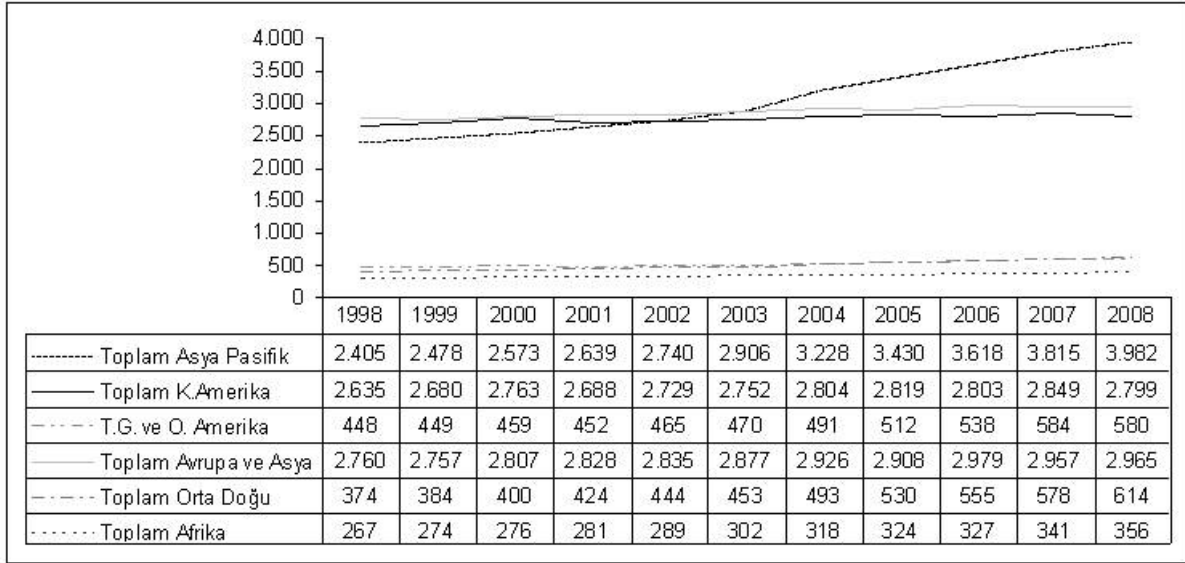
Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi, birincil enerji kaynaklarındaki değişim kömür tüketimi yönündedir. Kömürü doğalgazdaki değişim izlemekte ve sonra sırasıyla petrol, hidro elektrik ve nükleer enerji izlemektedir.



Şekil 6. Türlerine Göre Birincil Enerji Yakıt Tüketiminde Değişim (mtoe)

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2009

Enerji tüketimin bölgesel olarak dağılımları incelendiğinde ise 2008 yılı itibari ile en çok birincil enerji kaynağı tüketimi yapan bölge toplam tüketimin %36'sı ile Asya Pasifik bölgesi iken bu bölgeyi sırası ile %26 ve %25 ile Avrupa & Avrasya bölgesi ve Kuzey Amerika bölgesi izlemiştir. 2008 yılı itibari ile en az birincil enerji kaynağı tüketimi yapan bölge %3 tüketim payı ile Afrika bölgesi olurken bu bölgeyi %5 paya sahip iki bölge, Ortadoğu ve Güney Amerika bölgeleri takip etmiştir.

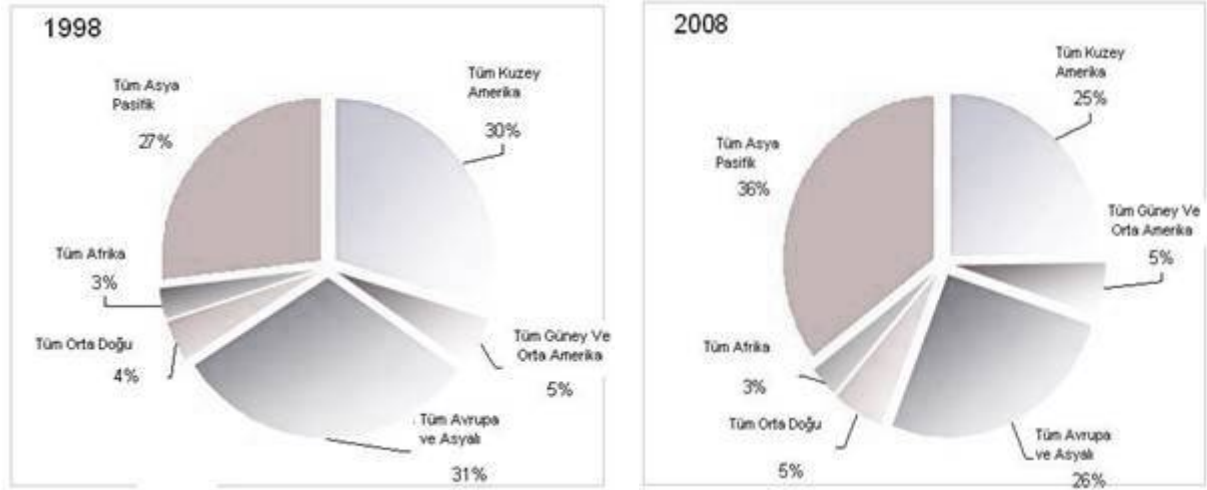


Şekil 7. Bölgelere Göre Birincil Enerji Yakıt Tüketiminde Değişim (mtoe)

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2009

1998-2008 aralığında, birincil enerji tüketiminde Asya Pasifik bölgesi, yüzde olarak %66 ve miktar olarak 1.577 mtoe ile diğer bölgelere kıyasla açık ara en büyük artışı göstermiştir. Bu bölgeyi Ortadoğu izlemiştir (yüzde %64 ve 240 mtoe ile). Söz konusu dönemde, miktar olarak en düşük artış Afrika (89 mtoe) ve Güney Amerika (132 mtoe) bölgelerinde gerçekleşirken, yüzde olarak da en düşük artış ise Kuzey Amerika (%6) ve Güney Amerika (%7) bölgelerinde olmuştur.

Kuzey Amerika bölgesinde petrol, doğalgaz ve kömür birincil enerji tüketiminde en önemli kaynaklardır. Bölgede enerji kaynakları bazında dengeli bir tüketim eğilimi olduğu görülmektedir. Güney Amerika bölgesinde petrol en önemli birincil enerji kaynağı olarak kullanılırken hidroelektriğin toplam üretimdeki payının diğer bölgelere kıyasla en fazla olduğu bölgedir. Ayrıca bu bölgede doğalgaz da bölgenin enerji tüketiminde önemli kaynaktır.



Şekil 8. Bölgelere Göre Birincil Enerji Yakıt Tüketimin Oranları (%)

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2009

Avrupa & Avrasya bölgesinde petrol ve doğalgaz toplam tüketimin yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Ortadoğu’da ise petrol ve doğalgaz neredeyse tüketimin tamamını karşılamaktadır. Afrika bölgesinde petrol, kömür ve doğalgazın baskın olduğu dengeli bir tüketim yapısı görülürken Asya Pasifik bölgesinde tüketimin yarısından fazlası kömürden karşılanmakta ayrıca bu bölgenin tüketiminde Petrol de önemli yer tutmaktadır.

Tablo 4. Bölgelere Göre Enerji Kaynaklarının Yıllar İtibariyle Dağılımı

Bölgeler	2008						2008 -Yakıtların Tüketimdeki Payları					
	Petrol	Doğalgaz	Kömür	Nükleer	Hidro elektrik	Toplam	Petrol	Doğalgaz	Kömür	Nükleer	Hidro elektrik	Toplam
Kuzey Amerika	1.077	751	607	215	149	2.799	38%	27%	22%	8%	5%	100%
Toplam G. & Ort. Amerika	270	129	23	5	153	580	47%	22%	4%	1%	26%	100%
Toplam Avrupa ve Avrasya	956	1.030	523	277	180	2.965	32%	35%	18%	9%	6%	100%
Toplam Orta Doğu	307	294	9	0	3	614	50%	48%	1%	0%	0%	100%
Toplam Afrika	135	85	110	3	22	356	38%	24%	31%	1%	6%	100%
Toplam Asya Pasifik	1.183	437	2.031	120	211	3.982	30%	11%	51%	3%	5%	100%

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2009

1998 – 2008 yılları arasındaki 10 yıllık periyotta Kuzey Amerika bölgesinde birincil enerji yakıtları tüketiminde yüzdesel olarak en büyük artış %21 ile nükleer enerjide görülürken, miktarsal olarak en büyük artış ise 65 mtoe ile doğalgazda gerçekleştirmektedir. Güney & Orta Amerika bölgesinde miktarsal olarak en büyük artış doğalgaz (48 mtoe) ve petrolde (43 mtoe) olmuştur. Bölgede nükleer enerji tüketimindeki yüzdesel artışın %98 olarak görülmesi düşük baz etkisinden kaynaklanmaktadır. Avrupa & Avrasya bölgesinde

miktarsal (179 mtoe) ve yüzdesel (%21) olarak en büyük artış doğalgazda olurken diğer birincil enerji yakıtlarında kayda değer bir değişiklik olmamıştır. Ortadoğu’da ise miktarsal ve yüzdesel olarak en büyük artış doğalgaz (137 mtoe, %87) ve petrolde (100 mtoe, %48) gerçekleşmiştir. Afrika bölgesinde miktarsal (41 mtoe) ve yüzdesel (%92) olarak en büyük artış doğalgazda olmuştur. Son olarak Asya Pasifik bölgesinde kömür tüketimde miktarsal (999 mtoe) ve yüzdesel (%97) olarak çok ciddi bir artış görülmüştür. Ayrıca bu bölgede petrol (266 mtoe, %29) ve doğalgaz (207 mtoe, %90) tüketimindeki artış da kayda değerdir.

Tablo 5. Dönemsel Olarak Enerji Kaynaklarının Değişimi (%)

Mtoe		Kuzey Amerika	Toplam G. & Ort. Amerika	Toplam Avrupa & Avrasya	Toplam Orta Doğu	Toplam Afrika	Toplam Asya Pasifik
1998-2008 Miktarsal değişim	Petrol	43	43	13	100	23	266
	Doğalgaz	65	48	179	137	41	207
	Kömür	25	4	-7	3	19	999
	Nükleer	37	2	19	0	0	11
	Hidro elektrik	-6	35	0	0	7	94
	Toplam	164	132	205	240	89	1.577
1998-2008 Yüzdesel Değişim	Petrol	4%	19%	1%	48%	21%	29%
	Doğalgaz	10%	59%	21%	87%	92%	90%
	Kömür	4%	8%	-1%	38%	20%	97%
	Nükleer	21%	98%	8%	N/A	-7%	10%
	Hidro elektrik	-4%	30%	0%	7%	42%	80%
	Toplam	6%	29%	7%	64%	33%	66%

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2009

Tablo 6. Küresel Birincil Enerji Tüketim Tahminleri (2020-2050) EJ(1 EJ = 23.8 mtoe)

Organizasyon/Kaynak	2020	2030	2050
EIA (2008)	609-677	666-807	NA
IAEA (2008)	588-655	679-826	NA
IEA (2008a)	NA	661-742	NA
BC (2006)	571-608	649-706	821-933
WEC (Schiffer 2008)	616-674	701-847	846-1151

Kaynak: Moriarty, P. ve Honnery, D., “What Energy Levels Can the Earth Sustain?”, **Energy Policy**, 37, 2009, ss.2469-2474

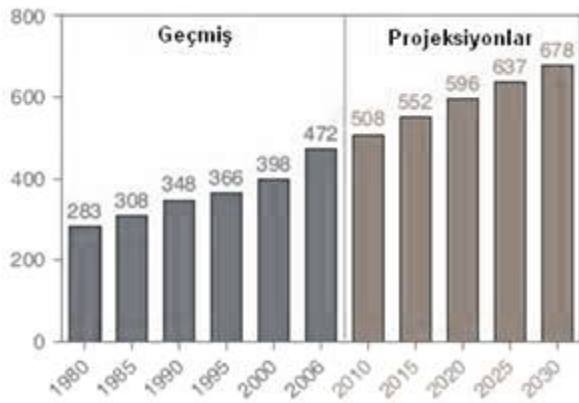
IEO’nun 2009 referans çalışmasında, Dünya enerji tüketimi 2006 yılında 472 katrilyon Btu’dan 2015 yılında 552 katrilyon Btu ve 2030 yılında 678 katrilyon Btu’ya artmaktadır ve tahmin edilen dönem boyunca toplam %44’lük bir artış olmuştur.

OECD ülkeleri çoğunlukla Dünya’nın en iyi kurulu enerji altyapısına sahiptirler.

Toplamda bu ülkeler mevcut Dünya enerji tüketiminin en büyük payını oluştururlar. Bu durumun tahmin dönemi boyunca yükselen OECD dışı ülkelerdeki enerji talebinin daha hızlı artması durumunda değişmesi beklenmektedir. 2006 yılında, Dünya enerji tüketiminin %51'i OECD ekonomilerindeydi, fakat referans çalışmasında bunların payı 2030'da %41'e düşmektedir.

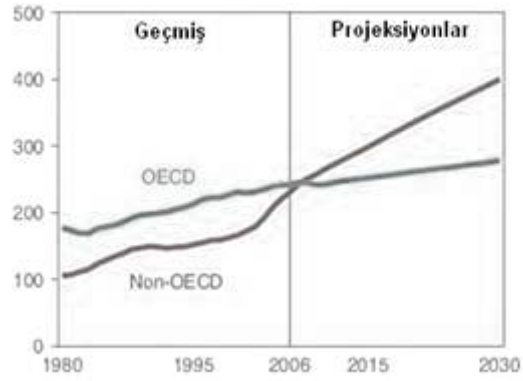
Yenilenebilir enerji kaynakları IEO2009 referans çalışmasında Dünya elektrik üretimi için 2006'dan 2030'a kadar yıllık ortalama %2,9'luk bir artışla en hızlı büyüyen enerji kaynaklarıdır.

IEO 2009 referans çalışmasında, nükleer enerjiden elektrik üretimi Dünya çapında 2006'da 2,7 trilyon kilovat saatten 2015'de 3 trilyon kilovat saate ve 2030'da ise 3,8 trilyon kilovat saate çıkmaktadır, fosil fiyatlarının yükselmesinden duyulan endişe, enerji güvenliği ve sera gaz emisyonları yeni nükleer üretim kapasitelerinin geliştirilmesine destek vermektedir⁶⁵.



Şekil 9. Dünya Piyasaları Enerji Tüketimi, 1980-2030

Kaynak: **Geçmiş:** Energy Information Administration (EIA) International Energy Annual 2006 (Haziran-Aralık 2008),
Web sitesi: www.eia.doe.gov/iea. **Projeksiyonlar:** EIA World Energy Projections Plus (2009)



Şekil 10. Dünya Piyasaları Enerji Tüketimi: OECD ve OECD olmayan, 1980-2030

Kaynak: **Geçmiş:** energy Information Administration (EIA) International Energy Annual 2006 (Haziran-Aralık 2008),
Web sitesi: www.eia.doe.gov/iea. **Projeksiyonlar:** EIA World Energy Projections Plus (2009)

Şekil: Dünya Piyasaları Enerji Tüketimi: OECD ve OECD olmayan, 1980-2030

OECD ülkeleri enerji kullanımı projeksiyon dönemi boyunca ağır ağır artmaktadır, burada yıllık ortalama büyüme %0,6 iken bu büyüme OECD dışı yükselen ülkelerde %2,3'dür. Çin ve Hindistan en hızlı büyüyen OECD dışı ülkelerdir ve gelecekte bu ülkeler

⁶⁵ EIA, International Energy Outlook, Energy 2009, s.11

Dünya enerji tüketiminde kilit role sahip olacaklardır⁶⁶.

Tablo 7. Ülke Gruplarına Göre Pazarlanmış Dünya Enerji Tüketimi, 2006-2030 (Katrilyon Btu)

Bölge	2006	2010	2015	2020	2025	2030	Ortalama Yıllık Yüzdesele Değişim, 2006-2030
OECD.....	241,7	242,8	252,4	261,3	269,5	278,2	0,6
Kuzey Amerika.....	121,3	121,1	125,9	130,3	135,6	141,7	0,6
Avrupa.....	81,6	82,2	84,8	87,9	90,0	91,8	0,5
Asya.....	38,7	39,5	41,8	43,1	43,9	44,6	0,6
Non-OECD.....	230,8	256,4	299,1	334,4	367,8	400,1	2,3
Avrupa ve Avrasya.....	50,7	54,0	57,6	60,3	62,0	63,3	0,9
Asya.....	117,6	139,2	163,2	190,3	215,4	239,6	3,0
Orta Doğu.....	23,8	27,7	30,03	32,2	34,6	37,7	1,9
Afrika.....	14,5	16,2	17,7	19,1	20,6	21,8	1,7
Orta ve Güney Amerika.....	24,2	28,3	30,3	32,5	35,2	37,7	1,9
Toplam Dünya.....	472,4	508,3	551,5	595,7	637,3	678,3	1,5

Not: Bağımsız yuvarlamalardan dolayı toplamalar öğelerin toplamına eşit olmayabilir.

Kaynaklar: 2006: Energy Information Administration (EIA), *International Energy Annual 2006 (Haziran-Aralık)*, web sitesi www.eia.doe.gov/iea. **Projections:** EIA, World Energy Projections Plus (2009).

Dünya petrol fiyatlarının tahmin dönemi boyunca göreceli olarak yüksek kalacağı beklentisi altında, sıvı yakıt ve diğer petrol ürünleri Dünya'nın en yavaş büyüyecek enerji kaynakları olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle sıvı tüketim 2006'dan 2030'a kadar yıllık ortalama olarak %0,9 artacağı tahmin edilmektedir.

Doğal gaz, Dünya çapında elektrik üretimi için önemli bir yakıt türü olarak kalmaktadır, çünkü doğal gaz fosil yakıtlara göre daha verimli ve daha az karbon yoğunudur. 2009 EIO referans çalışmasında toplam doğal gaz tüketimi ortalama yıllık %1,6 artışla 2006 yılında 104 trilyon feet küp'den 2030 yılında 153 trilyon feet küpe'e yükselmiştir.

Dünya kömür tüketimi 2006 yılından 2030 yılına kadar yıllık ortalama %1,7 artacak (2006'dan 2015 yılına kadar 23 katrilyon Btu'luk bir artış ve 2015 yılından 2030 yılına kadar 40 katrilyonluk artış) ve 2030 yılında toplam Dünya enerji tüketiminin %28'ini meydana getirecektir.

⁶⁶ EIA, International Energy Outlook, Energy 2009, s.8.

1.8. Enerji Güvenliği

Enerji güvenliği en basit anlamı ile ekonominin ihtiyaçı olan enerji hizmetlerinin devamlı olarak bulunabilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Söz konusu hizmetlerin temininde oluşabilecek sıkıntılara ve bu sıkıntılarının doğurduğu risklere karşı firmaların kendilerini güvence altına almaları ve bir takım yollar ile bir takım süreçleri koordine etmeleri gerekmektedir.

Gerek uluslararası gerekse ulusal düzeyde üzerinde gündemin en çok tartışılan konularından biri haline gelen enerji güvenliği kavramı, genel olarak iki farklı yaklaşımla açıklanmaya çalışılmaktadır⁶⁷.

İlk yaklaşım daha çok enerjiye, diğeri ise güvenliğe ağırlık vermektedir. Bu iki farklı yaklaşımın paralelinde enerji güvenliği kavramının enerji ağırlıklı tanımı değişik şekillerde de literatürde verilmektedir. Buna göre, enerji güvenliğinin enerji ağırlıklı tanımı enerji kaynaklarının bulunabilirliği, erişilebilirliği ve kabul edilebilirliği unsurlarını içerdiği ifade edilmektedir. Enerji güvenliği;

- Enerjinin güvenilir,
- Temiz ve çeşitli kaynaklardan uygun miktarlarda
- Uygun fiyatlarla sağlanması
- Yüksek verimlilikle tüketilmesi gibi özelliklere sahip olması gerektiğini savunmaktadır.

Böylece uygun nitelikteki ve nicelikteki enerji kaynaklarına, makul fiyat ve sürekli faydalanabilecek bir kaynaktan, uygun lojistik imkânları vasıtasıyla ve ülkeler bazında adil dağılım çerçevesinde erişilebilmektedir. Bu çerçevede sağlanan ve dolayısıyla reel ve tasarruflu kullanılması öngörülen enerji doğrutusunda enerji güvenliğinden kolayca söz edebilmek mümkün olmaktadır.

Enerji güvenliği tanımı, yukarıda ifade edilen yapısı itibariyle ekonominin ihtiyaçı olan enerji hizmetlerinin devamlı olarak bulunabilmesine olanak sağlayan önemli bir kavram olarak ülkeden ülkeye farklılıklar gösterebilmektedir. Özellikle jeopolitik roller ve izlenen politikalar doğrutusunda, ülkelerinin enerji güvenliği yaklaşımları ve izledikleri politikalar birbirlerinden farklılıklar arz etmektedir⁶⁸. Ülkeler arasında mevcut olan tüm farklılıklara

⁶⁷ Cenk Sevim, "Geçmişten Günümüze Enerji Güvenliği ve Paradigma Değişimleri" **Stratejik Araştırmalar Dergisi**, Sayı 13, Mayıs 2009, s.93.

⁶⁸ Sanem Özer, "Avrupa Birliği, Rusya ve ABD'nin Avrupa Güvenliğine Farklı Yaklaşımlarının Transatlantik İttifakına Etkileri", **Akdeniz Üniversitesi İİBF Dergisi**, Sayı 15, 2008, s.173.

rağmen yeni yüzyıl ile birlikte iklim değişikliği sorunu da enerji güvenliğinin kapsamı içine dahil edilmiştir.

Enerji güvenliğindeki ikinci yaklaşım olan güvenlik ağırlıklı tanımlamaya göre ise enerji güvenliği enerji; enerji kaynağının aranması geliştirilmesi, üretimi, iletimi, çevrimi, dağıtımı, pazarlaması ve tüketimi çerçevesinde ilgili tüm süreçlerin ve fiziki mekanların korunması olarak belirtilmektedir⁶⁹.

Günümüzde enerji güvenliğine bu kadar ilginin gösterilmesinin sebebi kesintiye uğramayan bir enerji arzının, ekonominin fonksiyonunu yerine getirebilmesi açısından hayati derecede öneme sahip olmasındandır. Enerji güvenliği geleneksel olarak petrol stoklarına ulaşmayı güvence altına almak ve olası fosil yakıtı tükenmesi ile ilişkilendirilmektedir.

1970 ve 1980'lerdeki petrol krizleri Orta Doğu'daki petrol ihraç eden ülkelere olan bağımlılığı arttırmıştır. Bunun yanında doğalgaz kullanımındaki artışla beraber doğalgaz için güvenlik endişeleri de artmış ve diğer yakıtları da kapsayacak şekilde tanım genişletilmiştir. Petrol'ün bugün küresel olarak alınıp satılan bir emtia olmasından dolayı, arz azalmaları Dünya piyasalarında uzun dönem fiyat artışları ve kısa dönem dalgalanmaların oluşmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak sera gazı salınım (SOS) arz güvenliği tanımı, kısmi olarak çoğunlukla jeologlar tarafından kullanılan fosil yakıt çıkması da fiziki tanımından fiyat kavramını da içine alan ve özellikle ekonomik bir çıkar tanımına doğru kaymıştır.

Enerji güvenliği tanımı genişletilerek günümüzde bu tanımlarda dört ana unsur kapsamına alınmıştır. İlk ve en önemli unsur, enerjinin ekonomi için hazır bulunabilirliğidir (tüm tanımlarda dâhil edilir). Bu, mutlak hazır bulunabilirlik veya fiziki varoluş gerektiren bir faktör olmaktadır (fosil kaynaklar aslında sınırlıdır). İkincisi ise tüketim ve üretim kaynakları arasındaki büyük mekânsal farktan dolayı erişilebilirlik faktörüdür. Ulaşmak çoğu zaman jeopolitik sonuçlar taşıdığından burada ayrıca SOS'nin birçok yorumunda maliyet unsuru da önem taşımaktadır. Son olarak, bazı tanımlar ayrıca çevresel sürdürülebilirlik faktörü de içermektedir. O halde bu unsurlar özetlendiğinde;

- Hazır bulunabilirlik–veya jeolojik varoluş ile ilgili faktörler,
- Erişilebilirlik–veya jeopolitik faktörler,
- Ödeyebilirlik–veya ekonomik faktörleri,
- Kabul edilebilirlik–veya çevresel ve toplumsal faktörlerdir.

⁶⁹ Volkan Ş. Ediger, “Enerji Arz Güvenliği ve Ulusal Güvenlik Arasındaki İlişki”, **SAREM Enerji Arz Güvenliği Sempozyumu**, 2007, Ankara, s.3.

Bu unsurlarda münferit kategoriler olmakla beraber karmaşık ve karşılıklı etkilemeye açık oldukları belirtilmelidir⁷⁰.

Enerji kaynaklarına ulaşabilmek için artan uluslar arası rekabet milli enerji bağımsızlığı ve güvenliği hedeflerine ne derece ulaşılacağına ilişkin kaygıları artırmaktadır. Önerilmiş enerji stratejileri yukarıda ifade edilen üretim ideallerinin hemen hemen ulaşamaz olduğu sonucuna varmaktadır. Özellikle, Birleşik Devletler'in toplam dünya enerji payı (%25) önemli bir ölçüde azalmak zorundadır. Bu nedenle, enerji talebinde önemli bir azalmanın, daha iyi duruma getirilmiş bir enerji dağıtım altyapısının ve yeni enerji Ar&Ge'nin başarılması için paralel stratejik çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu çerçevede birincil enerji üretebilmek için aşağıdaki özelliklere haiz sürdürülebilir bir strateji hayati öneme sahiptir:

- Esnek tepkilerle gelen değişken enerji taleplerini karşılayabilecek gücü vardır;
- Enerji bağımsızlığını iyileştirir;
- Mevcut altyapı ve onun evrimsel durgunluğunu göz önüne alır;
- Çoğunlukla gelecek teknolojik buluşlardan bağımsızdır ve
- Kamu tarafından kabul edilebilirdir.

Bu ilkelerden hareketle, enerji teknolojileri paletinde bu birincil enerji kaynakları en yüksek öncelikte geliştirilmeli ve bu kaynaklar

- Yerel olarak bol ve ekonomik bir şekilde mevcut kaynaklarla alınabilmelidir,
- Mevcut dağıtım kanalları ile bağlantılıdır,
- Düzenli bir temel talebi karşılar,
- Üretmek ve kullanmak için güvenlidirler,
- Değişik yakıt taleplerine elastikdirler,
- Kirletici salıvermeleri minimize ederler.⁷¹

Enerji güvenliği sorununun çözümünde çeşitlendirme metodu daha önce düşünülmüş ilgili çözüm yollarından en önemlisi olarak göze çarpmaktadır. Özellikle kendi doğal kaynakları kıt olan ülkelerde sürdürülebilir bir kalkınma için çeşitlendirme politikalarını tatbik etmeleri zorunluluk arz etmektedir. Bu noktada Japonya ve birçok Asya ülkesi önemli

⁷⁰ B. Krut, VanVuuren, D.P., deVries, H.J.M., Groenberg, H., "Indicators for Energy Security", **Energy Policy**, 37, 2009, s.2166.

⁷¹ Schröder, a.g.e., s.2.

birer örnek olarak gösterilebilmektedir. Bu doğrultuda ortaya konacak stratejilerle arzu edilen enerji güvenliğinin sağlanması kolaylaşmaktadır. Avrupa'da 18. y.y.da buharlı makinelerin kullanılmasıyla ortaya çıkan sanayi devrimi, bir yandan sermaye birikimini hızlandırmakla beraber, diğer yandan da enerji ve enerji üretiminin günümüz dünyasında önem kazanmasına neden olmuştur. Bu noktada özellikle enerji kaynaklarının sınırlı olmasının yanında talebin yüksek olması, kıt olan enerji kaynaklarının önemini daha da fazla arttırmaktadır. Bu çerçevede, dünyanın farklı bölgelerinde uygulanan siyasi politikalar doğrultusunda, enerji arz güvenliğini iyileştirecek stratejilerin ortaya konması zorunluluk arz etmektedir. İlgili stratejileri şu alt başlıklar altında toplamak mümkündür:

- Ülke enerji portföyündeki enerji kaynak çeşidinin artırılması,
- Özellikle enerji ithal eden ülkeler için daha da önemli olmak üzere enerji tedarikçilerinin sayısının artırılması.
- Gerek verim gerekse de tasarruf açısından çeşitli projelerin geliştirilmesi.
- Tedarik edilen enerji kaynağının daha büyük çapta depolanabilmesine imkân sağlanmasıdır.

Bir dönüşümün yaşandığı enerji güvenliği kavramında; enerji üretimi, iletimi ve tüketiminde çevrenin dikkate alınmaması sonucu bir değişim yaşanmaktadır. Enerji ve çevre arasındaki ilişkiye bağlı olarak meydana gelen olumsuz etkiler sonucunda çevrenin korunması gerekliliği ortaya çıkmış ve bu nedenle çevre olgusu da enerji güvenliği kapsamına dahil edilmiştir. Bunun yanında soğuk savaşın ardından enerji güvenliği; politik, askeri, ekonomik ve sosyal boyutlar kazanmış ve beraberinde açlık, sosyal eşitsizlik, küresel boyuttaki çevre kirliliği kavramları içine dâhil etmiştir.

Türkiye, enerji güvenliği açısından Avrupa için önemli bir role sahiptir. Bu bağlamda özellikle Türkiye'nin jeopolitik konumu, politik gücü ve çevre ülkelerle yürüttüğü enerji projeleri, Türkiye'yi Avrupa açısından dikkate değer bir ortak haline getirmiştir. Nitekim Gürcistan ve Azerbaycan ile yürütülen projeler neticesinde Avrupa'nın bu bölgede Türkiye ile işbirliğine gitmesini zorunlu kılmaktadır. Bu noktada meydana gelen karşılıklı çıkarlar,

özellikle enerji güvenliği kapsamında söz konusu ülkeler arasındaki stratejik bir bağ sağlamaktadır⁷².

Bu doğrultuda Türkiye'nin enerji güvenliğinin küresel açıdan önemi iki ana başlık altında toplamak mümkündür⁷³. Bu başlıklardan ilki hızla artan enerji ihtiyacının dış kaynaklardan sağlama zorunluluğu olup bundan daha önemli olsan ikinci başlık ise coğrafi konum avantajıdır. Birinci Dünya Savaşı'nın ardından Osmanlı'dan kalan mevcut ülke topraklarında yeterli nitelik ve nicelikte bir enerji kaynağı bulunmamakla birlikte, yukarıda sözü edilen enerji kaynaklarının lojistiği açısından bir köprü olma potansiyeli açısından coğrafi olarak Türkiye kilit bir rol oynamaktadır. Doğal gaz ve petrol rezervlerinin en fazla olduğu bölgelere yakınlığı nedeniyle Türkiye, doğal bir enerji köprüsü niteliğindedir⁷⁴.

Rusya, Hazar Denizi ve Ortadoğu coğrafyasında bir enerji koridoru olma amacı taşıyan Türkiye, artan nüfusu ve gelişen ekonomisi yükselen bir güç olma yolundadır. Bu noktada Türkiye için enerji güvenliği daha da önemli hale gelmektedir. Bu doğrultuda küresel enerji güvenliğinin merkezinde yer alan Türkiye'nin oynayacağı stratejik yol için öncelikli olarak dışa bağımlılık sorununu halletmesi gerekmekte ve ayrıca jeopolitik konumuna bağlı avantajlarını da değerlendirmesi gerekmektedir. Bu nedenle ülkeye has özgün bir enerji güvenliği tanımının yapılması ve belirlenen stratejilerle birlikte elde edilen kararlı tutum neticesinde stratejilerin belirlenmesi zorunluluk arz etmektedir. Ters durumda Türkiye, çağı izleyen ülkeler içinde yer almaya mahkûm olacaktır. Bu noktada Türkiye'de günümüzde ve gelecekte önem arz eden enerji kaynaklarının enerji güvenliği bakımından çeşitli boyutlarda değerlendirilmesi mümkündür⁷⁵. Buna göre:

1800'lerden günümüze giderek önemi artan enerji güvenliği kavramı, geçmişte petrol kaynaklarına ulaşım ve bu kaynakların korunması ile ilişkiliyken günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları ve yerel kaynakların kullanılmasıyla kaynak çeşitliliği sağlanması üzerine kurulu olan bir kavram olmaktadır⁷⁶. Bununla beraber 21. Yüzyılda ortaya çıkan çevresel güvenlik kavramı da birçok ülke için öncelikli unsur haline gelmiştir. Bu bağlamda

⁷² Ayhan Güney, "Avrupa Enerji Güvenliği Açısından Türkiye'nin Rolü ve Önemi", **Journal of Qafqaz University**, Sayı:28, 2009,s.48.

⁷³ Ediger, a.g.e., s.5.

⁷⁴ Işıl Şirin Selçuk, **Küresel Isınma, Türkiye'nin Enerji Güvenliği ve Geleceğe Yönelik Enerji Politikaları**, Ankara Barosu Yayınları, 2010, s.56.

⁷⁵ <http://www.cleanglobe.org/pdf/27.pdf> erişim tarihi: 21.03.2010.

⁷⁶ Sevim, a.g.e., s.93.

oluşturulan uluslararası ortaklıklarla ve işbirlikleri ile gerek çevresel tehditlerin önlenmesi gerekse de enerji tkretiminin mevcut olumsuz etkilerini azaltılması zorunlu hale gelmiştir. Ancak gelinen şu noktada işbirliğine yönelik politikalarda yeterince başarılı olunamadığı görülmekte ve yasal mevzuatın bulunmasına rağmen, bu mekanizmaların etkili şekilde kullanılamaması nedeniyle söz konusu problem devam etmektedir. Bu noktada ortaya çıkan kirliliğin sınır tanımayan ve bilinen etkilerinin yerel veya bölgesel olduğu kadar, kıtasal ve küresel olduğunun da belirtilmesi gerekmektedir.

Tablo 8. Türkiye’deki Enerji Kaynaklarının Enerji Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi

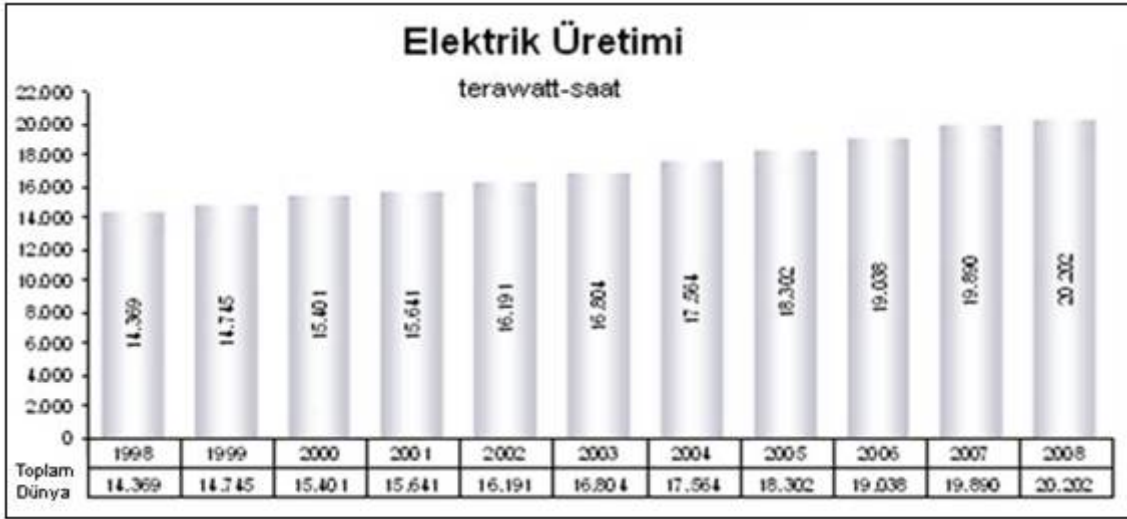
Boyutlar	Mevcut Durum	Ulaşılabilirlik	Kabul Edilebilirlik	Maliyet
Enerji Kaynakları				
Petrol	Mevcut kaynaklar olgunlaşmakta ve yeni sahalar bulmak hâlâ mümkün olmaktadır.	Jeopolitik risk ve yatırım engelleri artmakta; insan kaynakları kıtlaşmakta; altyapı ise yetersizleşmektedir.	Taşıma sektörü için en kullanışlı yakıttır. OPEC ve sera gazları ile ilgili endişeler bulunmaktadır.	Erişilebilirlik azaldıkça fiyatlar artmaktadır.
Doğal Gaz	Klasik kaynaklar geniş bir coğrafyada mevcuttur. Araştırma potansiyeli ise yüksektir.	Yeni altyapı ihtiyacı artmaktadır. Ancak yatırım engelleri artmakta; insan kaynakları kıtlaşmakta; jeopolitik risk ise fazlalaşmaktadır.	Temiz ve verimlidir. Ancak yeni altyapıya karşı bir önyargı bulunmaktadır.	Artan üretim maliyetleri düşük maliyetli bölgelerden gelen doğal gaz sayesinde şimdilik kontrol altındadır.
Kömür	Kaynaklar geniş bir coğrafyada mevcuttur.	Altyapı ve yatırım ile ilgili bazı engeller bulunmaktadır.	Başta sera gazları olmak üzere, emisyonlar sıkıntı yaratmakta fakat IGCC ve CCS teknolojilerinin gelişimi bu durumu olumlu yönde etkilemektedir.	IGCC ve CCS teknolojilerinin gelişimi maliyetleri arttırmaktadır.
Hidro	Coğrafi unsurlara bağlıdır.	Altyapı ve yatırım ile ilgili engeller vardır.	Ekolojik, sosyal, ve tarihi etkiler tepki görmektedir.	Ana maliyet yüksek ama işletme maliyeti düşüktür.
Yenilenebilir rüzgâr, güneş ve jeotermal	Henüz büyük bir enerji arzı yoktur.	Portföy standartları, sübvansiyonlar ve politik destek artmakta; en gelişmiş teknolojilerin dünya genelinde yayılması sınırlı hale gelmektedir.	Ekolojik olumsuz etkisi yoktur.	Ana maliyet yüksek, ama işletme maliyeti düşüktür.
Nükleer	Uranyum kaynakları mevcut ama işleme kapasitesi şimdilik sınırlıdır.	İnsan kaynakları sınırlı; en gelişmiş teknolojilerin dünya genelinde yayılması sınırlı	Radyoaktif atıkların güvenli depolanması, güvenlik ve nükleer silâhlanma riskleri mevcuttur.	Fosil yakıtlara oranla ana maliyet yüksek, ama işletme maliyeti düşüktür.
Bio yakıtlar	Sınırlı üretim kapasitesi, ama bilimsel ve teknolojik gelişmeler bu durumu değiştirebilmektedir.	Doğal şartlar (ekim alanı, toprak kalitesi, su kaynakları, ekin türü); dağıtım altyapısı sınırlıdır.	Gıda sektörü ile rekabet; su kaynaklarının tüketimi; orman kesimi; gübre kullanımı; net sera gazı emisyonunda olası artış sözkonusudur.	Sübvansiyon olmadan rekabet etmeleri çok zordur.

Kaynak: CEE

2. BÖLÜM: DÜNYA'DA ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARININ FİNANSMANI: SEÇİLMİŞ ÜLKE ÖRNEKLERİ

2.1. Elektrik Enerjisi Üretimi

Dünyada elektrik üretimi 1998 yılında 14.369 twh iken 2008 yılına gelindiğinde toplamda %40 yıllık baz da %3,5 (CAGR) artarak 20.202 twh seviyesine gelmiştir. Artış 1998 – 2003 periyodunda %17,0 olurken 2003 – 2008 periyodunda %20,2 olarak gerçekleşmiştir. Dolayısı ile son dönemde elektrik üretimindeki artış hızı daha yüksek olmuştur.



Şekil 11. Dünya Elektrik Üretimi

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2009

1998 – 2008 yıllarını kapsayan dönemde elektrik enerjisi üretiminde en hızlı yüzdesel artış toplamda %90 yıllıkta %6,6 artış ile Asya Pasifik bölgesinde olmuştur. Asya Pasifik bölgesindeki artışı toplamda %81 ve yıllıkta %6,1 ile Ortadoğu izlemiştir. Bu dönemde elektrik üretiminde yüzdesel olarak en az artış gösteren bölgeler Kuzey Amerika ve Avrupa & Avrasya bölgeleri olmuştur. Kuzey Amerika toplamda %14, yıllıkta 1,3% ile elektrik üretiminde en yavaş artış gösteren bölge olurken Avrupa & Avrasya toplamda %20, yıllıkta 1,9% ile ikinci sırada gelmiştir.

Tablo 9. Bölgeler İtibariyle Dünya Elektrik Üretimi (Miktar)

Terawatt-saat	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	1998-2008 % Değişim
Toplam Kuzey Amerika	4.541	4.645	4.800	4.716	4.845	4.861	4.967	5.088	5.103	5.222	5.172	14%
Toplam Güney & Orta Amerika	742	765	799	787	812	855	901	938	988	1.024	1.050	41%
Toplam Avrupa & Avrasya	4.455	4.525	4.667	4.761	4.808	4.927	5.036	5.116	5.229	5.301	5.354	20%
Toplam Orta Doğu	409	434	462	488	521	546	579	625	664	699	739	81%
Toplam Afrika	411	423	438	454	481	507	539	560	584	613	638	55%
Toplam Asya Pasifik	3.812	3.952	4.235	4.435	4.724	5.108	5.543	5.976	6.470	7.030	7.250	90%
Toplam Dünya	14.369	14.745	15.401	15.641	16.191	16.804	17.654	18.302	19.038	19.890	20.202	

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2009

1998 yılında dünya elektrik üretimi pastasında en büyük pay %32 ile Kuzey Amerika bölgesi iken bu bölgeyi %31 ve %27'lik paylar ile Avrupa & Avrasya ve Asya Pasifik bölgeleri izlemiştir. Fakat, 2008 yılına gelindiğinde 1998 yılındaki bu ilk üç üretici bölge arasındaki sıralama tam tersi şekilde gerçekleşmiştir. 2008 yılında dünya elektrik üretimindeki en büyük pay toplamın %36'sı ile Asya Pasifik bölgesinin olurken bu bölgeyi %27 ve %26 paylar ile Avrupa & Avrasya ve Kuzey Amerika bölgeleri izlemiştir.

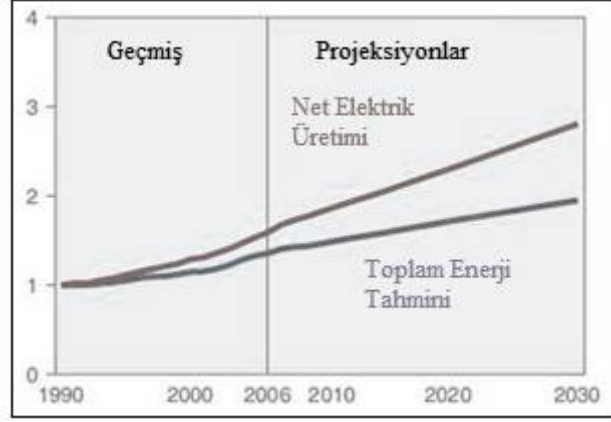
Tablo 10. Bölgeler İtibariyle Dünya Elektrik Üretimi (%)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Toplam Kuzey Amerika	32%	32%	31%	30%	30%	29%	28%	28%	27%	26%	26%
Toplam Güney & Orta Amerika	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Toplam Avrupa & Avrasya	31%	31%	30%	30%	30	29%	29%	28%	27%	27%	27%
Toplam Orta Doğu	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	4%	4%
Toplam Afrika	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Toplam Asya Pasifik	27%	27%	27%	28%	29%	30%	32%	33%	34%	35%	36%
Toplam Dünya	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2009)

Dünya net elektrik üretimi IEO2009 referans çalışmasında 2006 ile 2030 arasında yıllık ortalama %2.4 artacaktır. Elektriğin Dünya toplam enerji talebinin giderek artan bir payını karşılaması bekleniyor ve orta vade de Dünya genelinde, nihai enerji kullanımında en hızlı büyüyen çeşittir. 1990'dan beri, net elektrik üretimindeki büyüme toplam enerji

tüketimindeki büyümeyi geride bırakmıştır (%2.9/yıl ve 1.9/yıl sırasıyla) ve elektrik talebindeki büyüme, toplam enerji kullanımındaki büyümeyi tahmin dönemi boyunca geçmeye devam etmektedir.



Şekil 12. Dünya Elektrik Üretimi ve Toplam Enerji Tüketimindeki Artış, 1990-2030

Kaynak: Geçmiş: Energy Information Administration (EIA) International Energy Annual 2006 (Haziran-Aralık 2008), www.eia.doe.gov/iea. **Projeksiyonlar:** EIA World Energy Projections Plus (2009)

IEO referans çalışmasında, Dünya elektrik üretimi %77'lik bir artışla 2006 yılında 18 trilyon kilovat saatten 2015 yılında 23.2'ye ve 2030 yılında da 31.8 trilyon kilovat saate çıkacaktır.

Genel olarak, elektrik piyasalarının yerleşik ve tüketim alışkanlıklarının doyum noktasında olduğu OECD ülkelerindeki büyüme, halihazırda talebin büyük bir kısmının karşılanamadığı OECD dışı ülkelerdeki büyümeden daha yavaştır. Uluslar arası Enerji Kurumu, OECD dışı ülkelerdeki (OECD dışı Avrupa ve Avrasya ülkeleri dâhil değildir) nüfusun yaklaşık %32'sinin, yaklaşık olarak 1,6 milyar insanın elektriğe erişiminin olmadığını tahmin etmektedir.

OECD dışı ülkeler 2006 yılında toplam Dünya elektrik arzının %45'inin tüketmişlerdir ve bu oran tahmin dönemi boyunca artması beklenmektedir. 2030 yılında OECD dışı ülkeler Dünya elektrik kullanımının %58'ini oluştururken OECD ülkelerinin payı %42'ye düşmektedir⁷⁷.

2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimi

Toplamda yenilenebilir enerji üretimi 2004'te 160 GW iken, 2008'e kadar %75 artmış ve 280 GW'a ulaşmıştır. Başlı çeken altı ülke sırasıyla Çin(76 GW), ABD(40 GW),

⁷⁷ EIA, **International Energy Outlook 2009**, 2009, s.63

Almanya(34 GW), İspanya(22 GW), Hindistan(13 GW) ve Japonya'dır (8 GW). Gelişmekte olan ülkelerdeki kapasite Çin ve Hindistan'ın önderliğinde %43 artarak 119 GW'a ulaşmıştır. En önemli gelişmelerden biri de, 2008 senesinde ABD'de ve Avrupa Birliği'nde aynı anda yenilenebilir enerji kapasitesindeki artışın konvansiyonel enerji kapasitesindeki artıştan fazla olmasıdır. Yenilenebilir enerji üretimi %50'den fazla artış göstermiştir.

Yenilenebilir enerji piyasaları da 2008'de büyük gelişme göstermiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarında en büyük artış rüzgâr enerjisi kapasitesinde gözlemlenmiştir. Rüzgâr enerjisi kapasitesi %29'luk bir artışla 2008 senesinde 121 GW'a ulaşmıştır. Bu 2004 senesindeki 48GW'lık kapasitenin iki katından da fazladır. Bu artışa en büyük katkıyı ABD(8.4 GW), Çin (6.3 GW), Hindistan (1.8 GW) ve Almanya (1.7 GW) yapmıştır⁷⁸.

i. Jeotermal

Global jeotermal güç kapasitesi 2008'de 10 GW'ye ulaşmış ve 5 GW'nin üstünde 120 projesiyle ABD hala bu alanda lider olmuştur⁷⁹.

Bir enerji kaynağı olarak jeotermal uzun zamandır kullanılmaktadır. Ticari olarak elektrik üretimi için jeotermal enerjiden 1913 senesinden beri faydalanılmaktadır. 40 yıldır doğrudan ya da dolaylı olarak elektrik üretimi için yüzlerce MW'lık bir ölçekte bu enerji kaynağından yararlanılmaktadır. İtalya'daki Tuscany bölgesindeki bir santral 1900'lerin başından beri işletilmektedir. ABD, Yeni Zelanda ve İzlanda'da da jeotermal elektrik santralleri bulunmaktadır. İngiltere'de, Southampton şehrinde bir bölgenin ısıtılması jeotermal enerji ile sağlanmaktadır. Sıcak su yerin 1800 metre derinliğinden pompalanmaktadır.

Jeotermal enerji, ısıtma ve soğutma, endüstri, seralar, balık çiftlikleri ve sağlık merkezleri gibi birçok alanda doğrudan kullanılmaktadır. Genelde var olan teknolojiler ve temel mühendislik bilgileri bu uygulamalarda yeterli olmaktadır. Basit teknolojisi, güvenilirliği, ekonomik oluşu ve çevresel etkilerinin kabul edilebilirliği jeotermal enerjiyi dünyada tercih edilen bir kaynak haline getirmiştir. Dünyanın çeşitli bölgelerindeki 21 ülkede jeotermal buharla elektrik üretilmektedir. Düşük ısılı jeotermal enerji birçok ülkede ısıtma amaçlı kullanılmakta ve bu uygulama yaklaşık 10000 MW'lık bir kapasiteye ulaşmaktadır.

Jeotermal enerji temiz, ucuz ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır ve ısıtma, CO₂ ve kuru buz üretimi, seraların ısıtılması, bazı hastalıkların tedavisi ve elektrik üretimi gibi geniş

⁷⁸ REN21, a.g.e., s.11.

⁷⁹ REN21, a.g.e., s.12.

bir uygulama alanına sahiptir. Bu yoğun kullanım alanlarını, balneoloji (%42), ısıtma(%35), seracılık(%9), balık çiftçiliği (%6) ve endüstri(%6) olarak sıralamak mümkündür.⁸⁰

Temel olarak, dünyanın sıcaklık profiline bakıldığında, jeotermal enerji devamlı ve tükenmez bir enerji kaynağıdır. Büyük ölçeklerde jeotermal enerji üretimi doğal olarak yer kabuğunun volkanik ve tektonik hareketlerinin bölgedeki jeolojik etkilerine bağlıdır. İzlanda ve Pasifik kıyılarını bu jeolojik hareketlere örnek olarak verilebilmektedir. Yerin altındaki sıcak su rezervlerini hedefleyen jeotermal santraller yenilenemeyen bir enerji kaynağına da ulaşmayı planlamaktalar. Yerin yüzlerce metre altındaki bu kaynağa ulaşmak pahalı ve teknolojik açıdan zor olabilmektedir.

Jeotermal enerjinin yeryüzüne çıkarılması işleminin zorluğu termo dinamiğin temelinde yer alan dağınım ısı akışı ile bağlantılıdır. 3GW'lik üretimi ile jeotermal enerji hala ABD'de marjinal kabul edilmekte ve bu temel engel ortadan kaldırılmadıkça öyle kalmaya devam edecek gibi görünmektedir.⁸¹

Jeotermal enerji ısıtma ve elektrik üretimi için yüzyıldır kullanılmaktadır. 76 ülkede ısıtma amaçlı, 24 ülkede de elektrik üretimi için bundan faydalanılıyor. Jeotermal elektrik üretiminin en yaygın olduğu ülkeler İtalya, Japonya, Yeni Zelanda ve ABD' dir⁸²

ii. Güneş

Fotovoltaik güneş teknolojisi, güneş ışınlarının yarı iletken bir araç yardımıyla doğrudan elektriğe dönüşmesine imkân vermektedir. Fotovoltaik sistemler çok güvenilirler ve aynı zamanda doğada modüler olarak bulunmaktadırlar. Birçok bölgede güneş ışınları yeryüzüne yüksek miktarda ulaşsa da, solar panellerin maliyetinin yüksek olması nedeniyle bu sistem piyasaya hâkim değildir⁸³.

Solar fotovoltaik (PV), 2008 yılında %70 artarak 13GW'a ulaşmış ve en hızlı büyüyen enerji teknolojisi haline gelmiştir. Bu tüm dünyada 2004 yılından beri 6 kat artış anlamına gelmekte olup güneş enerjisi sistemi (PV) kullanımını da 2008 senesinde 5.4GW artmıştır.⁸⁴

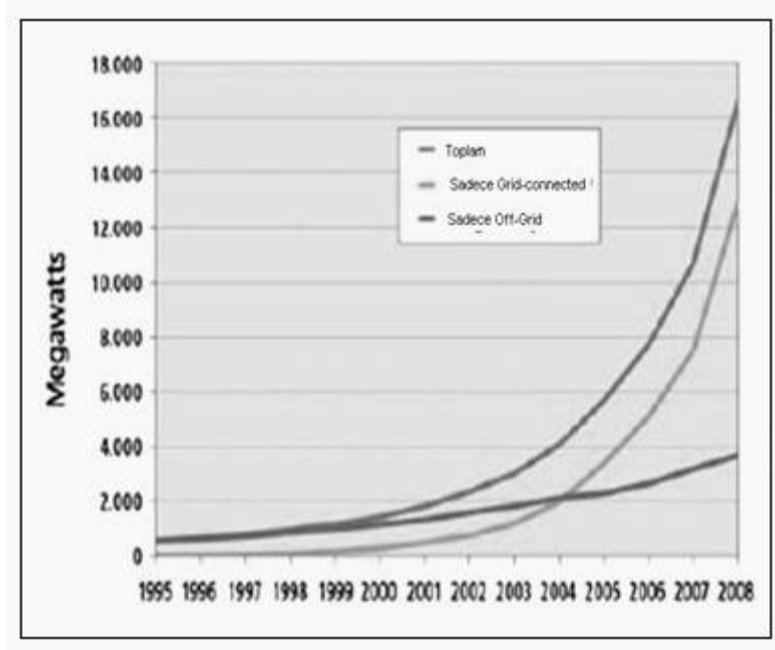
⁸⁰ Demirbaş, a.g.e., s.782.

⁸¹ Schröder, a.g.e., s.16.

⁸² Yüksel, a.g.e., s.804.

⁸³ Prakash Varun, R., Bhat, I. K., "Energy, Economics and Environmental Impacts of Renewable Energy Systems", **Renewable and Sustainable Energy Review**, 13, Issue:9, 2009, s.2720.

⁸⁴ REN21, a.g.e., s.11.



Şekil 13. Güneş PV, Mevcut Dünya Kapasitesi 1995-2008

Kaynak: Renewables Global Status Report, 2009

PV teknolojisi son 4 yılda hızlı gelişme gösterdi, kristalize silikon (crystalline silicon - pv teknolojisinin ana ögesidir) maliyetinin düşmesiyle, ince film teknolojisini ticarileştirecektir. Yine de PV hemen hemen bütün uygulamalarda en pahalı yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Ana büyüme pazarı şebekeli güç panelleridir ki bunlarda çok yüksek teşviklerle destekleniyor. PV ana perakende pazarlarının bazılarında yükselerek maliyet rekabetçisi olacaktır. Bu da temel talebi çözecek ama bu birkaç yıllığına olmayacaktır.

Tablo 11. Güneş PV-Ekonomik Bakış

Potansiyel ölçek	21 GW halihazırda kurulu. Potansiyel kapasite sadece ekonomi tarafından kısıtlanmıştır- 1000 GW 2030 yılına kadar kurulabilir.
Pazar Hazırlığı	LCOE=\$170-450/MWh halihazırda ekonomik değil fakat 2009 yılı boyunca maliyetler büyük ölçüde düştü ve düşmeye devam edecek.
Proje Getirileri	Ağırlıklı olarak teşvik rejimine bağlıdır.

Kaynak: World Economic Forum (2010), Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap ss.51

2009 yılında yeni inşa edilmiş PV'ler 2008' in rekor seviyesini geliştirdi. Yıl boyunca yaklaşık 21 GW olan küresel kapasiteye ulaşmak için tahmini 6.4 GW'lık PV'ler kurulmuştur.

Güneş enerjisi projesi maliyetleri hızlı bir şekilde düşmüştür. 2009'da güneş tabanlı bu silikon kapasitesi en üst düzeye gelerek İspanya'da ki talep çökmesinin etkisiyle de arz darboğazının önünü açmıştır ve 2008 yılıyla karşılaştırıldığında PV modüllerinin fiyatları yarıya inmiştir. Bilinen PV modellerini kullanan büyük ölçekli projeler günümüzde USD 4/W altında inşa edilebilmektedir. Bu fiyat 2008 için sadece modülün maliyetidir. İnce film projeleri ise USD 3/W gibi bir rakamla inşa edilmektedir. Bunun sonucu olarak desteklenmemiş geniş ölçekli PV jenerasyon üretimleri orta dereceli sermaye maliyeti olan dünyanın güneşli bölgelerinde yaklaşık 17 USD cents/kWh kadar olan gündüz perakende elektrik fiyat tavanına yakın bir maliyeti vardır⁸⁵.

Güneşten enerjisi, solar ısıtma diye adlandırılan bir süreçten doğmaktadır. Ev ısıtma (shh) , solar kurutucu (sd), solar pişiricisi (sc), solar su ısıtma (svh), solar PV güneş ışığını doğrudan elektiriğe dönüştürme (spv), solar termal elektrik (step) güneş enerjisiyle su ısıtılır, ısıtılan su buhar üretir, üretilen buharla da elektrik üretilmektedir. Belli başlı solar enerji sistemleri şunlardır;

- solar ev sistemi,
- solar PV,
- solar su ısıtma,
- solar kurulayıcı,
- solar pişirici.

Bu sitemler bir hane halkı ya da küçük bir toplum(kasaba) tarafından kurulup idare edilmektedir. Bir solar ev sistemi en fazla 40 W kapasiteli bir sistemdir.

PV diğer sitemlerden farklı olarak içme ve sulama için su pompalama ve elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Rüzgâr gücü pazarı gibi PV pazarı hızlı bir yükseliş görmüştür ve maliyetler ciddi bir şekilde düşmüştür. Böyle sistemlerin toplam kurulu kapasitesi tahmini olarak 1000 kw'dir. Solar PV ler ve bu şebeke bağlantılı rüzgar sistemlerinin toplam kurulu kapasiteleri yılda %30 luk bir oranda yükselmektedir⁸⁶.

Bir güneş enerji sitemi yatırımının geri dönüşü olabilmesi için teşviklerden kaynaklanan tasarrufların yanında şu hususlar da bilinmelidir;

⁸⁵ World Economic Forum, Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap, 2010, s.51.

⁸⁶ Demirbaş, a.g.e., s.786.

- sistemin maliyeti,
- kullanım ömrünün uzunluğu ve
- sistemi yenilerken gerekli olabilecek enerjinin bugünkü ve gelecekteki muhtemel maliyeti.

Kendi elektriklerini üretmelerinin yanında solar elektrik sisteminin sahipleri, pek çok durumda artı gücü satabilmektedirler ve böylece bu olanak da onlara güneş ışığı olmadığı zamanlarda elektrik satın alabilme gücü vermektedir. Bu olaya net metering(net ölçme) adı verilmektedir. Amerika Enerji Bilgi Müdürlüğü Amerika da elektriğin perakende fiyatının ortalaması ile ilgili istatistikler vermektedir. Bu istatistiklere göre bir güneş enerjisi elektrik sistemi için ek faktörler şunları içermektedir; sistemin elektrik üretim ve planlanan bölgedeki günlük güneş ışığının ortalaması. Günde ortalama 5 saat güneş ışığı alan orta büyüklükteki bir güneş enerjisi elektrik sistemi için enerji yatırımının geri dönüşü oranı enerji maliyetinin gelecekteki artışı ve sistemin kullanım ömrüne bağlı olarak, %34 ten %6,67 ye kadar değişmektedir⁸⁷.

Solar radyasyon enerjisinin dünya yüzeyine devamlı bir şekilde doğrudan akışı (“insolation”= 1 kW/m²) insan enerjisi için gerekli olandan çok daha fazladır. Bu gerçek halkın hayallerine ilham vererek muhtemelen gelecekte enerji talebinin sürdürülebilir bir düzeyde karşılanacağı konusun da gerçek dışı beklentileri beraberinde doğurmuştur. Ancak Nasa’ nın uzay programlarıyla 1960 larda başlayan solar teknoloji sektörünün cömert fonları ile geçen on yıllar sonrasında bile teknik ekonomik problemler; elde etme, dönüştürme ve muhafaza etme problemleri büyük çoğunlukla çözülmemiş durmaktadır. Buna paralel olarak Amerika’da hali hazırda üretilen elektrik enerjisinin sadece 0.02% si güneş radyasyonundan doğrudan elde edilmektedir.

Ticari PV solar hücreleri tarafından üretilen direk enerjisin dönüştürülmesin deki verim %15 civarındadır. Öyle ki bu durum da ekonomiyi canlı tutmak için yetersizdir. Bunu görselleştirecek bir örnek olarak Amerikada görülen 1GWh/m² derecede ki güneşe tabi tutma PV hücrelerinin %15 lik verimliliğiyle birlikte 150kWh/m² miktarda ki dönüştürülmüş enerji yoğunluğuna çevirmektedir. Bir tane 1-GW Güç panelinin yıllık ürettiği 7 TWH enerjisini değiştirmek Sİ Pv panelleriyle kaplı 46 km² lik etkili bir alan gerektirmektedir. Bu güneş

⁸⁷ D. Kenton, Swift, “Solar Energy Systems: Incentives Are Better Than Ever”, **Journal of Accountancy**, 2010, s.54.

enerjisi panelleri şuan da 20-30 milyar dolara mal olmaktadır. Böyle bir miktar, her biri aynı kapasitede olan 1GW'lik 5-10 nükleer güç paneli satın alabilmektedir.

Buna ek olarak PV'nin verimliliği ilk etapta %15 e yakın iken hücrelerin radyasyona maruz kalması hava ve diğer etkileşimler (kuş pisliği, kum vs.) kafes hasarına ve yüzeyin erozyonuna sebep olmaktadır. Bu etkilerde PV hücrelerinin performanslarını önemli bir ölçüde bozmakta ve bir kum çölünde olduğu gibi. Pratikte güneş enerjisi panellerinin kullanım ömrü 30 yıldan çok daha kısa olmaktadır.

PV lere ek olarak Amerika da ve Avrupa da ki bazı termal güneş enerjisi panellerinden toplanan alan tecrübelerine göre bunlardaki etkide azdır. Örnekler, Barstow/ CA yakınlarında bulunan Mojave çölündeki solar 1 ve 2 panelleridir. İspanyanın Almeria bölgesinde ki yeni bir panel bir kulenin başında bulunan bir alıcı üzerine odaklanmış heliostatik aynalar tarafından güneş radyasyonunu almaktadır. Üretilen buhar bir türbini sürmek için kullanılmaktadır. Bazı türlerinde ise ısı transferi ve sıvı muhafazası için erimiş nitrat tuzu kullanılmaktadır.

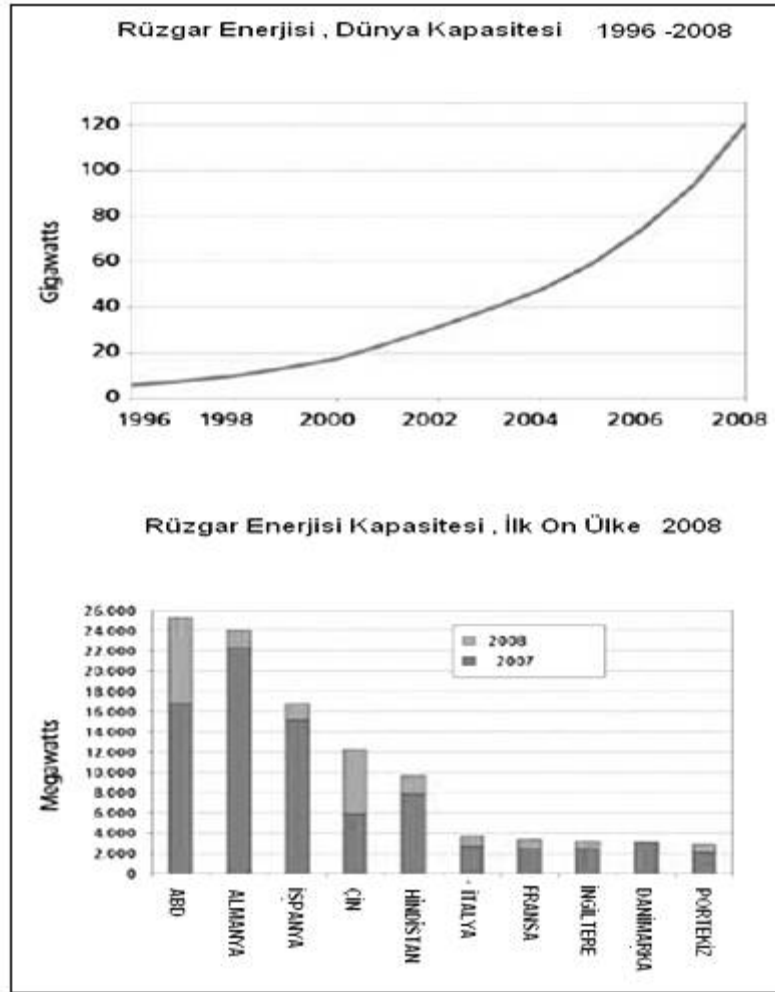
Bu ikincil teknolojinin veriminin hali hazırda ulaşabildiği maksimum %15 in ilerisine geçebileceğine yönelik hiçbir açık gösterge yoktur. Enerji depolama, şebeke desteklemeleri gibi diğer metotlar için tartışılan problemler bu ve bütün güneş enerjisi teknolojilerini de aksatmaktadır. Özetle, güneş enerjileri güvenilir temel enerji kaynağı olarak görülmeden önce önemli bir ölçüde iyileştirilerek ilerletilmelidir. Yine de prensipte güneş enerji üretimi büyük bir potansiyele sahip gözükmekte, yeni ve bilimsel olarak ilginç bir soru gündeme getirmektedir⁸⁸.

iii. Rüzgâr

Rüzgâr gücü günümüzde en önemli alternatif “yeşil” enerji teknolojisidir. Hidro-mekanik çarklar ve basit makineler gibi, aerodinamik akımın yarattığı sürtünme ve kaldırma etkisi de yüzyıllardır enerji (iş) üretiminde kullanılmaktadır. Özellikle Avrupa’da, birçok yerde yaygınlaşan ve güçlü türbinlere sahip olan yüksek rüzgâr kuleleri, 13üncü ve 14üncü yüzyıllarda kullanılan döner-kule ve yatay eksenli rüzgar değirmenlerinin modern çağa uygulanmış şeklinden başka birşey değildir. Bunlar, zaten var olan mekanik rüzgâr enerjisini, termal santrallere gerek kalmadan, doğrudan elektrik enerjisine dönüştürmektedir. ABD’de, nispeten küçük 5000 rüzgâr kulesinden oluşan ilk rüzgâr çiftlikleri Kalifornia’daki Altamont Geçiti’ne yerleştirilmiştir.

⁸⁸ Schröder, a.g.e., s.20.

Yüksek rakımlardaki daha güçlü rüzgârlardan yararlanabilmek için, 100-150 metre yüksekliğinde, çapı 100 metreyi aşan pervaneleri 2 veya 3 kanatlı olan ve 10-30 rpm dönüş hızıyla kanatlarının ucu 130 mph'ye ulaşan kuleler tasarlanmaktadır.



Şekil 14. Dünya Rüzgar Enerjisi Üretimi

Kaynak: Renewables Global Status Report, 2009

Daha gelişmiş türbinler 5 MW enerji üretebilirken genelde bu rakam 1-3 MW'dır. Çok bilinen Vesta V90 türbin tesisleri kanat ucuna kadar toplam 150 metre yüksekliktedir ve 3 Mwe olarak hesaplanmaktadır. Rüzgar türbinlerinde kullanılabilir rüzgar hızı 3-25 m/s'dir; bunun altındaki ve üstündeki rüzgar koşullarında kullanılamamaktadır. Çok güçlü rüzgârların hasar vermesini önlemek için pervane kanatları tüyle kaplanması gerekmektedir. Aerodinamik veriler bir rüzgâr çiftliğinde her ünite arasındaki mesafenin $r = (5-10).d$ olması gerektiği yönündedir, bu da 105m²/MW'lık bir uygulama alanı gerektirir. Nominal olarak 1 GW güç üreten 500 ünitelik bir rüzgâr çiftliği 100 km²'lik bir alan gerektirir.

Genellikle en çevre dostu enerji üretim metodu olarak kabul edilen rüzgar çiftlikleri yine de artan bir toplum direnişi ile karşılaşmaktadır. Miktarını belirlemenin zor olduğu eleştiriler, rüzgâr çiftliklerinin doğal güzelliklere yaptığı olumsuz etkiler ve rahatsız edici pervane gürültülerinden kaynaklanmaktadır. Buna rağmen, ABD’de 2004 yılında yayınlanan rapora göre (NWCC, 2004), gözlemler sonucu bu tesislerin neden olduğu çevre zararı türbin başına 2.3 kuş ve 3.4 yarasa ölümü olarak açıklanmıştır. Bunun yanında büyük miktarda böcek de değirmenlerin pervanelerine çarparak telef olmaktadır. Uçan hayvan ölümlerinin uzun vadede rüzgar gücü kullanımının neden olacağı daha büyük bir ekolojik soruna işaret edip etmediği henüz tam olarak bilinmemektedir. Oysa rüzgâr gücü üretiminin olumsuz ekonomik sonuçlarına ulaşmak şu anda mümkündür. Bu teknolojinin dünya lideri olan Almanya’da bu konu araştırılmış ve rapor haline (E.ON,2005) getirilmiştir. 2004 yılında bu ülkenin rüzgar çiftliklerindeki toplam üretimi 16.4 Gwe olarak belirtilmiştir. Bu kapasitenin 7 GW’lık bir kısmını kontrol eden E.ON Grup büyük alanlı operasyonlarda yaşanan sorunları şu şekilde sınıflandırmaktadır:

- Üretilen rüzgar gücü enerjisinin sadece küçük bir kısmı bataryalara ulaştırılabilmektedir.

- Esas itibariyle, günümüz teknolojisi ile rüzgâr gücü konvansiyonel santrallerin ancak bir kısmının yerini alabilmektedir.

-Bataryaları besleyen rüzgâr gücü enerjisi ile ilgili tahminler çoğunlukla yanıltıcı olabilmektedir.

-Rüzgâr gücü kullanımı için yeni bir şebeke sistemi altyapısı gerekmektedir.

Devamlılığın eksikliği ve düşük yıllık ortalamalar sonucu, bu endüstrinin analistleri, 2020 yılına kadar kurulacak rüzgâr enerjisi santrallerinin, iyimser bir yaklaşımla bile, 40 GW düzeyinde kalacağını ve bunun toplam konvansiyonel enerji üretiminin sadece yüzde 4’ünün yerini alabileceğini tahmin etmektedirler. Daha da dikkat çekici olanı, yeni rüzgâr gücü jeneratörlerinin her 1 GW için eski teknolojinin kullanıldığı 1 GW’lık bir santrale ihtiyaç duyulmasıdır. Kapasitesi maksimum rüzgar gücüne denk olan ve sürekli çalışan konvansiyonel (fosil yakıt ve/veya nükleer) santraller gerekmektedir. Bu tutarsız ilişki yeni batarya ve enerji depolama teknolojileri ile gelecekte düzeltilebilmektedir. Bu arada, yeni bir yüksek voltaj elektrik şebekesi yaratılıp, dalgalanmalar tolere edilebilip azaltılabilmektedir.

Bu çok ilgilenilen ve desteklenen endüstrinin iyimser tahminleri kabul edilse bile, gelecek birkaç on yıl içinde, endüstriyel ülkelerin enerji kaynaklarının içinde rüzgâr enerjisinin çok önemli bir rol oynamayacağı bir gerçektir. Dünyada enerji talebi arttıkça

rüzgâr enerjisinin oranı daha da düşecektir. (E.ON, 2005). Rüzgâr enerjisinin bir ülkenin ekonomisinin bel bağlayacağı temel enerji kaynağı olması beklenmemektedir. Enerji depolama ve batarya teknolojilerindeki gelişmeler, bir enerji kaynağı olarak rüzgâr gücünün kaderini değiştirebilmektedir⁸⁹.

Yenilenebilir enerji sektörlerinin en olgunu olan kıyı rüzgarı endüstrisi 2008 yılında, 27 GW'lık rekor bir artış ile tüm dünyada 120 GW'lık bir kapasiteye ulaşmıştır. 2009 yılındaysa bu rakamın 140 GW'a ulaştığı tahmin edilmektedir. 2008 yılında kapasitesine yaklaşık 4 GW daha ekleyen ABD, Almanya'nın elinden dünyanın en büyük rüzgar gücü üreticisi unvanını almıştır. Çin'in rüzgâr gücü üretim kapasitesi de 2007 ve 2008 yıllarında yüzde yüzden fazla artarak 12 GW'a ulaşmıştır. Global Rüzgar Enerjisi Konseyi'nin verilerine göre 2020 yılına kadar toplam kapasite 1000 GW'a ulaşabilir ve bu da 1.6 milyar ton CO2 'nin salınımını önlemektedir.

Tablo 3. Dünya Rüzgâr Pazarı

2008 Kapasitesine Göre İlk 5 Rüzgar Pazarı	
Pazar	Kapasite (GW)
ABD	25.2
Almanya	23.9
İspanya	16.8
Çin	12.2
Hindistan	9.6

Kaynak: World Economic Forum (2010), Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap ss.49

Kıyılarıdaki rüzgârdan üretilen elektrik enerjisi 7-12 cent/kWh'a mal olmakta ve bu da doğal gazdan üretilen elektrikten %50 daha pahalı olduğu anlamına gelmektedir. Kıyı rüzgârı, konvansiyonel üretimle, herhangi bir destek olmadan ancak rüzgâr hızının yüksek olduğu yerlerde karlı olabilmektedir⁹⁰.

Yerleşik rüzgâr gücü kapasitesi geçtiğimiz yıllarda özellikle Danimarka, Almanya ve İspanya'da hızla artmıştır. Son yıllarda kurulan rüzgâr çiftliklerinin sayısı logaritmik bir artış göstermiştir⁹¹.

Açık deniz rüzgârı: Kuzey Avrupa ülkelerinde olduğu gibi, kıyı rüzgârına en uygun bölgelerin kullanımı tamamlandıktan sonra hedef açık deniz haline gelmiştir. Açık deniz,

⁸⁹ Schröder, a.g.e., s.18.

⁹⁰ World Economic Forum, Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap, 2010, s.49

⁹¹ Varun, a.g.e., s.2716.

rüzgârın daha güçlü, daha tahmin edilebilir oluşu ve türbinler için neredeyse sınırsız alanı ile olağanüstü bir potansiyel sunmaktadır. Planlama izinleri daha kolay alınabiliyor, karada inşa edilmesi mümkün olmayacak kadar büyük ölçeklerde çiftlikler kurulabiliyor ve sonsuz bir alan kullanıma açık beklemektedir. Buna rağmen, açık deniz rüzgârları lojistik ve tasarım konularında zorluklar çıkarabilmektedir. Enerji şebekesi bağlantılarının yüksek maliyeti, daha sıkıntılı bir kurulum süreci, operasyonun ve bakımın zor olması bu sorunlardan bazılarıdır.

Açık deniz rüzgarı, dünya genelinde 2.4 GW'lık üretimle kıyı rüzgarına göre daha az kullanılmaktadır. 38 GW kapasiteli yatırımlar da şu anda ya plan ya da inşa aşamasındadır.

Şimdilik, açık deniz rüzgarı ile elektrik üretiminin maliyeti yüksek (1 kWh=13 centten daha fazla) mal olurken günümüzde bu maliyet % 25 düşmüş ve proje tecrübeleri arttıkça düşmeye de devam etmektedir. Projelerin uzun zaman alması, maliyetli olması (proje başına 300 milyon USD) yatırımcıların (özellikle petrol ve gaz şirketleri) temkinli hareket etmelerine neden olmaktadır⁹².

Tablo 4. Rüzgâr Ekonomisi

Kıydan Uzak Rüzgar-Ekonomik Bakış	
Potansiyel ölçek	2.4 GW kapasite hâlihazırda kurulu. 2030 yılına kadar 120GW potansiyel
Pazar Hazırlığı	LCOE=\$131-245/MWh
Proje Getirileri	Marjinal

Kaynak: World Economic Forum (2010), Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap ss.50

Kıyı Rüzgarı-Ekonomik Bakış	
Potansiyel ölçek	800GW'dan büyük, bunun sadece 140GW'dan faydalanıldı.
Pazar Hazırlığı	LCOE=\$68-116/Wh
Proje Getirileri	Piyasa ve kaynaklara bağlı olarak %10-20

Kaynak: World Economic Forum (2010), Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap ss.49

Bir rüzgâr türbinine bağlı pervanelerin dönmesi ile elektrik üretme işlemine rüzgar enerjisi veya rüzgar gücü denilmektedir. Rüzgârdan elde edilen yenilenebilir enerji, buğday öğütmek veya su pompalamak gibi amaçlar için yüzyıllardır kullanılmaktadır. Yakın geçmişte elektrik üretmek için büyük rüzgâr türbinleri tasarlanmaya başlanmıştır. Bu enerji kaynağı doğayı kirletmiyor olmanın yanı sıra her yerde uygulanabilmektedir. Rüzgâr türbinleri gittikçe daha verimli hale gelmekte ve ürettikleri elektriğin maliyeti de düşmektedir.

⁹² World Economic Forum, **Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap**, 2010, s.50.

Dünya'nın çeşitli ülkelerinde rüzgâr çiftlikleri bulunmaktadır. Atlantik Okyanusu'nun ortasında olması sayesinde İngiltere Avrupa'daki en iyi rüzgâr kaynaklarından biri olma özelliğini taşımaktadır. Açık denizlerde rüzgar çiftlikleri kurulmasının nedeni denizde rüzgarın daha güçlü esmesinden kaynaklanmaktadır. Türbinler 500 kw'la 1MW arasında elektrik üretebilmektedir. Rüzgardan elektrik üretimi 1980'lerde hemen hemen 0 iken 1995 senesinde 7.5 Twh'ye ulaştı. Toplam üretim kapasitesi 1997'de 6500MW'a ulaşarak zirve yapmıştır.

Rüzgar türbinlerinin diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre bir avantajı da rüzgar ne zaman meydana gelirse, gündüz veya gece, elektrik üretebilmeleridir. Teorik olarak, gece elektrik üretemeyen PV sistemlerinin aksine, rüzgar sistemleri 24 saat elektrik üretebilmektedir. Buna rağmen, en rüzgarlı yerlerde bile rüzgar hiç durmadan varlığını devam ettirememektedir. Dolayısıyla rüzgar çiftlikleri elektrik depolamak için bataryaya ihtiyaç duymazken, küçük rüzgar sistemleri batarya gerektirmektedir⁹³.

2008 yılında rüzgar ile elektrik üretiminde dünya genelinde büyük gelişmeler yaşanmıştır. ABD 25 GW ile, uzun zamandır dünya rüzgar enerjisi lideri olan ve 24GW üretime sahip olan Almanya'dan bu ünvanı devralmış, Çin'in rüzgar enerjisi üretimi üst üste beşinci sene ikiye katlanmış ve 2010 senesi için planladıkları 12GW'lik üretime iki sene önceden ulaşmıştır⁹⁴.

iv. Hidroenerji

Hidro güç dökülen suyun kinetik enerjisinin avantajını kullanan basit bir sürece dayanır bütün hidroelektrik üretim istasyonlarında tazyikli su bir türbini çevirir ki bu da suyun hareketini mekanik ve elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Küçük hidro güç sistemleri (SHP) 3 farklı kategoriye ayrılmakta; ırmak akıntısı, kanala dayalı ve baraj olarak çeşitlenmektedir⁹⁵.

Bu enerji türünde ırmaklarda ki su akıntısı tutulup hidro güce dönüştürülmekte ve buna da ayrıca hidroelektrik güç denmektedir. Hidro güç pahalı olmayan ve diğer pek çok yenilenebilir enerji kaynakları gibi hava kirliliği üretmeyen bir enerji kaynağıdır.

Dünyanın toplam elektrik arzının 1/3 büyük ölçekli hidro güçler oluşturmakta diğer bir ifade ile Norveç'in bütün elektriğini ve gelişmekte olan ülkelerin elektriklerin % 40'ını üretmektedirler. Teknik olarak kullanılabilir büyük ölçekli hidroelektrik dünya potansiyeli

⁹³ Demirbaş, a.g.e., s.782.

⁹⁴ REN21, a.g.e., s.11.

2200 GW nin üzerinde olduğu tahmin edilmekte ve bunun da hali hazırda sadece %25 i kullanılmaktadır.

Belli başlı iki tane küçük ölçekli hidro güç sistemi bulunmaktadır. Mikro hidro güç sistemi (MHP) ki bunun kapasitesi 100 kW ın altındadır ve küçük hidro güç sistemleri (SHP) ki bunlarında kapasitesi 101 kW ve 1 MW'dır. Büyük ölçekli hidro güçler dünya küresel enerjisinin % 20 sini oluşturmaktadırlar. Gelişmekte olan ülkelerde kayda değer bir potansiyel hala mevcuttur ancak büyük hidro güç projeleri finansal, çevresel ve sosyal engellere takılabilmektedir.

Barajlar nevi şahsına münhasır yapılar olup bu gibi yapıların inşası bütün uluslar içinde alt yapının temel yapısını oluşturmaktadır. Yaklaşık olarak 500 bin km² topraklar, 6 bin km³ suyu depolayabilecek kapasitede dünya rezervleriyle sular altında olan barajlarda taze suların bu rezervlere dağıtımını sonucunda küçük ama ölçülebilir değişiklikler meydana gelmiştir.

Farklı ülkelerde küçük ölçekli ve mikro ölçekli hidro güçlerinin farklı tanımları vardır. Kırsal toplumların elektriğini sağlamada sunulabilecek en değerli enerji Küçük ölçekli hidro güçlerdir. Küçük ölçekli hidro elektrik gücünün kullanımının yükselmesi özel sektörün ve yerel aktivitelerin üretimlerinin merkez ve lokal arasında ki açığını azaltacaktır. Küçük ölçekli hidro enerji sistemleri enerjiyi akan suyun enerjisini elektrik enerjisine çevirerek üretmektedir. Küçük ölçekli hidro enerji sistemlerinin potansiyeli kaynağın var olduğu yerdeki su akıntısının varlığına bağlıdır. Eğer iyi dizayn edilmiş küçük hidro enerji sistemi herhangi bir yerde kurulmuşsa çevresine uyumlu hale gelebilir ve çevreye minimum derece olumsuz etkide bulunmaktadır. Küçük hidro enerji sistemleri kıt doğal su kaynaklarını kullanarak kendine yetmeyi başarmakta ve maliyetli yapılarıyla sağladıkları enerji üretimi ile dünyada ki gelişen birçok ülkede uygulanan bir yöntem olmaktadır⁹⁶.

Hidro gücün varlığı bariz bir şekilde suyun debisine dayanmakta ve doğal olarak mevsimsel dalgalanmalara maruz kalmaktadır. Özellikle kuraklıklarda ya da sıcak ve kuru yazlarda elektrik talebi zirvedeyken hidro enerji üretimi daha azdır. Hidro elektrik enerji üretimi su türbinlerini çeviren jeneratörden geçen yavaş su akıntısının hidro dinamiğine dayanmaktadır. Bu yüzden de bu tür enerji üretiminin verimliliği görece olarak daha azdır ve hidro enerji panelleri çoğunlukla temel değil de yardımcı tesisler olarak işlemektedir.

Hidro enerjinin büyüme potansiyelinin çoğu Asya da Güney Amerika da ve eski Sovyetler birliğinin bölgelerindedir. Amerika da ve çoğu endüstrileşmiş ülkelerde

⁹⁶ Demirbaş, a.g.e., s. 786.

hidroelektrik güç sektörünün büyüme potansiyeli daha sınırlıdır. Pek çok büyük nehir üzerinde zaten barajlar kurulduğundan dolayı sadece birkaç yeni panel inşa edilebilir ve ekonomik bir şekilde işletilebilir niteliktedir. Diğer yandan pek çok baraj ve panel yaklaşık 50 yıl olan kullanım ömürlerinin sonuna yaklaşmaktadır. Barajı besleyen nehirler ve rezervler çamur biriktirmişlerdir ve kazı ve restorasyona ihtiyaçları vardır. Özellikle büyük barajların nasıl devreden çıkarılabileceği problemi daha henüz gündeme gelmiş ancak ikna edici cevaplar henüz bulunamamıştır.

Rezervleri oluşturmak için gerekli olan su baskınında insan yerleşim alanları boşaltılmalıdır. Daha önemlisi birkaç tane baraj çatlağı bazı hayatlara mal olmuştur. Son zamanlarda gerçekleşmiş birkaç tanesini hatırlamak gerekirse 1979'da Hindistan'ın Morvi bölgesinde 30.000 ölüm, 1975'te Çin Banqio'da 86.000 ölüm, 1972'de Amerika Logan da 450 ölüm gerçekleşmiştir. Beklenmeyen bir şekilde doğal nehrin akış sisteminin yeniden şekillendirilmesi ve yön verilmesi ekolojiyi değiştirmektedir. Tarım alanları akarsu deltalarındaki su yolları ve tortulardan etkilenmektedir.

Hidroelektrik enerji panellerinin müstesna örneklerinden birisi, 25 Milyar USD, 18-GW boyutlarında devasa Three Gorges Dam (TGD) isminde bir projedir ki bu proje Çin'in Yangtze nehri üzerine kurulmuştur. Rezervi 600 km genişliğinde 2 km uzunluğunda ve 185 metre bir barajdır. Bu barajın inşası yüzlerce köyün yıkımına ve 1.3 milyon insanın yerlerinden edilmesine neden olmuştur. TGD inşaatının doğrudan maliyeti 15 yıllık panel işleyişi içinde geri dönmesi bekleniyorken ekilebilir toprağın yan maliyetleri ekilebilir alan kaybı, balıkçılık ve insani geçim alanlarındaki kaybın maliyeti tahmin edilememektedir.

Hareket eden su kütlelerinden enerji elde etmenin farklı yolları da vardır. Örneğin dalgalardan ve okyanustaki gelgit ve hareketlilik, bu yollardan birkaçıdır. Buna rağmen yine de bu metotların ekonomisi çok çekici gözükmemektedir. Bu nedenle de hidro enerjisi hali hazırdaki çeşitli kavramlarıyla gelecekteki enerji ihtiyacına cevap verecek gibi değildir⁹⁷.

Küçük hidro enerji tahmini olarak dünya çapında 85 gw ye yükselmiştir. Pek çok hidro enerji içindir ki burada küçük hidro santrallerinin artması yıllık olarak 4-6 GW eklenmiştir. Küçük ya da mikro hidro gelişmeleri Afrika ve Asya ülkelerinde de devam etmiştir. Büyük hidro enerji tahmini olarak 2008 de 25-30 gigawatt artmıştır. Önceki yıllardan açık bir şekilde daha fazla gerçekleşen bu artışta Çin 12-15 GW ekleyerek önde giderek Hindistan ise 5 GW den daha fazla ekleyerek ikinci en büyük paya sahip olmuştur⁹⁸.

⁹⁷ Schröder, a.g.e., s.16.

⁹⁸ REN21, a.g.e., s.11.

v. Biyokütle

Biyokütle ismi yeryüzünde yaşayan her şeye verilen isimdir. Bitkiler, ağaçlar, tahıl ve yosunlardan olan tüm organik malzemeler için kullanılan oldukça basit bir terimdir. Bitkiler güneş enerjisini almakta ve yaşayabilmeleri için gerekli olan fotosentez, yapmak için kullanılmaktadırlar. Bitkilerde ve hayvanlarda veya ürettikleri artıklarda depolanan güneş enerjisine biokütle denmektedir. Bu enerji biokütleyi yakarak geri dönüştürülebilmektedir.

Ağaç ve ağaç artıklarında üretilen biokütle enerjisinin ortalama çoğunluğu %64'dür. Bunu %24 ile belediye katı atıkları, %5 ile tarımsal atık ve %5 ile de depolama gazları izlemektedir⁹⁹. Biyokütle ekonomik olarak doğaya en az hatta pozitif etki yaparak pereniyal tahılları ile üretilmektedir.

Biyokütle, enerji kaynağı olarak, iki önemli özelliği vardır. İlki, biyokütle tek yenilenebilir organik kaynak olarak en bol olan kaynaklardan da biridir. İkinci olarak, biyokütle atmosferdeki karbon dioksiti fotosentez yaparak düzeltir. Biyokütleden elektrik üretimi için doğrudan ve kömürle yanma gelecekte umut verici bir yöntem olduğu tespit edilmiştir. Piroliz ve gazlaştırma gibi Biyokütle termokimyasal dönüşüm teknolojileri şu an itibarıyla kesinlikle en önemli seçenekler değildir; yanma dünya biyoenerji üretiminin %97'sinden fazlasıdır. Arzı, pişirme ve ısınma, özellikle gelişmekte olan ülkelerin kırsal alanlarında, için kullanılan geleneksel biokütle etki altında tutar¹⁰⁰.

Biyokütleyi kullanacak üç yöntem vardır. Isınma ve elektrik üretmek için yakılabilir, metan, hidrojen gibi ve karbon monoksit gibi yakıtlara veya sıvı yakıtlara dönüştürülebilir. Sıvı yakıtlar, aynı zamanda biyoyakıt olarak adlandırılır, başlıca alkolün iki şekli olan: etanol ve metanol içerir. En sık kullanılan biyoyakıt olan etanol mısır, şeker pancarı ve diğer tahıllardan üretilir. Benzin ve etanolden oluşan bir karışım hava kirliliği yüksek şehirlerde zaten kullanılıyor. Biyokütleden yapılan etanol şu an itibarıyla benzinden daha pahalıdır. Bundan dolayı, diğer biyokütle bitkilerinden daha ucuz etanol üretimini bulmak bilim adamları için çok önemlidir. Bugün, araştırmacılar otlar, ağaçlar, ağaç kabukları, kağıt ve çiftlik atıklarından etanol üretmek için yeni yollar bulmuşlardır.¹⁰¹

Biyokütle enerji üretimi (ve kojenerasyon) büyük ve küçük ölçeklerde artışa devam etmiştir. 2008 yılında tahmin edilen 2 GW güç kapasitesinin eklenmesi ile mevcut biyokütle güç üretim kapasitesi yaklaşık 52 GW'ye yükseldi.¹⁰²

⁹⁹ Demirbaş, a.g.e., s.788.

¹⁰⁰ Demirbaş, a.g.e., s.783.

¹⁰¹ Demirbaş, a.g.e., s.790.

¹⁰² REN21, a.g.e., s.11.

Biyokütle elektrik ve ısı üretimi yavaş yavaş Avrupa'da, ağırlıklı olarak Avusturya, Finlandiya, Almanya ve İngiltere'deki gelişmelerle sürdürülüyor. Devam eden yatırımlar Danimarka, Finlandiya, İsveç, ABD ve diğer bazı OECD ülkelerinde ortaya çıkıyor.

Odun ve hayvan gübresi (gübre) gibi biokütle yanması tarih öncesi çağlara kadar giden nispeten verimsiz bir enerji üretim bir yöntemdir. Son zamanlarda, biokütle esaslı yöntemler taşımacılık sektörü için biyodizel ve etanol türü yakıtlar üretmek amacıyla ortaya atılmıştır. İkinci Dünya Savaşı ve İkinci Dünya Savaşı sonrası Avrupa'da oldukça verimsiz yakıt bir yakıt olan ahşap gazı, geçici olarak taşımacılık sektöründe kullanıldı.

Ormanlar ve fosil kaynaklardan ziyade yıllık tahıldan enerji elde etme yöntemi, düşük enerji getirisi, büyük miktardaki gübre ihtiyacı ve tahılların hava ve kurallık koşullarına karşı zayıflığı yüzünden engel olunuyor. Fosil muadiline karşı, bugünkü biyokütle teknolojisi ile elde edilen 50 W/km² gibi küçük enerji önemli miktarda yakıt üretebilmek için kabul edilemez büyük ekilebilir toprak alanları ve büyük miktarda azot gübre gerektirir. Fazla gübrelemeden meydana gelen kirlilik ve uzun vadeli tarımsal monokültür biokütle enerji teknolojisi hakkında çevre endişelerine sebep olmaktadır.

Biyokütleden elde edilen yakıtların lehine yapılan önemli bir argüman onların CO₂ nötrlüğüdür. Fakat biokütle yanmasında ortaya çıkan azotlu gazları bu argüman kapsamamaktadır. Biyoyakıtlara temel olması için, Güney Afrika' da şeker kamışı, ABD'de mısır ve Avrupa'da kolza kullanılır. Bu sentetik yakıtlar farklı oranlarda benzin ile harmanlanır. 2010 yılına kadar, Avrupa ülkelerinde tüketilen yakıtın yaklaşık % 6'nın biyokütle üretileceği iddia ediliyor. Ancak, bu şekildeki mütevazı tahminler bile birçoğu tarafından çok iyimser görülür. Örneğin, mısır veya diğer biokütleden üretilen etanolün pozitif veya negatif enerji dengesi vardır konusu bile tartışılabilir görünür. Cornell/Berkeley çalışması çeşitli bitkilerden etanol üretimi için negatif enerji dengesine başkaları tarafından itiraz edildiğini ifade ediyor. Soru açık olarak düşünülmelidir.

Şu anda, biokütle süreci/yakıt dönüşümü tarım-sanayi için tarım hükümet tarafından verilen temel sübvansiyonlar nedeni için karlıdır. ABD etanol üretimi şu anda mısır stoklarının yaklaşık% 14'ünü kullanır. Çoğu ülkede bu şekildeki arazi kullanımı gıda üretimi ile rekabet ya da çatışma yapacaktır. Biokütle kullanımının bu erken aşamasında ABD'de yükselen gıda fiyatları doğrudan biyoyakıt Üretim tesislerine atfedildiğini bildirmişti.¹⁰³

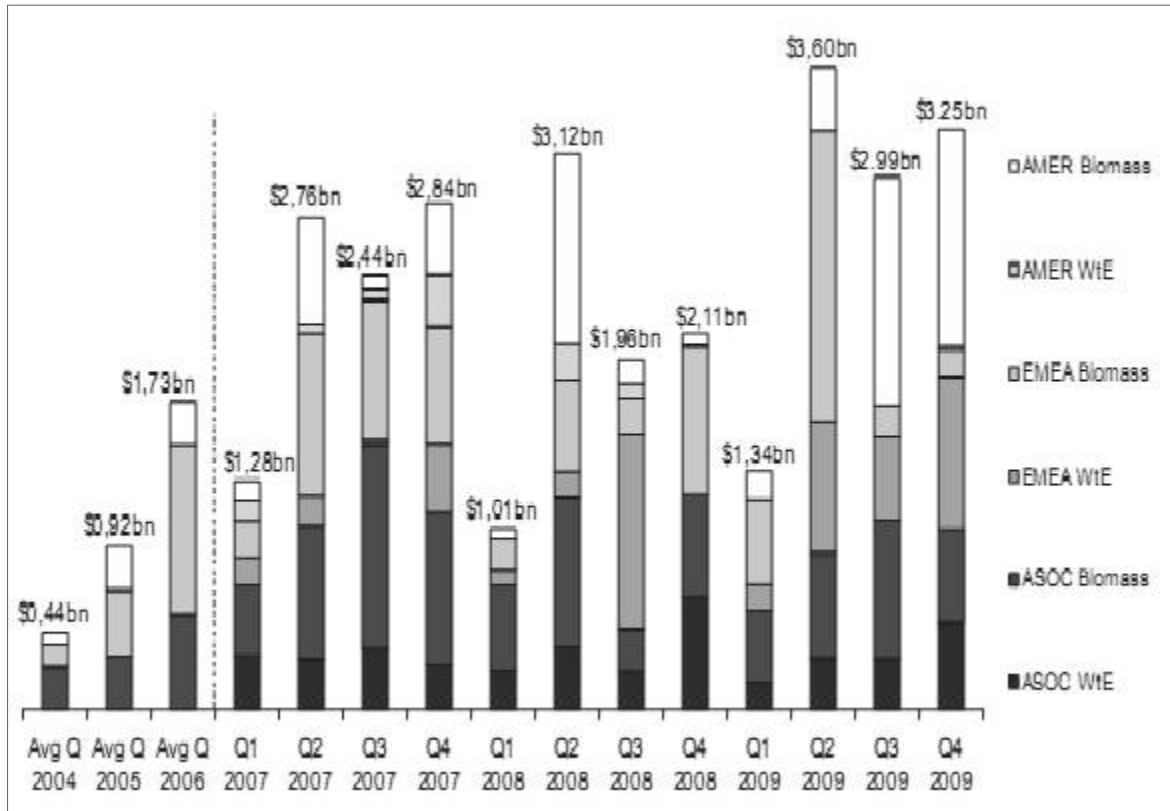
¹⁰³ Schröder, a.g.e., s.17.

Tablo 5. Biyokütle Ekonomisi

Biyokütle - Ekonomik Bakış	
Potansiyel ölçek	45 GW halihazırda kurulu. 2030 yılına kadar 150 GW potansiyel kapasite
Pazar Hazırlığı	LCOE = \$70-148/MWh (yakma) \$90-170/MWh (gaz haline getirme) \$80-189/MWh (anaerobik sindirim)
Proje Getirileri	Destek tarifelerinin varlığı ve lokasyona bağlı olarak %10 civarında

Kaynak: World Economic Forum (2010), Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap ss.53

Biyokütle atmosferden karbon emen ahşap, enerji bitkileri ve tarım artıkları gibi yem stokları içermektedir. Biokütle ham maddesi su, ormanlık gibi sürekli olarak yenilenen kaynaklardan gelmesi kapalı bir karbon döngüsünün CO2 seviyelerinde net bir artış olmadığı anlamına gelmektedir. Biokütle yakma, gazlaştırma ve termal dönüşüm veya kimyasal dönüşüm yoluyla elektrik üretmek için kullanılmaktadır.



Şekil 15. Biyokütle ve Atıktan-Enerji Yeni Bina (USD Milyar)

Kaynak: World Economic Forum (2010), Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap ss.53

Dünya çapında, şu anda 45GW biokütle kapasitesi özellikle atık yakımı türünde vardır. Yatırım da 2009 yılında (Şekil 26), İngiltere iki 20MW bitki ve bir 20MW, 40-bitki biyogaz park Almanya’da olmak üzere Avrupa biokütlesi önemli bir payı çekmiştir. Gazlaşma yüksek verimliliği (38-41) ile elektrik ve ısı üretimi ve taşımacılık yakıtında kullanılan aracı *sygnas(doğaz gaza benzer)* üzerinde çeşitli avantajları vardır. İzin verilen gazlaştırma kapasitesi sadece 124MW’dir. Almanya şu an en büyük biyogaz piyasasıdır (1.6GW dir)¹⁰⁴

vi. Diğer

Okyanuslarda, ayın ve bir ölçüde de güneşin çekim gücü gelgitler yaratmaktadır. İngiltere’deki Severn Nehri’nde olduğu gibi geniş nehir ağızlarında barajlar inşa edilmektedir. Dünyadaki gelgit kaynaklarını kestirmek zor olmaktadır. Dalgaların çoğu açık denizlerde olan enerji potansiyeli 200 GW ile 5000 GW olarak tahmin edilmektedir. Bir enerji kaynağı olarak dalgalardan, öncelikle kıyılarda kurulan enerji dönüştürücüleri sayesinde faydalanılacak olmasına rağmen, açık denizlerdeki dalgalar 2-3 kat daha güçlüdürler. Dalga enerjisinden denizlerin kıyıya yakın bölgelerinde faydalanılabilmektedir. Dalgadan enerji üretecek bir araç için ilk patent 1799 yılında Paris’te çıkartılmıştır. 1973’e kadar İngiltere’de dalgadan enerji üreten araçlar için 340 adet patent alınmıştır. Bir araç, İskoçya’daki Islay adasında bu amaçla kullanılmaktadır ve 75 kW elektrik üretmektedir. Rüzgâr ve güneş enerjileri ile karşılaştırıldığında dalgalar, bir enerji kaynağı olarak ancak emekleme sürecinde sayılabilmektedirler. Günümüzde dünyada dalgalardan 1 MW enerji üretilebilmektedir ve kullanılanlar genellikle deneysel amaçlı araçlardır¹⁰⁵.

¹⁰⁴ World Economic Forum, **Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap**, 2010, s.53

¹⁰⁵Demirbaş, a.g.e., s.801.

Tablo 6. Yenilenebilir Enerji - Seçilmiş Göstergeler ve İlk Beş Ülke

SEÇİLMİŞ GÖSTERGELER		2006	2007	2008	
Yeni yenilenebilir kapasiteye yatırım (Yıllık)		63	104	120 milyar USD	
Yenilenebilir enerji kapasitesi (varolan, exd, geniş hidro)		207	240	280 GW	
Yenilenebilir enerji kapasitesi (varolan, ind, geniş hidro)		1.020	1.070	1140 GW	
Rüzgar enerji kapasitesi (varolan)		74	94	121 GW	
Bağlı güneş PV kapasitesi (varolan)		5	8	13 GW	
Güneş PV üretimi (yıllık)		3	4	6,9 WG	
Güneş sıcak su kapasitesi (varolan)		105	126	145 GWth	
Etanol üretimi		39	50	67 milyar litre	
Bio-dizel üretimi (yıllık)		6	9	12 milyar litre	
Ülkeler politika hedefleri ile			66	73	
Eyaletler, bölgeler destek politikaları ile			49	63	
Eyaletler, bölgeler RPS politikaları ile			44	49	
Eyaletler, bölgeler bio yakıt görevleri ile			53	55	
İLK BEŞ ÜLKE		#1	#2	#3	#4
2008 için yıllık miktarlar					
Yeni kapasite yatırımı	ABD	İspanya	Çin	Almanya	Brezilya
Rüzgar enerjisi eklenen	ABD	Çin	Hindistan	Almanya	İspanya
Güneş PV eklenen	İspanya	Almanya	ABD		
			Güney Kore		
			Japonya		
			İtalya		
Güneş sıcak su/ısıtma eklenen	Çin	Türkiye	Almanya	Brezilya	Fransa
Etanol üretimi	ABD	Brezilya	Çin	Fransa	Kanada
Bio-dizel üretimi	Almanya	ABD	Fransa	Arjantin	Brezilya
2008 sonu itibarıyla varolan kapasite					
Yenilenebilir enerji kapasitesi	Çin	ABD	Almanya	İspanya	Hindistan
Küçük hidro	Çin	Japonya	ABD	İtalya	Brezilya
Rüzgar enerjisi	ABD	Almanya	İspanya	Çin	Hindistan
Bio kütle enerjisi	ABD	Brezilya	Filipinler	Almanya	
				İsveç	
				Fillanda	
Jeotermal enerji	ABD	Filipinler	Endonezya	Meksika	İtalya
Güneş PV	Almanya	İspanya	Japonya	ABD	Güney Kore
Güneş sıcak su/ısıtma	Çin	Türkiye	Almanya	Japonya	İsrail
Yenilenebilir Enerji ve Varolan Kapasiteler, 2008 (Tahmini)					
	2008'de Eklenen		2008 sonunda varolan		
Enerji üretimi (GW)					
Geniş hidroelektrik	25-30		860		
Rüzgar enerjisi	27		121		
Küçük hidroelektrik	6-8.		85		
Bio kütle enerjisi	2		52		
Güneş PV	54		13		
Jeotermal enerji	0,4		10		
Konsantr güneş enerjisi	0,06		0,5		
Okyanus enerjisi	0		0,3		
Sıcak su/ısıtma (GWth)					
Bio kütle ısıtma	N/A		-250		
Sıcak su için güneş kolektörleri	19		145		
Jeotermal ısıtma	N/A		-50		
Ulaşım yakıtları (milyar litre/yıl)					
Etanol üretimi	17		67		
Bio dizel üretimi	3		12		

Kaynak: Renewables Global Status Report, 2009

2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına İlişkin Seçilmiş Ülke Örnekleri

2.3.1. Çin ve Hindistan Yenilenebilir Enerji Uygulamaları

2.3.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Gelişmekte olan ülkelerde enerji, yaşama standartlarının iyileşmesi ve refahın yükselmesi açısından son derece önem taşımaktadır. Bu çerçevede Çin ve Hindistan gibi nüfusunun toplamı 1,3 milyar civarında olan iki ülkede yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi gerek hane halkları gerekse de küçük işletmelerle beraber iletişim sektöründe de önemli bir unsur olmaktadır. Buna göre özellikle elektrik üretiminin önemi ön plana çıkmakta ve bu üretimin gerçekleştirebilecek kaynakların kullanımı da önem arz etmektedir. Özellikle Çin ve Hindistan'da halen elektriğin kullanılmadığı %30 civarında kırsal kesimin varlığı göz önüne alındığında enerjinin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır¹⁰⁶.

Çin ve Hindistan'da enerji kaynaklarına ilişkin bazı ciddi problemler bulunmaktadır. Bunlar kısaca şu şekilde özetlenebilmektedir¹⁰⁷:

- **Fosil kaynaklarının sınırlı olması:** Özellikle Çin'de enerji tüketimi 1980'de yıl başına %4,3 iken son yıllarda bu oran 55,4'e çıkmıştır. Benzer şekilde Hindistan'da ise dünya toplam enerjisinin %4'ü kadarı tüketilmektedir. Dolayısıyla 2010-2030 yıllarına yönelik yapılan projeksiyonlarda yaklaşık olarak her iki ülke bu toplamın iki katına yakın enerji tüketebileceği tahmin edilmektedir.
- **Çevresel kısıtlar:** Çevresel kısıtlamalar açısından bakıldığında, tahminlere göre Çin ve Hindistan'da karbondioksit benzeri sera gazlarının salınımında artış diğer gelişmiş ülkelere göre çok daha yüksek oranda ortaya çıkması beklenmektedir.
- **Yüksek maliyet:** Fosil kaynakların ve çevresel kısıtların yanında yüksek maliyet unsuru da bir diğer önemli ciddi problemdir. Özellikle kırsal kesime enerji kaynaklarının lojistiği sıkıntılar maliyet arttırıcı unsurlar olarak görülmektedir.

Bu problemlerin çözümü için Çin ve Hindistan'da yerel yenilenebilir enerji kaynakları daha cazip alternatif enerji kaynakları olarak kabul edilmektedir.

¹⁰⁶ Huang Liming, "Financing Rural Renewable Energy a Comparison Between China and India", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**,13, 2009, s. 1097.

¹⁰⁷ Liming, a.g.e., s. 1097.

Çin ve Hindistan, kırsal yenilenebilir enerji kaynakları sistemlerinde dünyanın öncü iki ülkesidir. Bu bağlamda Çin, kırsal yenilenebilir enerji sistemlerinde uyguladığı programlarla su, biyokütle, rüzgâr, güneş ve biyogaz'dan yararlanarak enerji talebini karşılamaktadır. Aşağıdaki tablolarda, Çin'de ve Hindistan'da yenilenebilir enerji kaynakları ve üretim miktarları verilmektedir.

Tablo 76. Çin'de Kırsal Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi ve Kapasite

		Hidro	Biokütle	Rüzgar	Güneş, Dalga ve Jeotermal
2004	Kapasite (%)	16,6	0,11	0,1	
	Üretim (TWh/Yıl)	350.009	2.256	1.265	84
2005	Kapasite (%)	16,6	0,09	0,1	
	Üretim (TWh/Yıl)	393.047	2.236	1.927	90
2006	Kapasite (%)	15,9	0,08	0,1	
	Üretim (TWh/Yıl)	431.428	2.214	3.304	100
2007	Kapasite (%)	14,1	0,07	0,2	
	Üretim (TWh/Yıl)	429.957	2.195	6.430	110
2008	Kapasite (%)	16,2	0,08	0,4	
	Üretim (TWh/Yıl)	522.423	2.600	12.779	113
2009	Kapasite (%)	15,7		0,66	
	Üretim (TWh/Yıl)	574.865		24.132	

Kaynak:

- Hidro Enerji İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>
- http://www.indianwindpower.com/installed_wind_capacity.php;
- <http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/index.jsp?id=476>,
- Rüzgar Gücü İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>
- Biokütle İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>
- Güneş, Dalga ve Jeotermal Enerjisi İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>

Çin'in yenilenebilir enerji kaynakları tabloya göre incelendiğinde en önemli yenilenebilir enerji kaynağının hidro olduğu ancak rüzgâr enerjisi ve güneş, dalga ve jeotermal enerji kaynaklarının giderek önem kazandığı görülmektedir.

Çin yenilenebilir enerji tüketimine bakıldığında 2010 yılına kadar %10 ve 2020 yılına kadar %15 oranında arttırmayı hedeflediğinden su, nükleer, güneş ve rüzgâr enerjisi kapasitesini sürekli olarak arttırmaktadır. Günümüzde dünyadaki güneş enerjisi ile çalışan cihazların %44'ünün güneş pillerini, sayılarını 600'e ulaşan Çin'li güneş pil üreticileri üretebilmekte ve bugün Çin'de her 10 evden birinde güneş enerjili termal su ısıtıcıları

kullanılmaktadır. Ayrıca, bugün Çin’de Asya’nın en büyük ve dünyanın dördüncü büyük rüzgar santrali bulunmaktadır¹⁰⁸.

Yenilenebilir enerji, Çin’in ekonomik kalkınmasını ve çevre-insan ilişkisini sürdürülebilirliğine yegane yolu olarak ortaya çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji imkanlarını geliştirmek ise ancak efektif bir devlet politikası ile mümkün olabilir. Böylesi bir politika kanun ve düzenlemeler, mali destek , teknik araştırma ve geliştirme ve örnek kamu yatırımlarını içermelidir. Bu bağlamda, Çin 1996 yılından bu yana devlet politikalarını bilinçli bir şekilde geliştirip gerekli hukuki altyapıyı da hazırlamaktadır: 1995 yılında çıkarılan *Elektrik Yasası*, 2005 yılında yürürlüğe giren *Yenilenebilir Enerji Yasası*, *1996-2010 Yenilenebilir Enerji Geliştirme Prensipleri*, *2010-2015 Yenilenebilir Enerji Çalışma Programı* gibi yasal düzenlemeler ile yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi üzerinde durulmuştur. Düzenlemeler sayesinde, yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması ve kullanımı, hedeflerin belirlenmesi, yenilenebilir enerji endüstrisinin gelişiminin sağlanması, teşvikli elektrik fiyatlamaları, maliyet paylaşım teşvikleri, vergi indirimleri, ar&ge destekleri, yatırım ve işletim destekleri gibi bir dizi çalışma yapılmıştır.¹⁰⁹

Çin, hidro enerji açısından oldukça zengin bir ülke olmakla birlikte kaynaklardan yeterince istifade edememektedir. Zira, su kaynaklarının dağılımı ülkenin ekonomik yoğunluk haritasıyla örtüşmemektedir. Su kaynaklarının yaklaşık % 75’i ekonominin oldukça geri kaldığı ülkenin doğu bölgelerinde bulunmaktadır, ülkenin görece gelişmiş olan doğu ve kıyı bölgeleri ise toplam hidro enerji potansiyelinin sadece % 6’sına sahiptir. Hızla yeni hidroelektrik santralleri inşa edilmektedir. Ne var ki, Çin teknik açıdan kullanılabilir hidro enerji potansiyelinin 2010 itibarıyla halihazırda sadece % 27,3’ünden istifade etmektedir. Amerika, İsviçre, Fransa ve Japonya gibi ülkelerin potansiyel kullanma oranlarının % 80’lerin üzerinde olduğu gözönüne alındığında, Çin’in hidro enerji potansiyelini değerlendirme eksik kaldığı kanısına ulaşılabılır.¹¹⁰

Büyük kara parçası ve deniz ve okyanuslara olan kıyıları sebebiyle rüzgar enerjisi potansiyeli açısından da oldukça zengindir, Çin. Teknik olarak kullanılabilir rüzgar enerjisi potansiyeli, 2548 GW kurulu güç ve yıllık 7644 TWh elektrik üretimine olanaklı kılmaktadır.

¹⁰⁸ Deloitte, “Öncelikli Hedef: Dengeli ve Temiz Bir Enerji Politikası”, www.deloitte.com/view/tr_TR/tr/basin-odasi/basimbultenleri/48bd9f5b9bd58210VgnVCM200000bb42f00aRCRD.htm, erişim tarihi: 10.10.20.09

¹⁰⁹ Zhang Peidong, Yang Yanli, Shi Jin, Zheng Yonghong, Wang Lisheng ve Li Xinrong, “Opportunities and Challenges for Renewable Energy Policy in China,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 13, 2009, ss.442

¹¹⁰ Wen Liu, Henrik Lund, Brian Vad Mathiesen ve Xilian Zhang, “Potential of Renewable Energy Systems in China,” *Applied Energy*, 2010, ss.2-3.

GEOS 5-DAS kaynak tabanına dayanılarak yapılan bir başka araştırmaya göre, Çin'in mevcut tüketiminin çok üstünde bir rüzgar enerjisi üretimi mümkün gözükmektedir.¹¹¹

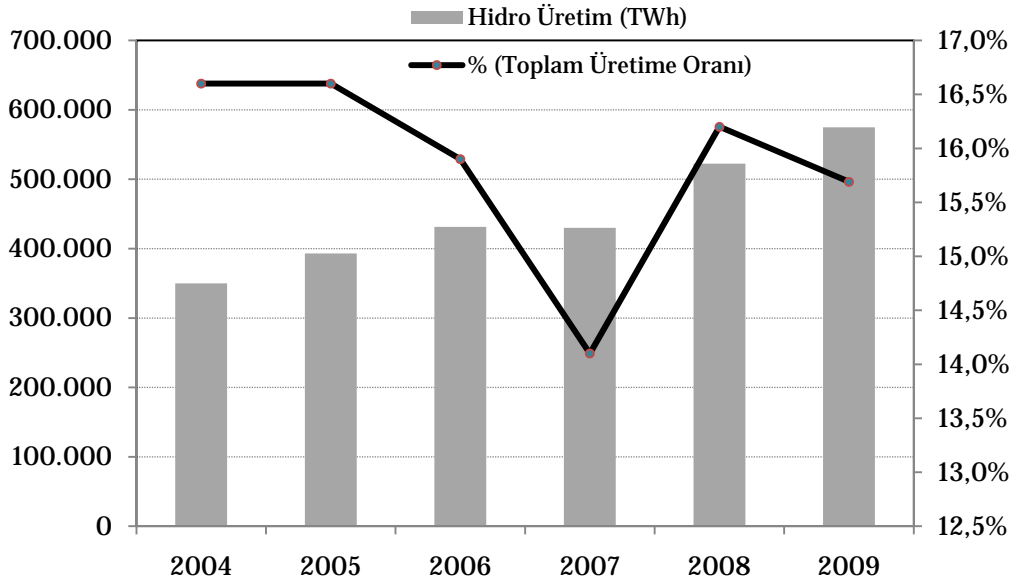
1 milyon m²'nin üzerindeki çöl alanları sebebiyle Çin'in güneş enerji potansiyeli de azımsanamayacak kadar büyüktür. 2007-08 döneminde güneş enerjisi toplam kurulu gücü sadece 160 MW olmakla birlikte Çin, 1088 MWh üretim sayesinde dünyada bu kategoride ilk sırada yer almıştır. Ancak küçük hacimli güneş enerji santralleri ve birçok santralin iletim şebekesi dışında olması sebebiyle, güneş enerjisi kullanımı da Tablo 8.de görüldüğü üzere oldukça sınırlı ölçülerdedir.¹¹²

Tablo 9. Çin'in Yenilenebilir Enerji Kaynak Kullanım, Hedef ve Potansiyelleri

Yenilenebilir Enerji Kaynağı	2007	2010 Hedefi	2020 Hedefi	Potansiyel
Rüzgar Enerjisi	8,79 TWh	21 TWh	420 TWh	7.644-247.000 TWh
Güneş Enerjisi	0,116 TWh	0,54 TWh	3,42 TWh	1.296-6480 TWh
Hidro Enerji	485,2 TWh	665 TWh	1050 TWh	2474-6083 TWh

Kaynak: Wen Liu, Henrik Lund, Brian Vad Mathiesen ve Xilian Zhang, "Potential of Renewable Energy Systems in China," Applied Energy, 2010, s. 6.

Aşağıdaki şekillerde Çin'in yenilenebilir enerji kaynaklarına ait veriler yer almaktadır:



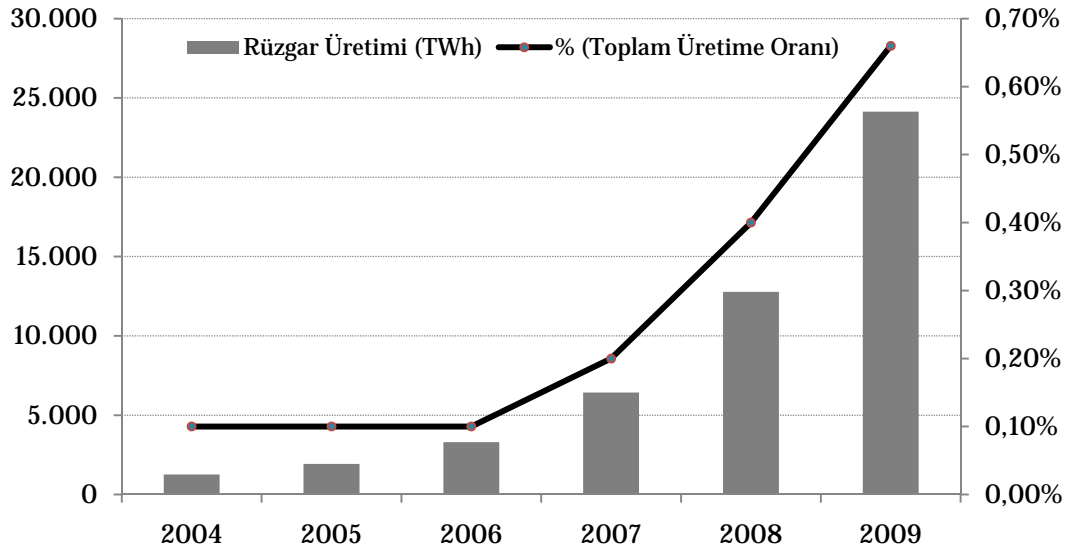
Şekil 16. Çin'in Hidro Enerji Üretimi (TWh/Yıl)

Çin'deki hidro enerji üretimine bakıldığında 2004 yılından itibaren yükselen bir trend göze çapmaktadır. Aynı dönem içinde söz konusu enerjinin toplam üleme oranı ise diğer

¹¹¹ Wen Liu ve diğerleri, a.g.e., ss.2-3.

¹¹² Wen Liu ve diğerleri, a.g.e., s.4.

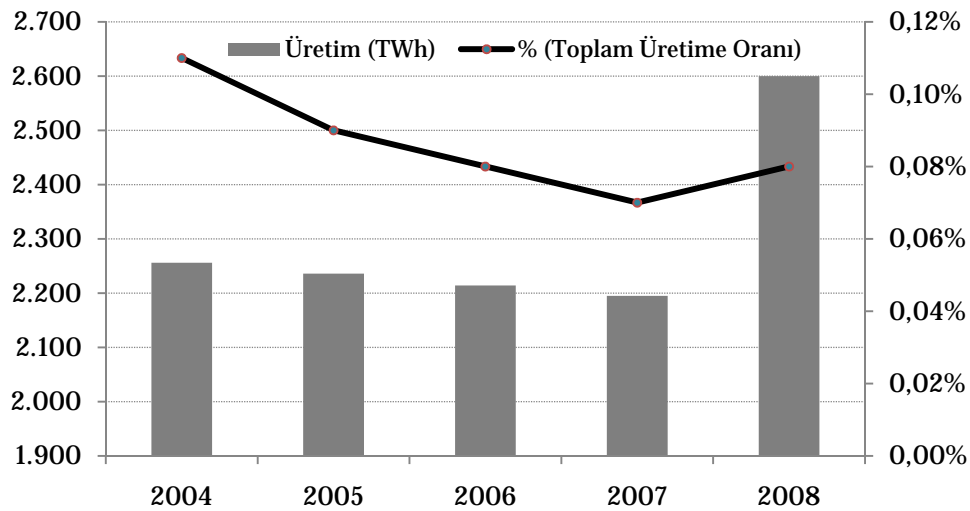
enerji üretimlerindeki artışlara paralel olarak farklı bir şekilde hareket etmiş ve 2010 verileri, 2004 yılındaki verilerin altında kalmıştır.



Şekil 17. Çin'in Rüzgar Enerjisi Üretimi (TWh/Yıl)

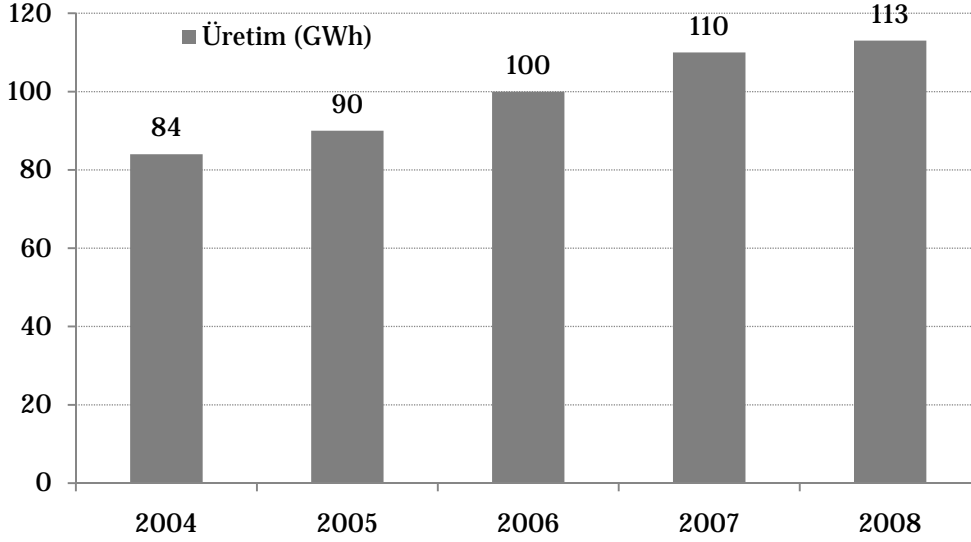
Rüzgar enerjisi incelendiğinde ülkedeki rüzgar üretiminin son yıllarda hızla yükseldiği görülmektedir. Artan trendte kaydedilen bu seyre benzer şekilde toplam enerji üretimi içindeki rüzgar enerjisi payı da artış göstermiştir.

Ülkedeki biyokütle ve atık enerji üretimi ise 2004-2007 yılları arasında aynı şekilde gerçekleşirken özellikle 2008 yılında kaydedilen artış dikkati çekmektedir. Bu artışa bağlı olarak son yıllardaki toplam enerjiler içindeki biyokütle ve atık enerji üretimi payı da yükselme kaydetmiştir.



Şekil 18. Çin'in Biyokütle ve Atık Enerji Üretimi (TWh/Yıl)

Güneş, dalga ve jeotermal enerji üretimlerinde diğer enerji türleri kadar yüksek seviyede bir üretim gözlemlenirse de 2004-2009 yılları arasında düşük miktarda bir yükselme görülmüştür. Söz konusu artış, aşağıdaki şekilde izlenmiştir.



Şekil 19. Çin'in Güneş, Dalga ve Jeotermal Enerji Üretimi (TWh/Yıl)

Çin'in ardından Hindistan incelendiğinde, ülkenin ortaya koyduğu yenilenebilir enerji atağının çok eskilere dayadığı görülmektedir. 1981'de *Ek Enerji Kaynakları Komisyonu* kurulmuş, 1992'de *Geleneksel Olmayan Enerji Kaynakları Bakanlığı* faaliyetine başlamış, ve 2007'de *Yenilenebilir Enerji Geliştirme Ajansı* kurulmuştur. Bu teşkilatlanma altında, AR&GE çalışmaları, geliştirme ve tatbik uygulamaları, mali destek projeleri ve kamu kesimi yenilenebilir enerji yatırımları gibi faaliyetlerde bulunulmuştur. Nihayetinde Hindistan, bazı yenilenebilir enerji teknolojilerinde dünyada ön sıralara geçmiştir. Özellikle rüzgar enerjisi kullanımında 4. sıraya kadar yükselmiştir.¹¹³

Hindistan'ın rüzgar enerjisi büyümesi, önceleri ithal girdilere bağlı iken, teknolojik gelişim ve özel sektör girişimleriyle artık Hindistan, endüstriyel açıdan, yılda 5000 MW'lık rüzgar türbinleri ve bağlı ekipman dahilinde üretim kapasitesine erişmiştir. Rüzgar enerjisi için verilen hızlandırılmış amortisman imkanı, sermaye teşvikleri ve vergi indirimleri sayesinde kurulu rügar gücü, son 10 yılda 10 kattan fazla artarak 3000 MW'ın üstüne çıkmıştır. Hindistan'ın rüzgar gücü potansiyelinin 45.000 MW civarında olduğu düşünüldüğünde bu potansiyelin oldukça altında bir kullanım olduğu aşikardır. Hindistan'ın birçok ülkeden farklı

¹¹³ S. C. Bhattacharya ve Chinmoy Jana, "Renewable Energy in India: Historical Developments and Prospects," *Energy*, Vol. 34, 2009, ss. 981-982.

olarak, rüzgar santrallerinin iletim şebekesine bağlanma sorunu bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu potansiyelin tamamından yararlanılması söz konusu olabilir.¹¹⁴

Küçük hidro enerji santralleri bakımından ise, Hindistan'ın 15.000 MW'lık bir enerji üretim potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. Kesin rakamlar bilinmemekle birlikte küçük hidro santrallerinin toplam kurulu gücünün 2.000 MW'a yakın olduğu hesaplanmaktadır.¹¹⁵

Hindistan'daki güneş enerjisi kullanımı ise genellikle solar-termal, kutu-tipi solar ısıtıcılar, solar su ıtıcı teknolojileri şeklindedir. Fotovoltaik enerji üretimi ise yüksek yatırım maliyetleri ve kısıtlı kurulum alanı sebebiyle oldukça sınırlıdır.¹¹⁶

Hindistan'ın yenilenebilir enerji konusundaki sıkıntıları, yeterli ve düzenli bir yasal altyapı ve destek yapısının varolmamasından kaynaklanmaktadır. Bunlardan bazıları; fosil yakıtlara halihazırda verilen mali destekler, yenilenebilir enerji projeleri için sınırlı kredi imkanları ve teşvikten ziyade caydırıcı bir takım düzenlemeler – örneğin, fotovoltaik modüllerin ithalatı üzerindeki yüksek vergiler – yenilenebilir enerji konusunda Hindistan'ın potansiyelinden uzakta kalmasına yol açmaktadır.¹¹⁷

Tablo 18. Hindistan Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi ve Kapasite(%)

	2004		2005		2006		2007		2008		2009	
	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)
Hidro	0,7	83.876	0,9	100.713	1,2	112.582	1,5	122.574	1,9	113.850	2,2	115.468
Biyokütle	0,28	1.791	0,27	1.813	0,26	1.833	0,24	1.853	0,24	1.900		
Rüzgar		4.266		6.273		11.070		14.800		17.540		

Kaynak:

- Hidro Enerji İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>
http://www.indianwindpower.com/installed_wind_capacity.php
<http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/index.jsp?id=476>,
- Rüzgar Gücü İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>
- Biyokütle İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>

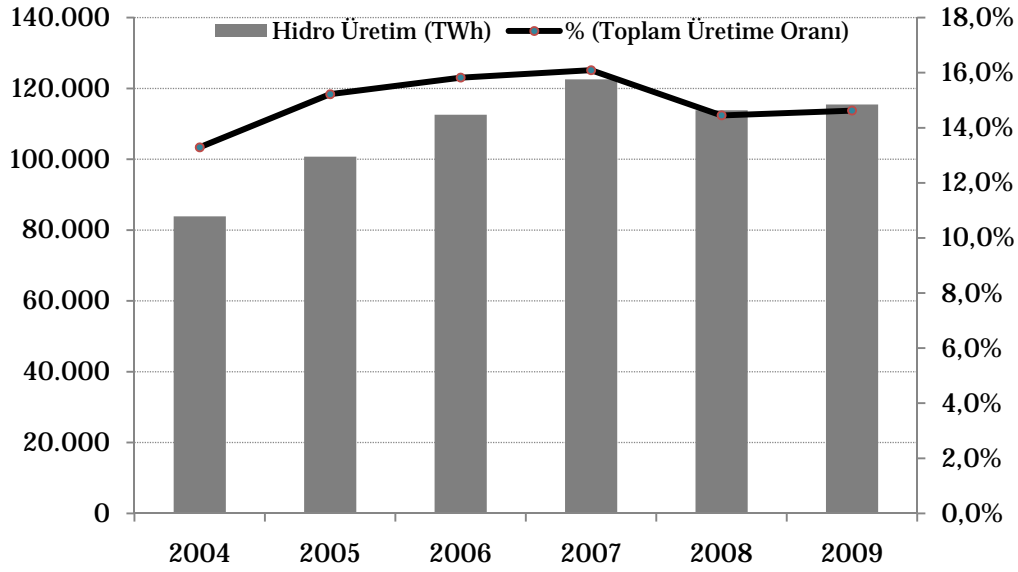
¹¹⁴ Indu R. Pillai ve Rangan Banerjee, "Renewable Energy in India: Status and Potential," Energy, Vol. 34, 2009, s. 972.

¹¹⁵ Indu R. Pillai ve Rangan Banerjee, a.g.e., s.972

¹¹⁶ Indu R. Pillai ve Rangan Banerjee, a.g.e., ss. 973-976.

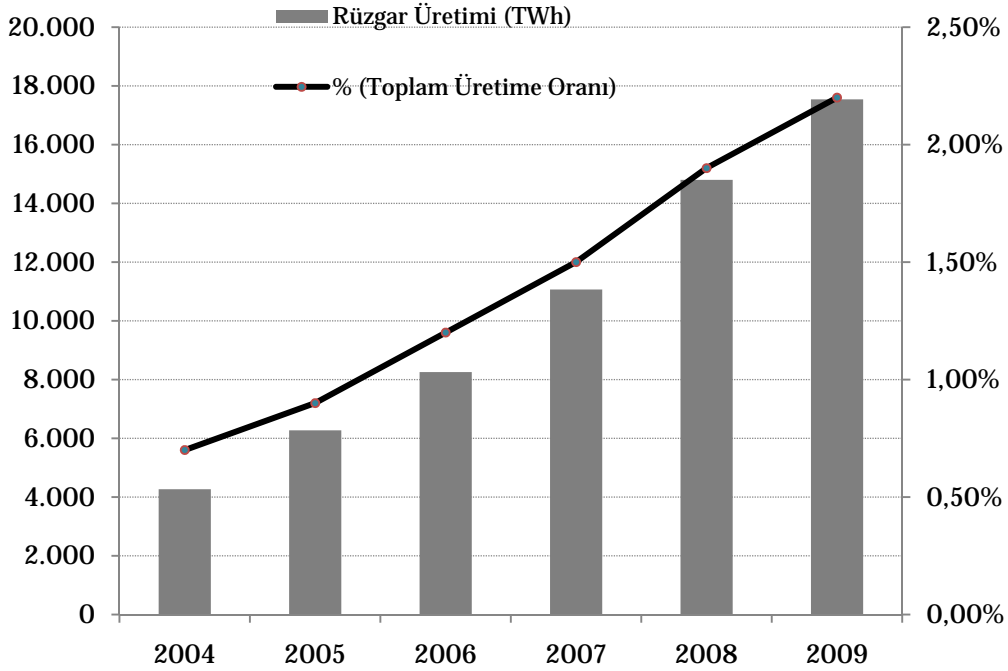
¹¹⁷ Debyani Ghosh, P. R. Shukla, Amit Garg ve P. Venkata Ramana, "Renewable Energy Technologies for Indian Power Sector: Mitigation Potential and Operational Strategies," Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol.6, 2002, ss.24

Aşağıdaki şekillerde sırasıyla Hindistan'ın önemli yenilenebilir enerji kaynaklarına ait veriler yer almaktadır:



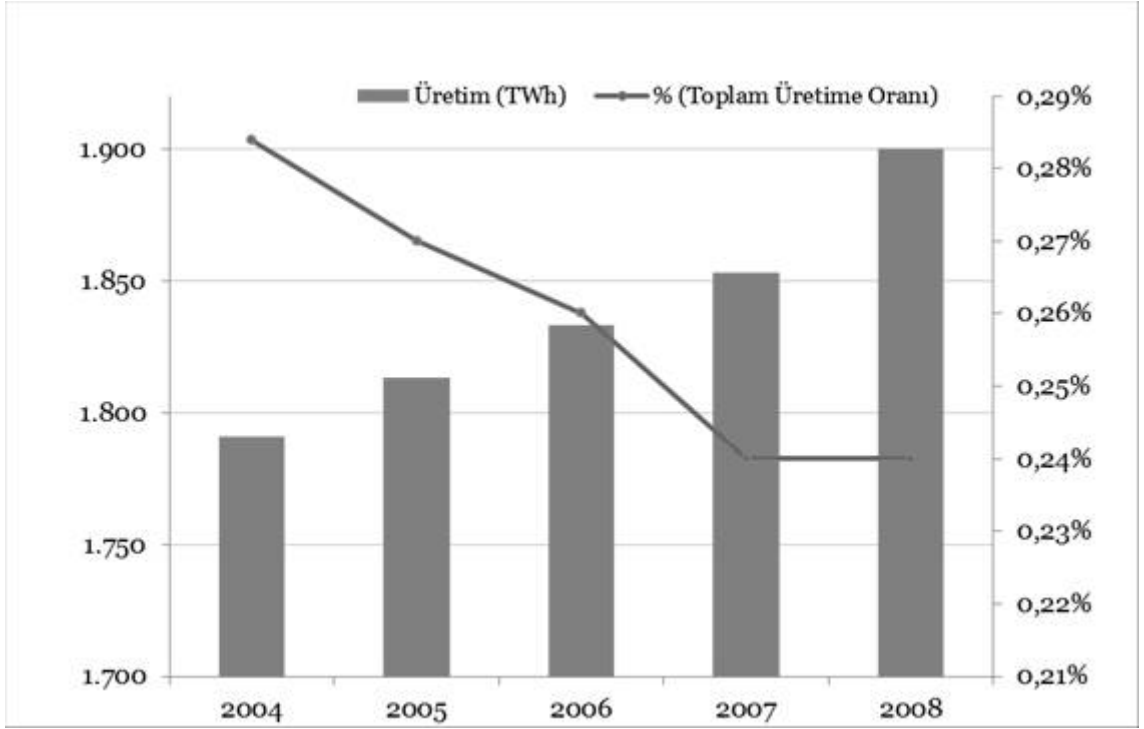
Şekil 20. Hindistan'ın Hidro Enerji Üretimi (TWh/Yıl)

Bu verilere göre, ülkede 2004-2010 yılları arasında hidro elektrik enerji üretiminde kayda değer bir artış görülmemiştir. Aynı dönemde toplam enerji üretimi içindeki hidro enerji payında da kayda değer bir farklılık olmamıştır.



Şekil 21. Hindistan'ın Rüzgar Enerjisi Üretimi (TWh/Yıl)

Hindistan'daki rüzgar enerjisi üretimi incelendiğinde 2004 yılında 4000 TWh seviyelerinde olan üretimin 2010 yılına doğru yaklaşık 4 kat artarak 16000 TWh seviyelerine yükseldiği görülmektedir. Söz konusu üretimin toplam enerji üretimi içindeki payı da paralel bir trend izlemiştir.



Şekil 22. Hindistan'ın Biyokütle ve Atık Enerji Üretimi (TWh/Yıl)

Ülkedeki biyokütle ve atık enerji üretiminin son yıllarda artan bir trend gösterdiği ancak toplam enerji üretimi içindeki payın giderek azaldığı gözlemlenmektedir.

Çin'de olduğu gibi Hindistan'ın yenilenebilir enerji kaynakları içinde de en önemli grubu hidro kaynaklar oluşturmaktadır. Hidronun yanında önem sırasına göre rüzgâr, biokütle ve atıklardan sağlanan yenilenebilir enerjiler yer almaktadır.

Hindistan'da 1947'den günümüze 1,4 GW'lık elektrik enerji üretimi 100 GW'a yükselmiştir. Enerji tüketimi kişi başına nispi olarak artan nüfusa rağmen hane halklarında ciddi boyutlarda artışlar göstermiş olmasına rağmen ülkedeki enerji arzında yaşanan yetersizlik, dalgalı ve güvenilir olmayan yapının nedenleri;

- Yetersiz güç üretim kapasitesi,
- Mevcut üretim kapasitesindeki enerji kaybı,
- Enerji ağındaki bölgeler arası yetersizlik,
- Dağıtım kanallarındaki yetersizlik ve yıpranma,
- Kaçak elektrik kullanımı,

- Çarpık tarife yapıları,
- Kırsal kesime elektriğin götürülmesindeki yavaşlık,
- Nihai kullanıcıların verimsiz elektrik kullanımı olarak sıralamak mümkündür¹¹⁸.

Özellikle, 1990'lı yıllardan itibaren hızla artan rüzgâr enerjisi üretimi ve buradan elektrik üretimindeki artış, yenilenebilir enerjinin önemini ortaya koymuştur. Hindistan'da kıyı kesimlerinden güneye doğru uzanan dağ eteklerinde kurulmuş rüzgâr çiftliklerinde büyük oranda enerji üretilmektedir. Bu üretimde, ortalama hızları 10 m/sn'yi aşan mevsimsel muson rüzgârlarının katkısı olup Hindistan bugün rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminde dünya sıralamasında beşinci sırada yer almaktadır. Ayrıca devlet desteği Non-konvansiyonel Enerji Kaynakları Bakanlığı kanalıyla teşvik edilerek özel sektör yatırımları da yönlendirilmektedir¹¹⁹.

Bu çerçevede Hindistan'ın Çin ile yaptığı işbirliği doğrultusunda rüzgar enerjisinden elektrik üretiminde önemli mesafeler kaydetmiştir. Özellikle 2008 yılında Çin'de, gerek rüzgâr türbini ve gerekse de bu türbinin parçalarının üretiminde büyük artışlar görülmüştür. Buna göre, 15 rüzgar türbini üreten ve 100'e yakın türbin parçası üreten firma bulunmakta olup 2008 yılında 80.000 adet rüzgar türbini üretilmiştir. Bu gelişmeler çerçevesinde küresel krize rağmen bu sektör büyümeye devam etmiş ve 2010 yılında yıllık üretim kapasitesinin 20 GW'a ulaşacağı tahmin edilmektedir¹²⁰.

Güneş pili üretiminde dünya liderliğini alan Çin, 2008 yılında 1.8 GW'lık üretimde bulunmuştur. Özellikle yenilenebilir enerji üretiminden elektrik üretimi konusunda da birçok ülke heef ve politikalarını belirlemiştir. Buna göre Çin, rüzgar gücünden 2020'ye kadar 30 GW enerji elde etmeyi, Hindistan ise yenilenebilir enerji kapasitesini 2012 yılına kadar 14 GW'a çıkarmayı hedeflenmiştir¹²¹.

Bu açıdan bakıldığında özellikle Hindistan'da yenilenebilir enerji teknoloji kullanımının gerekliliğinin ana nedenlerini şu şekilde özetlenebilmektedir:

- Enerji talebindeki hızlı artış ve enerji üretimindeki geleneksel yöntemlerin değişimi ve sürdürülebilirliği,
- Geleceksel fosil yakıtlardan elde edilen enerji üretimindeki yerel ve küresel düşüş,

¹¹⁸ Rakesh Bakshi, **Development of Renewable Energy in India: An Industry Perspective-A Handbook for Decision Making**, Earthscan Pub., 2006, s.199.

¹¹⁹ Mahmut Aydınol, "Hindistan'ın Rüzgar Enerjisi Üretimi", **V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu 2009**, Diyarbakır, 2009, s.185.

¹²⁰ Hakan Kum, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Dünya Piyasalarındaki son Gelişmeler ve Politikalar", **Erciyes Üniversitesi İİBF. Dergisi**, Sayı 33, Temmuz-Aralık 2009, s.216.

¹²¹ Kum, a.g.e., s.220.

- Toplumun enerji ihtiyacının yarattığı zorunluluk,
- Fosil yakıt rezervlerinin kıtlığı¹²².

Hindistan'da yenilenebilir enerji gelişiminde 3 önemli aşama bulunmaktadır. İlk aşamada, 1970'lerin sonunda ve 1980'leri başında yenilenebilir enerji konularında Ar-Ge faaliyetlerine ağırlık verilmiştir. Bu çerçevede büyük ölçekte ulusal laboratuvarlar ve eğitim kurumları hayata geçirilmiştir. Bu aşamada mevcut üretim merkezlerinin hem nitel olarak hem de nitel olarak kapasitelerinin artırıldığı görülmüştür.

İkinci aşamada, 1980'li yılların sonu ve 1990'lı yılların başları arasında büyük ölçekli gelişmeler ortaya çıkmış, bu gelişmeler içerisinde biyogaz ve güneş enerjileri mevcut enerji kaynaklarının yerini almaya başlamıştır.

Son aşama ise 2000'li yıllardan günümüze olan dönemi kapsamakta ve bu dönemde rüzgâr, hidro, güneş, biyogaz ve diğer bio kütle enerji üretim teknolojileri hızla gelişmiştir. Bu dönem ayrıca bu tür enerji kaynaklarının sanayi kullanımlarının yanında ticari olarak satılma ya başladığı dönem olmuştur¹²³.

Hindistan hükümetinin açıkladığı hedefler doğrultusunda, mevcut yenilenebilir enerjini üretimine ek olarak 2012 yılına kadar %10'luk ek bir kapasite artışı öngörülmektedir. Günümüzde yenilebilir enerjinin rolü, bu konudaki derinleşen reformlarla beraber giderek artmaktadır. Buna göre öncelikli olarak yenilebilir enerji sektöründe gerçekleştirilen özelleştirilmeler önem arz etmektedir. Ayrıca hükümetin ortak kararıyla elektrik faturaları yenilenebilir enerji üretimlerine dayalı olarak yeniden düzenlenmiştir. Son olarak da ülke çapında elektrik üretimine ilişkin düzenlemeler geliştirilmiştir.

Sonuç olarak Hindistan'da yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik politikalar, kamu ve özel sektörü teşvik edecek şekilde düzenlenmiş, enerji politikalarına ilişkin hedefler pazarlar ve tüketicilerin ihtiyaçları doğrultusunda şekillendirilmiş, teknolojik gelişmeler üzerinde odaklanılmış, yasal mevzuat oluşturulmuş, Ar-ge desteği sağlanmış, teknoloji transferlerinin kullanımında yabancı yatırımlarda ortak girişimlere (joint venture) izin verilecek yasal düzenlemeler yapılmış, yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik standartlar hayata geçirilmiştir.

¹²² Bakshi, a.g.e., s.202.

¹²³ Bakshi, a.g.e., s.204.

2.3.1.2.Yenilenebilir Enerji Finansman Kaynakları

Çin ve Hindistan'ın kırsal yenilenebilir enerji finansman kanalları başlıca, kamusal finansman, uluslararası finansman, ticari bankalar ve banka dışı mali kurumlar, kamu hisse senedi piyasaları ve özel sektör finansmanı olarak sıralanmaktadır.

Kamu maliyesi, kırsal yenilenebilir enerjinin finansmanı olan kırsal elektrifikasyonun finansmanının bir parçasıdır. Kırsal yenilenebilir enerjinin finansmanı genel yenilenebilir enerji piyasasının finansmanından farklıdır. Bu farklılık, piyasanın kusurlarını düzeltmekten çok sosyal adaletsizliğin iyileştirilmesiyle ilgili bir konudur. Devlet finansmanı, kırsal yenilenebilir enerji finansmanı için en önemli kanaldır. Çin ve Hindistan hükümetleri ulusal program başlatarak ve finansal teşvikler sunarak kırsal yenilenebilir enerji finansmanında güçlü bir role sahip olmuşlardır. 2001 yılında, Song Dian Dao Xiang (kırsal kesime elektrik gönderimi) adıyla bilinen iddialı yenilenebilir enerji tabanlı kırsal elektrifikasyon programı Çin'in Devlet Kalkınma ve Planlama Komisyonu tarafından başlatılmıştır. Bu program, batı bölgelerinde (Xinjiang, Qinghai, Gansu, İç Moğolistan, Shaanxi, Sichuan, Hunan, Yunnan ve Tibet), 1000 den fazla şehirde ve kasabada yaklaşık 1 milyondan fazla insana kırsal ekonomik kalkınmanın temelini oluşturacak enerjiyi getirmiştir. Kurulum Haziran 2003'te tamamlanmış ve dağılım PV den 20MW, rüzgar dan 840 kW ve küçük hidroelektrik santrallerinden 200 MW (Hunan ve Yunnan bölgelerinde) şeklinde oluşmuştur. Hükümet ekipman sermaye maliyetini sübvans ederek US\$ 240 milyon ya da 2 milyar Çin Yuanı (CNY) kaynak sağlamıştır. Çin Kırsal Elektrifikasyon Programının ulusal bazda yenilenebilir teknolojiler aracıyla kırsal nüfusa elektrik hizmeti sağlamak için gerçekleştirilen ilk uygulama olduğu, aynı zamanda dünya çapında en büyük yenilenebilir enerji tabanlı kırsal elektrifikasyon programı olduğunu, özellikle PV alanında Çin'de gerçekten güçlü, sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji altyapısı oluşturmak için yeterli büyüklüğe sahip olduğu söylenebilmektedir. Çin, bu özelliği ile lider pozisyonunu 2010'da bir önceki yıla göre yüzde 30 artış ile toplam US\$ 51.1 milyarlık temiz enerji yatırımı ile perçinlemiştir¹²⁴.

Çin ve Hindistan'da uluslararası finansman kaynakları kırsal yenilenebilir enerji gelişimi için kuluçka fon olarak önemli bir rol oynamıştır. Çin ve Hindistan'da birçok kırsal yenilenebilir enerji projeleri çok ortaklı ve iki ortaklı fonlar ile finanse edilmiştir.

Çin'de uluslararası fonlar tarafından finanse edilen projelerin başlıcaları şunlardır:

- Yenilenebilir Enerjinin Hızla Ticarileştirilmesi için Kapasite Geliştirme

¹²⁴ <http://www.yesilekonomi.com/yenilenebilir-enerji-2010-da-yeni-bir-rekor-kirdi.html>, Erişim tarihi: 14. 01.2011

- Çin Yenilenebilir Enerji Geliştirme Projesi
- Güneş Köy Projesi
- Rüzgar Enerjisi Projesi Çin'in Hubei
- Temiz Enerji Araştırma Projesi
- Parlaklık Programı
- CERUPT: İç Moğolistan Huitengxile Rüzgar Enerjisi Projesi

Hindistan'da uluslararası fonlar tarafından finanse edilen projelerin başlıcaları ise şunlardır:

- Tepelik Alanlarda Küçük Hydel Kaynaklarının Gelişiminin Optimize Edilmesi
- Hint Hibrid Enerji Projesi-Dünya Yenilenebilir Manevi Güven
- Hindistan Yenilenebilir Kaynakları Geliştirme Projesi
- İkinci Yenilenebilir Enerji Projesi
- Hindistan Yenilenebilir Enerji Geliştirme Projesi
- Hindistan'da Yenilenebilir Enerjinin Ticarileştirilmesi.

Uluslararası fonların yanında ulusal ticari bankalar ve banka dışı finans kuruluşlarından sağlanan iç finansman yolları ise hem Çin hem de Hindistan için önemli bir finansman kaynağı olmaktadır. İki ülkede de kırsal bankacılık altyapısının gelişmiş olmasına rağmen, bu kurumların yenilenebilir enerji sektörüyle bağlantıları en iyi ifadeyle zayıftır. Her iki ülkede de geleneksel bankacılık sistemi, bu krediler ile ilgili hala yüksek risk ve düşük kar düşüncesinde olduğundan kırsal yenilenebilir enerji finansmanında etkin değildir. Mali kurumlar her zaman kırsal yenilenebilir enerji için kredi hatları açma faaliyetleriyle ilgilenmemektedir.

Bunun yanında Çin ve Hindistan borsalarını yenilenebilir enerjiye açmıştır. Birçok Hint RE şirketi Hint borsalarında kamuya açıldı. Çin'de 23 RE işletmesi Shanghai ve Shenzhen Borsalarında kote edilmiştir.

Çin'in özel sektör finansmanı kırsal yenilenebilir enerji alanında, özellikle kırsal küçük hidroelektrik (SHP) işletmelerinde hızlı büyümüştür. Örneğin Zhejiang Eyaleti'nde 1994-2002 döneminde yeni SHP ler için yapılan özel yatırım 1 milyar dolar tutarındadır ve toplam yatırımın % 70'inden fazla olmaktadır. 1990 yılından beri Zhejiang'ın Jingning bölgesinde özel yatırımcılar tarafından 155.4MW toplam kapasiteli 91 yeni SHP için, 105,562,300 dolar harcanmıştır. Guangdong'da 9 uncu 5 yıllık plan çerçevesinde özel

yatırımlar 839,178,000 dolarla toplam SHP yatırımlarının yarısına ulaşmıştır.1999 yılında Hint merkezi hükümeti elektrik üretiminin özel sektöre açılma politikasını duyurmuştur. Özel sektöre yardımcı olabilmesi adına yenilenebilir enerji için piyasa IREDA'yı oluşturarak yenilenebilir enerji teknolojilerinin engelleri aşması, bankalar ve yatırımcılar arasında bilinirliğinin artması ve yenilenebilir enerji piyasası oluşturmak için tedbirler almıştır.

Kırsal yenilenebilir enerji Finansman enstrümanları açısından bakıldığında Çin ve Hindistan'da bir dizi finansman araçları kırsal yenilenebilir enerjinin finansmanını kolaylaştırmak için kullanılmaktadır. İki ülkenin kırsal yenilenebilir enerjinin gelişimine katkıda bulunmaya yönelik yatırımları teşvik eden mevcut finansman araçları içinde hibeler önem arz etmektedir. Daha önceki projelerde görülen, önce piyasayı canlandırmak için projenin ömrü ile orantılı şekilde azalarak süren bir hibe politikası sürdürülmekte ve daha sonra tamamen ticari pazara geçiş yapılmaktadır. Bazı projelerde de her sistem kurulumuna nakit hibe sunulmaktadır. Örneğin, Çin'in Yenilenebilir Enerji Geliştirme projelerinde SHS satıcısına doğrudan 100 dolar nakit hibe ödenmektedir.

Yenilenebilir enerji hizmet şirketleri kısa tabiriyle RESCO konsepti PV güneş ev sistemleri benzeri (SHS) küçük ölçekli yenilenebilir enerji sistemleri için en uygunu olarak göze çarpmaktadır. Ev sahiplerine SHS satmak yerine, RESCO bu SHS tarafından üretilmiş hizmeti ve sırayla aylık bir ücret karşılığında satmaktadır. Her tüketiciye ayrı ayrı SHS projeleri satmak yerine RESCO büyük sayıda tüketiciyi bir araya getirmektedir. Tüketiciler yüksek bir maliyetle karşı karşıya kalmak yerine küçük aylık ödemeler yapmaktadırlar. Çin ve Hindistan'da evsel kullanıma yönelik PV sistemleri üzerine düzinelerce satış ve kurulum ve bakım hizmetleri veren düzinelerce RESCO oluşturulmuştur. Hindistan'da güneş enerjili su ısıtma da sisteme dâhildir.

Çin ve Hindistan'da düşük faizli ve uzun vadeli krediler proje finansmanları açısından önem arz etmektedir. Hint IREDA rüzgâr çiftliği geliştiricileri için düşük faizli kredi sağlamaktadır. Bu kredilerin, teknolojinin geniş kabul görmesiyle birlikte kademeli olarak piyasa seviyesine çıkacağı öngörülmektedir ve doğrudan teşvik kredilerine göre daha öngörülebilir ve etkili olduğu düşünülmektedir. Hindistan Alternatif Enerji projesinde olduğu gibi, bu kredilerin teknolojinin geniş kabul görmesiyle birlikte kademeli olarak piyasa seviyesine çıkacağı öngörülmektedir. Hindistan Hilly Hydel projesi, artacak hydel projeleri için ayrıntılı yatırım teklifleri içeren ulusal strateji ve master planını geliştirmiştir. Çin hükümeti 1987 yılından bu yana kırsal enerji kalkınmasına yönelik özel düşük faizli krediler oluşturmuştur. Büyük ve orta ölçekli biyogaz projeleri, güneş enerjisi uygulamaları ve rüzgâr teknolojiler için özel düşük faizli kredinin faiz oranı, piyasadaki ticari kredilerin yarısı

kadardır. Ayrıca, Çin de küçük hidro projeler için özel düşük faizli kredi programları uygulamaktadır.

Ortak girişimler açısından Çin, diğer ülkelerdeki pek çok şirket ile başarılı ortak girişimler yapmıştır. Örneğin, 2001 yılında, bir Amerikan şirketi olan Tang Enerji Grubu Ltd, ZhongHang Huiteng (Baoding), WindPower Equipment Co Ltd 'nin kurulumu için yardımcı olmuştur. O zamandan beri, "Baoding" Çin pazarında '600-750 kW rüzgâr türbini jeneratörleri için bıçaklar ve motor yeri kapakları üreterek pazar lideri olmuştur. Bugüne kadar Baoding yalnızca Çin rüzgâr çiftlikleri için üretim yaparken, şimdi tüm Asya rüzgâr çiftlikleri için bıçak ihracatı yapmaya hazırlanmaktadır.

Çin, ABD ve İspanya'nın ardından rüzgâr projeleri için varlık finansmanı konusunda üçüncü sıradadır. Hindistan'da yatırımların çoğu rehinli enerji üretimine yönelik olmasına karşın, varlık finansmanı rüzgâr üzerinde odaklanmış bulunmaktadır.

Çin'de yenilenebilir enerji için risk sermayesi kullanımı artmaktadır. 2006'yılında yenilenebilir enerji teknolojileri (RETs) içinde risk sermayesi yatırımı 403 milyon dolara ulaşmıştır. RET içinde 17 anlaşmanın 13'ü güneş alanında gerçekleşmiş 367.8 milyon dolar hacme ulaşılmıştır. Biokütle alanında 13.2 milyon dolarlık tutarında 2 anlaşma yapılırken, rüzgar enerjisinde yapıla 2 anlaşmada 22 milyon dolara ulaşılmıştır. ABD'nin ardından, Çin risk sermayesi alanında en büyük ikinci alıcı oldu. 2006 yılında, Risk sermayesi / girişim sermayesi kullanımının kabaca yarısı (toplam 100 milyon dolar) rüzgâr üretim kapasitesinin genişletilmesi için harcanmıştır.

Çin'de kırsal yenilenebilir enerji için ana yardımlar merkezi hükümet tarafından sağlanmaktadır ve yerel hükümetler kırsal yenilenebilir enerji için genelde araştırma, geliştirme ve sunum projelerini desteklemektedir. Hindistan'da faiz sübvansiyonları ve sermaye sübvansiyonları gibi yardımlar Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bakanlığınca sağlanmaktadır.

Çin'de, yenilenebilir enerji teknolojileri ithalatları, ithalat gümrük ödemelerinden muaf olmakla beraber Hindistan'da bu durum, yenilenebilir enerji teknolojileri için Hindistan'da üretilmemesi durumunda da geçerli olmayadır. Çin'de katma değer vergisi, %17 olup biyogaz, rüzgar gücü ve küçük hidro için KDV oranı sırasıyla 3%, 8.5% ve 6% dir. Belediyeye ait katı atıklardan güç üretiminde KDV oranı ise 0% dir. Hindistan da yenilenebilir enerji ekipmanındaki KDV normal orandan düşük olmaktadır.

Çin ve Hindistan'daki kırsal yenilenebilir enerji finansmanının kilit konusu, piyasanın finansman ve pazar büyümesini engelleyen kurumlara ait karmaşalıklar içermekte iken kırsal da yenilenebilir enerji geliştirenlerin ve son kullanıcıların düşük maliyetli fonlara ulaşmasıdır.

Klasik fon ve finansal enstrümanlar sermaye sübvansiyonlar, bağışlar, ve vergi indirimleri ve benzer mali dürtüler yaygınlaşmanın (içine işlemenin) açık bir seviyesini, uzun ölçekli kullanım ve yenilenebilir enerji ürünlerinin ticarileştirilmesini ve finansal enstrümanların ve kanalların seçimi ve dağıtılması hususunda yenilikçi yaklaşımlar sunan teknolojileri başarabilmektedir. Yenilenebilir Enerjiyi finanse edecek birçok yenilikçi mekanizma kırsal yenilenebilir enerjiyi yükseltmek için Çin ve Hindistan tarafınca tasarlanmakta ve test edilmektedir. Bu yenilikçi finans mekanizmaları hükümet ve toplum finansmanını birleştiren mekanizmalardır:

- Güneş sistemleri için merkezi olmayan pazar merkezli bir kurumsal ve finansal model (Hindistan);
- Temiz gelişim mekanizması (CDM) ve kamu sektörü finansmanı birleşmesi ile rüzgâr gücü gelişimi (Hindistan);
- Hükümet finansmanı ile yenilenebilir köy gücünü büyütme ve pazar düzenlemesi temeline dayanan teklif (Hindistan);
- Bir “mali vasıta planı” ile güneş sıcak su sistemlerinin ticarileştirilmesi (Çin);
- Bir destek yardımı rejimi içerisinde güneş fenerleri için pazar geliştirilmesi (Hindistan);
- Güneş pompa sistemleri için güçlendirilebilir bir mali modelin geliştirilmesi (Hindistan)¹²⁵

2.3.2. Norveç Yenilenebilir Enerji Uygulamaları

2.3.2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Günümüzde fosil yakıtların ulaşım sektöründe etkin kullanımıyla ve enerji üretiminin sürdürülememesi, yeni düzenlemelere ihtiyaç doğurmuştur. Sera gazı emisyonunun artışı, 1987 yılında Norveç Başbakanlığı önderliğinde uluslararası çevresel değişimleri dikkate alan “Our Common Future” “Ortak Geleceğimiz” Raporunu yayınlamıştır. 1997 yılında Kyoto Protokolü çerçevesinde anlaşma imzalanmıştır. Buna göre, 1990-2012 arasında seri gazı emisyonu %5 oranında azaltılacaktır.

Norveç enerji politikası enerji etkinliğinin artışı, enerji arzında daha fazla esneklik yaratmak, ısınma da elektrik kullanımına bağımlılığın azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artışı içerir. Özellikle hidro enerjinin daha fazla kullanımını

¹²⁵ Huang Liming, a.g.e., s. 1096

amaçlayan karma bir stratejiden oluşmaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji politikaları şu hedefleri içermektedir:

- Enerji kullanımında limit olması.
- Yenilenebilir enerji kaynakları ile su gücüne dayanan merkezi ısıtma sisteminin kullanımının artışı ve ısınmada elektrik kullanımının azaltılması,
- 2010 itibariyle rüzgar gücünden enerji üretimi 3Twh/yr'a artışı,
- Toplamda yenilenebilir enerji kaynaklarından 2010 itibariyle 12 Twh/yr kadar tasarruf edilmesidir¹²⁶.

Norveç'te son 20-30 yıl içinde önemi giderek artan yenilenebilir enerji kaynakları, özellikle çevreye duyarlı yapılarıyla fosil kaynakların yerini almaya başlamıştır. Bu konuda 2008 yılında global olarak ele alınan hedefler doğrultusunda, daha önceleri hedef yıl olarak belirlenen 2050 yılı, 2030 yılı olarak değiştirilerek, bu yıla kadar enerji üretimlerine bağlı karbon dioksit emisyonunu tamamen ortadan kaldırılması amaçlanmıştır. Bu nedenle yenilenebilir enerji yatırımları devlet tarafından finanse edilerek teşvik edilmiş, fosil yakıtlara bağlı olan vergilendirmeler ise arttırılmıştır. Bunun yanında fosil yakıtların neden olduğu iklim değişikliklerine karşı giderek artan bilincin sonucunda hem ekolojik hem de ekonomik olarak gelişen yenilenebilir enerji üretimine dayalı endüstri yapısı, Norveç'in en belirgin karakteristikleri arasına girmiş ve toplam enerji üretiminin %60'ı yenilenebilir niteliğe bürünmüştür¹²⁷. Bu noktada AB direktifleri doğrultusunda 2001 seviyelerinden 30 TWh fazla bir temiz enerji üretimi, Norveç otoriteleri tarafından 2016 yılına kadar hedef olarak belirlenmiştir. 2007 yılında imzalanan Kyoto anlaşması neticesinde de hükümet 2020 yılına kadar 1990 yılı bazlı sera gazı emisyonunun %30 azaltılacağını taahhüd etmiştir. Ülkede en fazla yararlanılan yenilenebilir enerji kaynakları, hidro ve rüzgar gücüdür. Güneş enerjisi ise nispeten daha düşük seviyelerde gerçekleşmektedir. 2008 yılıyla beraber ülkede yürürlükte olan Norveç Emisyon Ticaret sistemi AB'ye entegre edilerek AB emisyon ticaret rejimine dahil olan Norveç, yeni bir hedef daha ortaya koyarak 2020 yılına kadar bio enerji üretimini de 14 TWh arttırmayı hedef olarak belirlemiştir.

Doğadaki mekanik harekete bağlı olarak yukarıdan aşağıya doğru hareket eden su, temeli eski Yunan'a dayanan çok eski bir enerji üretimine imkan sağlamaktadır. Bu nedenle yaklaşık 2000 yıllık bir enerji üretimi olarak kabul edilen hidro gücü, 1870'lerden sonra

¹²⁶ International Energy Agency, **Wind 2004 annual Report**, 2004, Chapter 17, s.185.

¹²⁷ KanEnergi As, **Renewable Energy And Energy Efficiency: Recent Developments and Activities in Norway**, Country Report 2009, s.2.

düzenli olarak elektrik üretimine dönüştürülmektedir. Bu açıdan bakıldığında 1900'lerin ilk yarısına kadar en önemli elektrik kaynaklarından biri olarak görülen hidro kaynaklar, günümüzde temiz üretim kapasitesiyle dünya toplam elektrik üretiminin %16'sını karşılamaktadır¹²⁸. Son iki yılda büyüklüğü 1MW'dan büyük 699 adet hidro elektrik santrallerinde 29,030 Mw dolaylarında enerji üretilmiştir. Yılda ortalama 122 TWh gücünde olan hidro elektrik üretiminin 6 TWh'si küçük ölçekli santrallerce gerçekleştirilmektedir¹²⁹. Artan su miktarına bağlı olarak giderek artan hidro elektrik enerjisi 2008 yılında 141 TWh düzeylerine ulaşmıştır. Bu artışa rağmen Norveç'in bu alanda halen ciddi bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir.

Genellikle nehirlerden sağlanan bu enerji gerek teknik gerekse de finansal özellikleri itibariyle bu potansiyeli işaret etmektedir ve bu potansiyel, yıllık 205 TWh dolaylarında ölçülmektedir. Bu süre zarfında 0,7 TWh/y kapasitesinde yeni üretim yatırımları yapan Norveç, 2008 yılında toplam 580 GWh/y üretim gücüne sahip yeni üretim lisanslarını yatırımcılarına sunmuştur. Bu lisanslar ile yeni yatırımların başlatılması yanında eski üretim alanlarının da modernizasyonunu içermektedir. 2001-2007 yılları arasında verilen bu tür lisansların yaklaşık olarak yarısı küçük çaplı santrallere verilmiştir. NVE (The Norwegian water Resources and Energy Directorate) tarafından yapılan araştırmalara göre halen ülkede 18.5 TWh'luk bir potansiyel küçük santraller için yatırım imkanı sunmaktadır. Teorik bir potansiyeli işaret eden bu rakam, çevresel etkilerin ve benzer olumsuz unsurların dikkate alınmaması sonucu hesap edilmiştir.

İnsanoğlu'nun binlerce yıldır gerek yelkenli gemiler gerekse de yel değirmeleri ile yararlandığı rüzgar enerjisi, günümüzde elektrik üretiminde de kayda değer şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Norveç, rüzgar gücü açısından birçok ülkeye nazaran şanslı ülkeler arasında gösterilmektedir. Sert iklimiyle beraber rüzgarın sahip olduğu enerjiyi elektriğe çevirmede bu nedenle bir çok Norveç firmasının bu alanda derin tecrübeler edinmesini sağlamıştır. Özellikle ülkenin denize kıyısı boyunca uzanan bölgelerinde rüzgar hızı yıllık olarak 7-9 m/s arasında olmakta ve çoğunlukla da 9 m/s dolaylarında ölçülmektedir¹³⁰. Toplam kapasitenin %34'ü ile üretilen 3000 MWh/y düzeyindeki rüzgar enerjisi, 2008 yılında 917 GWh dolaylarında bir seviyeye ulaşmıştır. Bu üretim kapasitesi, 18 rüzgar gücü

¹²⁸ NVE, **Renewable Energy Report**, 2007, s.58.

¹²⁹ KanEnergi As, a.g.e., s.13.

¹³⁰ NVE, a.g.e., s.47.

yatırımından sağlanırken bu kapasitenin 2010 yılı sonu itibariyle 3 TWh/y düzeylerine yükseltilmesi hedeflenmektedir¹³¹.

Norveç'te 1992-2005 yılları arasında rüzgara dayalı toplam elektrik enerjisi toplam 2500 MW'dan 59200 MW seviyelerine ulaşmıştır. IEA 2006 raporlarına bu büyüme yıllık olarak ölçüldüğünde %30'luk bir büyümeye eş değer gelmektedir. 2008 yılında ise toplam kapasiteyi ifade eden 429 MW'lık enerji 200 rüzgar tribünü tarafından üretilmiştir. Norveç'in toplam elektrik üretiminde % 0,7'lik bir kısma tekabül eden bu enerji çeşidi, rüzgar hareketlerindeki azalma nedeniyle istenen düzeylerde olamamaktadır.

Bu süre zarfında 45 MW artan rüzgar enerjisinin, Enova SF ve NVE tarafından yapılan araştırmalar neticesinde 2025 yılı itibariyle 20 TWh düzeylerine yükseleceği öngörülmektedir. Buna göre Enova SF, 2009 yılında yıllık 460 GWh miktarında rüzgar gücü üretebilmek için 1,1 milyar Norveç Kronu toplamlık bir yatırıma başlamıştır.

Güneş enerji sektöründeki dünya genelindeki hızlı artış, özellikle fosil kaynak maliyetlerindeki artışlar ve çevre koruma programlarının neden olduğu kısıtlar nedeniyle giderek yükselmektedir¹³². Bunun yanında gelişen yeni teknolojiler sayesinde giderek ekonomik hale gelen güneş enerjisi bu yapısı itibariyle Norveç için de yeni yatırım fırsatlarını beraberinde getirmektedir. Norveç'te yaklaşık olarak yıllık 150000 PV'lik bir güneş enerjisi üretimi gerçekleştirilmektedir. 2008 yılın sonu itibariyle 8,3 MW düzeylerinde öngörülen söz konusu enerji türünün gelecek yıllarda da 6 GWh dolaylarında olması hedeflenmektedir¹³³. Ülkede PV panellerinin satışları giderek artarken özellikle kablosuz panellere olan talepler giderek artmaktadır.

Norveç'in en büyük enerji kaynağı hidro enerji olmakla birlikte, son yıllarda enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve yenilenebilir enerjiye olan ilginin artması sebebiyle özellikle rüzgar enerjisi ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda, Norveç hükümeti büyük ölçekli Havsul Projesi'nin (yılıda 4,2 TWh üretim yapabilecek bir proje) hayata geçmesiyle birlikte 2010 yılı sonuna kadar 3 TWh'lık bir rüzgar enerji üretim hedefine ulaşmayı amaçlamaktadır. Ne var ki, yerel yönetimler, çevre örgütleri ve halk rüzgar santrallerine karşı çıkmakta ve

¹³¹ Kanenergi As, a.g.e., s.14.

¹³² NVE, a.g.e., s.16.

¹³³ Kanenergi As, a.g.e., s.14.

projeler aksamaktadır.¹³⁴ Benzer şekilde, yeni yapılacak küçük hidro enerji projelerinin bio-çeşitliliğe zarar vereceği endişesiyle karşı çıkılmaktadır¹³⁵.

Tablo 19. Norveç’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi ve Kapasite(%)

	2004		2005		2006		2007		2008		2009	
	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)
Hidro	99,1	107.774	99,2	134.308	98,7	118.157	98,7	132.595	98,9	137.965	98,4	140.455
Rüzgar	0,2	239	0,4	481	0,47	605	0,61	855	0,62	871	0,65	926

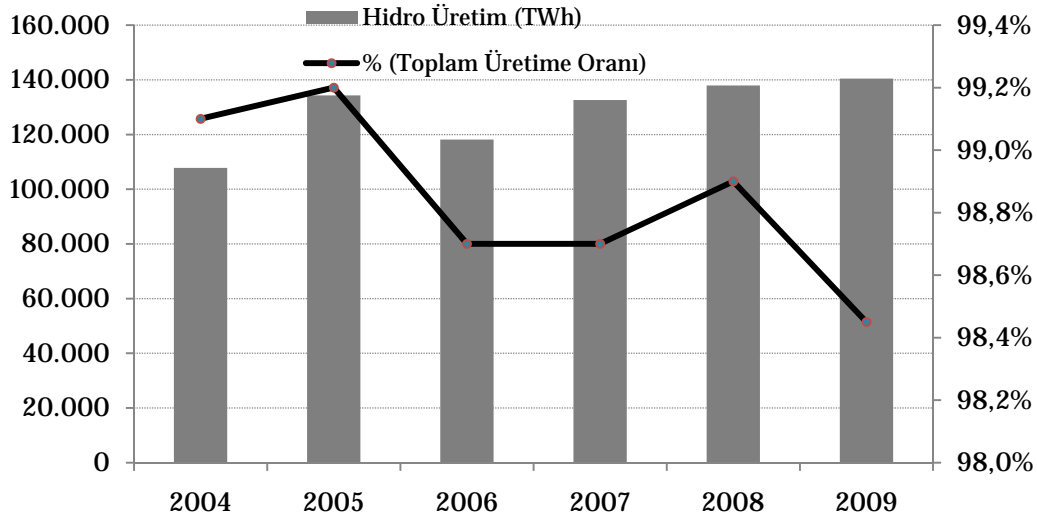
Kaynak:

Hidro Enerji İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>

http://www.indianwindpower.com/installed_wind_capacity.php;

<http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/index.jsp?id=476>, Rüzgar Gücü İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>

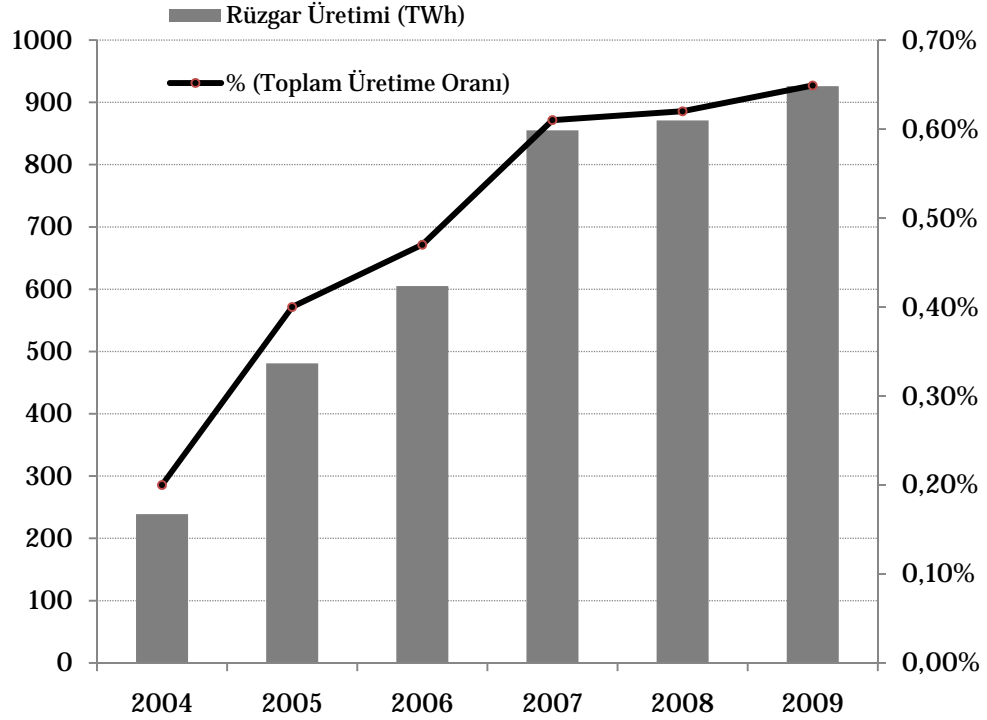
Aşağıdaki şekillerde Norveç’in farklı yenilenebilir enerji kaynaklarına ait veriler yer almaktadır. Buna göre, Norveç’te toplam enerji üretiminin tümüne yakın bir seviyede gerçekleştirilen hidro enerji üretimi son yıllarda kayde değer bir artış göstermezken toplam enerji içindeki payı azalarak 2010 yılı başlarında %98,4 seviyesine inmiştir.



Şekil 23. Norveç'in Hidro Enerji Üretimi (TWh/Yıl)

¹³⁴ Fredrik Thele, **Incorporating Wind Power into The Norwegian System: An Analysis of The Ongoing Controversy on the Havsul Project**, University of Oslo Faculty of Social Sciences, 2006, s. 2, (Çevrimiçi) http://www.tik.uio.no/forskning/prosjekter/rbe/Fredrik_Thele-Incorporating_windpower_into_the_Norwegian_Energy_System.pdf, 31 Ağustos 2010.

¹³⁵ Ibid, s. 52.



Şekil 24. Norveç'in Rüzgar Enerjisi Üretimi (TWh/Yıl)

Norveç ile ilgili yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin tablolar incelendiğinde kuzey kutbuna yakın su kaynakları açısından zengin olan ülkede elektrik enerjisinin tamamının hidro santrallerinden karşılandığı görülmektedir. Belli bir ölçüde rüzgâr enerjisinden de faydalandığı dikkat çekmektedir. Bunların dışında diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına ise Norveç'te pek rastlanılmamaktadır.

2.3.2.2. Yenilenebilir Enerji Finansman Kaynakları

Çeşitli tarihsel faktörler Norveç'deki proje finansmanı alanının temel dinamiklerini şekillendirmiştir. İngiltere ve diğer Avrupa ülkelerinin aksine; Norveç, daha az PPP ve diğer kamu önderliğinde geliştirilen yatırım ve proje finansmanı konusu olabilecek alt yapı yatırımı gerçekleştirdi. Hidrokarbon kaynaklarının bolluğu ve ihtiyatlı uzun dönem kaynak yönetimi politikaları mali sınırlamaları hafifletmiş ve bunlar da diğer ülkelerdeki girişimleri hızlandırmıştır. Önemli bir istisna olarak; Norveç, 2001 yılında başlayan 3 adet yol inşaat ve bakım işini PPP modeli ile başarılı bir şekilde gerçekleştirdi ve kayda değer bir sınırlı recourse finansmanı talebi gördü. Ancak gerek bölgedeki proje finansmanı sağlayanlar gerekse Norveç'te hafta sonu trafik yoğunluğuna katlanan kişilerin mutsuzluğu nedeniyle hükümetin bu pilot projeyi tekrarlamayı düşünmemeyi karar verdi. Norveç enerji sektörü de

benzer bir durgunluk yaşasa da; hidro enerji sektöründe proje finansmanı konusunda olumlu etki yapacak politika değişiklikleri olabilir.

Norveç, yakın geçmişte hidro elektrik sektöründe şu anda yatırımlara engel olan durumu değiştirecek piyasaya yeni gireceklere PPP yoluyla kolaylaştıracak yasal düzenlemeler yaptı. Geçmiş dönemde, Norveç, geniş dağlarındaki su kaynaklarını elektrik üretimi için kullandı. Bugün hidro elektrik enerji, Norveç'in kurulu elektrik üretim gücünün % 96'sını oluşturmaktadır. % 100 devlet şirketi olan Statkraft (Avrupa'nın en büyük yenilenebilir enerji üreticisi) ve yerel yönetimler ülkenin kurulu gücünün % 88'ine sahiptir.

Norveç'te kamu sektörünün piyasa hakimiyeti; özel sektöre karşı kamuya imtiyazlı davranılmasından kaynaklandı. 2007 öncesinde, sadece kamu şirketleri herhangi bir izin olmadan hidroelektrik tesislerini satın alabiliyor ya da inşa edebiliyorlardı. Özel sektör şirketleri, yeni projeler geliştirmek, mevcut projeleri satın almak ya da devlet tarafından sahip olunan hakları kullanmak için lisansa ihtiyaç duyuyordu. Özel sektöre verilen lisanslar, su kaynaklarının sahipliği ve ilgili altyapı yatırımları herhangi bir ücret ödemedi 60 yıl sonra devlete geri verilmek üzere veriliyordu.

Özel sektör, hidroelektrik varlıklarının doğrudan sahip olunmasına yönelik engelleri ve lisans uygulamasını, tek sefer için kamuya ait varlıkların doğrudan satın alınması yerine üretilen enerjiye ilişkin haklarını satın alarak aştı. 1999 yılında, İngiltere'li enerji şirketi Eastern Group, kuzey Norveç'teki 350 MW hidroenerji projesinin % 27'sini 55 yıl boyunca kullanım haklarının satın alınmasını finanse etti.

Her ne kadar bu gibi işlemlerin devamı gelmese de, bu işlem Norveç bono piyasasında 30 yıl vadeli % 7,25 kupon ödemeli 135 milyon US\$ proje finansmanı temin edebildi. 1999 yılı haziran ayında Norveç parlamentosu bu boşluğu kapatmak için; Eastern Group benzeri işlemlerde uzun vadeli kullanım haklarının satın alınması durumlarında lisans gerektiren düzenlemeyi, Sanayi Lisans Kanunu'nda değişikliklerle yaptı. Bu karar 2008 yılında Norveç hükümetini, hidroelektrik projelerini düzenleyen Sanayi Lisans Kanunu ve diğer yönetmeliklerde değişiklik yapmaya zorladı.

Bu değişiklik:

- Özel sektörü kamu tarafından sahip olunan hidroelektrik enerjisi projesine sahip olan bir şirkette üçte birden fazla hisseye sahip olmayı yasaklamaktadır.
- Özel sektör şirketleri için lisans uygulamasını devlet lehine eski haline getiren hali ile sürdürmektedir.
- Yeni projelerin geliştirilmesi ve mevcut projelerin satın alınması için lisansın sadece kamu kurumları tarafından alınabileceğini şart koşturmaktadır.

- Eastern Group örneğindeki gibi uzun vadeli kullanım hakkı anlaşmalarının yapılmasını yasaklamaktadır.

Leasing yoluyla bu yasal düzenleme, belediyeler, piyasaya yeni girenler ve projeleri kredilendirenler için güzel fırsatlar sunmaktadır. PPP leasing yapısı ile belediyelere;

- Kendilerini değişen elektrik fiyatlarına karşı, değişken satış tutarları yerine, istikrarlı ve tahmin edilebilir, sabit kira ödemelerini koyarak, koruma şansına sahip olmuşlardır
- Mevcut bir projenin bakımı ya da genişletilmesi ve yeni bir yenilebilir projenin inşaatı finansmanı yükünü özel sektöre devretmiş olacak
- Her bir ortaklıkta kamu sektörünün su kaynakları üzerinde geliştirme ve kullanım için uzun süreli kontrolü olmadan, işletme ve bakım verimliliğinde özel sektör sayesinde önemli kazançlar elde edebilecek.

Özel sektör için, PPP leasing yapısı;

- Piyasaya yeni gireceklere Norveç enerji piyasasına giriş imkanı ve yenilenebilir enerji konusunda referansa sahip olma imkanı sunmaktadır.
- İşletme hakkı sayesinde piyasada arbitraj imkanlarından faydalanma imkanı sunmaktadır.
- Özel sektöre yatırımlarını sınırlı kefalet şeklinde borçlanma ile yapma imkanı tanımaktadır.

Projeleri kredilendiren kuruluşlar için; leasing yapısı Norveç elektrik üretimi sektörüne adım atmak için önemli bir pencere açmıştır. Kreditör kurumlar, piyasaya yeni girenlere, uzun üretim geçmişi ve güçlü nakit akışı olan hidroelektrik projelerine borç ödeme rezervleri ve kiracıların hisselerine ve nakit akışlarına ve hesaplarına ipotek koyabildiği sınırlı kefaletli finansman sağlayabilmektedirler.¹³⁶

2.3.3. Avustralya Yenilenebilir Enerji Uygulamaları

2.3.3.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Avustralya endüstrileşen ülkeler içinde sera gazı salınımının en fazla olduğu ülkelerdendir. Bu noktada, çoğunlukla elektrik üretiminde kullanılan kömür kaynaklarının ülke sınırları içinde çok büyük bir rezerv olması en büyük neden olarak ifade edilmektedir. Ülke içindeki elektrik üretiminin %75'i bu yolla sağlanmakta ancak günümüzde artan çevreci baskı nedeniyle kömüre dayalı üretim tarzı eleştirilmeye başlanmaktadır. Bu nedenle ülkede faaliyet gösteren kural koyucu kurumlar, herhangi bir şekilde doğaya zarar vermeyen enerji

¹³⁶ Kelly Malone ve Aadne Haga, , “Recent Developments In Hydropower And Gas”, **International Financial Law Review**, 2009, s.3.

üretim süreçlerinin hayata geçirilmesi için çeşitli çalışmalar içine girmişlerdir. Bu çalışmalar neticesinde Avustralya, yenilenebilir enerjiye dayalı bir piyasayı 2001 yılında faaliyete geçirdiğini duyuran dünyadaki ilk ülke olmuştur. Zorunlu yenilenebilir enerji hedefi olarak tanımlanan bu duyuru sayesinde 2010 yılında üreticiler 9.500 GW/s'lık elektrik enerjisini yenilenebilir enerjiye dayalı olarak üretmekle zorunlu kılınmıştır (MRTE)¹³⁷. Bu miktardaki elektrik üretiminin yakın zamanda 2020 yılına kadar 45.000GW/s'a çıkarılması tahmin edilmektedir.

Avustralya'da rüzgâr enerjisi üretiminde güney bölgelerde ve Tazmanya'daki yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar üretiminin ticari olarak dünya çapında elektrik üretim teknolojileri en üst sıralarda yer almaktadır¹³⁸.

Avustralya'daki rüzgâr enerjisine dayalı elektrik üretiminin bu derece hızlı gelişmesindeki en önemli neden olarak 2001 yılında zorunlu olarak hayata geçirilen MRET(Mandatory Renewable Energy Target-Zorunlu Yenilenebilir Enerji Hedefi) önem arz etmektedir. Bu hedef doğrultusunda aşağıdaki adımlar atılmıştır:

- Yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik üretimini arttırıcı teşvikler
- Sera gazı salınımının azaltılması
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan doğa dostu enerjinin sürdürülebilir kılınması¹³⁹.

Tablo 10. Avustralya Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi ve Kapasite(%)

	2004		2005		2006		2007		2008		2009	
	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)	Kapasite (%)	Üretim (TWh/Yıl)
Hidro	7	15.439	6,7	15.376	6,6	15.543	5,9	14.252	4,8	12.028	4,3	11.385
Biokütle	0,78	1.724	0,77	1.781	0,82	1.935	0,8	1.929	1,17	2.922		
Rüzgar	0,3	670	0,45	841	0,7	1.627	1	2.481	1,2	3.121	1,6	4.284
Güneş, Dalga ve Jeotermal		5		7		9		9		9		

Kaynak:Hidro Enerji İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>,

http://www.indianwindpower.com/installed_wind_capacity.php,

<http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/index.jsp?id=476>,

- Rüzgar Gücü İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>
- Biokütle İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>
- Güneş, Dalga ve Jeotermal Enerjisi İstatistikleri; US Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>

¹³⁷ Shayle Kann, "Overcoming Barriers to Wind Project Finance in Australia", **Energy Policy**, Vol 37, 2009, s.3139.

¹³⁸ ORER, Office of the Renewable Energy Regulator, 2008.

¹³⁹ Kann, a.g.e., s.3140.

Avustralya'nın yenilenebilir enerji kaynakları incelendiğinde hidro kaynaklara dayalı enerji üretiminin en yüksek oranda gerçekleştiği tablodan görülmektedir. Ancak son yıllarda Avustralya'da rüzgar enerjisinden yararlanılması, yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yer tutmaktadır. 2020 yılına kadar, ülkede rüzgar enerjisinden elektrik üretimi yaklaşık toplam kaynaklar içerisinde %20 civarında gerçekleşmesi hedeflenmektedir. Özellikle proje finansmanının maliyeti önemli bir engel gibi görülse de elektrik enerjisi üretiminde yarı özelleştirme sistemi ile yenilenebilir enerji hedefi olarak gelecekte gündemdeki yerini koruyacaktır. Ayrıca Avustralya, son yıllarda güneş ve güneş pili üretiminde Çin ve Hindistan ile yarışır bir duruma gelmiştir.

Avustralya, güneş ve rüzgar enerjileri açısından küçük ölçekte rekabetçi bir yapıda olmasına rağmen, diğer kaynaklardan jeotermal ve dalga enerji kaynaklarına ilişkin çalışmalar da sürdürülmektedir. Bu nedenle ülke, yenilenebilir enerji kaynakları kapasitesi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu çerçevede, elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin teknolojik gelişmeler önemli aşama kaydetmiş ve ülkenin karbon emisyonunun önemi doğrultusunda elektrik üretiminde sera gazı emisyonu ön plana çıkmıştır. Bu nedenle 2020 yılı itibari ile Avustralya, yenilenebilir enerji sistemine giriş yapacaktır¹⁴⁰.

Avustralya'nın özellikle Hint okyanusundan esen hızlı rüzgârlarla enerji kaynakları oluşturmaktadır. 2007 sonu itibariyle enerji ihtiyacının %15'i rüzgârdan elde edilmiştir¹⁴¹. Bu çerçevede, Avustralya'da rüzgar enerjisi kaynaklarının yaklaşık %1'inden elektrik üretilmektedir. 2008 yılında 42 rüzgar tribünlerinden yaklaşık 1200 mega watts(MW) elektrik üretilmiştir. Ağırlıklı olarak ülkenin güneyinde işlev gören bu türbinlerin ülkenin merkezinde de giderek işlemeye başlamıştır.

Güneş enerjisi teknolojisi şebekeden bağımlı veya bağımsız olarak gün ışığından elektrik üretimini ifade eder. Güneş enerji teknolojilerine ilişkin oluşan piyasa Avustralya'da gelişmiş olup, bu politikalar devlet tarafından desteklenmektedir. Rekabetçi bir yapıya sahip olan bu endüstri henüz kendine yeterli bir yapıda olmamasına rağmen sağlanan avantajlar ve destekler bu gelişimi hızlandırmıştır. Avustralya'da güneş (PV), güneş termal teknolojileri ve güneş pili sistemleri olarak güneş enerjisinden yararlanılmaktadır.

Jeotermal enerjilerde de doğal kaynaklardan faydalanılmaktadır. Özellikle, bu kaynaklar ülkenin merkezi kısmına yakın bölgelerde bulunmaktadır. Bu kaynaklara ilişkin araştırmalar, yakın gelecekte beklenen potansiyel bölgeler üzerinde sürmektedir. Güney Avustralya,

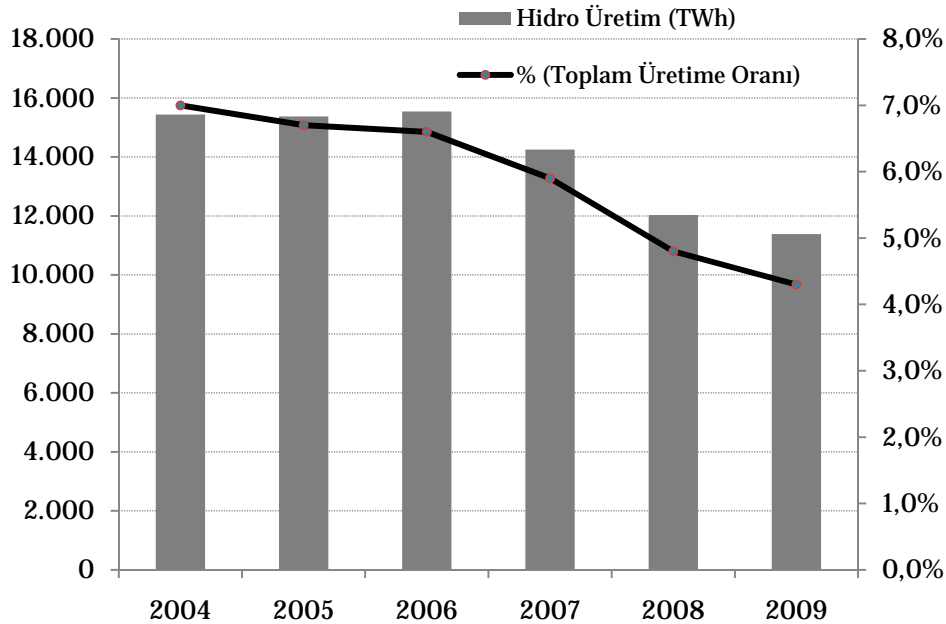
¹⁴⁰ www.globalgree.org/solarreportcard/Australia.pdf, erişim tarihi:28.03.2010.

¹⁴¹ BCSE, *Australia's Renewable Energy Use, Technologies and Services*, September 2006, s.6.

jeotermal kaynaklar açısından çok sıcak cennet (Avustralya's hot rock heaven) olarak tanımlanmakta, bu bölgedeki enerji yatırımları ile 2030 yılı itibariyle ülkenin emisyonun sıfırlanacağı ve enerji ihtiyacının %6,8'inin bu kaynaklardan sağlanacağı beklenmektedir. Uluslararası Ekonomi Merkezi'nin tahminine göre Avustralya, 450 yıl boyunca jeotermal enerjiden elektrik üretebilecektir. 2010 yılında 10 büyük projeden elektrik üretimi başarıyla sağlanmış olup, 2012 yılında en az 3 yeni proje üretime geçmesi beklenmektedir¹⁴².

Avustralya Tarım ve Kaynak Ekonomileri Bürosu'nun (ABARE) tahminlerine göre, toplam enerji tüketimi 1998-1999 ve 2019-2020 yılları arasında yıllık %2,3 oranında artmıştır. Avustralya'da jeotermal enerji ile ilgili çalışmalar 2000'lerde başlamıştır. Bunun nedeni bu kaynakların yüzeye yakın olmaması ayrıca derin kuyu kazımı ve teknolojik çalışmaların gerekmesidir. Ancak tüm bu güçlükler rağmen, jeotermal enerjiye duyulan ilgi hızla artmaktadır. Yasal düzenlemelerin 2001'de yapılmasıyla 2010 yılına kadar 10 şirket kurulmuştur. Bu kaynaklar sıcak yer altı suları,(hot deimantary aquifers-HSA), ve sıcak çatlak kayalar (hot fractured rock –HFR) olarak ikiye ayrılmaktadır¹⁴³.

Aşağıdaki şekillerde ülke içindeki farklı yenilebilir kaynaklara dayalı enerji üretim verileri görülmektedir:

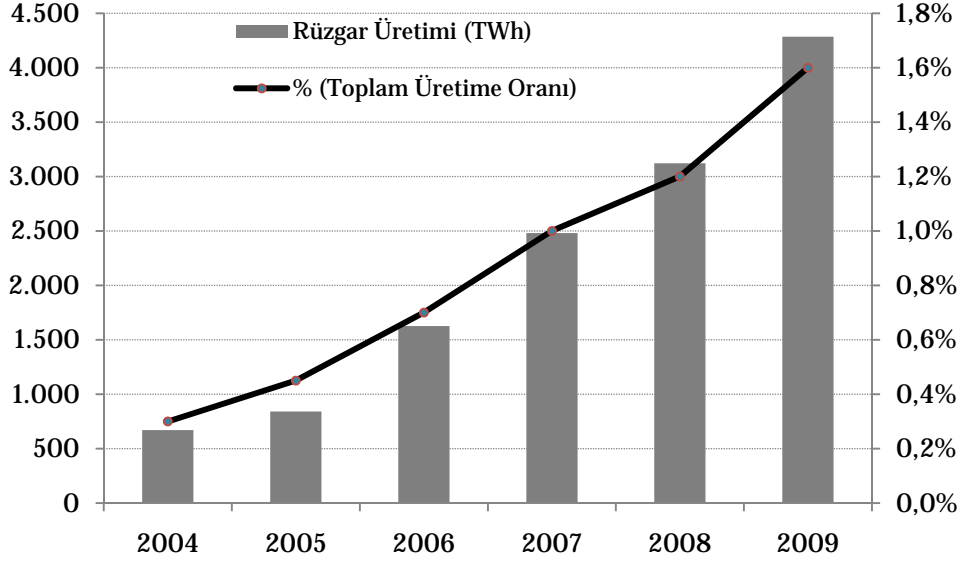


Şekil 2.14: Avustralya'nın Hidro Enerji Üretimi (TWh/Yıl)

¹⁴² www.smh.com.au/news/environment/hot-rock-power-the-way-ahead/2007/04/11/1175971183212, erişim tarihi:05.02.2010.

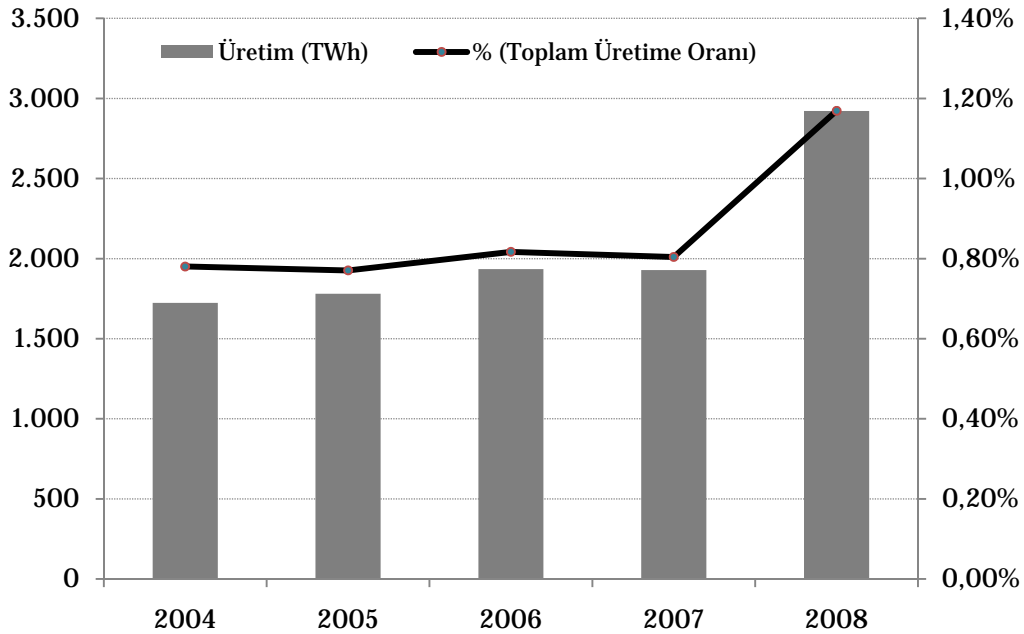
¹⁴³ Halim Gürgenci, Avustralya Jeotermik Enerji Sektörü ve güç Dönüşüm Verimlilikleri, TMMOB Jeotermal Kongresi, 23-25 Aralık 2009, Ankara, s.1.

Bu verilere göre Avustralya'daki enerji üretimi içinde hidro kaynaklara dayalı üretimin oranının düştüğü görülmektedir. Genele bakıldığında ise toplam üretim içindeki hidro enerji kaynaklarının payı da sadece %4 seviyelerinde gerçekleşmiştir.

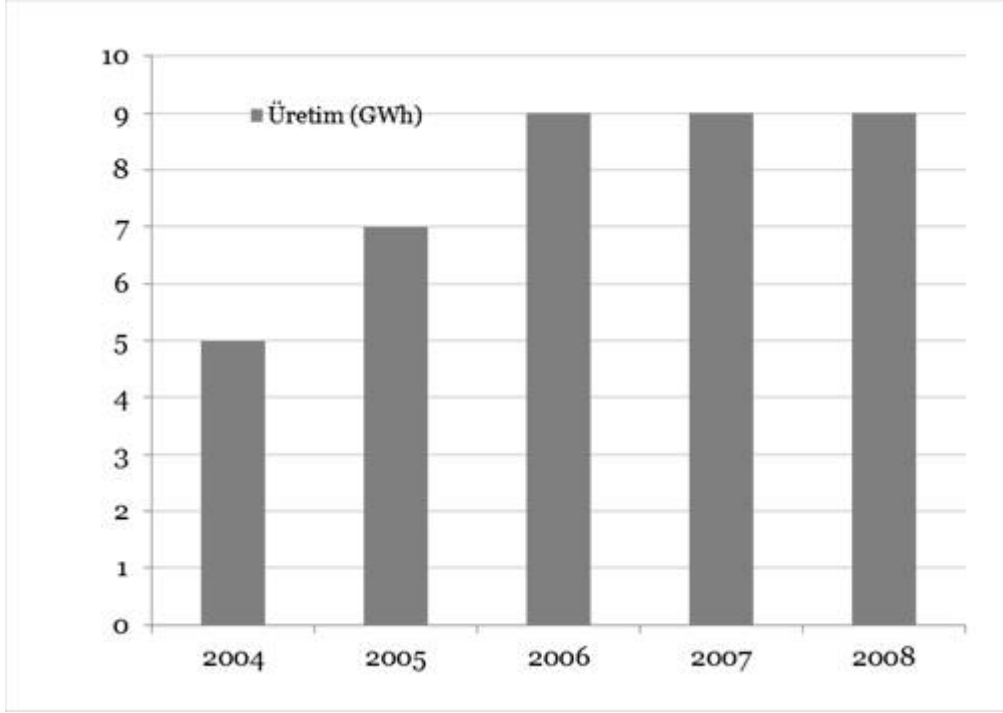


Şekil 25. Avustralya'nın Rüzgar Enerjisi Üretimi (TWh/Yıl)

Ülkede biyokütle ve atık enerji üretimi ise son yıllarda kayde değer bir değişiklik olmamıştır. Söz konusu kaynaklar her ne kadar toplam enerji üretimi içinde cüzi bir orana sahip olsa da 2010 yılına doğru toplam üretim içindeki artan payları ile dikkat çekmektedir.



Şekil 26. Avustralya'nın Biyokütle ve Atık Enerji Üretimi (TWh/Yıl)



Şekil 27. Avustralya'nın Güneş, Dalga ve Jeotermal Enerji Üretimi (TWh/Yıl)

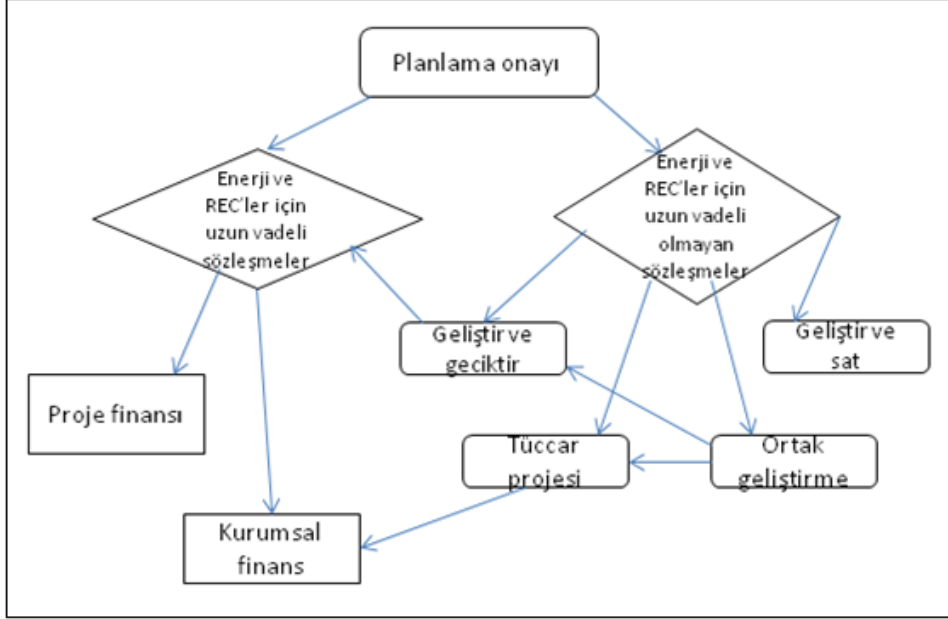
Tabii kaynaklar açısından zengin olan kıta, ülkenin yenilenebilir enerji üretiminde çeşitlilik oluşturmaya önemli katkı sağlamıştır. Ancak özellikle kömür potansiyeli noktasında hem sahip olduğu büyük rezervler hem de geçmişten gelen üretim yatırımlarının ağırlıklı bu maden üzerine olması, toplam üretim payı içinde yenilenebilir enerjiden üretilen miktarın hala daha düşük oranlarda kaldığını göstermektedir.

2.3.3.2. Yenilenebilir Enerji Finansman Kaynakları

Geçmişte Avustralya'da birçok rüzgâr çiftliği proje finansmanı ile gerçekleştirildi. Proje finansmanı ile yapılan projeler bilanço dışı düzenlemeleri içerir. Buna göre, geri ödemelerde özsermaye ve borç finansmanı projenin kendisinden doğan nakit akışına dayanır.

Proje finansmanının birçok avantajı vardır. Öncelikle, alınan geri ödemesiz yada sınırlı rücu kredilerin bilanço üstünde madden etkisi yoktur. Bu da küçük ve orta ölçekli şirketlerin birçok projeyi eş zamanlı yürütmesine yada büyük ölçekli projeyi gerçekleştirmelerine fırsat tanır. Bunun yanı sıra borç- özsermaye oranı proje finansmanında oldukça yüksektir. Çünkü kredi servis maliyeti temettü ödemelerinden daha düşük olur ve bu da proje masraflarını düşürür. Diğer tüm noktalar eşit olduğunda, rüzgâr çiftliği yatırımcıları mümkün olduğunca yüksek kredi kullanmayı tercih eder. Proje finansmanı için çoğunlukla

%70-80 kredi kullanılır. Yine de proje masrafları finansman değişkenlerine göre şekillenir. Bu çerçevede projelerin fizibilitesi mevcut karşılanabilir sermayeye dayanır.¹⁴⁴



Şekil 28. Yasal ve Finansal Engelle Karşılaşıldığında Rüzgar Geliştiricileri için Seçenekler

Kaynak: Kann, S., “Overcoming barriers to wind project finance in Australia”, *Energy Policy*, 2009, ss.8

Uzun vadeli PPA eksikliğinde, büyük firmaların projeleri kurumsal krediler yoluyla finanse etme seçenekleri bulunmaktadır. Kurumsal finansman anlaşmasında, kreditorlerin kredi geri ödenememesi durumunda borçlu kurumun varlıkları üzerinde hak iddia etme hakkı bulunmaktadır. Büyük ölçekli rüzgar projeleri için kurumsal finansman seçeneği sadece belirli bir büyüklüğün üstünde varlık ve borçlanma imanı olan şirketler için geçerlidir. Kreditorler, bu şirketlere sadece tek bir proje için değil şirketin tüm üretim portföyüne binaen finansman sağlarlar. Bu kreditorlerin riskini azaltır. Entegre hizmetler kurumsal finansman açısından özel bir pozisyondadır.

Avustralya'nın en büyük 3 elektrik şirketi olan AGL, Origin Energy ve TruEnergy varlıkların satın alınması, geliştirilmesi ve bazı durumlarda iletim ve dağıtım hatları yolu ile dikey entegrasyon sürecini başlattılar. Bu strateji çerçevesinde yenilenebilir enerji lisansı (REC) yerine kendi yenilenebilir enerji varlıklarını geliştirmeye başladılar. Entegre sistemler Zorunlu Yenilenebilir Enerji Hedefi (MRET) altında birbirlerine karşı sorumlu oldukları için, uzun vadeli enerji satın alma anlaşması geliştirme olanakları bulunmaktadır.

¹⁴⁴ R. Wiser, ve Pickle, S., “Financing Investments in Renewable Energy: The role of Policy Design and Restructuring”, *University of California*, LBNL 39826,UC 1321, 1997.

AGL hali hazırda 71 MW Hallettll rüzgar projesi için kurumsal finansman metodunu kullandı ve ticari operasyonları için uzun vadeli enerji satın alma anlaşması ekledi. Proje inşaatının tamamlanmasının ardından, düşük riskli uzun vadeli bir yatırımcıya satıldı ve bu AGL'nin bilançosunda nakitin serbest kalmasını sağladı. AGL tesisi işletmekte ve bakımını yapmaktadır ancak tesisin fiziksel mülkiyeti satın alan şirkette olmaktadır. Hallettll projesi ile AGL, 58 milyon \$ kar elde etmiştir. Bu strateji, servisin gelişiminden kaynaklanan kanuni riski etkin bir biçimde ticari operasyona devretmektedir. Bu da daha belirgin bir riskin yönetilmesi anlamına gelmektedir. Origin Energy ve TruEnergy henüz AGL gibi bir tecrübesi olmamakla beraber, AGL'nin proje geliştirme modelini takip edecekler. Bununla beraber bu iki şirket tek başlarına ya da beraberce Zorunlu Yenilenebilir Enerji Hedefi (MRET) anlaşmasından kaynaklanan yükümlülüklerinin bir kısmını yerine getirmek için rüzgar projesi gerçekleştirecekler. Yeterince likit olmayan dağıtım hizmeti vermeyen şirketler kurumsal finansman seçeneğinin avantajlarını kullanmaktan uzak gözüküyorlar, ve Avustralya'da bunu gerçekleştirebilecek kapasitede az sayıda şirket bulunmakta. Ancak bire bir görüşmelerde, bir kısım büyük şirketler, yeni projeleri sınırlı recourse ya da non – recourse borçlanma imkanlarının azlığı ve uzun vadeli enerji satın alma anlaşması imkanının olmaması nedeniyle, bilançolarına ekleyecekleri krediler yolu ile finanse etme eğilimlerini ifade ettiler.

Proje finansmanı sağlamayamayan ve projeleri kendi finanse edecek finansal gücü olmayan şirketler ise şartlar uygun olana ve PPA daha yüksek fiyatlardan mümkün olana kadar projeleri erteleyebilirler. Mevzuata ilişkin riskler nedeniyle ertelenen yeni enerji projeleri nedeniyle oluşan kayıp ile ilgili önemli araştırmalar bulunmaktadır.

Yeni projeleri erteleyecek yeterliliği olmayan küçük şirketler için, projenin başlangıç aşamasında yeni bir niş pazar bulma seçeneği bulunmaktadır. Rüzgar projelerinde ilk adım olan konum tanımlama, rüzgar kaynağının değerlendirilmesinde özel bir uzmanlık gerektirmektedir. Diğer safhalar olan, ses, rüzgar, toprak ve görsel değerlendirme, hissedar danışmanlığı, bağlantı maliyet değerlendirmesi ve planlama uygulamaları da zammı alıcı ve uzmanlık gerektirici olabilir. Bu da küçük şirketler için, projeyi daha güçlü finansal yapısı olan bir şirkete satmak için proje geliştirmenin ilk aşamalarına daha fazla odaklanmasını sağlamaktadır.

Proje finansmanı ile ilgili şu anki engeller istisnai durumlar değildir. Avustralya'nın zorunlu yenilenebilir enerji hedefi ile ilgili yatırımcılar ve mevzuata ilişkin riskler her zaman geçerli olmuştur. Her ne kadar büyüyen hedefler rüzgar enerjisi projeleri için bir itici faktör olsa da bu durum mevzuata ilişkin riskleri elimine etmede yetersiz kalır. Siyasi istikrarsızlık, rüzgar enerjisi projelerinden uzun vadeli enerji alımı anlaşmalarının olmamasına neden

olabilir. Benzer şekilde, ulusal ve küresel finansal kısıtlamalar nedeniyle dışsal finansal engeller ortaya çıkabilir. Şu anda da bu şekilde engeller bulunmaktadır.¹⁴⁵.

2.3.4. Türkiye Yenilenebilir Enerji Uygulamaları

2.3.4.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Fosil kaynaklar olarak ifade edilen petrol, doğalgaz ve kömürden meydana gelen enerji kaynaklarına ilişkin dünya genelinde rezervlerin azalması ve bu kaynakların yarattığı çevre kirliliği alternatif enerji kaynakları arayışını hızlandırmıştır. Bu çerçevede hızlanan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin yatırımların özellikle Dünya Enerji Ajansı verilerine göre 2030 yılına kadar 10 trilyon ABD Doları civarında gerçekleştirilmesinin hedeflenmesi bu konuda önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir¹⁴⁶. Ancak, Türkiye’de ise yenilenebilir enerji kaynakları; kömürden sonraki büyük potansiyeline rağmen, istenilen düzeyde kullanılmamaktadır. Başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; hidrolik, biokütle, rüzgâr, biyogaz, jeotermik ve güneş enerjileri olarak sıralamak mümkündür¹⁴⁷.

Enerji sektörü, Türkiye ekonomisinde gelişen ve ilgi çekici yatırım alanı olarak kabul edilmektedir. Özellikle enerji sektöründe son yıllarda özelleştirme süreciyle ortaya çıkan rekabetçi bir piyasa yapısının oluşmasının yanında lisans ihaleleri ve stratejik ortaklıklarla enerji piyasası hem büyüme hem de hızla serbestleşme sürecine girmiştir¹⁴⁸. Bu gelişmelerin beraberinde 10.05.2005 tarihinde 53 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amacıyla Kullanımına İlişkin Kanun mecliste kabul edilmiştir. Bu kanun, yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin teşvikler ve özel sektörün yatırım yapmasına olanak sağlanmakla beraber, çevre dostu ve sera gazlarının azaltılmasına katkıda bulunan kaynakların kullanılmasını da hedeflemiştir¹⁴⁹.

Ancak 2020 yılında 400-500 milyar KWs olarak öngörülen enerji ihtiyacının 200 milyar KWs’ini kendi kaynaklarından üretilebilecek olan ülkemizde, güneş, jeotermal ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarında önemli bir potansiyeli varlığına rağmen, hala

¹⁴⁵ S. Kann, , “Overcoming barriers to wind project finance in Australia”, **Energy Policy**, 38, 2009, ss.7-8

¹⁴⁶ Tuğrul Görgün, **Yenilenebilir Enerjiler ve Teknolojileri**, İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara, 2009, s.23

¹⁴⁷ www.renet-project.eu, erişim tarihi: 25.08.2010.

¹⁴⁸ Deloitte, Türkiye Enerji Sektörü Raporu, Aralık 2009, s.4.

¹⁴⁹ Dünya Enerji Konseyi Milli Komitesi, **2003-2004 Türkiye Enerji Raporu**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara, 2006, s.80.

yeterli yatırımların yapılmamış olması fosil yakıtlara olan bağımlılığın sürmesine ve ithalatın artmasına neden olmaktadır¹⁵⁰.

AB Komisyonu, yenilenebilir enerji teknolojilerinin tüm birlik içerisinde yayılmasını üç nedenle desteklemektedir:

- Kyoto Protokolüne göre, sera gazı emisyonunun 2008-2012 aralığında 1990'lardaki mevcut seviyenin %15 altına inmesi,
- Enerji ithalatında dışa bağımlılığın AB enerji ithalatı önlem alınmadığı takdirde 2020 yılında %70'lere çıkması beklenmektedir. Bu oran Türkiye için %80 civarındadır.
- Ayrıca AB Komisyonu, yenilenebilir enerjideki gelişmelerin birlik genelinde ekonomik kalkınma önemi üzerinde durarak bu teknolojilerin kullanımının iş olanaklarını arttırarak sosyal dayanışma yaratacağını ifade etmiştir¹⁵¹.

Türkiye elektrik üretiminin yanında ısınma amacıyla kullanılan güneş, rüzgâr ve jeotermal enerji kaynaklarında önemli bir potansiyele sahip bulunmaktadır. 2004-2008 yılları arasında artış eğiliminde olan enerji tüketimi ekonomik yavaşlamaya rağmen 2007'de %5,3 oranında gerçekleşmiş olup 2008 yılında %1,4 düzeyine inmiştir. 2009 yılında %5,5 oranındaki daralmadan sonra 2010-2013 yılları arasında bu oranda %2,5 seviyesinde bir artış beklenmektedir. Türkiye'de hızla büyüyen piyasalardan elektrik piyasası son 10 yılda %7,8'lik bir büyüme oranıyla 23.354 MW' dan 41.817 MW'a ulaşmıştır. Doğalgaz ile çalışan santrallerin payındaki artış 2008 yılında %39'luk pay ile birincil enerji kaynakları arasında en yüksek pay alırken bunu %30'luk pay ile linyit %7'lik pay ile taş kömürü ve %6 oranı ile fuel oil izlemektedir¹⁵².

Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynaklarının özellikle hidrolik enerji ve biyokütle ağırlıklı olması, çevre ve arz darlığı gibi sorunlar nedeniyle biyokütle kullanımında azaltıcı bir rol oynamıştır. Bu sorunlar, biokütle enerji kaynaklarının konutların ısıtılmasında kullanımını düşürmüştür. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr enerjisinin piyasa payındaki artış ile diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payında da artış hedeflenmektedir¹⁵³. Bu çerçevede çalışmada Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli aşağıdaki tabloda verilmiş olup mevcut yenilenebilir enerji kaynakları tek tek ele alınacaktır.

¹⁵⁰ Görgün, a.g.e., s.23.

¹⁵¹ www.renet-project.eu, erişim tarihi: 25.08.2010.

¹⁵² Deloitte, a.g.e., s.4

¹⁵³ www.renet-project.eu, erişim tarihi: 25.08.2010.

Tablo 11. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Kullanım Durumu

Yenilenebilir enerji kaynağı	Mevcut brüt potansiyel (GWh/yıl)	Teknik yönden değerlendirilebilen potansiyel (GWh/yıl)	Ekonomik yönden değerlendirilebilen potansiyel (GWh/yıl)	Kullanılan potansiyel (GWh/yıl)	Kullanım(%)
Hidrolik	430-450	215	100-130	35330	30
Güneş	365	182*	91**	4.07	4.5
Biyogaz	1.58	0.79*	0.4**	0.067	16.8
Rüzgar	400	124	98	61	62
Jeotermal	16	8*	4**	0.89	22.5

* Brüt potansiyelin %50'si alınmıştır.

**Teknik yönden değerlendirilebilen potansiyelin %50'si alınmıştır.

Kaynak: **Görez Turgut ve Alkan Ahmet, Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli**", ss.2

http://www.emo.org.tr/ekler/7267ca39f652c0d_ek.pdf, Erişim Tarihi: 18.11.2010

i. Hidrolik enerji

Akarsuların tutularak hidro elektrik güç olarak ifade edilen su enerjisine dönüştürülme işleminde su toplama havzalarında tutulan su tribünleri döndürerek bu türbinlere bağlı jeneratörler aracılığıyla elektrik üretimi yapılmaktadır¹⁵⁴. Türkiye'de tarihsel süreçte ilk hidrolik santral 88 KW kapasiteli Tarsus santrali olup hidrolik enerjiden yararlanma tarihinin başlangıcı 1902 yılına dayanmaktadır¹⁵⁵.

Elektrik enerjisi üretiminde fosil, nükleer, termik, jeotermal kaynaklar ve doğal gazla çalışan santrallerle beraber hidroelektrik santrallerinin de (HES) yenilenebilir ve puant çalışma gibi iki dikkat çekici özelliği mevcut olmaktadır. HES'ler ekonomik ve çevreci özellikleri itibariyle diğer termik ve nükleer santraller karşısında rekabet avantajlarına sahiptir¹⁵⁶.

Hidrolik potansiyelin ulusal ve yenilenebilir bir kaynak olmasının yanı sıra yerel yatırım kaynaklarının varlığı sonucu ekonomiye yarattığı katma değer gibi faktörler dikkate alındığında hidroelektrik potansiyelini değerlendirme oranının gelecek yıllarda artırılması sürdürülebilir büyüme açısından önem taşımaktadır¹⁵⁷.

¹⁵⁴ Ayşe Rüya Ataman, "**Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları**", Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi Yönetim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2007, s.249.

¹⁵⁵ Selçuk Sancar, Avrupa 1Topluluğu'nda Enerji Arzı-Çevre Dengesinin Optimizasyonu ve Türkiye'deki Uygulanabilirliği, **DPT Uzmanlık Tezleri**, Ankara, 1992, s.105.

¹⁵⁶ Muhsin Tuna Gençoğlu, **Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi**, http://perweb.firat.edu.tr/personel/yayinlar/fua_612/612_502.pdf, erişim tarihi: 10.08.2010.

¹⁵⁷ Gençoğlu, a.g.e., s.3.

Tablo 22. Dünya'da Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Kapasitenin Dağılımı

KITA	Teknik Kapasite		Ekonomik Kapasite	
	(GWH/yıl)	%	(GWH/yıl)	%
Asya	6,800,000	47.8%	3,600,000	44.4%
Avrupa	1,035,000	7.3%	793	9.8%
Kuzey Amerika	1,665,000	11.7%	1,000,000	12.3%
Güney Amerika	2,700,000	19.0%	1,600,000	19.8%
Okyanusya	270	1.9%	107	1.3%
Afrika	1,750,000	12.3%	1,000,000	12.3%
TOPLAM	14,220,000		8,100,000	

Kaynak: http://www.hesiad.org.tr/hid_pot.htm, Erişim Tarihi: 19.11.2010

Tablo 23. Dünya ve Türkiye’de Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

	Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli(GWh/yıl)	Teknik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli(GWh/yıl)	Ekonomik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli(GWh/yıl)
Dünya	40.150.000	14.060.000	8.905.000
Avrupa	3.150.000	1.225.000	1.000.000
Türkiye	433.000	216.000	140.000

Kaynak: <http://www.karakasenerji.com.tr/Files/hidroelektirik.pdf>, Erişim Tarihi: 19.11.2010

Tablo 24. Ekonomik olarak yapılabilir HES Projelerinin Durumu

Ekonomik olarak yapılabilir HES Projelerinin Durumu	HES Sayısı	Toplam Kurulu Kapasite (MW)	Ortalama Yıllık Üretim (GWh/yıl)	Oran (%)
İşletmede	172	13,7	48	35
İnşa Halinde	148	8,6	20	14
İnşaatına Henüz Başlanmayan	1,418	22,7	72	51
Toplam Üretim	1,738	45	140	100

Kaynak: <http://www.karakasenerji.com.tr/Files/hidroelektirik.pdf>, Erişim Tarihi: 19.11.2010

Türkiye’de EİE, DSİ gibi kurumların yapmış oldukları yeni yatırım olanaklarına ilişkin çalışmalarla her yıl yeni ilaveler olmaktadır. Günümüzde 433 milyar KWh’lik brüt teorik hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidroelektrik potansiyeli içinde yaklaşık %1 potansiyele sahiptir. 140 milyar KWs ekonomik olarak yapılabilir potansiyel ile Avrupa Ekonomik Potansiyeli içinde yaklaşık %14 hidroelektrik potansiyeline sahip olmaktadır. Aynı zamanda ülkemizde, hidroelektrik santrallerinin üretimi yağış koşullarına bağımlı olduğundan dolayı yıldan yıla toplam üretim içindeki payı değişim göstermekle beraber, Türkiye’de

elektrik enerjisinin yaklaşık %20-30'u sudan üretilmektedir. Günümüzde 140 milyar KWS olan ekonomik hidroelektrik potansiyelinin %35'i(48.000 GWS) işletmede, %14'ü(20.000 GWS) inşa halinde, %51'i(72.000 GWS) ise çeşitli aşamalardan oluşan projeler(ilk etüt, ön inceleme, master plan, planlama ve kesin proje) şeklindedir. Bu çerçevede, 140 milyar KWS'lik yıllık ortalama enerji üretim değerini oluşturan 1.738 adet hidroelektrik santralin ise 172'si işletmede, 148'i inşa halinde ve 1.428 adedi ise proje halinde bulunmaktadır.

ii. Dalga Enerjisi

Temiz ve sonsuz yenilenebilir enerji kaynağı olan dalga enerjisi de hidrolik enerji olup Türkiye için de birçok olumlu etkiyi beraberinde getirmektedir. Öncelikle çevresel kirliliğe hiçbir ek getirmemesi itibarıyla, üç tarafı denizlerle çevreli ülkemiz için çok önem arz etmektedir. Ayrıca birer dalga kıran işlevi gören bu gibi enerji üretim merkezleri, bu sayede durgun sular yaratarak deniz canlılarının yaşamaları ve türlerinin devamını sağlamaları açısından elverişli ortamlar yaratmaktadır. Bu faydalarının yanısıra daha az fosil yakıt kullanımını elverişli kılmaları ve tarım alanlarının korunmasını sağlamaları açısından da dalga enerjisi çok önemli olmaktadır.

Deniz kökenli yenilenebilir enerji kaynakları açısından deniz dalga enerjisi, boğaz akıntıları, gel-git ve deniz suyu sıcaklığı farklılığı gibi kaynaklardan söz edilebilmektedir. Bu kaynaklardan sadece dalga enerjisi ve boğaz akıntıları imkânına sahip Türkiye, 8200 km'yi aşan kıyı şeridi sayesinde, dalga enerjisi açısından büyük bir potansiyele sahip olarak nitelendirilmektedir¹⁵⁸. Ancak buna rağmen şimdiye kadar bu konuda sağlıklı verilere ulaşmak pek mümkün olmamaktadır. Günümüze kadar dalga gücü ile ilgili veriler, çoğunlukla Akdeniz kıyılarından elde edilmektedir. Karadeniz kıyılarının daha rüzgârlı olduğuna dair genel kanının aksine, Ege ve Akdeniz kıyıları sahip oldukları 4-17 kW/h'lık dalga güçleriyle Karadeniz'e göre daha büyük bir güç potansiyeline haizdirler. Buna göre ekonomik olarak bu tür yatırımlar için en uygun mevki İzmir- Antalya arasında Dalaman-Finike deniz kıyılarıdır¹⁵⁹. Akdeniz bölgesindeki potansiyel rüzgâr gücü 13 kW/m olup bu veri, Türkiye haricindeki Akdeniz kıyılarındaki ortalama güç aralığında üst sınıra yakın bir yerdedir. Diğer bölgelere bakıldığında ise mevcut enerji miktarı şu şekilde sıralanmaktadır:

¹⁵⁸ Ataman, a.g.e., s.265.

¹⁵⁹ Mustafa Sağlam ve Tanay Sıdkı Uyar, "Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli", **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s.277.

Tablo 25. Bölgesel Ortalama Dalga Yoğunlukları

Bölge Güç	Güç
Karadeniz	1.96-4.22 kWh/m
Marmara Denizi	0.31-0.69 kWh/m
Ege Denizi	2.86-8.75 kWh/m
Akdeniz	2.59-8.26 kWh/m
İzmir-Antalya	3.91-12.05 kWh/m

Kaynak: Mustafa Sağlam ve Tanay Sıdkı Uyar, “Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s.277.

Böyle bir potansiyel karşısında, ülkenin sadece beşte birlik bir kıyı şeridinden yararlanılarak elde edilecek enerji miktarı 18,5 milyar kW/h olarak öngörülmektedir¹⁶⁰. Fakat bütün potansiyeline rağmen özellikle ilk yatırımın çok yüksek olması, mevcut teknolojilerin halihazırda gelişim içinde olması şimdiye kadar ekonomik anlamda bu tür bir yatırımın Türkiye’de öncelikli tercih edilmemesinde rol oynamıştır.

iii. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr bakımından zengin bir coğrafyaya sahip olan Türkiye’de, en düşüğü 3.5 m/s ve yükseği 5 m/s olan altı farklı bölgeye bölünmüştür¹⁶¹. Buna göre ülkenin Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz kıyıları arasında bölgelerde rüzgar enerjisi zenginliği mevcut bulunmaktadır¹⁶². Bu bölgelerin içinde yıllık ortalama rüzgâr hızı (10 m.) ve güç yoğunluğu (3.29-51.91 W/m²) açısından en belirgin bölge Marmara Bölgesi olup Doğu Anadolu Bölgesi ise bu açıdan en kısır bölge olmaktadır. Ülkenin %65 dolaylarında rüzgâr enerjisinin 20 W/m², %16’si dolaylarında 30-40 W/m², %6 dolaylarında 50 W/m², %1 dolaylarında ise 100 W/m² lik güç potansiyeli bulunmaktadır¹⁶³. Şu zamana kadar analizler doğrultusunda rüzgâr enerjisi kullanımı ile ilgili öngörüler şu şekilde yapılabilmektedir:

¹⁶⁰ Ümran Tezcan Ün, “Dalga Enerjisi Teknolojisi, Ekonomisi, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu”, Ulusal Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir, 15-18 Ekim 2003, ss.7-8.

¹⁶¹ www.renet-project.eu, erişim tarihi: 26.08.2010.

¹⁶² İbrahim Atılğan, “Türkiye’nin Enerji Potansiyeline Bakış”, **Gazi Üniversitesi Mühendis Mimarlık Fakültesi Dergisi**, Cilt:15, No:1, 2000, s.36.

¹⁶³ Gençoğlu, a.g.e., s.4.

Tablo 26. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Kullanımına Dair Öngörü

Yıllar	Kurulu rüzgar enerjisi gücü (MW)	Ortalama rüzgar elektriği üretimi (milyon kWh)	Türkiye elektrik enerjisi tüketimi (milyar kWh)	Tüm elektrik enerjisi tüketimindeki payı (%)
2000	300	675	135	0,5
2005	1359	3058	200	1,53
2010	2979	6703	290	2,31
2015	5142	11570	398	2,91
2020	7849	17660	547	3,23
2023	9733	21900	639	3,43
2025	11200	25200	710	3,55

Kaynak: Aydoğan Özdamar ve Metin Çolak, “İzmir 'de Yapılan Dört Yıllık Rüzgâr Ölçümlerine Dayanan Bir Enerji Değerlendirmesi”, **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu**, 309-321, İstanbul, 2000.

1996 yılında başlayan çalışmalar neticesinde, üç türbinde oluşan ve 1.5 MW güce sahip ilk santral 1998 yılında Germiyan’da faaliyete geçirilmiştir. Oto prodüktör niteliğindeki bu ilk santrale ek olarak aynı yıl Alaçatı’da toplam 7.2 MW’lık ikinci bir güç ünitesi hayata geçirilmiştir. Alaçatı’daki santral gibi yap-işlet-devret yöntemiyle inşa edilen üçüncü santral ise Çanakkale’de ve 10.2 MW’lık kapasitede olmak üzere faaliyetine başlamıştır. Toplamda 54 GWh üretim gücüne sahip bu santraller toplam 25 milyon USD’ına mal edilmiştir. Bu santrale ek olarak 2003 yılında Çatalça’da 20.1 MW’lık bir santral daha kurulmuştur. 1998 yılından beri sadece 20 MW’lık rüzgara bağlı enerji üretimi gerçekleştirilen ülkede, fosil yakıtların yıkıcı etkisinden kurtulmayı hedeflemekte, yakın gelecekte devreye sokulacak olan 2500 MW gücünde yerel nitelikte, temiz ve yenilenebilir rüzgar enerjisinin ülkeye kazandırılması düşünülmektedir. Buna göre 2018 yılı itibariyle mevcut kişi başına elektrik tüketimi 2.2 MW/yıl’dan 5.7 MW/yıl’a çıkması beklenmekte ve fosil kaynakların da gelecekte daha az kullanılacağını göz önüne alındığında, ülkenin rüzgara dayalı elektrik ihtiyacının giderek arttığı görülmektedir¹⁶⁴. Bu nedenle teorik olarak ülkenin tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek bu rüzgâra dayalı potansiyel enerjiden maksimum düzeyde yararlanılabilmesi amaçlanmaktadır¹⁶⁵.

Türkiye’de diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha çok rağbet gören rüzgar enerjisi üretimi için 01.10.2007 tarihi itibariyle rüzgar projesi yatırımları için 100 civarında

¹⁶⁴ Ahmet Duran Şahin, “A Review of Research and Development of Wind Energy in Turkey”, **Clean** 2008, 36 (9), WILEY-VCH Verlag GmbH & KGaA, Weinheim, 2008, s.739.

¹⁶⁵ İsmail Öztürk ve Ahmet Çelik, Dünya’da ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Kullanım Durumu ve Geleceğe Yönelik Beklentiler”, Atatürk Üniversitesi, Ziraat fakültesi Dergisi, 37 (2), Erzurum, 2006, ss.271-273.

firmaya Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından “Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi” verilmiştir. Bu belgelerle gerçekleştirilecek yatırımlar neticesinde 750 rüzgar santrali hayata geçirilip toplam 77.871 MW’lık güç yaratılacaktır¹⁶⁶. Ancak geç başlayan çalışmalar ve araştırmalar neticesinde bu enerji kaynağından henüz yeteri kadar yararlanılamamaktadır.

iv. Güneş Enerjisi

1960’lı yılların başından itibaren önemli hale gelen güneş enerjisi, 1970’li yıllardaki teknolojik gelişmelerin de yardımıyla kamuoyunun daha fazla ilgisini çekmeye başlamıştır¹⁶⁷. 36-42 kuzey paralelleri arasında yer alan Türkiye, güneş enerjisi açısından elverişli bir konuma sahiptir¹⁶⁸. Buna göre yıllık ortalama 3.6 kWh/m² –gün düzeyinde enerji üretimi gerçekleştirmekte ve bu enerji kaynağından faydalanma periyodu da 2640 saat olmaktadır¹⁶⁹. Bu yüksek enerji potansiyeline karşın ülkede güneş enerjisinden ev ısıtma sistemleri haricinde çok fazla yararlanılmamaktadır¹⁷⁰.

v. Jeotermal

Türkiye jeotermal kaynaklar konusunda belirgin bir potansiyele sahip ender ülkeler arasında yer almaktadır. Buna göre sahip olduğu potansiyel açısından Türkiye dünya sıralamasında beşinci sırada yer almaktadır. Alp-Himalaya organik kuşağına dâhil olan Türkiye, bu açıdan bakıldığında dünya jeotermal kaynaklarının 1/8’ine sahiptir. 400 derece sıcaklığın üzerinde kaynakların olduğu toplam 170 jeotermal bölgeye sahip olan Türkiye, bu potansiyelini çoğunlukla Anadolu’nun batı, kuzeybatı ve orta kısımlarından elde etmektedir. Bu elde edilen enerji direkt olarak kullanıma sunulmakta, çoğunlukla konut ısıtmalarında kullanılmakta ve toplamda 1229 MW_{th}’lik bir enerji kaynağını ifade etmektedir¹⁷¹. Bu enerji

¹⁶⁶ Özkan, a.g.e., s.94.

¹⁶⁷ Arif Hepbaşlı ve Önder Özgener, “Turkey’s Renewable Energy Sources: Part1. Historical Development”, **Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects**, Taylor&Francis Pub., London, 2004, s.966.

¹⁶⁸ Özkan, a.g.e., s.95.

¹⁶⁹ Mustafa Erdem Can, **Hukuki Açıdan Elektrik Piyasasında Rekabet**, Turhan Kitabevi, Ankara, 2006, s.14.

¹⁷⁰ Selçuk Bilgen, Sedat Keleş, Abdullah Kaygusuz,Ahmet Sarı, Kamil Kaygusuz, “Global Warming and Renewable Energy Sources for Sustainable Development: A case Study in Turkey”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, No:12, 2008, s.386.

¹⁷¹ Çiçek Bezir Nalan, Öztürk Murat, Özek Nuri, “Renewable and Sustainable Energy Reviews”, **Renewable and Sustainable Energy reviews** 13, 2009, s.1432.

toplamı, toplam elektrik enerji ihtiyacının %5'ine denk gelmektedir¹⁷². Türkiye'nin mevcut jeotermal enerji potansiyeli ise 600 MW civarındadır¹⁷³.

Elde edilen veriler ışığında 1962'den itibaren yaklaşık olarak 4500 MW_{th} gücünde jeotermik güç üretimi yapılırken bu üretim kapasitesinin 7700 MW_{th} gücüne çıkarılması gerektiği düşünülmektedir. Doğalgaza nazaran daha az maliyetli olan bu tür ısıtma sistemleri, ülkede özellikle Gönen, Simav ve Kırşehir dolaylarındaki kaynaklar, bu açıdan en zengin kaynaklar olarak dikkati çekmektedir¹⁷⁴.

vi. Biyokütle

Diğer yenilenebilir kaynaklarının yanında biokütleyle dayalı enerjiler de Türkiye için dikkati çeken önemli kaynaklardır. Elde edilen veriler ışığında teorik olarak ülkede 135-150 mtoe/yıl düzeyinde bir potansiyelin olduğu tahmin edilmektedir. Ancak bu potansiyelin sadece 25 mtoe kadarlık kısmı ekonomik olarak değerlendirilmektedir. Bu ekonomik olarak değerlendirilen kısmın 16.92 mtoe'si ise biyoenerji potansiyelini ifade etmekte ve çoğunlukla tarımsal atıklardan elde edilmektedir¹⁷⁵.

Son yıllarda yenilenebilir kaynaklar arasındaki dağılımı %20'lerden %8'lere inen biokütle enerjisi birçok sanayi kolunda özellikle ısıtma alanlarında kullanılmaktadır. Biokütle kapsamında üretilen enerjinin ana kaynağı tarımsal alanlar olup bu tür enerjiler, çoğunlukla kırsal kesimlerden elde edilmektedir. Bu kaynaklar içinde özellikle tarım ürünü yağları gerek ekonomik gerek çevresel gerekse de enerji imkânları açısından zengin kaynaklar olarak göze çarpmaktadır. Bu tür yağlar, dizel motor yakıt üretiminin %90'ını karşılamakta olup hayvansal atıklar da bu alanda kullanılabilir¹⁷⁶.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynaklarına dair mevcut ve gelecekteki durum Tablo 27. ile şu şekilde özetlenebilmektedir:

¹⁷² Hayrullah Dağıstan, Jeotermal Kaynaklarımız ve Marmara Bölgesinin Jeotermal Enerji Potansiyeli, http://www.emo.org.tr/ekler/85dfcdc20a09f0a_ek.pdf, erişim tarihi: 10.08. 2010

¹⁷³ Elektrik Enerji Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi, s.9, http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Arz_Guvenligi_Strateji_Belgesi.pdf, erişim tarihi: 10.08.2010.

¹⁷⁴ Yüksel, a.g.e., s.809.

¹⁷⁵ Nalan ve diğerleri, a.g.e., s.1432.

¹⁷⁶ Bilgen ve diğerleri, a.g.e., s.385.

Tablo 27. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında Mevcut ve Gelecekteki Durum (mtoe)

Bölge Güç	1990	2000	2005	2010	2020	2030
Hidro	1.99	2.66	4.16	5.34	10	10
Jeotermal	0.43	0.68	1.89	0.97	1.71	3.64
Biyokütle ve diğer	7.21	6.56	5.33	4.42	3.93	3.75
Rüzgâr, Güneş v.d.	0.03	0.27	0.22	1.05	2.27	4.28
Toplam	9.66	10.17	11.60	11.78	17.91	21.67

Kaynak: Selçuk Bilgen, Sedat Keleş, Abdullah Kaygusuz, Ahmet Sarı, Kamil Kaygusuz, “Global Warming and Renewable Energy Sources for Sustainable Development: A case Study in Turkey”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, No:12, 2008, s.380. (ss.380)

2.3.4.2. Yenilenebilir Enerji Finansman Kaynakları

Türkiye’de yenilenebilir enerji politikaları esas olarak, 2003 yılında “Elektrik Piyasasında Ruhsat Düzenleme Değişiklikleri”nin bir hükmünde “Yenilenebilir Enerji Kaynakları” tanımının yer almasıyla başlamaktadır. Bu tarihten önce ulusal bir yenilenebilir enerji politikası yoktur ve yenilenebilir enerjinin piyasaya konuşlandırılması, sadece birkaç devlet teşviki ile desteklenmektedir. Ayrıca, Elektrik Piyasası Ruhsat Verme Yönetmeliğinin de, yenilenebilir enerji santrallerinin elektrik piyasasına girmesi ile ilişkili yüksek yatırım maliyeti, risk ve güven eksikliği gibi faktörlerin üstesinden gelebilecek yeterliliğe sahip olduğu sanılmamaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesine ilişkin düzenlemelerin belli başlı iki tane yasal dayanağı vardır.¹⁷⁷

- 4628 elektrik piyasası kanunu ile elektrik piyasası lisans yönetmeliği,
- 5346 yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun.

4628 Sayılı Kanunu ve Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliğindeki Teşvikler

• Yerli doğal kaynak ve yenilenebilir enerji kaynağına dayalı lisans başvurularından, lisans başvuru ücreti olarak toplam lisans ücretinin sadece %1’i ödenecektir. Tesis tamamlanma tarihini izleyen ilk 8 yıl yıllık lisans bedeli alınmamaktadır.

¹⁷⁷Durmuş Kaya, “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması”, http://www.tasam.org/images/tasam/Durmus_Kaya.pdf, Erişim Tarihi: 23 .11. 2010.

- Şebekeye bağlantıda öncelik sağlanmaktadır.
- Yenilenebilir Enerji Santrallerinden üretilen fazla elektrik piyasaya satılabilecektir.
- Belirli şartlar çerçevesinde yenilenebilir enerji santrallerinde üretim yapan tüzel kişiler yıllık üretim kapasitelerini aşmamak kaydıyla özel sektörden elektrik enerjisi satın alabileceklerdir.

5346 Sayılı Kanundaki Teşvikler

- Yenilenebilir enerji, santrallerinde üretilen elektriğe 10 yıl alım garantisi sağlanmaktadır.
- Bu santrallere uygulanacak fiyat EPDK'nın belirlediği bir önceki yıla ait Türkiye ortalama elektrik toptan satış fiyatıdır. Bu fiyat 5 EUR cent/Kwh karşılığı TL'den az, 5,5EUR cent/Kwh karşılığı TL'den fazla olamaz.

2000 yılında, Türkiye'deki sanayi sektörü toplam nihai enerji tüketiminin %40'ını ve elektrik tüketiminin % 54'ünü kullanırken, diğer yandan tarım, ev aletleri ve hizmet sektörleri hep birlikte nihai enerji tüketiminin % 40'ını ve elektrik tüketiminin % 46'sını kullanmaktaydı. Her ne kadar bu dört sektörde de enerji tasarrufuna yönelik önemli bir potansiyel olsa da, endüstriyel enerji talebindeki hızlı artış nedeniyle sanayi, enerji tasarrufu programlarında öncelikli alan olarak hedeflenmekteydi. Diğer yandan, Türkiye'nin endüstriyel yapısı, enerji ağırlıklıydı.

Türkiye, Dünya Bankası'nın finansal aracı kurumlar aracılığıyla yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi ile ilgilenen yatırımcılara verdiği yenilenebilir enerji kredisinden 202 milyon USD alacaktır. Bu kredilerin ilgili yatırım maliyetlerinin % 30-40'ını finanse etmesi beklenmektedir. Yenilenebilir Enerji Program'ının hedefi, Elektrik Piyasası Kanunu ve Elektrik Sektörü Reformu Stratejisi'ne göre yürütülen ve yenilenebilir enerji kaynaklarından piyasaya dayalı bir çerçeve dâhilinde enerji üreten özel şirketlerin sayısını artırmaktır. Bu program, özel sektör katılımının artırılmasını amaçlayan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın (ETKB) müdürlüklerine, yenilenebilir enerji kanununun

hazırlanması ve Elektrik Piyasası Kanunu gibi ilgili yasalarda gerekli tashih ve değişikliklerin tanımlanmasında yardımcı olacaktır¹⁷⁸.

Son yıllarda artan çevre bilincinin de etkisiyle Dünya’da ve Türkiye’de yenilenebilir enerjiye olan ilgi artmıştır. Ülkemizde yenilenebilir enerjilerin finansmanı noktasında yukarıda da değinildiği üzere ciddi sıkıntılar göze çarpmaktadır.

Hali hazırda yenilenebilir enerjiyle ilgili olarak birçok proje tamamlanmış ve finansman aşamasına kadar gelmişken söz konusu projeler için yatırımcılar hem yurt içinde hem de yurt dışında finansör bulmaya çalışmaktadırlar.

Yenilenebilir enerji santrallerine ilişkin yatırımların çok maliyetli olması nedeniyle projelere ilişkin kredi bulmak güçleşmektedir. İşte bu nedenden ötürü ülkemizde sermayenin de pahalı olmasının etkisiyle proje yatırımlarına kredi bulmak zorlaştığından dolayı yatırımcılar dış kredi bulma yoluna gitmektedirler. Dış proje kredileri arasında; uluslararası kuruluşlar, yabancı banka ve burada yerleşik finans kurumları yer almaktadır. Proje kredilerinden önce yenilenebilir enerji santrallerinin sektör yapısını incelemenin gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji sektörünün oluşup rekabet edebilir seviyeye gelinceye kadar devletin alım garantisinin ve bu yönde bazı teşviklerin olması ve yasal altyapı ve siyasi istikrarın olması yenilenilir enerji santrallerinin sektör yapısını oluşturmaktadırlar. Yenilenebilir Enerji Santralleri Projelerinin finansmanı için Sendikasyon kredisi, Proje kredisi, İhraç kredisi, Ticari kredisi gibi yöntemler kullanılmaktadır.¹⁷⁹

Bunlar içerisinde özellikle sendikasyon kredisi ve proje kredisi diğerlerine nazaran yenilenebilir enerji finansmanında daha önemli bir yer tutmaktadırlar.

1. Sendikasyon Kredisi: Birden fazla bankanın, belli bir amaç için büyük tutarlarda sağladıkları uluslararası fona, sendikasyon kredisi adı verilir. Yüksek yatırım gerektiren altyapı projelerinin finanse edilmesi ve riskin bölüşülmesi için kullanılan bir finansman modelidir. Sendikasyon kredisinde kredi sağlayan ve kredi talep eden olmak üzere 2 taraf bulunmaktadır. İçeriği itibariyle büyük krediler olan sendikasyon kredilerine genellikle LIBOR değişken faizi uygulanmaktadır.¹⁸⁰

¹⁷⁸ www.renet-project.eu, Erişim Tarihi: 25.08.2010.

¹⁷⁹ M. Durak, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Verilen Teşvikler ve Hedefler”, Ekovizyon Dergisi Haziran Ayı Sayısı, 2002,

¹⁸⁰ <http://www.tuketicifinansman.net/2008/12/sendikasyon-kredisi-nedir-tanimi.html>, erişim tarihi: 26 .11. 2010

2. Proje kredisi: Bu kredi türünde finansör, kredi geri ödemelerini proje gelirleri ve nakit akışıyla sağlayabilecek durumda olduğuna ikna edilebilecek durumda olmalıdır.¹⁸¹ Herhangi bir projeye kredi sağlanabilmesi için;

- Projenin teknik açıdan yapılabilir olması
- Projenin kısa ya da uzun vadede kendini finanse edip kar sağlayabilecek olması gerekmektedir.

Özellikle enerji projelerinde çok kullanılan bir finansman modeli olan proje kredisinin diğer finansman yöntemlerine nazaran daha avantajlıdır. Bu avantajları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

1. Yatırımcının kendisi için kredi bulamadığı bir durumda proje için kredi bulunabilir,
2. Ülke'nin kendi iç dinamiklerinden kaynaklanan politik risk gibi risklerin azaltılması amacı ile yatırımcılar yabancı ortaklarla birlikte hareket ederek finansman bulabilirler.
3. Özkaynak'ın krediye oranı daha büyüktür.
4. Yatırımcıdan ek taahhütler yerine getirilmesi beklenmez.

Yenilenebilir enerji santrallerinin proje finansmanın da, yatırımcı %20 civarında öz kaynak koymakta, geriye kalan kısım ise kredi yoluyla temin edilmektedir. Özkaynak ve sağlanan kredi ile projeye başlanılmadan önce bir fon kurulmakta ve projenin hayata geçirilmesi ile beraber fondan sağlanan proje gelirleri ile özkaynak ve kredi geri ödemeleri gerçekleşmektedir. Proje kredilerinin ise kaynağını TSKB'nin dışarıdan sağladığı fon ve kaynaklar oluşturmaktadır. TSKB'nin fon sağladığı kaynak ve kuruluşlar,¹⁸²

- Avrupa Yatırım Bankası (EIB) Çevre ve Enerji Kredisi
- Dünya Bankası (IBRD) Yenilenebilir Enerji Kredisi
- Avrupa Konseyi Kalkınma Bankası (CEB) Kobi Kredisi
- Fransız Kalkınma Ajansı (AFD) Kredisi
- Alman Sanayileşme Fonu (KfW)
- Japon Uluslararası İşbirliği Bankası (JBIC)

¹⁸¹ M. Durak, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Verilen Teşvikler ve Hedefler”, Ekovizyon Dergisi Haziran Ayı Sayısı, 2002

¹⁸² http://www.tskb.com.tr/kredilendirme_proje_finansman/detail.aspx?SectionID=hJ5MfxW2RRv%2bZqBhi2URmw%3d%3d&ContentId=ODNq8frRQm6yPPmzOdibwA%3d%3d, erişim tarihi: 26 .11. 2010.

- Uluslararası Finans Kurumu (IFC)

TSKB'nin enerji projelerinin finansmanı noktasında yukarıda saydığımız kuruluşlardan elde ettiği ve kullanımda olan kaynakları ise aşağıdaki şekilde gösterebiliriz.¹⁸³

- Avrupa Yatırım Bankası Çevre ve Enerji Kredisi, 150 Milyon Euro
- Dünya Bankası Yenilenebilir Enerji ve Enerji Kredisi, 420 Milyon Dolar
- Alman Sanayileşme Fonu Çevre Kredisi 75 Milyon Dolar
- Fransız Kalkınma Ajansı Enerji ve Çevre Kredisi 50 milyon Euro
- Avrupa Yatırım Bankası KOBİ Kredisi 165 Milyon Euro
- Avrupa Konseyi Kalkınma Bankası KOBİ Kredisi 100 Milyon Euro

2.3.5. Türk Enerji Sektörüne İlişkin SWOT Analizi

Çalışmada Türk enerji sektörü detaylı olarak incelenmiş, sektörün güçlü ve zayıf yönlerinin yanı sıra fırsat ve tehditlerinin neler olduğu yapılan araştırma sonucunda ortaya konulmaya çalışılmıştır. Sektöre yönelik SWOT analizi aşağıda yer almaktadır:

Güçlü Yönler

- Ekonomik ve sosyal kalkınma için girdi sağlayabilme
- Doğu-Batı ekseninde stratejik ve jeopolitik öneme sahip (Doğalgaz ve petrol rezervlerine yakın, doğal bir enerji köprüsü niteliğinde)
- Transit geçiş yolu ve ticaret hattı olarak gelişme potansiyeli
- Kamusal denetim ve kontrol mümkün
- Güçlenen mevcut dağıtım kanalları
- İyi düzenlenmiş ve yapılandırılmış yasal mevzuat
- Bağımsız bir piyasa düzenleyicisinin varlığı (**EPDK**)
- Son yıllarda özelleştirmeyle birlikte serbestleşme sürecine giren, rekabeti artan piyasa yapısı
- Teşvikler ve özel sektör girişimlerinde artış

¹⁸³http://www.uevf.com.tr/29.EVH-Sunumlar/Panel4/OrhanBeskok_TSKBveEnerjiVerimlilikProjele.pdf, erişim tarihi: 27.11. 2010.

- Yüksek büyüme potansiyeli
- Yatay ve dikey birleşmelerdeki artışla ortaya çıkan sinerji etkisi
- Bölgesel hizmet sunumunda artış
- Enerji potansiyeli açısından dünya beşinciliği
- Kömür geniş bir coğrafyada mevcut
- Uranyum kaynakları mevcut
- Diğer enerji kaynaklarına nazaran gaz talebindeki yüksek artış potansiyeli (Gaz tedariki açısından avantajlı coğrafi konum ve altyapıya sahip)
- Yenilenebilir enerji kaynaklarında önemli bir potansiyele sahip

Zayıf Yönler

- Enerji talebinde hızlı artış
- Enerji kaybı
- Enerji üretiminde kapasite ve verimlilik düşük
- Enerji arz fiyatı yüksek
- Dağıtım kanalları yetersiz ve yıpranmış
- Arz temel talebi karşılamada yetersiz, enerjide dışa bağımlı (İthalat artışı)
- Esnek tepkilerle gelen değişken enerji taleplerini karşılama gücü zayıf
- Enerjinin açığa çıkarılması ve üretiminde eski teknoloji kullanımı
- Uluslararası ortaklık ve işbirliklerinde yeterince başarılı değil
- Yasal mevzuat yeterince uygulanmıyor
- Fosil yakıtlara bağımlılık fazla
- Petrol, doğalgaz, kömür ve hidro enerjide yatırım engeli olması, altyapı yetersizliği
- Sistem güvenliği gerekçesiyle gaz depolama tesisi ihtiyacı
- Uranyum kaynaklarını işleme kapasitesi düşük (Şimdilik sınırlı)
- Yenilenebilir enerji yatırımları arz ve talebi yetersiz
- Rüzgar enerjisinden yeteri kadar yararlanılmıyor

- Yenilenebilir enerji kaynaklarından dalga, akıntı ve gel-git enerjisinden faydalanmak için hiç yatırım yok
- Biyoyakıt üretim kapasitesi sınırlı

Fırsatlar

- Enerji sektöründeki gelişme ekonomik ve sosyal kalkınmayı sağlayıp, refahı arttırabilir
- Sürdürülebilir kalkınma için enerji güvenliği sorununun çözülmeye çalışılması, çeşitlendirmeye gidilmesi (Enerji portföyündeki enerji kaynak çeşidinin arttırılması)
- Enerji ithalatının yüksekliği nedeniyle enerji tedarikçilerinin sayısında artış
- Enerji kullanımında tasarruf ve üretiminde verim artışı sağlanabilmesi için çeşitli projelerin geliştirilmesi
- Tedarik edilen enerji kaynaklarının daha büyük çapta depolanabilmesi
- Yabancı menşeli bankaların enerji sektörüne yönelmeleri
- Yabancı yatırımcıların enerji sektörüne artan ilgisi
- Kyoto Protokolü' nün imzalanmış olması (AB müzakerelerinde avantaj, doğrudan yatırımlarda ve istihdamda artış sağlanması beklenmekte)
- Çevre ülkelerle yürütülen enerji projelerinde gelişme
- Lisans ihaleleri ve stratejik ortaklıklar
- Dağıtım kanallarının gelişiyor olması
- Özelleştirmeye serbest ticaret piyasasının oluşma olasılığı
- Elektrik, doğalgaz ve su dağıtım şirketleri arasında oluşması beklenen sinerji
- Petrol ve doğalgazda yeni enerji sahalarının bulunabilmesi mümkün
- Yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik kalkınmayı olumlu etkileyerek, iş olanaklarını ve sosyal dayanışmayı artırma fırsatı
- Yenilenebilir enerji kaynakları Türkiye' nin enerji ihtiyacını çözebilecek nitelikte

Tehditler

- Sanayileşmeyle artan enerji tüketimi ve ihtiyacı

- Enerjinin açığa çıkarılabilmesi ve üretimde verimin arttırılabilmesi için teknolojik buluşlar yetersiz
- Ekonomik güç zayıf
- Enerji kaynakları kıt, alternatif enerji kaynaklarının oluşturulması güç, yenilenebilir enerji yeterli değil
- Enerji tüketiminde çevresel tehditler (Çevre kirliliği)
- Fosil yakıtların rezerv ömrü kısa(Nüfus artışı da dikkate alınmalı)
- Kyoto Protokolü yaptırımları
- Uluslar arası rekabet artışı
- Enerji ağında bölgeler arası yetersizlik
- Tarife yapısının çarpıklığı
- Nihai kullanıcıların verimsiz enerji kullanımı (Enerji israfı)
- Kaçak enerji kullanımı.

SWOT analizi değerlendirildiğinde Türkiye'nin yenilenebilir enerji bağlamında bulunduğu enerji kavşağındaki konumu itibariyle avantajlı durumda olmasına rağmen, halen fosil yakıt kullanımının yoğun bir şekilde olması, yenilenebilir enerji kaynaklarının dışa bağımlılığın azaltılması hususunda önemi açıkça artmaktadır.

Burada jeopolitik önemden bahsederken etraf coğrafya, Kafkaslar, Orta Asya ve Ortadoğu çevresinde petrol/gaz yaklaşık %60'ının bu coğrafyadan sağlandığı düşünüldüğünde ne kadar hayati olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye her yıl yaklaşık 30-40 milyar dolarlık enerji ithal eden bir ülke olması nedeniyle söz konusu kaynakların ortasında yer alarak üretici ve tüketici arasındaki kritik transit bir rolü üstlenmektedir. Bu açıdan Türkiye, hem enerji güvenliği hem de istikrarlı enerji tedariki hususunda önemli bir rol oynamaktadır.

Mevcut elektrik üretiminin yaklaşık yüzde 80'ini fosil yakıtlardan karşılayan Türkiye'nin bu noktada yenilenebilir enerji kaynaklarının payı %18 olup bunların içinde de hidro kaynaklar %16 civarındadır. Dolayısıyla hidro kaynakların dışındaki yenilenebilir enerji payı da %2'yi ancak bulmaktadır. Türkiye, hali hazırda yüksek enerji maliyetleri, geliştirmeye muhtaç altyapı potansiyeli ve büyümesini destekleyecek önemli yatırım ihtiyacı

perspektifinde maliyet odaklı bir çerçeveden bakmak durumundadır. Çalışmadaki analizleri bu çerçevede incelediğimizde yenilenebilir enerjinin hidronun dışında kalan kısımları maliyetin etkinliği açısından bugünkü teknolojik gelişmeler paralelinde verimli olarak değerlendirilmemektedir.

3. YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARININ FİNANSMAN YÖNTEMLERİ: BANKA VE BANKA DIŞI FİNANSAL KURULUŞLARDAN ALTERNATİFLER

3.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Finansman Kaynakları ve Teşvikler

3.1.1. Finansal Kurumlar

3.1.1.1. Ticari Bankalar

Ticari bankalar detaylı kredi projelerinin değerlendirilmelerinde uzmanlaŐmıŐlardır. Bir projenin finanse edilmesinde dört tőr ticari banka kredisi olanağı bulunmaktadır. Bu tőrler, aşağıdaki Şekilde özetlenebilmektedir:

- **Orta Vadeli Krediler:** Projenin sponsorları orta vadeli krediden inşaat süresinde yararlanabilmektedirler. Borç alınan miktar genellikle altyapının tamamlanmasında en üst seviyeye ulaşmaktadır. Orta vadeli kredilerin amortisman takvimleri projeden beklenen nakit akışına bağlı olarak belirlenmektedir. Vade genellikle altyapının tamamlanmasından sonra on yılı geçmese de bazı durumlarda daha uzun süre geri ödemeler projelere bağlı olarak mümkün olabilmektedir (altyapı projeleri gibi). Eğer projeden sağlanan nakit akışı geri ödeme için yeterli değilse sponsor yeni bir finans metodunun risklerini göze almak zorunda kalabilmektedir. Vadenin özel koşulları parasal duruma bağlı olarak deęiŐkenlik göstermektedir.
- **Otomatik Olarak Yenilenen Kredi:** Ticari bankalar genellikle inşaat finansmanlarını yenilenen kredi olanağı Şeklinde sağlamaktadırlar. Sponsorlar maksimum sermaye durumuna göre ihtiyaçlar doğrultusunda bu olanakları sunarlar.
- **Teminat Akreditifi:** Bankanın teminat akreditifi borç alan kişi veya kuruma, kredi mektuplarını ticari senetlerin desteklenmesinde ayarlama esnekliği sunmaktadır. Teminat mektubu senetlerin ödenememesi durumunda devreye girmektedir.
- **Köprü kredisi:** Köprü kredisi, harcamaların zamanlaması ile uzun vadeli senetlerin toplam borcunun süresi arasındaki farkı kapatma amacıyla verilmektedir. Köprü kredileri yatırımcıların veya uzun vadeli borcu alanların sağlam ödeme vaatleri ile desteklenmektedir. Köprü kredisi ile sağlanan

sermayenin maliyeti krediyi verenlerin aldığı riski yansıtmakta ve bu da uzun vadeli borcu alan ve ödeme vaadinde bulunan yatırımcının kredi itibarına yansımaktadır. Çoğunlukla, projelere sağlanan köprü kredisinin yapısı dört yıla kadar vade imkânı sunmaktadır¹⁸⁴.

3.1.1.2. Çok Taraflı Kurumlar

3.1.1.2.1. Dünya Bankası

Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası (International Bank for Reconstruction and Development: IBRD), daha çok bilinen adıyla Dünya Bankası, 1-22 Temmuz 1944 tarihinde Bretton Woods'ta toplanan Birleşmiş Milletler Para ve Finans Konferansında kurulmasına karar verilmiştir. 27 Aralık 1945'te Bretton Woods Konferansında alınan uluslararası kararlar doğrultusunda çalışmaya başlamıştır¹⁸⁵.

Kuruluşunda Dünya Bankası'nın amacı, üye ülkelerin yabancı sermayeye ihtiyaç duyan diğer üye ülkelere borç vermesini sağlayan bir araç olmaktadır. Kredi itibarı uygun şartlarda borç almaya müsait olmayan ülkelere aracı bir kurum olarak finans sağlamak üzere yapılanmıştır.

Bankanın temel amaçları şunlardır:

- Üye ülkelerin gelişimine, üretim amaçlı yatırım sermayesi ile katkı sağlamak;
- Garantör veya sermaye katılımcısı olarak yabancı sermayenin yatırımlarını bu ülkelere yönlendirmek;
- Uluslararası ticaretin uzun vadede dengeli bir gelişim göstermesini ve ödemeler dengesini korunmasını teşvik etmektir.

Son yıllarda, Dünya Bankası kamu sektöründeki rolünü azaltarak özel sektöre yönelmiş ve ideolojik bir boyut almıştır. Bu yüzden, bir projenin Dünya Bankası'nın katılımı için cazip olup olmadığını belirleyen çeşitli unsurlar önem kazanmıştır. Dünya Bankası'nın anlayışı doğrultusunda ticari ortamın geliştirilmesi de bu unsurlardandır. Son dönemlerde Dünya Bankası için kuruluş amacı olan "fakirlikle mücadele ve gelişime destek" politikasının daha önemli bir hale geldiği gözlemlenmektedir.

¹⁸⁴ John D. Finnerty, **Project Financing - Asset Based Financial Engineering**, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, 2007, ss.214-216.

¹⁸⁵ Rıdvan Karluk, **Uluslararası Kuruluşlar**, İstanbul:Beta Kitapevi, b.b., 2007, s.397.

Çok taraflı kurumlar devletlerin doğru politikalar üretmeleri için çeşitli ölçüler içinde yaptırımlar uygulayabilmektedir¹⁸⁶.

Uluslararası Yeniden Yapılanma ve Gelişme Bankası (IBRD), piyasa değerleri içinde yılda yaklaşık 15 milyar USD borç vermektedir. Aynı zamanda ülkelere gelişimlerini yönetebilmeleri için eğitim ve teknik destek de sağlamaktadırlar. IBRD kredileri genellikle projelerin finansmanlarının bir bölümünü karşılarken, başka çok taraflı kuruluşlar da, Asya Gelişim Bankası ve Afrika Gelişim Bankası gibi, ortak finansman sağlamaktadır. IBRD kredileri ticari gelişimden çok ekonomik gelişimi teşvik etme amaçlıdır. IBRD kredisi az gelişmiş bir ülkenin altyapı yatırımlarının maliyetinin bir kısmına finansman da sağlayabilmektedir. IBRD 2005'te 37 ülkedeki 118 projeye 13.6 milyar dolar finansman sağlamıştır¹⁸⁷.

3.1.1.2.2. Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD)

Piyasa ekonomisi sisteminin hızlanması ile birlikte, Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinde demokratik bir ortamda özel sektörün kuruluşunu desteklemek amacıyla Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (European Bank for Resettlement and Development: EBRD)'nin kuruluşu ile ilgili tartışmalar başlamıştır. 29 Mayıs 1990 tarihinde kuruluşunda bulunan ülkelerin ana sözleşmesini imzalaması ile EBRD kurulmuştur¹⁸⁸.

EBRD bölgedeki en büyük yatırımcı olmanın yanı sıra yabancı yatırımcıları da yönlendirmektedir. EBRD, 60 ülkeye ve iki devletlerarası enstitüye aittir. Kamu ortaklığına ait olmasına rağmen, genellikle yatırım ortaklarıyla özel şirketlere yatırım yapmaktadırlar.

Yeni kurulan veya hali hazırda var olan bankalar, endüstri kuruluşları ve şirketlere proje finansmanı sağlamaktadırlar. Aynı zamanda kamuya ait şirketlerle de çalışır ve özelleşme, yeniden yapılanma ve kamu hizmetlerinin iyileştirilmesi gibi projeleri destekler. Bankanın hükümetlerle kurduğu iyi ilişkiler, ticaret ortamının iyileştirilmesi gayesiyle de kullanılmaktadır.

EBRD'nin destek verdiği projeler özellikle tarım, enerji, finansal kurumlar, imalat, çevre altyapısı, doğal kaynaklar, turizm, telekomünikasyon, bilişim teknolojileri, medya ve ulaştırma alanlarını kapsamaktadır¹⁸⁹.

¹⁸⁶ Andrew Fight, **Introduction to Project Finance**, Butterworth-Heinemann, Burlington, MA, 2006, s.25-27

¹⁸⁷ J.D. Finnerty, (2007), **Project Financing - Asset Based Financial Engineering**, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, s.236.

¹⁸⁸ Karluk, a.g.e., s.467.

¹⁸⁹ http://www.deik.org.tr/pages/TR/DEIK_CokTaraflıKuruluslar.aspx?ctID=12&IKID=10, erişim tarihi: 27.11.2010.

EBRD'nin birlikte çalışma şartı ülkenin demokratik prensipler doğrultusunda idare ediliyor olmasıdır. Çevreye saygı da EBRD'nin yatırımlarında çok önemli bir kriter olarak göze çarpmaktadır¹⁹⁰.

EBRD yatırımlarının ana şartları şunlardır:

- bir ülkenin tam piyasa ekonomisine geçişini desteklemek,
- özel yatırımları desteklemek için risk almak ve yatırımcıları sıkıştırmamak,
- güvenilir bankacılık prensiplerine uymaktır.

Ayrıca yaptığı yatırımlarla EBRD şu unsurları teşvik etmektedir:

- Yapısal ve sektörel reformlar;
- Rekabet, özelleştirme ve girişimcilik;
- Daha güçlü finans kurumları ve hukuk sistemi;
- Özel sektörün ilgisiyle altyapının gelişimi;
- Daha güçlü tüzel yönetim; çevre duyarlılığı konularında teknik destek¹⁹¹.

3.1.1.2.3. Uluslararası Finans Kurumu (IFC)

Dünya Bankası Grubu'nun gelişmekte olan ülkelerdeki özel sektörün gelişimine destek vermeyi amaçlayan birimi olan Uluslararası Finans Kurumu (IFC), hükümet garantisi aranmaksızın, gelişmekte olan ülkelerdeki özel sektör kuruluşlarına kredi ve sermaye iştiraki yoluyla, piyasalardan sağlamakta güçlük çektikleri finansmanı sağlamaktadır¹⁹². Dünya Bankası açmış olduğu kredilerde geri ödeme garantisi istemektedir. Gelişmekte olan ülkeler bu geri ödeme garantisi konusunda 1950'li yıllarda büyük sorunlar yaşamaktaydı. Gelişmekte olan ülkelerin kalkınması için gerekli kredilerin sağlanabilmesi için 20 Temmuz 1956 tarihinde 31 ülkenin katılımıyla Uluslararası Finans Kurumu (International Finance Corporation: IFC) kurulmuştur¹⁹³. 2005'te IFC, 67 ülkede 236 projeye toplam 5.4 milyar USD kredi vermiştir. Bu yatırımlar toplamda 10 milyar USD'a varan ek finans toplanmasını sağlamıştır. IFC, özel sektör yatırımını teşvik etmek amacıyla gelişmekte olan ülkelerdeki ekonomik gelişimi hızlandırmayı amaçlamaktadır. Borç vermenin yanı sıra, özsermaye yatırımları da yapan bu kurum üçüncü kişi ve kurumların finansmanlarına da aracılık

¹⁹⁰ Fight, a.g.e., s.24-25.

¹⁹¹ Andrew Fight, **Introduction to Project Finance**, Butterworth-Heinemann, Burlington, MA, 2006, s.25

¹⁹² <http://www.treasury.gov.tr/irj/go/km/docs/documents/Hazine%20Web/Arastirma%20Yayin/Raporlar/Uluslara%20C4%B1%20C4%B0li%20C5%9Fkiler/%20C4%B0hale/ULUSLARARASIFINANSKURUMU.pdf>

¹⁹³ Karluk, a.g.e., s.434.

etmektedir. Kredileri genellikle kendi maliyetlerine göre serbest kurdan ve genellikle tüm anapara birimi cinsinden borç vermektedirler. IFC aynı zamanda danışmanlık servisi de veriyor. Uluslararası ölçekte bir esnaf bankası gibi işleyen IFC geliştirmekte olan 140 ülkede 3000 şirkete toplam 24 milyar dolar kredi sağlamıştır¹⁹⁴.

Uluslararası Finans Kurumu (IFC) geliştirmekte olan ülkelerde özel sektörü teşvik etmeyi amaçlamaktadır. IFC Dünya Bankası Grubunun bir üyesi ve merkezi de Washington, DC'de bulunmaktadır. Tüm Dünya Bankası Grubu'nun birincil amacı, geliştirmekte olan ülkelerdeki insanların yaşam kalitelerinin iyileştirilmesidir. 1956'da kurulan IFC geliştirmekte olan ülkelerde özel sektöre finansal destek sağlayan en büyük çok taraflı kuruluştur.

IFC, özel sektörün gelişiminin devamlılığını şu şekilde desteklemektedirler:

- Geliştirmekte olan ülkelerde özel sektörün projelerine finans sağlamak;
- Geliştirmekte olan ülkelerde özel şirketlere uluslararası piyasalardan finans sağlamak;
- Şirketlere ve devletlere teknik yardım ve danışmanlık hizmetleri sunmaktır.

IFC, politikalarını ve yatırımlarını birlikte kontrol eden 176 üye ülkeye sahiptir. IFC üyesi olmak için bir ülke öncelikle IBRD üyesi olmak zorundadır. IFC'nin yönetim kurulunda üye ülkelerin atadığı temsilciler görev almaktadır. IFC'nin ortak sermayesi üye ülkeler tarafından koyulmuş durumdadır ve oy hakkı ellerindeki hisselerle orantılıdır. IFC'nin öz kaynakları toplamı 2.45 milyar dolardır¹⁹⁵.

3.1.1.2.4. Çok Taraflı Yatırım Garanti Ajansı (MIGA)

Çok Taraflı Yatırım Garanti Ajansı (Multilateral Investment Guarantee Agency: MIGA) Eylül 1985 yılında Dünya Bankası'nın bir üyesi olarak yükselen ülkelerdeki insanların yaşamlarını iyileştirmek ve fakirliği düşürmek için bu ülkelere doğrudan yabancı yatırımı teşvik etmesi amacıyla kurulmuş ve Eylül 1988 tarihinde faaliyete geçmiştir.¹⁹⁶. MIGA bu görevi yerine getirmektedir. Yatırımcılara ve kredi verenlere politik risk garantisi sağlayarak ve geliştirmekte olan ülkelere özel yatırım çekmeleri ve bu yatırımları tutmaları için yardım ederek kalkınmaya katkı sağlamaktadır¹⁹⁷. Geliştirmekte olan ülkelere de yapılacak

¹⁹⁴ Finnerty, a.g.e., s.236-237.

¹⁹⁵ Fight, a.g.e., s.27.

¹⁹⁶ Karluk, a.g.e., s.440.

¹⁹⁷ Fight, A., a.g.e., s.27.

sermaye yatırımlarını sözleşme ihlali, iç karışıklık, istimplâk ve savaş gibi politik risklere karşı temin etmek amacıyla kuruldu¹⁹⁸.

IBRD, IFC ve MIGA genellikle bir projede birlikte finansman paketi bir araya getirebilmek için işbirliği yapmaktadırlar. Dünya Banka'sına göre, kendisinin finanse ettiği kabaca her üç projeden ikisi özel sektör gelişimi için bazı destekler içermektedir. Özel sektör gelişimi için hayati önemi olan bazı altyapı ve diğer projelerle ilgili yatırımlara kamu finansmanı sağlayan 15 kadar başka kurum mevcuttur.¹⁹⁹

3.1.1.3. İhracat Kredi Ajansları

Gelişmiş ülkelerin hemen hemen hepsinde ihracat-ithalat bankası (Eximbank) bulunmaktadır. Eximbank bulunduğu ülkede üretilmiş ekipman ihracatını teşvik etmek amacıyla faaliyet göstermektedirler. ABD İhracat-İthalat Bankası ("Eximbank") önemli bir ihracat kredi kurumu örneğidir. Eximbank, Birleşik Devletler'de üretilen ürünlerin Birleşik Devletler dışında bulunan projeler tarafından satın alınmasını finanse etmek için doğrudan kredi veya kredi garantileri sağlamaktadır.²⁰⁰

Bir Eximbank kredisi genellikle ekipman maliyetinin %30 ile %55'ini kapsar niteliktedir. Kredi durumu ve miktarı ekipmanın çeşidine ve yabancı menşeli ekipmanlarla rekabet etmek için yabancı finansmanın durumuna bağlı olarak değişmektedir. Eximbank çekilmemiş olan doğrudan kredilerin bakiyesine yıllık ½ oranında taahhüt ücretini kapsamaktadır. Proje yüksek gelirli bir OECD ülkesinde olmadığı takdirde, proje kredisinin maksimum süresi 14 yıldır ve Eximbank proje finansmanının %35'den fazlasına kredi sağlamaktadır. Bu durumda, maksimum vade 10 yıla kadar çıkmaktadır. Eximbank'ın proje finansman grubu proje sponsorlarına kendi hizmetlerini tanıtırken proaktiftir. Eximbank ayrıca başvuru koşulları ve onay prosedürlerini basitleştirmiştir.

Eximbank ihracatı teşvik etmek için kurulan fakat ölçsüz kredi riskini üstlenmeyen bir yapıdadır. Özel durumlarda, Eximbank kredibilitesi olan bir bankadan veya ev sahibi devletten garanti istemekte ya da Garanti finansman maliyetini garanti harcı kadar arttırmaktadır²⁰¹.

İhracat kredi kurumları ticareti veya organizatör ülkenin diğer çıkarlarını teşvik etmektedir. Bunlar amaçları itibariyle milli çıkarları gözeten ve faaliyetleri itibariyle de

¹⁹⁸ Finnerty, a.g.e., s.237.

¹⁹⁹ Finnerty, a.g.e., s.237.

²⁰⁰ <http://www.exim.gov/about/mission.cfm>, erişim tarihi: 03.08.2010.

²⁰¹ Finnerty, a.g.e., s.231-232.

politik olan kurumlardır. Çift taraflı kurumların sağladıkları fonlar, genellikle bu kurumları organize eden devletlerden tedarik edilmektedir. Hükümet destekli ihracat finansmanı ihracat öncesi çalışma sermayesi, kısa vadeli ihracat alacak finansmanı ve uzun vadeli finansmanı içermektedir.

ECA'lar yükselen piyasalarda altyapı ve diğer projelerde uluslar arası ticareti hareketlendirerek önemli rol oynamaktadırlar. Bu kurumlar, genelde teknolojilerini yabancı ülkelere transfer etmek isteyen yerel üreticilere düşük finansman düzenlemeleri sağlamaktadırlar.

3.1.1.3.1. Birleşik Devletler İhracat-İthalat Bankası

Birleşik Devletler İhracat-İthalat Bankası (Exim Bank) Birleşik Devletler'in resmi ihracat kredi ajansıdır. Exim Bank'ın misyonu ABD mal ve hizmetlerinin uluslar arası piyasalara ihracatının finansmanına yardım etmektir²⁰².

Exim Bank küçük veya büyük ABD firmalarına ihracat fırsatlarını gerçek satışlara çevirmelerine olanak sağlarken bu satışlar Amerika'da yeni işler yaratmakta ve daha güçlü bir milli ekonomiye katkı sağlamaktadırlar.

EximBank özel sektörde kredi verenlerle rekabet etmez fakat ticaret finansmanında boşlukları dolduracak finansman ürünleri tedarik etmektedir. EximBank özel sektörün alamayacağı ya da almak istemeyeceği kredi ve ülke riskini üstlenmektedir.

EximBank çalışma sermayesi garantileri (ihracat öncesi finansman), ihracat kredi sigortası (ihracat sonrası finansman), kredi garantileri ve doğrudan krediler (alıcı finansmanı) sağlamaktadırlar. Bu kurumların ortalama olarak işlemlerinin %85'i doğrudan ABD'nin küçük işletmelerine fayda yaratmaktadır.

3.1.1.3.2. Ekonomi Ticaret ve Sanayi Bakanlığı (Japonya)

Japonya Ekonomi Ticaret ve Sanayi Bakanlığı (Ministry of Economy; Trade and Industry: METI) ile Japonya Uluslararası Ticaret ve Sanayi Bakanlıkları (Ministry of International Trade and Industry: MITI) Japonya'nın ekonomi politikalarının hazırlanması ve uygulanması konusundaki yetkili organlardır²⁰³. Japon Ticaret Sigorta Kurumu Japon

²⁰² <http://www.exim.gov/about/mission.cfm>, erişim tarihi: 03.08.2010.

²⁰³ <http://www.meti.go.jp/english/index.html>, Erişim Tarihi: 03.08.2010.

şirketlerine ve Japon şirketi olmayan fakat Japonya’da kayıtlı olanlara sigorta sağlamaktadır²⁰⁴.

3.1.1.3.3. Japonya Uluslararası İşbirliği Bankası

1 Ekim 1999 tarihinde Japonya İhracat-İthalat Bankası ve Denizaşırı Ekonomik İşbirliği Fonu’nun birleştirilmesiyle kurulmuş kamusal finans kurumudur.

Banka tümüyle Japonya hükümetine aittir ve bankanın bütçesiyle işlemleri devlet eliyle yürütülmektedir. Genel merkezi Japonya’nın başkenti Tokyo’da bulunan banka, dünyanın 18 ülkesinde 21 şubeye faaliyet göstermektedir.

Bankanın birincil amacı Japonya ve denizaşırı ülkeler arasında ekonomik işbirliğini geliştirmek, yabancı yatırımlara kaynak sağlamak ve uluslararası ticareti canlandırmaktır. Banka, Japonya’nın ithalat ve ihracatında; ayrıca Japon şirketlerinin az gelişmiş yabancı ülkelere yaptığı yatırımlarda da büyük rol oynamaktadır.

Japon Uluslararası İşbirliği Bankası beş alanda çalışma yapmaktadır. Bunlar;

- **Enerji ve Doğal Kaynaklar**

Petrol, doğal gaz ve demir cevheri gibi enerji ve mineral kaynakları ekonomik faaliyetlerin temel taşları olarak adlandırılmaktadır. Japonya denizaşırı ülkelere enerji ve mineral kaynakların temini konusunda bağlıdır. BRIC ve diğer yeni gelişen ekonomilerde ekonomik büyüme, uluslararası kaynak piyasalarında bir sıkıştırma yaratmaktadır. Bu çerçevede, Japonya için kaynakların uzun vadeli ve istikrarlı bir erişim sağlamak için her zamankinden daha önemli bir hal almaktadır.

- **Çevre**

Küresel ısınma, sınır ötesi kirlilik, yağmur ormanları daralma ve çölleşme ilerleme günümüzün önemli problemleridir. Bugün yaygın çevre sorunları küresel biyosfer üzerinde, dünya ekonomisinin karanlık yüzü olarak ortaya çıkan, büyüme tehdit ve entegrasyon doğru gizli bir saldırıda bulunmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerde büyüme yönünde güçlü bir ilerleme, kontrolsüz büyüme çevresel yıkıma yol açabilecektir. Buna ek olarak, iklim değişikliğinin son yıllarda, ekonomik etkileri küresel ölçekte meydana gelen, tek tek ülkelerin ve şirketlerin kendi başlarına çözemeyecekleri sorunlar yaratarak giderek ciddi sonuçlar ortaya çıkartmaktadır.

²⁰⁴ <http://nexi.go.jp/e/ps/index.html>, Erişim Tarihi: 03.08.2010.

- **Uluslararası İş Geliştirme**

Yurtdışı piyasalar üzerinde İş Geliştirme yapılması; iş dünyasında başarılı olmak, giderek küreselleşmenin sonucu, devamlı ön planda kalmak açısından önemlidir. Bu olgudan hareketle, birçok Japon firması aktif ticaret ve uluslararası yatırım faaliyetlerini çekici bulunmaktadır. Japonya daha geniş bir iş ufuk için denizaşırı üretimi artırmak için yeni üretim tesisleri kurarak iç pazarın ötesinde iş geliştirme için daha fazla fırsat yaratmaya çalışmaktadır.

- **Uluslararası Finans Dağıtımı**

Ekonomik faaliyetlerin mali fonksiyonunun önemi şu şekilde ifade edilebilir. Mali sistem zorlandığı zaman, mali kriz ortaya çıkarak ekonomiye ağır bir darbe vurabilir. Finansal sistemin giderek küreselleşen olduğu gibi, yüksek bir olasılıkla bir ekonomide finansal kriz ortaya çıkartıcı etkileri olmayabilir ve krizin bulaşıcı etkilerinin bir zincir reaksiyonu neden olarak geliştirmesi olasıdır.

- **Bilgi Desteği**

Bugün bilgi toplumu çağında, gazete ve dergi gibi basılı medya aracılığı ile bilgi erişimi yerine gibi internet ve TV gibi sözlü basılı medya aracılığı ile bilgi daha çeşitli bir yelpazede zahmetsiz olarak bilgiye erişim sağlanmaktadır.

3.1.1.3.4. İhracat Kredileri Garanti Departmanı

İhracat Kredileri Garanti Departmanı (ECGD) Birleşik Krallık'ın (UK) resmi ihracat kredi kurumudur. Bu kurum; ihracatçılar, proje sponsorları, bankalar ve alıcılarla çalışarak, Birleşik Krallık sermaye ekipmanı, projeler ile ilgili mal ve hizmet ihracatçılarına iş almaları ve deniz aşırı yatırımları yapabilmeleri için yardım etmektedir²⁰⁵. ECGD, esasında 1919'da Britanya ihracatçılarının I. Dünya Savaşı'ndan kaynaklanan bozulmadan sonra ticaret pozisyonlarını yeniden oluşturmaları için kurulmuştur.

3.1.1.3.5. COFACE (Compagnie Française d'Assurances Commerciale Exterieur)

1946'da kurulmuş olan Coface; Natexis, Banques Populaires ve the Banque Populaire Group'un bir iştirakidir. Bu kurumun düzenleyici sermayesi son yıllarda 12.2 milyar Euro

²⁰⁵ <http://www.ecgd.gov.uk/about-us>, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

civarında olup küresel ticarete şirketlere yönetim, finans ve müşteri portföylerini korumaları için çözümler sunmaktadır²⁰⁶.

3.1.1.4. Bölgesel Kalkınma Bankaları

Bölgesel kalkınma bankaları, yoksulluğun azaltılması ve ekonomik büyümenin teşvik edilmesi gibi Dünya Bankası'nın hedeflerine benzer hedeflerle kurulmaktadır. Küresel bir odaklanman ziyade bu banklar belirli bir coğrafi bölge üstünde odaklanmaktadır. Bu kesimler, sahipleri ve fon sağlayıcıları bölgesel ve sanayileşmiş ulusların hükümetleri olmaktadır:

- **Afrika Kalkınma Bankası (AFDB):** AFDB faaliyetlerine 1963 yılında Afrika'da temel bir kamu finansman sağlayıcısı olarak başlamıştır. Bu banka, 51 Afrika ve çoğu sanayileşmiş olan 25 üye ülkesi genelinde faaliyetini sürdürmektedir.²⁰⁷
- **Ekonomik ve Sosyal Kalkınma Arap Fonu:** 1972 yılında yılın da kurulan bu fon, Arap Ligi'nin üye ülkelerinde kalkınmaya yardım etmektedir. Bu fon ayrıca, kalkınma projelerinin finansmanına da katkı sağlamaktadır²⁰⁸.
- **Asya Kalkınma Bankası (ADB):** Bu banka çok taraflı bir kalkınma finans kurumudur. Asya ve Pasifik'te gelişmekte olan üye ülkelerdeki kalkınma çalışmalarına kamu sektörü finansmanı sağlamak için faaliyette bulunan banka, bu hedefini oldukça fazla olan kalkınma faaliyetlerine teknik yardım ve kredi sağlayarak sürdürmektedir. ABD Dünya sermaye piyasalarında bono ihracı ile fon oluşturmaktadır. Ayrıca, üye ülkelerin katkıları da fon açısından önemli olmaktadır. ADB 1966 yılında kuruldu ve merkezi Manila, Filipinler'dedir. Eylül 2003 tarihi itibariyle, ADB'nin 58 üye ülkesi vardır²⁰⁹.
- **Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD):** Banka faaliyetlerine 1991 yılında başlamıştır. Orta ve Doğu Avrupa'da bulunan ulusların piyasa ekonomisine geçişlerinde destek sağlamak için kurulmuştur. Bankanın mevcut 50'nin üzerinde üye ülke vardır. EBRD üye ülkelere ve sermaye piyasalarından fon toplamaktadır²¹⁰.
- **Avrupa Birliği (AB):** AB 1993 yılında kurulmuştur ve 25 sanayileşmiş Avrupa ulusundan oluşan üyesi vardır. Dünya genelinde, Afrika, Asya, Karayipler, Orta ve

²⁰⁶ http://www.coface.com/CofacePortal/COM_en_EN/pages/home/Who_we_are, Erişim Tarihi: 22/08/2010.

²⁰⁷ <http://www.afdb.org/en/about-us/>, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

²⁰⁸ <http://www.arabfund.org/Default.aspx?pageId=10&mid=21>, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

²⁰⁹ <http://www.adb.org/About/>, Erişim Tarihi:22.08.2010.

²¹⁰ Karluk, a.g.e., s.466.

Doğu Avrupa, Latin Amerika ve eski Sovyetler Birliği'nde bulunan gelişmekte olan ülkelere yardımlar sağlamaktadır²¹¹.

- **Avrupa Yatırım Bankası (EIB):** 1958 yılında kuruldu. EIB kalkınma için mali destek sağlar. EIB'nin üyeleri Avrupa Birliği'nin üye devletleridir. EIB hem üye ülkeler hem de sermaye piyasalarından fon toplamaktadır. Krediler genellikle Avrupa Birliği içinde verilmekle birlikte birlik dışına da kredi verilmektedir²¹².
- **Amerika Ülkeleri Kalkınma Bankası (IDB):** IDB 1959 yılında Latin Amerika ve Karayipler üyelerine kredi veren bir banka olarak kurulmuştur. Latin Amerika ülkeleri için en önemli dış para kaynaklarından biridir.46 üye Latin Amerika ülkelerini, birleşik devletleri ve diğer endüstrileşmiş ülkeleri oluşturmaktadır. Kredi fonları IDB ile birlikte üye ülkelerden ve sermaye piyasalarından artış göstermiştir. Krediler genellikle üye ülkelerin halk acentelerine özel projeleri finanse etmek için verilmiştir. Hükümet garantisi istenilmiştir. Özel sektöre direk destek banka ve işbirlikçi olan IIC tarafından uygulanabilir hale getirilmiştir²¹³.
- **İslam Kalkınma Bankası (ISDB):** 1974 yılında 45 ülkenin katıldığı çok taraflı bir organizasyonla kurulmuştur. Amacı üye ülkelerdeki ve üye olmayan ülkelerdeki Müslüman cemiyetlerdeki ekonomik kalkınmayı desteklemektir. Banka kuranın ilkeleri doğrultusunda hareket etmekte ve geliştirme projeleri için faizsiz kredi verilmektedir. Ayrıca kira işlemleri, taksitli ödemeler, öz sermaye yatırımlarını finanse etmektedir²¹⁴.
- **İskandinavya Yatırım Bankası (NIB):** NIB 1975 yılında Danimarka Finlandiya Norveç ve İsveç ülkeleri tarafından üye ülkelerin yatırımlarını desteklemek amacıyla kurulmuştur²¹⁵.
- **İskandinavya Kalkınma Fonu (NDF):** NDF 1989'dan beri, gelişen ülkelere, özellikle Afrika ve Asya'ya, çok özel vadelerle kredi tahsis etmektedir. Çok taraflı kurumlar ve yerel bankalarla ortak finans anlaşmalarından bulunmaktadır²¹⁶.
- **OPEC Uluslar arası Kalkınma Fonu:** OPEC 1976 yılında gelişen ülkelere destek sağlamak amacıyla kurulmuştur. Üyeleri petrol ihraç eden ülkelere oluşturmaktadır.²¹⁷

²¹¹ http://europa.eu/about-eu/working-eu-institutions/index_en.htm, Erişim Tarihi:22.08.2010.

²¹² <http://www.eib.org/about/index.htm>, Erişim Tarihi:22.08.2010.

²¹³ <http://www.iadb.org/aboutus/>, Erişim Tarihi:22.08.2010.

²¹⁴ <http://www.isdb.org/irj/portal/anonymous?NavigationTarget=navurl://24de0d5f10da906da85e96ac356b7af0>, Erişim Tarihi:22.08.2010.

²¹⁵ http://www.nib.int/about_nib/mission_strategy, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

²¹⁶ <http://www.ndf.fi/project-requirements.shtml>, Erişim Tarihi:22.08.2010.

²¹⁷ Fight, a.g.e., s.28-30.

Tablo 28. Türkiye’de Enerji Projelerine Destek Sağlayan Finansal Kuruluşlar²¹⁸

Finansal Kuruluşlar ve Türkiye'deki Bazı Projeleri			
Dünya Bankası (IBRD)	Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD)	Uluslar arası Finans Kurumu (IFC)	Avrupa Yatırım Bankası (EIB)
Güney Doğu Avrupa Enerji Birliği 2 (2010),220M\$	Akcez ve SEDAŞ Elektrik Dağıtım (2010), 100M\$	Akcez ve SEDAŞ Elektrik Dağıtım (2010), 75M\$	Garanti Bankası – KOBİ Enerji Projeleri (2010), 75M EUR
Ozel sektör Yenilenebilir Enerji ve Enerji verimliliği Projesi(2009), 500M\$	Bankalar Konsorsiyumu-Yenilenebilir Enerji ve Enerji verimliliği Projesi (2010), 400M EUR	Akenerji Elektrik Üretim (2010), 75M\$	Cevre ve Eenerji cerceve Kredisi II (2009), 300M EUR
Elektrik Dağıtım Rehabilitasyon (2007), 269M\$	Garanti Bankası - Enerji verimliliği Projesi (2010), 200M\$	İzmit Gaz Dağıtım (2009), 48,7M\$	TEDAŞ Elektrik Dağıtım (2009), 125M EUR
Güney Doğu Avrupa Enerji Birliği 2 (2006), 150M\$	İzmit Gaz Dağıtım (2009), 60M EUR	Rotor Elektrik Üretim (2009), 66,2M\$	Osmaniye Ruzgar Ciftligi (2009), 30M EUR
Elektrik Üretimi ve Yeniden Yapılandırma (2006), 336M\$	Rotor Yenilenebilir Elektrik Üretim (2009), 45M EUR	Enerjisa Enerji Üretim (2008), 194M\$	Enerjisa Hidroelektrik Üretim (2008), 135M EUR

3.1.2. Teşvikler

3.1.2.1. Kyoto Protokolü ve Temiz Kalkınma Mekanizması

1997 Kyoto protokolü iklim değişikliği üzerine birleşmiş milletler çerçeve sözleşmesini yürütmek adına ciddi bir adımdır ve 6 sera gazı grubunun yasal emisyon hedeflerini oluşturmak için düzenlenmiştir. Bu hedefler, 2008-2012 yılları arasındaki dönem de ekonomik geçişteki birçok ülkeye uygulanmaktadır. Bu hedeflere ulaşmak için 3 mekanizmaya izin verilmektedir Bunlar;

- Ek yürütme
- Temiz kalkınma
- Uluslar arası emisyon oranlarıdır²¹⁹.

Kyoto protokolü 16 Mart 2005’te yürürlüğe giren, imza sahipleri üzerine tüm yükümlülükleri koyarak garanti etmiştir ki sera gazı emisyonları 2012 yılında, 1990 yılından fazla olmayacak üç strateji üzerine odaklanmıştır. Buna göre elektrik verimliliği, geri dönüşüm, atık toplama, değerlendirme ve yenilenebilir & nükleer enerji kaynaklarının kullanımıyla karbondioksit miktarını düşürmeye çalışmak temel hedefi oluşturmuştur. Bunun yanında en büyük yenilenebilir enerji kaynakları ekonomik olarak fosil yakıtlardan daha zayıf

²¹⁸ WB, EBRD, IFC ve EIB internet sitelerinden derlenmiştir.

²¹⁹ Akella, a.g.e., s.391

bulunmaktadır. Bu nedenle birçok ülke yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması için teşvik sağlamaktadır²²⁰.

Gelişen dünyada Kyoto market desteği ile hükümetler emisyon azaltma projeleri için kredi alabilmekte ve bu kredileri azaltma taahhütleri çerçevesinde kullanabilmektedir. Bu taahhütler Temiz Gelişim Mekanizması(CDM) adı altında oluşturulmuştur veya "Geçiş ekonomileri"- eski sovyetler bloğu ülkelerindeki gibi geçiş ekonomilerinde (JI) adı altında oluşturulmuştur. "Certified Emission Reductions(CERs) olarak bilinen CDM kredileri , EU-ETS altında 2009 yılında %17 karbon oranı değeriyle kaydedilmiştir.

CDM ilk zamanlarında endüstriyel gazların soğutulması, hidrokarbonların üretimindeki azalma için fazla ödemeler yapılması çok eleştirilmiştir. Buna rağmen 2008 ve 2009 da CDM projelerinin %60 ı yenilenebilir enerji veya enerji tasarrufu için %37 kredi sağlamıştır. Bu oranın 2012 yılına kadar %60 ölçüde büyümesi ile endüstriyel gaz projelerinin büyük ölçüde yerini alması beklenmektedir.

2012 yılı sonuna doğru New Energy Finance'ın tahminlerine göre CDM gelişmiş ülkelerden gelişmekte olanlara düşük karbon projeleri için 15 milyar dolar para akışı gerçekleştirmeyi düşmektedir. CDM kredilerinde kaynağı %59 ile Çin ardından %11 ile Hindistan'dan sağlayacaktır²²¹.

CDM, Kyoto Protokolü altındaki bir esnek mekanizmadır. Gelişmekte olan ülkelerde emisyon azaltma tesislerine yatırım, endüstrileşmeyi sağlarken "certified emissions reduction (CER) sonuçlarını kullanarak da Kyoto protokolü tarafından koyulan emisyon azaltma hedeflerini gütmektedir. CER, termal, gaz yanmalı güç kaynakları ve MHP, SPV, rüzgar temelli elektrik kaynakları için oluşturulan referans çizgisi ile sonrası arasındaki farklar hesaplanmıştır.

CDM santralleri için uygunluk durumu aşağıdaki maddelere göre belirlemektedir;

- Yenilenebilir enerji,
- Yakıt anahtarlama,
- Kullanılan enerjinin verimliliğinin geliştirilmesi,
- Üründeki yan enerjilerin geliştirilmesi,
- Zirai (ch4 ve no2 emisyonunun azaltılması),
- Endüstriyel süreçler,
- Atık lağım projeleri²²².

²²⁰ Chiu, C. L. ve Chang, T.H., a.g.e, s.1670

²²¹ World Economic Forum, Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap, 2010, s.20

²²² Akella, a.g.e., s. 391

Yenilenebilir enerji hususunda birçok ülke 2008 yılıyla beraber yenilenebilir enerji politikası hedeflerini revize etmiş ve bazı ülkeler yeni hedefleri de ilave etmiştir. Bu doğrultuda 2009' un başlarında yenilenebilir enerji politika hedefleri en az 73 ülkede için yürürlükte olmuştur ve ülkeler arasında ulusal hedefleri olmayan ABD ve CANADA gibi devletlerde bulunmaktadır.

AB'de, ülkelerin 2020 ayrıntılı hedeflerinde son enerji tüketimi paylaşımı için nihayi onay 2008'lere uzamıştır. Son enerji paylaşımı için, orijinal sunulmuş Litvanya'da ki küçük değişiklikler hariç hedeflerde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Bazı ülkeler eklenti ve katlı sağlayan hedefleri kabul etmiştir. (Örneğin; Almanya elektrikte % 30 ve ısıda % 14 hedefi kabul etmiştir)

2008 ve 2009'un başlarında birçok yeni ulusal seviye hedefleri hazırlandı. Bunların yanında, 2020'de Avustralya 45 terawatt saatlik elektrik hedeflemektedir.. Brezilya'nın enerji planı 2030'a doğru var olan yenilenebilir enerji payları (2007 de %46) ve elektrik payları (2007 de % 87) deki hedeflerinden biraz artmıştır. Hindistan, 2020 için hedeflerini 14 GW artırdı. Japonya, 2020 için 14 GW 2030 için 53 GW yeni hedefler koymuştur. Diğer yeni kapasite hedefleri koyan ülkeler; Fransa 2020 için 4.9 GW solar PV, Kenya 350 MV rüzgar ve biyokütle ve Endonezya 2025 için 9.5 GW geo-termaldır. Yeni elektrik payları Abu Dhabi (2020 de %7), Bangladesh (2020 de %10), Cape Verde (2020 de %50), İrlanda (2020 de %40), İsrail (%10), Jamaica (%15), Madagascar (%75), Nicaragua (2010 de %38), Rusya (2010 da %1,5 ve 2020 de %4,5), ve Rwanda (2012de %90) olarak görülmektedir.

Tablo 29. Farklı Karbon Piyasalarındaki Karbon Fiyatları

Farklı Karbon Piyasalarındaki Karbon Fiyatları	
İsim	2008'deki ortalama fiyat
EUA-Avrupa Emisyon İndirim Birimleri	13.52-29.38 EUR/tCO ₂
CER-Emisyon Azaltım Kredisi	8.00-13.00 EUR/tCO ₂ (kayıtlı projeler hariç)
	12.00-13.00 EUR/tCO ₂ (kayıtlı projeler)
ERU-Emisyon Azaltma Kredisi	14.00 EUR/tCO ₂
RGGI-Bölgesel Sera Gazı İnisiyatifi	3.41 \$/kisa tCO ₂
NSW Sera Gazını Azaltma Düzenlemesi	3,75-8.05 A\$/tCO ₂
AEU-Avustralya Emisyon Birimleri (2011-2012)	19.00-23.00 A\$/tCO ₂
Gönüllü krediler	2.50-12.20 \$/tCO ₂
Şikago iklim Borsası	1.65 \$/tCO ₂

Not: Gönüllü kredi değerleri 2007 için volum ağırlıklı ortalamalardır. Ecosystem Marketplace & New Carbon Finance, 2008.

Kaynak: Point Carbon (Ocak 9, 2009); Carbon Market Monitor, 2008: İncelemedeki yıl.

İlk yeni enerji payları hedefleri Arnavutluk 2020 için %40, Kore 2020 için % 6.1 ve 2030 için %11, Pakistan 2012 için % 10 , Samoa 2030 için % 20 ve Tunus 2011 için % 10 u içermektedir.

Amerika ve Kanada'da önlem tedbirleri 46 il ve ilçede arttırılmıştır (33 eyalette yenilenebilir standartları içeren ve 13 ünde RPS'siz önlem hedefleri ile). Dolayısıyla, küresel emisyon ticareti girişimi başarısız olsa bile, farklı değer oranları ile parçalanmış market kısımları farklı ülkelere genişlemiştir. Bu durum karbon için dünyada tek bir fiyat olmadığını göstermektedir. Uluslar arası karbon marketi değişen derecelere bağlı farklı emtiaların veya farklı karbon kredilerinin yer aldığı bir sistemdir. Karbon marketlerinin ortaya çıkan resmi düzensiz görünebilir, fakat şunlara dikkat edilebilir ki sistemin ve finansal pazarların ortaya çıkışı mevcut pazarla benzerlik göstermektedir²²³.

3.1.2.2. Güç Üretimi Teşvik Politikaları

2009'un başlarına kadar, en az 64 ülkenin yenilenebilir enerji üretimini teşvik etmek için bir tür politikaları bulunmaktaydı. Bu destekleme tarifeleri en az 45 ülke ve 18 eyalette / iller / bölgeler içermekte. Destekleme tarifeleri 2008'de/2009'ların başında ilk defa, beş ülkede ulusal düzeyde kabul edilmiştir (Kenya, Filipinler, Polonya, Güney Afrika dahil ve Ukrayna). Hindistan 1990'lardaki eski destekleme politikalarına müteakip, PV güneş ve güneş termik tarifeler için yeni destekleme tarifelerini kabul etmiştir. Norveç 1990'lardaki tarifeleri biyokütle, hidro, rüzgâr enerjisi için yeni bir destekleme tarifesi ile devam ettirmiştir. Birçok ülke (Mısır, İsrail, Japonya -en azından dağıtılan güneş PV dahil-, Nijerya ve Birleşik Krallık) daha gelişmekte olan destekleme politikalarına dahil olmuştur.

Bulgaristan, Fransa, Almanya, İrlanda, Portekiz, Slovak Cumhuriyeti, İspanya, İsviçre ve Türkiye gibi birçok ülkede 2008, 2009 yılları arasında destekleme kanunları revize edilmiş ve bunlara eklemelerde bulunulmuştur. Revizyonların ortak yönleri olarak, destekleme periyodlarını uzatmak, tarife seviyelerini değiştirmek, tarifelerdeki yıllık azalış seviyelerini ayarlamak, yıllık program kapasitesini oluşturmak veya yok etmek, mikro jenerasyonun farklılaştırılması (küçük ölçekli rüzgar güç) ve idari prosedürlerin değiştirilmesi söylenebilir. Bazı örnekler şunlardır: Bulgaristan destekleme periyodunu PV güneş enerjisi için 12'den 25 yıla artmıştır. İspanya, PV güneş enerjisi için tarifelerini 2010 hedefine erkenden ulaştığı için azalttı ve yıllık %10'luk tarife indirimi getirmiştir. 2009 ve 2010 için 500 MW kapasiteli PV güneş enerjisi kurdu. Portekiz, mikro jenerasyon için bir destekleme tarifesi ekledi

²²³ C. Carraro, ve Favero, A., , "The Economic and Financial Determinants of Carbon Prices", **Journal of Economics and Finance**, 59, No:5, 2009, ss.306-409.

(maksimum kapasite 5,75 kw). Almanya PV güneş enerjisi için yüzde 8-10 yıllık tarife indirimleri uyguladı, aynı zamanda hem kara ve deniz rüzgar enerjisi için tarifeleri artırmıştır. Yunanistan PV güneş enerjisi tarifelerini revize etmiş (2010/2012'ye göre düzenlendi), revizyonda resmi olmayan kapasite yok sayılmış ve 10 MW'dan daha büyük çapta PV üniteleri için rekabetçi teklif uygulaması getirilmiştir. Fransa ticari binalar için yeni bir PV güneş enerjisi tarifesi getirmiştir.. İrlanda mikro jeneratörler için tarifeleri artırdı ve hükümet hibesi sağlamıştır. İsviçre tamamen yeni bir destekleme tarife rejiminde girmiştir.

Yeni ve değiştirilmiş PV güneş enerjisi promosyon politikalarına diğer bazı örnekler: Japonya, demiryolu istasyonları, okullar ve hastaneler için ulusal PV güneş enerjisi sübvansiyon oranını %33'den %50'ye çıkardı, 2005 yılında haneler için kaldırılan teşvikler geri getirilmiştir. Japonya yeni yapılmış evlerin üçte ikisinin 2020 yılına kadar güneş PV ile donatılmış olmasını planlanmaktadır. Avustralya, Lüksemburg, Hollanda ve tüm yeni güneş PV sübvansiyon programları yürürlüğe koymuştur.

Diğer birçok ülke 2008 2009 yılları arasında verdikleri politik destekleri geliştirdiler veya eklemelerde bulunmuşlardır. Örnekler: Portekiz küçük yenilenebilir enerji üreticileri için lisans sürecini basitleştirmiş, Danimarka rüzgâr çiftlikleri için kamu yatırımına başlamıştır.

Gelişmekte olan ülkeler arasında, Meksika, bu yenilenebilir enerji programı konusunda fayda edinimini düzenleyen, projeye fon oluşturacak yeni bir yasa çıkarmıştır. 2002 yılında başlayan Brezilya milli PROINFA programı, küçük hidro, biyokütle, rüzgar yenilenebilir enerji hedefine 3.300 MW ile ulaşmış ve programın ikinci ayağında kendisine 2020 yılına kadar bu kaynaklardan elektrik üretiminin yüzde 10'una ulaşmak için hedef koymuştur. Çin, yerli rüzgar türbini üretimi lehine ithalata gümrük muafiyeti ve KDV indirimi getirmiştir. Hindistan kendi ulusal destekleme tarifesi ile birlikte hızlandırılmış amortisman sağlamıştır. Mısır'ın yeni enerji yasası bağımsız yenilenebilir enerji üreticilerine ve destekleme çağrısı tarifelerine imkân sağlamıştır. Suriye yeni Enerji Koruma Kanunu yenilenebilir enerji üretimini özel sektör için teşvik etmektedir. Uganda %14'den %45'e off-grid PV güneş enerjisi için sübvansiyonları arttırmıştır. Güney Afrika yenilenebilir enerji projelerini hızlandırmak için yeni bir kamu kurumu oluşturmuştur²²⁴.

²²⁴ REN21, a.g.e., s.19.

Tablo 30. Destekleme Politikalarını Kanunlaştıran Ülke, Eyalet ve Bölgelerin Kümülatif Sayısı

Yıl	Kümülatif Sayı	O Yıl Eklenen Ülke, Eyalet ve Bölge
1978	1	Birleşik Devletler
1990	2	Almanya
1991	3	İsviçre
1992	4	İtalya
1993	6	Danimarka, Hindistan
1994	8	İspanya, Yunanistan
1997	9	Sri Lanka
1998	10	İsveç
1999	13	Portekiz, Norveç, Slovenya
2000	13	-
2001	15	Fransa, Letonya
2002	21	Cezayir, Avusturya, Brezilya, Çek Cumhuriyeti, Endonezya, Litvanya
2003	28	Kıbrıs, Estonya, Macaristan, Güney Kore, Slovakya, Maharashtra (Hindistan)
2004	33	İsrail, Nikaragua, Prens Edward Adası (Kanada), Andhra Pradesh ve Madhya Pradesh (Hindistan)
2005	40	Kamataka, Uttaranchal ve Uttar Pradesh (Hindistan), Türkiye, Ekvador, İrlanda
2006	43	Ontario (Kanada), Arjantin, Tayland
2007	49	Güney Avustralya (Avustralya), Arnavutluk, Bulgaristan, Makedonya, Uganda
2008	61	Queensland (Avustralya), Kaliforniya (ABD); Gujarat, Hayrana, Punjab, Rajasthan, Tamil, Nadu and Wezt Bengal (Hindistan); Kenya, Filipinler, Polonya, Ukrayna
2009	63	Avustralya Başkent Sınırları (Avustralya), Güney Arfika

Kaynak: Renewables Global Status Report, 2009

Konut enerji verimliliği kuruluşu (Reep) ABD’de konutlarda güneş enerjili su ısıtma ve güneş elektrik sistemleri için kredi vermektedir. Kredi ABD’de vergi ödeyenler için geçerlidir. Mükelleflerin, kat malikleri olarak veya bir kooperatifin hissedarları olarak yapılan harcamaların paylarına düşen kısmı hesaplanabilir olmalıdır. Bir güneş enerjili su ısıtma sisteminin başarılı sayılması için ısıtılan suyun en az yarısının enerjisini sağlaması gerekmektedir. Amerikan Kurtarma ve Reinvesunent Act of 2009 (PL 111 -5), tarafından yapılan değişiklikten önce güneş su ısıtma sistemi kredisi 2,000 \$ yıl ile sınırlı olmuştur.

Güneş enerjisi sisteminin kullanılmaya başlandığı yıldan itibaren Reep kredisini almak mümkündür. Kredi, iade edilemez fakat daha ileri bir tarihe ertelenebilir. 2009 yılının başından itibaren bu düşük vergi uygulamasının alternatifi olan uygulamaya başvurula bilinmektedir. Sistem bağlamak için hazırlık, montaj ve montaj ile ilgili sistemler, boru

döşeme ve kablolama maliyeti, artı işçilik kredinin harcanabileceği giderler olarak belirtilmiştir. Harcamalar ve güneş enerjisi sistemleri, vergi mükelleflerinin mülkünde değer artışı yaratsa da, mülkün ederi kredi oranında düşürülmelidir. Güneş enerjisi sistemleri kapalı alanların ısıtılmasından başka amaçlarla (havuzun veya deponun ısıtılması) kullanıldığı takdirde kredi kapsamından çıkmaktadır. Güneş enerjili su ısıtma sistemleri için mülkiyet, performansı için kar amacı gütmeyen Güneş Değerlendirme ve Sertifikasyon Kurumu veya mülkiyetin kurulduğu eyalet hükümetinin onaylamış olduğu bir kuruluş tarafından sertifikalandırılmalıdır. Güneş elektrik sistemleri için sertifikasyon gerekli değildir.

Bazı eyaletler, yerel yönetimler ve kamu hizmeti şirketleri teşvikler sunmaktadır. Kullanılabilen diğer teşvikler şunlardır:

- Emlak vergi muafiyeti
- Devlet gelir vergisi krediler ve kesintileri
- Devlet satış ve kullanım vergi muafiyetleri
- İndirimler
- Düşük faizli finansman²²⁵

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi; “4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu”, 5346 Sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” ve ikincil mevzuat kapsamında teşvik edilmektedir. Buna göre sağlanan teşvikler Tablo 31.de verilmiştir²²⁶.

²²⁵ K.D. Swift, “Solar Energy Systems: Incentives Are Better Than Ever”, **Journal of Accountancy**, February 2010, ss.54-55.

²²⁶ http://www.emo.org.tr/ekler/73a234fb82af029_ek.pdf, Erişim Tarihi: 26.11.2010

Tablo 31. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Sağlanan Teşvikler

5346	YEK-e Kanunu
YEK Teşvikli Fiyat	Her yıl EPDK tarafından belirlenen bir önceki yılın Türkiye ortalama toptan satış fiyatı Ancak Fiyat 5 €/kWh karşılığı TL- 5.5 €/kWh karşılığı TL arasında olacak YEK türü ve teknolojileri arasında fiyat farklılığı yok. İstenirse serbest piyasada satış yapma olanağı
Destek süresi	31.12.2011 tarihine kadar işletmeye giren tesisler için maksimum on yıl
Alım zorunluluğu	Perakende satış şirketleri Şirketin bir önceki yıl pazar payı oranında
Arazi	Arazi bedelleri ile ilgili destekler 2012 yılına kadar Orman ve Hazine mülkiyetindeki arazilerde kullanılan kısımların izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izin bedellerinde % 85 indirim (yatırım ve işletme dönemlerinin ilk on yılı) ORKÖY ve Ağaçlandırma Özel Ödenek gelirleri muafiyeti
4628	Elektrik Piyasası kanunu ve ikincil Mevzuat
Lisans Bedelleri	Lisans bedeli muafiyeti (%99)ve Yıllık lisans bedeli ödenmesinde ilk 8 yıllık muafiyet
Lisans Muafiyeti	<500kW Yek tesisleri için lisans muafiyeti
Bağlantı ve Sistem Kullanım	Sisteme bağlantı yapılmasında öncelik 31.12.2015’e kadar sisteme bağlantı için gerekli iletim hatlarının ilgili tüzel kişilerce yapılabilmesi (bedelin bağlantı ve sistem kullanım anlaşması yolu ile maksimum on yıl’da alımı) 31.12.2012’ye kadar işletmeye girecek lisanslı tüzel kişilere işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl iletim sistem kullanım bedelinde % 50 indirim
Vergi	31.12.2012 tarihine kadar üretim tesislerinin yatırım dönemindeki işlemleri ve düzenlenen kağıtlar için damga vergisi ve harç muafiyeti

Kaynak: http://www.emo.org.tr/ekler/73a234fb82af029_ek.pdf, Erişim Tarihi: 26.11.2010

3.1.2.3. Ekonomik Araçlar

Ekonomik araçlar içinde ilk akla gelen vergilendirme değildir. Prensip, yüksek emisyon vergileri, halkın çeşitli maddelerin tüketiminden kaynaklanan ortak zararının yansıtılması olarak algılanabilmektedir. Bu ifade uygulamada, emisyonu kontrol edebilecek bir düzeyde ve daha kabul edilebilir bir standart olması açısından vergilendirme yapma anlamına da gelebilir.

Tablo 32. OECD Üye Ülkelerinde Elektrik Tüketimi Üzerinden Alınan Vergiler

Ülke	Vergi	Vergi Oranı (Euro/kWh, aksi belirtilmedikçe)
Avusturya	Enerji vergisi	0,015
Belçika	Enerji harcı	0,0013641
Danimarka	Karbondioksit harcı	0,0134
Danimarka	Elektrik harcı (ısıtma)	0,0673
Danimarka	Elektrik harcı (diğer amaçlar)	0,076
Finlandiya	Yakıt tüketim vergisi (imalat sektörü)	0,0042073
Finlandiya	Yakıt tüketim vergisi geri kalan ekonomi)	
Finlandiya	Stratejik stok harcı	0,0001261
Almanya	Elektrik harcı	0,0128
İtalya	Ek elektrik vergisi, kasaba, bölge(özel mülkiyet)	Değişken
İtalya	Ek elektrik vergisi, kasaba, bölge(sanayi)	Değişken
İtalya	Elektrik enerji vergisi, eyalet	0,003
İtalya	Elektrik enerji vergisi, eyalet	0,0021
Japonya	Enerji kaynakları geliştirme teşvik vergisi	0,0041
Hollanda	Düzenleyici enerji vergisi(10,000'a kWh/yıl kadar)	0,0601
Hollanda	Düzenleyici enerji vergisi(10.000-50.000 kWh/yıl)	0,02
Hollanda	Düzenleyici enerji vergisi(50.000-10 milyon kWh/yıl)	0,0061
Norveç	Elektrik tüketim vergisi	0,0128
İspanya	Elektrik vergisi	0,04864
İsveç	Elektrik enerji vergisi(Hane Halkı)	0,0214
İsveç	Elektrik enerji vergisi(İmalat ve ticari seraler)	0
İsveç	Elektrik enerji vergisi(Diğer sektörler için)	0,0151
İsveç	Elektrik enerji vergisi(200.000 tondan fazla materyal soyutlama izni verilen)	0,0015
Birleşik Krallıklar	İklim değişikliği artırımı(Sıradan oran)	0,0069
Birleşik Krallıklar	İklim değişikliği artırımı(Düşük oran)	0,0014
Birleşik Devletler	Delaware: Kamu vergisi	4,25% brüt alınan

Kaynak: OECD 2003

Her ne kadar uluslararası düzeyde karbon vergisinin uygulanması kapsamlı olarak tartışılrsa da, siyasi olarak bu ülkelerde genel olarak bir kabul edilebilir sonuca ulaşamamıştır. Uluslararası düzeyde bir karbon vergisi oranı pazarlıkları ve karbon vergi rejiminin uygulanması çok karmaşık bir hal almaya başlamıştır. En büyük sıkıntı vergi oranının belirlenmesinde ve elde edilen gelirin nasıl dağıtılacağı konusunda ortaya çıkmıştır.

Danimarka, Finlandiya, Almanya, Hollanda, Norveç, İsveç ve Birleşik Krallık'ta "Karbon vergisi" uygulanmaya başlanmıştır. Her ne kadar bu vergi karbon vergisi ortak adı altında uygulanmışsa da, genellikle ortak bir vergi tabanı yoktur. Örneğin, Danimarka ve Birleşik Krallık karbon vergisini kWh olarak elektrik tüketimi üzerinden alınmasına karşın,

Danimarka, Norveç, İsveç ve Birleşik Krallık'ta karbon vergileri metreküp (m³) üzerinden doğal gaz tüketimine göre hesaplanmaktadır.

2009 yılında Kyoto Protokolü'nde taraf olan Ülkemiz, önümüzdeki yıllarda Atmosfere salınan sera gazlarını kontrol altına almak veya yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapması gerekmektedir. Aksi halde karbon borsasından karbon sertifikası satın almak, mal ve hizmetlere karbon vergisi koymak zorunda kalacaktır²²⁷.

Karbon vergilerinden farklı olarak, ortaya çıkan ilk karbon emisyon ticareti rejimi uluslararası düzeyde olmuştur. Aslında, 1997 yılında Kyoto Protokolü'nün müzakerelerinde sadece uluslararası ticaret sera gazı emisyonları için hükümler benimsenmiştir. En önemli itici faktör olan ve % 7 emisyon azaltma hedefinin gerçekleştirilmesi için yeterince güçlü iç politikaları uygulaması mümkün olmayan ABD' nin emisyonu düşürmesi için düşük maliyetli çözümlere ihtiyacı vardır. Kyoto Protokolü kapsamında çalışan ticaret mekanizmaları genelde 'esneklik mekanizmaları' olarak kabul edilmektedir²²⁸.

Piyasa mekanizması enerji üretiminde yatırımı teşvik etmek adına daha önceden edinilmiş bilgi ve tecrübeleri elektrik piyasalarına veya üretimi ülkelere aktarmaktadırlar.

Destekleme tarifeleri Avrupa'daki yatırımları başarıyla düzenleyen ve muhtemelen şimdiye kadar en çok bilinen temiz enerji piyasa mekanizmasıdır. Destekleme tarifleri (Feed-in Tariff) ya da yenilenebilir enerji ödemeleri olarak bilinen mekanizma gerek yenilenebilir enerjinin adaptasyonu gerekse de bu gibi alternatif enerji üretimlerinin daha ekonomik hale gelmesine yarar sağlamak üzere düzenlenmiş bir sistemdir²²⁹. Genel olarak 3 temel unsuru kapsayan bu mekanizma; garanti edilen güvenilir bir şebeke girişi, uzun dönemli elektrik üretim kontratları ve yenilenebilir enerjilere ekonomik satın alma fiyatlarından ulaşma imkânı sağlamaktadır²³⁰. Bu mekanizma ile elektrik üreten şebeke niteliğindeki firmaların belli miktarlarda yenilenebilir enerjiyi kullanmaları zorunlu hale getirilmektedir.

Destekleme tarifleri sayesinde maliyet bazlı hale gelen fiyatlar sayesinde her bir yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretimler ayrı ayrı gelişmekte ve yatırımcılarına makul getiriler sağlamaktadır. Böylece dünya enerji ihtiyacındaki fosil yakıtlara olan bağıllık da giderek azalmaktadır. 2009 yılıyla beraber içinde Avustralya, Avusturya, Belçika, Brezilya, Kanada, Çin, Kıbrıs, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Fransa, Almanya, Yunanistan,

²²⁷http://www.mmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=19085&tipi=1&sube=3, Erişim Tarihi: 26.11.2010.

²²⁸Owen, A.D., (2006), "Renewable Energy: Externality Costs As Market Barriers", **Energy Policy**, ss.640

²²⁹Paul Pipe, "Renewable Energy Policy Mechanisms", 2006, s.19., <http://www.wind-works.org/FeedLaws/RenewableEnergyPolicyMechanismsbyPaulGipe.pdf>, erişim tarihi: 05.02.2009

²³⁰ Miguel Mendonça, **Feed-in Tariffs: Accelerating the Deployment of Renewable Energy**, London: EarthScan, 2007, s.89.

Macaristan, İnan, İrlanda, İsrail, İtalya, G. Kore, Litvanya, Lüksemburg, Hollanda, G. Afrika, Portekiz, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye ve ABD'nin bazı eyaletlerinin de bulunduğu birçok bölgede bu tür tarifelerin geçerli olduğu görülmüştür.

2008 yılında Avrupa birliği tarafından yapılan bir araştırmaya göre destekleme tariflerinin başarıyla uygulamaya konulduğu ülkelerde daha etkin ve ekonomik yenilenebilir enerji üretiminin sağlandığı görülmüştür. Benzer araştırma sonuçlarına Uluslar arası Enerji Birliği (the International Energy Agency), Avrupa Yenilenebilir Enerji Federasyonu (the European Federation for Renewable Energy) ve Deutsche Bank tarafından da ulaşılmıştır.

Enerjinin çok düşük de olsa bir kısmının yenilenebilir enerji kaynağından elde edilmesini öngören Yenilenebilir Portföy Standartları, yaygın olarak kullanılmaktadır. Yenilenebilir Portföy Standartları, destekleme tarifelerinden daha önu açık olmamasına rağmen temiz enerji alanında yatırımı artırmaktadır. Uzun vadeli elektrik üretimi kontratları ve üreticilere yarışmacı bir ihale süreci sunan ihaleler başka bir ana enerji piyasası mekanizması olmuştur.

Eğer doğru sonuçlara ulaşılmak isteniyorsa piyasa güçleri, politika ve finansman mekanizmaları dikkatlice yönetilmelidir. Bu noktada destekleme tarifeleri yenilenebilir enerji üretimi yatırımlarını kullanılan teknolojiye göre enerji fiyatını ortalama değerin beş katına kadar garanti ederek teşvik etmektedir. Finansörler, yenilenebilir enerji piyasası tarafından cömertlikleri ve güvenilirlikleri takdir görürken, destekleme tarifeleri sayesinde elektrik üretimi için belirlenen taban fiyatı üzerinden nakit akışı tahminlerini rahatça yapabilmektedirler. Destekleme tarifeleri nispeten basit ve ölçeklenebilir niteliklidir. Dünya çapında kurulu rüzgâr kapasitesi açısından Almanya ve İspanya'yı sırasıyla ikinci ve üçüncü sıraya ulaştırırken, PV kapasitede İspanya ise dünya lideri olmuştur.

Bütün bunlara rağmen, destekleme tarifelerinin bazı olumsuz yönleri de vardır. Bunların başında maliyet gösterilebilmektedir. Getirinin büyük bir kısmı sermaye yatırımcıları (İspanya'da %20'lik bir geri dönen getiri söz konusudur), proje geliştiricileri ve üreticilere gideceğinden faturayı ödemesi gereken birileri olmalıdır.

Bu konu ile ilgili olarak aşağıdaki hususların bilinmesi önem arz etmektedir:

İhaleler: İhaleler çeşitli ülkelerde belirli formlar içinde temiz üretim kapasitesi inşa edilmesini teşvik etmek için kullanılabilir. Süreç, vergi indirim ve / veya hükümet hibeleri gibi diğer teşvikler ile birlikte kullanılabilir. Müzayedeler çeşitli avantajları vardır: örneğin, hükümetler, kazanan teklif sahiplerinin üretim için gereken bileşenlerin belirli bir oranını yerli üreticilerden almasını şart koşarak yerel ekonominin geliştirilmesi sağlanabilir.

Bir başka avantajı da, her ne kadar hükümetler başka mekanizmalarla oyun alanını etkileseler de, rekabetçi piyasa güçlerine elektrik fiyatlarını belirleme imkânı tanımaktadır. Ancak, ihaleler, ilerlemiş ve serbest piyasanın geçerli olduğu ülkelerin aksine, elektrik arzına müdahalelerin olduğu diğer ülkelerde daha başarılı sonuçlar vermektedirler. Çin’de 2003 ve 2007 yılları arasında, proje geliştiricilerinin uzun vadeli bir tarife sistemi baz alınarak teklifler verdiği rüzgar enerjisi için rekabetçi ihaleler yapılmıştır. Rekabetçi teklif sisteminin rüzgâr endüstrisine zarar verdiği görüşlerini müteakip, süreçte en düşük teklifin mutlaka kabul edilmesini onaylayan düşünceden, projenin başarısını riske atma ihtimaline karşın vazgeçilmiştir. Sürecin ilerleyen zamanlarında ortalamaya yakın tekliflerin başarılı oldukları gözlemlenmiştir. Çin şimdi rüzgâr için destekleme tarifelerine geri dönmüş ve güneş için de yakında kullanmaya hazırlanmaktadır. Ama destekleme tarifelerini makul seviyelere çıkaran ihale fiyatını keşfetmede uzun bir süreye ihtiyacı olduğu da bir gerçektir.

Yenilenebilir Portfolyo Standartları (RPS) / Yeşil Sertifikalar: Yenilenebilir Portfolyo Standartlarının elektrik üretim firmalarının üretimlerinin belli bir oranda yenilenebilir kaynaklardan olmasını sağlayarak, yenilenebilir enerjinin entegrasyonunu hızlandırmaktadır. Şu anda birçok RPS rejimi zorunlu değil gönüllüdür.

Yenilenebilir Portfolyo Standartları, İngiltere, İtalya ve Belçika’nın yanı sıra ABD 29 eyalette (ABD çapında satışların yarısı) ve Columbia bölgesinde uygulanmaktadır. Bir diğer altı ABD eyaletinde yenilenebilir enerjinin kabul edilmesi için bağlayıcı olmayan hedefler vardır. Başkan Obama, elektrik üretiminin % 25’i 2025 yılına kadar yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi gerektiğini savunarak, RPS’yi ulusal enerji stratejisinin temel taşı yapmıştır.

RPS’nin ana avantajı bir piyasa merkezli sistem olmasıdır, böylece rekabetçi güçlerinin var olan teknolojiyi kullanmak yerine yenilenebilir enerji üretimi alanında gelişmeleri desteklemesini sağlamaktadır. Bu şekilde yenilenebilir teknolojilerin elektrik piyasasına girişi için uygun ortamı sağlar, ölçek ekonomileri oluşturarak diğer yöntemlere oranla daha hızlı bir şekilde verimliliğin gelişmesine zemin hazırlamaktadır. Ayrıca, en ucuz elektriği üretme konusunda yenilenebilir enerji üreticileri arasındaki rekabet yaratmaktadır.

Buna rağmen, birçok Yenilenebilir Portfolyo Standartları henüz zorunlu değildir ve elektrik üreticileri belirlenen hedeflere ulaşamadıkları için henüz cezalandırılmış değildir. RPS politikaları, bu yüzden temiz enerji alanında önemli yatırım yaratmak hususunda nadiren

yeterli oldukları için, vergi kredilerinin de olduğu finans mekanizmasının dahil edileceği sistem en iyi kombinasyonu vermektedir²³¹.

3.2. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Değerlendirilmesi ve Riskler

3.2.1. Yatırımların Ekonomik Değerlemesi

Yatırımların ekonomik değerlemesinde finansman kaynağı sunan kesim, projenin yaratacağı katma değer ile yakından ilgilenip geliştirilen finansman modeli üzerinden ciddi çalışmalar yapmaktadırlar. Bu nedenle hazırlanan finansman modelinde, sadece proje veya hissedar getirisini değil aynı zamanda finansörlerin karşılama oranları da gösterilmektedir. Finansman modeli, projenin nakit akışına odaklanan, varsayımları muhafazakâr olan ve özellikle finansman sağlayanlarla olan tüm ilişkilerde projenin ve finansman yapısının uygulanabilirliğini farklı senaryolar altında gösteren bir model olmalıdır²³².

Buna göre öncelikle Yatırımların ekonomik değerlemesinde en çok tercih edilen yöntemlerin başında iskonto edilmiş nakit akımları yöntemi gelmektedir. Damodaran'ın kullanmış olduğu tanımlamaya göre “projeye nakit akımı” (cash flow to project) olarak da isimlendirilen yöntemde, projeye nakit akımına nasıl ulaşılabileceği aşağıda yer almaktadır²³³.

İskonto edilmiş nakit akımı değerlendirilmesi, diğer değerlendirme yöntemlerinin, üzerine inşa edildiği temel bir değerlendirme yaklaşımıdır. Bu yaklaşıma göre gelecekte projeye bağlı olarak gerçekleşecek nakit giriş ve çıkışlarının bugünkü değerlerinin dikkate alınması esas olarak kabul edilmektedir. Bu değerlendirme sonucunda, nakit girişlerinin bugünkü değeri nakit çıkışlarının bugünkü değerinden fazla olan projeler seçilmektedir.

İskonto oranı riskli varlıklar için daha yüksek oranlar ve daha güvenli projeler için daha düşük oranları ile tahmin edilen nakit akışları, proje riskinin fonksiyonu olacak şekilde değerlendirmeye alınmaktadır²³⁴.

İskonto edilmiş nakit akışları yöntemi, gelecekteki nakit akışlarının değerlendirilmesi faaliyeti olarak paranın zaman değerine dayalı bir yöntemdir. Bu noktada öncelikle net kâr ve nakit akımının tanımlarının yapılması gerekmektedir.

²³¹ World Economic Forum, Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap, 2010, s.68

²³² Department of Trade and Industry, Financing Renewable Energy Projects, New & Renewable Energy Enquiries Bureau, Harwell, 2000, s.26.

²³³ Hasan Bal, “Sermaye Bütçelemesi Yatırım Kararlarında Özkaynağa Nakit Akımı Yönteminin Kullanılması ve Projeye Nakit Akımı Yöntemi ile Karşılaştırılması”, **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 11 / 1, Ankara, 2009, s.222.

²³⁴ Aswath Damodaran, **Investment Valuation**, John Willey & Sons, New York, 2002, s.17

Nakit akımları: Muhasebe net kârından farklı olarak belirli bir dönem içerisinde firmaya giren veya çıkan net nakit tutarıdır.

Muhasebe kârı: Firmanın gelir tablosunda hesap edilen kar kalemidir.

Nakit akımları bu doğrultuda faaliyet nakit akımları ve diğer nakit akımlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

- Faaliyet Nakit Akımları: İşletmenin normal faaliyetleri sonucunda elde edilen ve satış gelirleri ile vergileri de içeren nakit akımlarıdır.
- Diğer nakit akımları ise hisse senedi ihracından, borçlanmadan, sabit varlıkların satışından meydana gelmektedir.

İskonto edilmiş nakit akışları yönteminde genellikle şu adımlar takip edilmektedir:

- Varlıklar ve yükümlülükler ayrılır
 - gelirler,
 - yatırımlar,
 - amortismanlar,
 - vergiler,
 - işletme sermayesi,
 - bunların haricindeki varlıklardaki +/-
- Geçmiş yıllar nakit akımları irdelenir
- Nakit akımlarını etkileyen kalemlerin öngörüsü yapılır
- İyimser, kötümser ve normal varsayımlar belirlenir
- Nakit akımları öngörülür
- İskonto oranı belirlenir
- Artık değer hesap edilir
- Sonuçlar değerlendirmeye tabii tutulur.

Bu noktada iskonto edilmiş nakit akışı analizi üç temel adımdan oluştuğu söylenebilmektedir.

- i. **İskonto oranının belirlenmesi:** İskonto oranı belirlenirken çeşitli unsurlar değerlendirilmektedir. Bu açıdan sektörün özellikleri, rakip işletmelerin sermaye maliyeti en belirgin unsurlar olarak dikkati çekmektedir. Çoğunlukla iskonto oranı olarak sermaye maliyeti tercih edilmektedir. Ancak aşağıdaki kriterler de önem arz etmektedir.

- Belirlenen iskonto oranı sermaye maliyetinden düşük olmamalıdır.
- İşletmenin ortalama karlılık oranı,
- Sermaye piyasasında geçerli faiz oranı,
- Benzer yatırım alanlarındaki karlılık oranı,
- Yatırımın taşıdığı risk,
- Sermayenin fırsat maliyeti,
- Sermayenin marjinal verimliliği.

- ii. **Nakit akışlarının tahmini:** Zor bir süreç olan nakit akımlarının tahmini bu nedenle tam olarak yapılamamaktadır. Bu süreçte o yılın nakit akışlarına ek olarak geçmişteki nakit akışları da incelenip tahminlerde bu değişimlerden yararlanılmaktadır. Nakit akımları üzerinde düzeltmelerin yapılması ise sağlıklı sonuçlar elde edilebilmesi açısından önem arz etmektedir.
- iii. **Nakit akışlarının bugünkü değerinin hesaplanması:** Son adımda belirlenen nakit akımları iskonto oranı ile bugünkü değerlerine indirilmektedir.

Bu yöntem dahilinde nakit akımları aşağıdaki formüle bağlı olarak saptanmaktadır:

$$INA = \frac{A_1}{(1+i)^1} + \frac{A_2}{(1+i)^2} + \frac{A_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{A_n}{(1+i)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+i)^t}$$

Formüldeki notasyonlar şunlardır:

- A_t : t' inci yıldaki net nakit akımı (Hurda değer son yıla gelir olarak eklenir)
- n : Nakit akımları tahmininde kullanılan süre
- i : İskonto oranını ifade etmektedir (yatırımdan beklenen asgari kârlılık oranı olabileceği gibi, proje finansmanında kullanılan kaynakların sermaye maliyeti de olabilir).

3.2.2. Yatırım Risklerinin Değerlendirilmesi

Proje riskleri miktarı, zamanı ve proje finansmanı için fonların uygunluğunu etkilerler. Bu kredilerin büyüklüğünü sınırlandırır, kar oranını artırır ve dönemi kısaltır. Öz

sermaye yatırımları için, risk, geri dönüşün hedeflenmiş iç oranını artırır. Bu yüzden, riskin belirlenmesi ve yönetimi proje finansmanında çok önemlidir²³⁵.

Gelişmekte olan Ülkelerde Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansal Risk Yönetim araçlarının değerlendirilmesi çok önem kazanmıştır. Son dönemlerde, özellikle Yenilenebilir Enerji ile ilgili riskler ve engeller artan biçimde tartışılmaya başlamıştır. UNEP tarafından yapılan araştırmalar, düzgün yönetildiği takdirde riskler kredi kullanan ve krediyi verenlerden uzaklaşacak ve yenilenebilir enerjilerin finansman maliyetinin azaltılması sağlanacaktır. Her şeye rağmen, bu gün için Yenilenebilir Enerji ile alakalı Sigorta ve diğer Finansal Risk Yönetim araçları/yapılanmaların OECD ülkelerinde gün geçtikçe artarken, gelişmekte olan ülkelerde sınırlı olarak kalmıştır.

Küresel Çevre Kuruluşları ve Bağış yapabilen kuruluşlar, gerçek ve etkili risklerin yüksek olduğu Gelişmekte olan Ülkelerde risk yönetimi konusunda dengeleyici rol oynamaktadırlar. Bu maksatla, Dünya Bankası, UNDP, Küresel Çevre Kuruluşları ve birçok endüstriyel ortaklıklar destek vermektedirler. Risklerin azaltılması, verimliliğin artırılması Yenilenebilir Enerji Projelerinde özel sektörün etkin yer almasını sağlayacaktır. Dört veya daha fazla risk yönetim metodunun fizibilite çalışmasında kullanılması projelerin kabulüne yardımcı olacaktır²³⁶.

Yatırım projelerinin değerlemelerinde finansman sağlayan kesimler, projenin uygun bir teşebbüs olduğuna ikna olmadıkları sürece fon sağlamayı kabul etmemektedirler. Bu nedenle bu kesimler, projeye bağlı temel risklere karşı korunma talep etmekte, aksi takdirde projenin başlamasından önce adı geçen çeşitli ticari ve finansal risklere karşı bu koruma olmadan o projeye finansman sağlamamaktadırlar. Bu risklerin tam tazmininin sağlanabilmesi için projeye kefil olabilecek kadar kredibilitesi yüksek olan tarafların mevcudiyeti gerekmektedir. Buna göre, proje ile ilişkili riskler ışığında, projeye finansman desteği sağlayanlar taraflar, sözkonusu risklerin finansal açıdan yetkin taraflara transfer edilmesi ve daha sonraki muhtemel finansörlerin korunması için çeşitli güvenlik düzenlemeleri istemektedirler. Burada karakterize edilen çeşitli riskler ise şu şekilde özetlenebilir.

- Tamamlama,
- Teknolojik,

²³⁵ Chioma E. Ubajaka, “How Can Project Finance For Renewable Energy Power Projects Be Structured To Ensure Their Bankability?”

²³⁶ Hüseyin Arabul, “Dünya’da ve Türkiye’de Enerjinin 2009. Yılı: Dağıtım Sektöründe Yeni Perspektifler”, www.emsad.org.tr/tr/haber2303.doc, Erişim Tarihi: 27.11.2010

- Ham madde tedariki,
- Ekonomik,
- Finansal,
- Döviz kuru,
- Politik,
- Çevresel ve
- Mücbir sebep riskleridir.

Bu risklerin her biri aşağıdaki şekilde irdelenebilmektedir²³⁷:

- **Tamamlama Riski**

Tamamlama riski, projenin tamamlanmaması riskini içermektedir. Projeyi finanse eden taraflar, peşinen sağladıkları finansman nedeniyle projenin tamamlanamaması durumunda yatırımlarını geri çekme noktasında ısrarcı olmaktadır.

Finansal ve teknik boyutlar olmak üzere temelde iki boyuta sahip olan tamamlama riskinde finansal risk iki gruba bağlı olmaktadır:

- Beklenenden daha yüksek bir enflasyon oranı, önemli malzemelerin eksikliği, inşaat programını yavaşlatan beklenmeyen gecikmeler, inşaat maliyetinin olması gerekenden daha az tahmin edilmesi ya da sermaye maliyetlerinde meydana gelecek artışlardan dolayı projenin karlılığını kaybetmesi durumları ilk grup faktörleri oluşturmaktadır.
- İkinci grup faktör ise, proje ürününün beklenenden daha düşük fiyatlı olması veya önemli girdi maliyetlerinin beklenenden daha pahalı olması beklenen getiri oranını finansörlerin projeyi daha fazla karlı görmeyecekleri kadar düşürmesi durumudur.

Tamamlama riskinin teknik boyutu ise süreçle ilgili olmaktadır. Buna göre, projeyi finanse edenlere finansmandan önce verilen tüm güvencelere rağmen proje, süreç içinde çeşitli nedenlerden ötürü teknik açıdan yapılamaz duruma gelebilmektedir. Projenin çevresel açıdan itiraz edilebilir hale gelmesi de bu boyuta dâhil edilen önemli bir faktördür.

- **Teknolojik Riskler**

Teknolojik risk teknolojinin, proje için önerilmiş ölçekte, belirlenmiş spesifikasyonlara uygun performans göstermediği veya zamanından önce demode olduğu durumlarda ortaya çıkmaktadır. Eğer teknolojik yetersizlik projenin tamamlama testinde

²³⁷ Finnerty, a.g.e., s.76.

başarısızlığına sebep olursa, diğer bir ifade ile proje öncesinde ortaya çıkarsa, risk faktörü tamamlama riskine aittir. Bununla birlikte proje belki tamamlama koşullarını yerinde getirecektir fakat yinede teknik spesifikasyonlarına göre performans göstermeyecektir. Bu şekildeki başarısızlıklar öz kaynak karlılığını zayıflatmaktadır.

Projenin tamamlanmasından sonraki süreçte oluşan teknik tükenme riski, teknolojiyi çok hızlı gelişen bir sanayide bulunan en modern teknolojiyle donatılmış projeler söz konusu olduğu zaman özellikle önem arz etmektedir. Normal olarak, bu şekildeki teknik riskler proje finansmanına engel olmakla birlikte, ürün müşterileri gibi kredibilitesi yüksek olan taraflar ın söz konusu olduğu projelerde, proje finansörleri bu risklere rağmen projeyi finanse etmek isteyebilmektedirler.

- **Ham Madde Tedarik Riski**

Özellikle doğal kaynağa dayalı projelerde; doğal kaynakların, ham maddeler veya diğer üretim faktörlerinin, tükenme veya projenin hayat sürecinde kullanılamaz duruma gelme riski, hammadde tedarik riski olarak değerlendirilmektedir.

- **Ekonomik Risk**

Proje teknolojik olarak sağlıklı, tamamlanmış ve tatmin edici bir şekilde işliyor olsa bile, projenin faaliyet giderleri, borç servisini karşılayacak ve yatırımcılar için iyi bir getiri sağlayacak kadar gelir yaratamıyorsa o proje için ekonomik risk söz konusu olmaktadır. Ekonomik riskin azaltılmasındaki en önemli faktörlerinden biri, projenin tesislerinin işletim verimliliğinin artırılmasıdır.

- **Finansal Risk**

Eğer bir proje finansmanının önemli bir bölümü için alınan borç değişken karakterde bir yapıya sahip ise yükselen faizlerin projenin borç karşılama yetisini tehlikeye sokma riski vardır. Bu tip riskleri azaltmanın geleneksel metodu proje finansmanı için sabit faizli borç ayarlanmasıdır. Faiz riskinden korunma imkanı veren çeşitli finansal araçlarının varlığı, projeyi finanse eden kesimlere başka risklere maruz kalmadan faiz riskini elimine etme imkanı vermektedir.²³⁸

²³⁸ Finnerty, a.g.e., ss.79-80.

- **Likidite Riski**

Likidite riski, projeye bağlı yükümlülüklerini zamanında yapılamaması riski olarak tanımlanmaktadır. Buradaki en önemli husus, projeye nakit giriş ve çıkışlarındaki dengesizliktir. Buna göre vade ve miktar olarak ortaya çıkan nakit giriş ve çıkış dengesizliği likidite riskine neden olmaktadır. Kısa vadedeki likidite riski, esas olarak cari operasyonları finanse etme ihtiyacından kaynaklanmaktadır. Teslim ettiği mal ve hizmetlerin ödemesini almadan firma kendi tedarikçilerine ödeme yapmak zorunda olduğu ölçüde, meydana çıkacak nakit eksikliğinin karşılanması gerekmekte ve bu genellikle kısa vadeli borçlanmalarla yapılmaktadır. Bir çok yatırım projesinde çalışma sermayesi finansmanı bu şekilde yapılmakta, firmanın kısa vadeli yükümlülüklerini karşılayamama noktasında ise likidite riskiyle karşı karşıya kalınmaktadır.

- **Döviz Kuru Riski**

Döviz kuru riski, projenin nakit akışının birden fazla para birimlerinde gerçekleştiği durumlarda ortaya çıkmaktadır. Böyle durumlarda, ilgili para birimlerinin kurlarında meydana gelen değişiklik proje borcunun karşılanması için gerekli nakit akımını etkileme riski, döviz kuru riski olarak tanımlanmaktadır.

Döviz kuru riskini yönetebilmek için (1) projenin kredi fonunun uygun bir kısmının yabancı para cinsinden tedarik edilmesi (2) forward ve/veya futures gibi türev ürünlerin kullanılması ya da (3) bir veya daha fazla para trampası ayarlanması yolları tercih edilebilmektedir.

- **Politik Riskler**

Politik riskler, uluslar arası projelerde, projenin hayata geçirildiği ülkedeki siyasi otoritelerin projenin varlığına, gelişimine veya uzun vadeli ekonomik viyabilitesine engel olma ihtimalini içeren riskler olarak tanımlanmaktadır.

- **Operasyonel Risk**

Operasyonel risk grubuna projenin işleyişi ile ilgili riskler dahil edilmektedir. Yapılan işin niteliği ve zorluk derecesine göre değişen bu risk türü, zorluk derecesi arttıkça fazlaşmaktadır.

- **Çevresel Risk**

Çevresel risk, projenin çevreyevermiş olduğu zararlardan dolayı projenin gelişiminin geciktirilmesi veya maliyetli yeni bir tasarımı gerektirmesi nedeniyle ortaya çıkan risk türüdür. Politik süreç içinde çevresel itirazların yükseldiği oranda politik risk de artmaktadır.

- **Mücbir Sebep Riski**

Bu risk kategorisi, bazı farklı olayların projenin faaliyete koyulduktan sonra proje sürecini uzun bir süre bozacak veya hep birlikte durduracak riskleri kapsamaktadır. Projeye özgü katastrofik teknik bir arıza, grev veya yangın bu gibi risklere neden olabilmektedir. Yangın veya deprem gibi bazı mücbir olaylara karşı korunma amaçlı olarak sigorta hizmetinden yararlanılmaktadır²³⁹.

Yenilenebilir enerji proje finansmanındaki riskler, daha önce açıklanmış riskleri de kapsayacak şekilde genel olarak 4 ana başlık altında toplanabilir²⁴⁰:

1. Proje Realizasyon Öncesi Risk(Pre-Completion Risk): Burada projeyi finanse eden kuruluş, projenin fizibil olup olmadığına bakmaktadır. Bu amaçla bağımsız müşavir kuruluşlardan yararlanır. Projenin teknik açıdan öngörülen hedeflere ulaşip ulaşmayacağına kontrol edilmesi amacı ile genel bir durum değerlendirmesi yapılır(due diligence). YES projelerinde buna en iyi örnek olarak tahmini yıllık üretimin tutup tutmayacağı, rüzgar enerjisi projelerinde, seçilen rüzgar türbininin uygunluğu sayılabilir.

2. Proje Realizasyon Sonrası Risk(Post-Completion Risk): bu safhada finansman kuruluşu, projede işlerin yolunda gittiğini görmek için kontroller yaptırmaktadır. YES içindeki ekipmanların bakım ve onarımının zamanında yapılıp yapılmadığı, hammadde gereksiniminde herhangi bir sorun yaşanmadığını kontrol etmektedir.

3. Finansal Risk: Aslında proje riski dendiği zaman akla ilk gelen risktir. Projenin mali analiz ve nakit akış tablolarına bakılarak proje ile ilgili karar verilebilir. Proje kredi ve faizini ödedikten sonra kabul edilebilir bir kar bırakmıyor ise, finansör için tatmin edici bulunmaz. Finansal risklerin içerisinde öngörülmeyen maliyetler, döviz kur riski, faiz oranı değişimleri ve ülkenin enflasyon durumu da bulunmaktadır.

²³⁹ Finnerty, a.g.e., s.84.

²⁴⁰ Murat Durak, “Yenilenebilir Enerji Santralleri (Yes) İçin Finansman Modelleri: Proje Ve Sendikasyon Kredisi”, <http://www.yesilekonomi.com/yayinlar/makale/pdf/Yenilenebilir-Enerji-Santralleri-Icin-Finansman-Modelleri-Proje-ve-Sendikasyon-Kredisi.pdf>, Erişim Tarihi: 27.11.2010.

4. Politik Risk: Finansörler tarafından dikkate alınan diğer bir önemli risk unsurudur. Ülkenin politik bakımdan istikrarlı bir yapıda olması beklenmektedir.

3.2.3. Risk Transferi

Yenilenebilir bir enerji projesi için başarılı bir proje finansmanı olabilmesi için belirli riskleri en iyi şekilde yönetecek veya riski en verimli şekilde azaltabilecek yöntemlerin geliştirilmesi ve bu risklerin üçüncü taraflara transfer edilmesi zorunluluk teşkil etmektedir. Bu şekilde söz konusu risklerin çoğunun transfer edilmesi ile proje sahiplerine sadece mütevazı bir kalıntı risk kalmaktadır. Bu üçüncü taraflar ve onlara transfer edilebilecek temel riskler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Tablo 33. Üçüncü Taraflara Transfer Edilebilecek Temek Riskler

TAMAMLAMA ÖNCESİ RİSKLER	
RİSK	ÜÇÜNCÜ TARAF
Teknoloji	Yüklenici ve Ekipman Tedarikçisi
Tamamlama	Yüklenici ve Sigorta Şirketi
Sermaye Maliyeti Artışı	Yüklenici ve Sigorta Şirketi
TAMAMLAMA SONRASI RİSKLER	
RİSK	ÜÇÜNCÜ TARAF
Operasyonel	Operatör ve Sigorta Şirketi
Piyasa	Yüklenici ve Emtia Piyasaları
Finansal (Faiz ve/veya Döviz Kur Riski)	Finansal Piyasalar
Hammadde/Yakıt/Atık Tedariki	Tedarikçiler

Projeyi gerçekleştiren yüklenici firma ile üçüncü taraflar arasındaki doğru risk transferi, üçüncü tarafların ayrıntılı bir analizini ve etkin transfer maliyetini içermektedir. Söz konusu taraflar, mevcut riskleri yüklenmek için proje maliyetinin giderek arttıracak bedeller istemekte ve bu nedenle bu tür transferler projeyi doğrudan etkilemektedir. Bazı durumlarda ise (örneğin, faiz oranı riskinden korunmak amacıyla yararlanılan opsiyon sözleşmeleri uygulaması) proje maliyetlerini dolaylı olarak etkilemektedir. Bu nedenle gerek risklerin minimize edilmesi gerekse de proje maliyetinin çok fazla artmasını önlemek için, projeyi finanse edenlerle proje risklerini devralacak üçüncü tarafların arasında hassas bir dengenin bozulması gerekmektedir. Sonuç olarak üçüncü taraflara bu risklerin transferi için çok fazla bir bedel talep ediliyorsa, risk transferinden yararlanmamak da bir alternatif davranış şekli olarak değerlendirilebilmektedir²⁴¹.

²⁴¹ Department of Trade and Industry, **Financing Renewable Energy Projects**, New & Renewable Energy Enquiries Bureau, Harwell, 2000, s.12.

3.3. Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansman Uygulamaları

Toplam proje-yatırım finansmanı 1990'lı yılların büyük bir kısmında yıllık neredeyse % 20 bileşik oranda büyümüş ve 2001 yılında 217 Milyar ABD Doları ile tavan yapmıştır. ABD'de toplam sermaye yatırımlarının hemen hemen %10-15'i ve maliyeti 500 Milyar ABD Dolarından fazla olan sermaye varlıklarının yarısından fazlası proje bazında finanse edilmektedir. En yaygın uygulamalar doğal kaynaklarda (madenler, boru hatları ve petrol kuyuları) ve altyapı (ücretli yollar, köprüler, telekomünikasyon sistemleri ve enerji santralleri) sektörlerinde bulunmaktadır²⁴².

3.3.1. Proje Finansmanının Avantajları ve Dezavantajları

Proje finansmanı, ekonomik anlamda ayrılabilir bir sermaye yatırım projesini finanse etmek için kısmi geri dönüşlü veya geri dönüşsüz olarak fon toplanması şeklinde tanımlanabilir. Burada fon sağlayıcıları yatırıma yönlendirdikleri fonları geri almak ve öz sermaye getirisi sağlamak için projeden gelecek olan nakit akışına bir fon kaynağı olarak bakılmaktadırlar. Borç ve hisse senetleri terimleri projenin nakit akış özelliklerine göre düzenlenmektedir. Kendi güvenlikleri için proje borç senetleri ağırlıklı olarak projenin karlılığına ve proje varlıklarının teminat değerine bağlı olmaktadır. Proje bazında finanse edilen varlıklar boru hatları, rafineriler, elektrik üretim tesisleri, hidroelektrik projeleri, rıhtım tesisleri, madenler, ücretli yollar ve mineral işleme tesisleri olarak gösterilebilmektedir.

Proje finansmanlarının temel özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

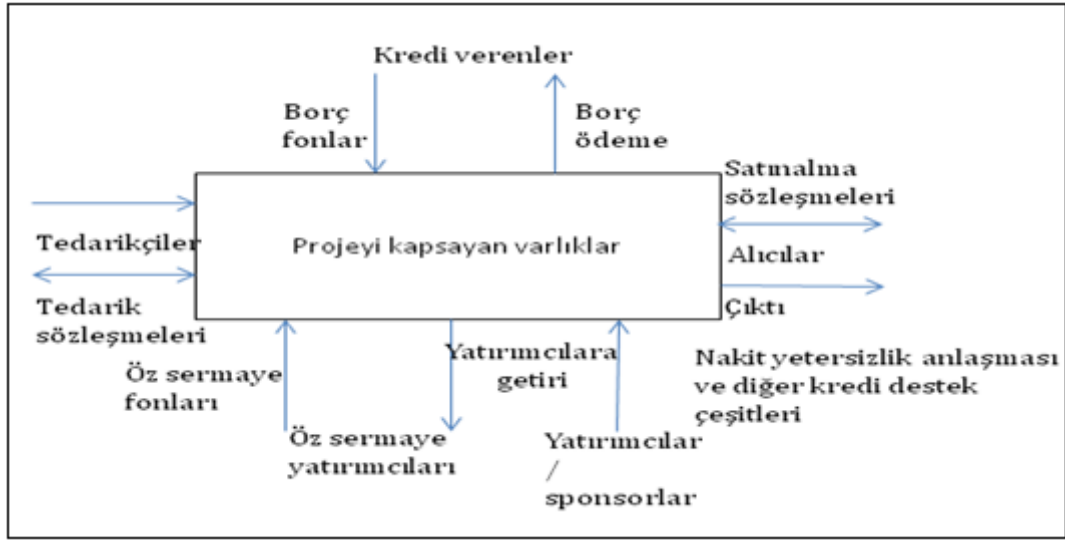
1. Projeyi tamamlamak için mali açıdan sorumlu tarafların anlaşması ve sonuna doğru projenin bitirilebilmesi için tüm gerekli fonların projeye sağlanması,
2. Mali açıdan sorumlu tarafların proje tamamlandığı ve faaliyete geçtiği zaman, projenin tüm işletim giderleri ve borç servis gereksinimlerini karşılamak için yeterli miktarda nakiti olması için anlaşma yapması,
3. Sorumlu mali taraflar faaliyette bir kesilme meydana gelmesi durumunda ve fonların bu kesintiyi gidermek için kullanılmak zorunda kalındığında gerekli fonların sigorta tahsilatları, avanslar ve diğer yollarla karşılanacağına dair güvence vermesi²⁴³.

Proje finansmanının, geleneksel doğrudan finansmandan veya bir firmanın genel kredi finansmanından ayırt edilmesi gerekmektedir. Geleneksel doğrudan finansmanla bağlantılı

²⁴² L.M. Farrell, "Principal-Agency Risk In Project Finance", **International Journal of Project Management**, 21, 2003, ss.547-561.

²⁴³ Finnerty, a.g.e., ss.1-2.

olarak, firmaya kredi verenler, kendi borç servisleri için nakit oluşturacak firmanın tüm varlık portföyüne bakmaktadırlar. Varlıklar ve bunların finansmanı, firmanın varlık ve yükümlülük portföyüne entegre edilmekte ve sıklıkla bu tür yükümlülükler herhangi bir teminatla güvence altına alınamamaktadır. Proje finansmanının önemli bir özelliği, projenin ayrı bir tüzel kişilik olup olmamasıdır. Proje varlıklarında, proje ile ilgili sözleşmeler ve proje nakit akışları önemli ölçüde destekleyici varlıklardan ayrılmaktadır. Finansman yapısı, geleneksel finansman yapısından olan mali getirilerini daha verimli ve proje riskini daha düşük kılacak şekilde tasarlanmaktadır. Proje finansmanında, finansman sağlayan taraflar genellikle proje borçlarını güvence altına almak için proje varlıklarını taahhüt etmekte ve kendilerinin diğer herhangi bir varlığını bu taahhüt içine sokmamaktadırlar.



Şekil 29. Proje Finansmanının Temel Elementleri

Proje finansmanı ile ilgili taraflar arasında riskleri ve ödülleri karşılıklı olarak herkesin kabul edeceği şekilde tahsis edilmesi titiz bir finansal mühendislik gerektirmektedir²⁴⁴. Proje finansmanı geleneksel doğrudan finansmana bir alternatif olarak kabul edilmektedir. Doğrudan finansman yerine proje finansmanını örgütsel yapı bakımından geleneksel organizasyon yapısından iki açıdan farklılık göstermektedir. Bunlar;

- Proje finansmanı varlığın hayatıyla sınırlıdır,
- Projeden gelen nakit akışları sponsor tarafından tekrar yatırıma yönlendirmek yerine doğrudan olarak proje yatırımcılarına ödenir²⁴⁵.

²⁴⁴Finnerty ,a.g.e., ss.2-3

²⁴⁵ Finnerty, a.g.e., s.30.

Geri dönüşsüz/kısmen geri dönüşlü finansmanı, proje finansmanında ayırt edici faktörler bulunmaktadır. Bunlar;

- Geri dönüşsüz proje finansmanı, proje yüklenicisinin varlıklarına, bir projenin borç veya yükümlülüklerinden dolayı rücu yapılamayacağı anlamına gelir. Bu anlamda geri dönüşsüz proje finansmanı proje yüklenicisinin kredibilitesinden çok tamamıyla projenin kendi değerlerine bağlıdır. Kredi değerlendirme, projenin beklenen nakit akımlarına dayanmakta ve proje yüklenicisinin kredibilitesinden bağımsız olmaktadır. Bu uygulamada, proje yüklenicisinin proje borçlarını veya faiz ödemeleri yapması gibi bir yasal zorunluluğu yoktur.
- Çoğu proje finansmanı kısmi geri dönüşlüdür. Proje yüklenicisinin kısıtlı yükümlülük ve sorumluluklarının olması finansmanın kısmi geri dönüşlü olması olarak ifade edilmektedir. Örneğin, bir projeyi tam garanti etmek için güvenlik yeterli olmazken bu noktadaki temel faktör verilen garantilerin projeyi tamamen tadil edip etmeyeceğidir. Fakat bunun ötesinde yüklenicinin projenin teknik başarısını temin etmesi için gerekli motivasyonu sağlayacak derinlikte katılımını sağlamak önemlidir²⁴⁶.

3.3.1.1. Proje Finansmanının Avantajları

Proje finansmanı başlıca faydaları aşağıdaki gibidir;

- Yatırımcılara projenin serbest nakit akımının yeniden yatırıma dönüştürülmesinin kontrol hakkını vererek, aracı kurum maliyetini düşürme imkanı verir.
- Şirketlerin ödenmemiş riskli borçları olduğu zaman ortaya çıkacak yetersiz yatırım problemini hafifletebilir.
- Şirkette dâhili olarak yaratılan nakit akımını projelerde yatırım için idareli kullanma yetkisi vererek şirketin finansal esnekliğini geliştirebilir.
- Projenin nakit akım özelliklerine göre düzenlenebilecek daha az maliyetli borç sözleşmelerinin tasarlanmasını kolaylaştırabilir.

Her iki finansman alternatifinde de, yüksek işlem maliyetleri ve zorunlu verim primi nedeniyle, proje finansmanı her zaman geleneksel doğrudan finansmana göre yüksek dereceli kaldıraca imkân vermesi ve kaldıraçtaki artışın daha yüksek maliyetli borç fonlarını

²⁴⁶ Fight, a.g.e., , ss.3-4.

dengeleyecek kadar vergi avantajı üretmesi itibariyle daha uygun maliyetli bir seçenek olmaktadır²⁴⁷.

Firmalar, yüksek aracı kurum maliyetleri ve net bugünkü değeri (NBD) pozitif olan varlıklardaki yetersiz yatırımın fırsat maliyetini düşürmek için genellikle proje finansmanını kullanmaktadırlar. Böylece, proje finansmanı kullanılarak serbest nakit akım sorunlarını hafifletilmekte ve fırsatçı davranışları önleyememektedir²⁴⁸. Bunların yanında daha farklı faydalardan bahsedilebilmektedir.

■ **Geri dönüşsüz/kısmi geri dönüşlü finansman:** Geri dönüşsüz proje finansmanı proje yüklenicisine proje borçlarını ödemesini garanti etmesi için herhangi bir yükümlülük getirmemektedir. Bu durumun en önemli nedeni, sermaye yeterlilik gereksinimleri ve kredi notları büyük bir projeye mali taahhütte bulunmanın, şirketin mali yapısını ve kredi notunu (ve sermaye piyasalarında fonlara ulaşma yetisini) olumsuz etkileyebilmesidir.

■ **Bilanço dışı borç tedariki:** Proje finansmanı seçmekteki temel sebep, proje riskini ayırarak bilançodan çıkarmaktır. Böylece projenin başarısızlığı, proje sahibinin finansal durumuna zarar vermemekte ve bu durum mevcut finansal rasyolar ve kredi notlarını sürdürmek gibi açık ekonomik argümanları etkilememektedir. Böylelikle teorik olarak, bilanço dışı borç tedariki sayesinde kredi derecelendirme kuruluşlarının şirketin yatırım notu konusundaki fikirlerini olumsuz yönde etkilememektedir.

■ **Yüksek kaldıraçlı borç:** Hisse ihraçları bazı durumlarda firma yönetim kurulunca engellenebildiği için, borçla finansman proje finansmanı yüklenicileri için daha avantajlı olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerdeki projeler için öz kaynak gereklilikleri ülke, proje ekonomisi, başka herhangi bir proje katılımcısının projeye sermaye koyup koymadığı ve bankaların proje finansman işini kazanmak için olan hevesleri gibi birçok faktör tarafından etkilenir.

■ **Diğer işlemlerdeki kısıtlayıcı sözleşmelerden kaçınma:** Projenin diğer operasyonlardan ve sponsorun projelerinden ayrı ve farklı olarak finanse edilmesinden dolayı var olan kısıtlayıcı sözleşmeler genellikle proje finansmanı için geçerli değildir. Çapraz varsayılan bir başarısızlık için mevcut borç anlaşmalarında ve proje sponsor seviyesindeki senetlerde bulunan borcu ödemek gibi borç karşılama rasyoları ve hükümleri proje finansman yapısında sponsora kısıtlayıcı sözleşmelerden kaçınması için yardımcı olur.

²⁴⁷ Finnerty ,a.g.e., s.30

²⁴⁸ B.C. Esty, "The Economic Motivations for Using Project Finance", **Harvard Business School**, 2002, "s.31.

- **Uygun vergi ele alınışı:** Proje finansmanında vergi, verimli değerlendirmeler ile yürütülür. Sermaye yatırımları için vergi indirimleri, kesintileri vb uygulamalar proje finansmanının benimsenmesini teşvik edebilir. Bir kamu kurumuna hizmet sağlamak üzere sözleşme yapılan projeler, ifade edilen indirimleri kullanarak bu tarzdaki girişimlerin karlılığını arttırabilirler.
- **Uygun finansman koşulları:** Proje finansman yapıları kredi risk profilini geliştirebilir ve bundan dolayı tümüyle proje sponsorunun kredi risk profiline göre elde edilecekten daha uygun fiyat sağlanabilir.
- **Politik risk çeşitlendirmesi:** Belirli ülkelerde SPV'ler (özel amaçlı araç) kurmak proje risklerini karantinaya alır ve olumsuz gelişmelerden (veya sponsorun diğer projelerini) sponsoru korur.
- **Risk paylaşma:** Bir proje finansman yapısında risk tahsisi sponsora, tüm proje katılımcılarına kredi veren dâhil olmak üzere riski dağıtma yetkisi verir. Risk difüzyonunda her proje katılımcısı belirli riskleri kabul ettiği için proje başarısının genel gözden geçirilme olasılığını iyileştirir. Katılımcıların çeşitliliği nedeniyle artan maliyet sponsor tarafından karşılanır ve nihai tüketiciye yansıtılır.
- **Proje varlıkları ile sınırlı teminat:** Geri dönüşsüz proje finansman kredileri teminatı sadece proje varlıklarından olan mülklere dayanır. Genellikle sponsoru teşvik edici bir yol olarak proje sponsorunun varlıklarına kısmi geri dönüş gereklidir.
- **Kredi verenlerin hacizden ziyade bir çalışmaya katılması daha olasıdır:** Geri dönüşsüz veya kısmi geri dönüş tipli proje finansmanı, tasfiye halinde teminatın (yarı tamamlanmış bir fabrika) sınırlı değeri olduğu anlamına gelir. Bundan dolayı, eğer proje sorunlar yaşıyorsa, en iyi başarı sansı hacizden ziyade bir çıkış çaresi bulmaktır. Kredi verenlerin bu sebepten dolayı kayıplarını minimize etmek için bir çıkış senaryosunda işbirliği yapmaları daha olasıdır.²⁴⁹

3.3.1.2. Proje Finansmanının Dezavantajları

- **Risk dağılımının karmaşıklığı:** Proje finansmanları farklı çıkarları olan birçok katılımcıyı içeren karmaşık işlemlerdir. Bu katılımcılar arasındaki risk tahsisinde çıkar çatışmaları görüşmeleri uzatır ve üçüncü tarafların risk kabulünden dolayı tazmin etmek için maliyetleri yükseltir.

²⁴⁹ Fight, a.g.e., ss.4-6.

■ **Artan kredi veren riski:** Bankalar öz sermaye risk alıcıları olmadıklarından dolayı ve kabul edilebilir düzeylere kredi riskinin artırılması için kullanılabilir araçları sınırlı olduğundan kredi daha yüksek fiyatlarla sonuçlanır. Bu uygulamalar ayrıca avukatlar, mühendisler ve diğer özel danışmanlar tarafından yürütülen pahalı durum tespit süreçlerini gerektirir.

■ **Yüksek faiz oranları ve harçlar:** İşlem yapısı karmaşık ve kredi belgeleri uzun olduğundan proje finansmanı üstündeki faiz oranları, proje sponsorlarına yapılan doğrudan krediler de olan faiz oranlarına göre daha yüksek olabilir. Proje finansmanı klasik krediden genellikle daha pahalıdır. Bunun nedeni;

- Projeyi değerlendirmek ve karmaşık belgeleri hazırlamak için kredi verenler, teknik uzmanlar ve avukatlar tarafından harcanan zaman;
- Artan sigorta kapsamı, özellikle politik risk kapsamı;
- Projenin ilerleyişini ve kredi sözleşmeleri ile uyumunu gözlemlemek için teknik uzmanların istihdam edilmesi;
- Ek risklerin üstlenilmesi için kredi verenlerin ve diğer tarafların yaptığı harcamalardır.

■ **Kredi veren denetimi:** Kendilerini koruyabilmek için, kredi verenler projenin yönetimini ve operasyonlarını yakından denetlemek isteyeceklerdir (aynı zamanda projeye aşırı müdahil olmakla ilgili yükümlülükten kaçınma). Bu denetim, kredi verenlerin mühendis ve danışmanlarının saha ziyaretlerini, inşaat değerlendirmelerini ve inşaat ilerleyiş ve teknik performansının projeden gelen fonların başka yerlere kanallanmadığını temin etmek için mali sözleşmelerin izlenmesini içerir. Projenin ana değeri başarılı faaliyetlerinden gelen nakit akışı olduğu için, bu kredi veren denetimi projenin hâsılatının planlandığı gibi olmasını temin etmek ister.

■ **Kredi veren raporlama gereksinimleri:** Kredi verenler kendilerinin, projenin ilerleyişini izleyebilmek için proje şirketinden düzenli bir finansal ve teknik bilgi akışı sağlanmasını isteyeceklerdir. Böyle bir raporlama mali tablolar, geçici tablolar, teknik ilerleme raporları, gecikmeler ve alınan düzeltici önlemler ile varsayılan olaylar gibi çeşitli uyarıları içerir.

■ **Artan sigorta kapsamı:** Geri dönüşsüz proje finansmanı riskin hafifletilmesi gerektiği anlamına gelir. Bu riskin bir kısmı ticari olarak kabul edilebilir fiyatlarda mevcut olan sigortalarla azaltılabilir. Fakat bu maliyetleri büyük ölçüde yükseltebilir ve kendi içinde fiyatlandırma ve başarılı sendikasyon riskleri gibi başka sorunlara yol açabilir.

■ **İşlem maliyeti faydaları geçebilir:** Proje finansmanı düzenlemesinin karmaşıklığı proje finansman yapısının avantajlarını dengeleyecek kadar yüksek işlem maliyetine sebep olabilir. Çeşitli taraflar ve hükümet arasında müzakerelerin zaman alıcı doğası, kısıtlayıcı sözleşmeler, proje varlıklarının sınırlı kontrolü ve artan yasal maliyetler gibi nedenler işlemi yapılamaz hale getirmek için hep birlikte buna sebebiyet verebilirler.²⁵⁰

3.3.2. Proje Finansmanı İçin Gereklilikler

Bir projenin ilk borç finansmanı zamanında faaliyet geçmişi yoktur. Projenin kredibilitesi, projeden beklenen karlılık ve çeşitli sözleşme düzenlemeleri yoluyla üçüncü tarafların sağladığı dolaylı kredi destek garantisine bağlıdır. Kredi verenler bu tarz projelerde güvenceler isteyebilirler. Bir proje için fonların durumu proje sponsorunun fon sağlayıcılarını projenin teknik olarak mümkün ve ekonomik açıdan uygun olduğuna ikna etmesine bağlıdır.

3.3.2.1. Teknik Yapılabilirlik

Kredi verenler projede kullanılacak teknolojik süreçlerin düşünülen ölçekte ticari olarak uygun olduğuna tatmin edilmelidirler. Kısaca, fon sağlayıcıları projenin tasarlanan kapasitesinde çıktı üretebileceğine dair güvenceye ihtiyaç duyarlar. Kredi verenler genellikle bağımsız mühendislik danışmanlarından doğrulama görüşleri isterler. Özellikle proje kanıtlanmamış bir teknoloji, olağanüstü çevre koşulları içeriyorsa veya çok büyük ölçekliyse bu doğrulama görüşlerine başvurma sıklığı artabilmektedir.

3.3.2.2. Ekonomik Olabilirlik

Bir projenin, başarılı olarak faaliyette bulunma ve bir nakit akımı yaratma yeteneği muhtemel kredi verenler için çok önemlidir. Bu fon sağlayıcıları, projenin borç servisini karşılamak ve öz kaynak yatırımcılarına kabul edilebilir bir getiri oranı ödemek için yeteri kadar nakit akışı yaratacağına dair tatmin edilmelidirler. Projenin ürünü için uzun vadeli, açık bir ihtiyaç olmalıdır ve proje ürünlerini (veya hizmetlerini) karlı bir şekilde piyasaya ulaştırabilmelidir.

²⁵⁰ Fight, a.g.e., ss.6-7.

3.3.2.3. Ham Maddelerin Durumu ve Kabiliyetli Yönetim

Başarılı bir operasyon için gerekli doğal kaynaklar, ham maddeler ve diğer üretim faktörleri projenin bütün yaşam süreci boyunca tasarlanan kapasitesinde faaliyette bulunması için ihtiyaç duyulan miktarda olmalıdır. Kredi verenleri tatmin etmek için (1) projeye tahsis edilen ham madde miktarları ona zamanında proje borcunu ödeyebilmeyi temin edecek miktarda ürün üretmeye ve satmaya olanak sağlamalı; (2) proje varlığı doğrudan kendi ham madde tedarik sahibi olmadığı sürece, uzun vadeli sözleşmelerle bu girdilerden yeterli miktarda projeye tahsis edilmeli ve (3) tedarikçilerle yapılan sözleşmelerin süresi projenin süresinden kısa olamamalıdır. Bir projenin yararlı ekonomik ömrü genellikle onun için mevcut doğal kaynaklar ile sınırlanır. Örneğin, boru hattının fiziksel ömrüne bakılmaksızın, bir tek petrol sahasına hizmet veren bir boru hattının ekonomik ömrü bu sahanın ekonomik ömrünü geçemez.

Proje varlığının yetenekli ve tecrübeli yönetimi olmalıdır. Birçok proje sponsoru vasıflı işletim personelinin mevcudiyetini temin etmek için mühendislik firmaları ile yönetim sözleşmeleri yaparlar.

Enerji projesi finansörlerini ikna etmek için hazırlanan bilgilerin içermesi gerekenler şunlardır:

- Enerji firmasının finansal durumu(iki yıllık, denetlenmiş)
- ESCO(Energy Services Company) finansal durumu(iki yıllık, denetlenmiş)
- Proje proformaları (ciro ve gider projeksiyonları)
- Firma ve ESCO arasındaki enerji hizmetleri anlaşmaları
- Firma ve kamu şirketi arasındaki kontrat
- Kullanılacak ekipmanın tanımı
- Enerji denetleme sonuçlarının özeti
- Ölçme ve değerlendirme planı
- Kuruluş planı
- Yönetim takımı özeti

- Tedarikçilerden ve müşterilerden referanslar²⁵¹.

3.3.2.4. Proje Finansmanının Uygunluğu

Bir projesi olan firmanın fon sağlayabilmesi için bankaların sözleşme temelinde inşaatın finansmanında aradığı bazı özellikler vardır. Bunlar, projenin ürünlerine olan talep güçlü olmalı ki müşterilerin uzun vadeli satın alma sözleşmeleri yapmaya istekli olmasını sağlasın, sözleşmelerin güçlü hükümleri olmasıdır. Örneğin, proje finansmanı geliştirmekte olan bir ülke için, bu ülkenin değerli kaynak yatağı olduğu, diğer sorumlu tarafların bu yatağı geliştirmeye istekli ve ev sahibi ülkede kendi kenedine projeyi hayata geçirebilecek mali kaynak yetersizliği olduğu zaman avantajlı olabilir.²⁵²

Proje yatırımı için ideal adaylar sermaye yatırım projeleridir. Bu projeler ayrı birer ekonomik birim olarak fonksiyon göstermeye yetkindirler, yersiz belirsizlik olmadan tamamlanabilirler tamamlandıkları zaman, değerleri tamamlamak için harcanan maliyetten oldukça fazla olmaktadır.

Belirli bir proje için gerekli fonların karşılanabilmesi amacıyla proje finansmanının uygun bir metot olup olmadığının belirlenmesinde, aşağıdaki faktörler dikkate alınmaktadır;

1. Kredi verenlerin projenin beklenen karlılık ve üçüncü tarafların sağlayacağı dolaylı kredi desteği ışığındaki gereksinimleri;
2. İlgili taraflar arasında önerilen proje vergi avantajları tahsisinin vergi etkileri;
3. Sponsorların mevcut borç yükümlülüklerini ilgilendiren anlaşmada bulunan akitlere projenin etkisi;
4. Projenin, yasal veya düzenleyici koşullarının yerine getirilmesi;
5. Proje yükümlülüklerinin ve sözleşme anlaşmalarının muhasebesel olarak ele alınması olarak sıralanabilirler.²⁵³

3.3.3. Proje Finansmanı Kaynakları

Kuruluş yöntemi ve kullanılan borç sözleşme yapısına göre, girişimcinin üç farklı finansman olasılığı bulunmaktadır. Bunlar, (1) Her iki projeyi ayrı şekilde farklı firmalarda

²⁵¹ Albert Thumann ve Eric A. Woodroof, “**Handbook of Financing Energy Projects**”, N.Y.: Fairmont Press, 2000, , s. 124-125.

²⁵² Finnerty, a.g.e., s.2.

²⁵³ Finnerty ,a.g.e., s.8.

birleştirmek ve farklı iki şirketteki borç ve öz kaynağı satmak; (2) Her iki projeyi bir firma altında birleştirmek ve ortak firmadaki öz kaynak ve borcu birleşik nakit akımları üzerinde hak iddiası ile satmak ve (3) Her iki projeyi ortak bir firmanın parçaları gibi birleştirmek ve her birinin sadece belirli bir projeden gelen nakit akışlarına bağlı iki ayrı borç talebi çıkarmak ve öz kaynağı birleşik kalan nakit akışlarına bağlamak olarak sıralanabilmektedir.²⁵⁴

Çoğu yenilenebilir enerji projeleri yüksek sermaye yoğun projelerdir ve geliştiricinin operasyonlarının başlamasından çok önce yüksek miktarda finansman bulmasını gerektirmektedir. Finansman bulmak için kabul edilen yol, tüm projenin geliştirileceği usul üstünde önemli bir etkiye sahip olacaktır.²⁵⁵

Finansal araçların krediden öz kaynak ve köprü finansmanına kadar geniş bir yelpazesi bulunmaktadır. Proje finansmanı bir dizi kaynaktan sermaye elde edebilir. Finansman bulmak önerilen proje finansmanının doğası ve yapısına bağlıdır. Kredi veren ile yatırımcının çıkarları bu hedeflere ve finansmanla ilgili risklere bağlı olarak değişecektir. Ticari kredi verenler tahmin edilebilir politik ve ekonomik riskleri olan projeler aramaktadırlar. Diğer yandan çok taraflı kurumlar, ticari kredi verme ile daha az ilgili olacak ve görünürde sadece tamamıyla ticari kriterleri değil bunların dışında da kriterleri karşılayan projelere ilgi duymaktadırlar.

Bir proje finansmanının birleştirilmesinde, tüm mevcut finansman kaynakları değerlendirilmelidir. Bu finansman kaynakları, ihracat finansmanına erişimi olan ekipman tedarikçilerini; çok taraflı kuruluşları; finansman veya garanti sağlayabilecek ikili ajansları; Uluslararası Finans Kurumu veya ticari fonları mobilize edecek yetiye sahip bölgesel bankaları; kurumsal kredi verenler ve hisse senesi yatırımcıları; yerel ve uluslar arası ticari bankaları içermektedir²⁵⁶.

3.3.3.1. Bilanço Kaynaklarının Yapısı

Bilançoda finansman'ın sadece mali açıdan güçlü sponsorlar tarafından kullanılması muhtemeldir. Sınırlı mali kaynaklara sahip bir geliştirici için pratik bir alternatifi bulunmuyorken, genellikle bağımsız, ilk defa işe başlayan geliştiriciler tarafından çok küçük projeler için kullanılır.

Bir bilanço finansmanı, aşağıdaki özelliklere sahip olabilmektedir.

²⁵⁴ T.J. Chemmanur, "Optimal Incorporation, Structure of Debt Contracts, and Limited-Recourse Project Financing", **Journal of Financial Intermediation**, 2006, ss.372-408.

²⁵⁵ Department of Trade and Industry, Financing Renewable Energy Projects, **New & Renewable Energy Enquiries Bureau**, Harwell, 2000, s.4.

²⁵⁶ Fight, a.g.e., s.32.

- **Basitlik**-Düzenlemek için nispeten kolay ve hızlıdır.
- **Maliyet**- Genellikle düzenleme ve yasal ücretler açısından ucuzdur ve yıllık borçlanma maliyeti daha düşük olabilmektedir.
- **Yapı**- Daha gevşek, daha esnek finansman yapısı yansıtacak. Hala önemliyken, kısmi geri dönüşlü proje finansmanında risk aktarımı meydana getiren sözleşmelerin sıkı ağı kredi veren için daha az kritiktir.
- **Risk Kabulü**- Sponsorlar genellikle proje risklerini kabul etmekten memnun olurlar. Bilanço finansman yapıları açıkça risk transferi için izin verebilmelerine rağmen, transfer derecesi kısmi geri dönüşlü proje finansmanına göre çok daha azdır.

Bir bilanço üstü yapı ile finansman kaynakları, sponsorlar için genel şirket finansman kaynaklarını içerir. Yeni bir girişimci için, uygun kredi için fon kaynağı bulmak zordur. Bankaların genel şubeleri yenilenebilir bir enerji projesini değerlendirmeye alışık değildirler ve çok iyi derecede hazırlanmış bir iş planı yoksa bankalar enerji projesi finansmanına ilgi göstermeyebilirler. Karşılaşılan zorluklarda, banka merkezindeki uzmanlaşmış enerji veya proje finansman departmanına başvurulması daha üretken olabilir. Finansman, öz kaynak yatırımından, bono ihracından, banka finansmanından (sponsor adına), dahili nakit akışından vb kaynaklardan veya ana şirket garantileri ile desteklenen proje şirketi adına belirli bir banka finansmanından elde edilebilir.

3.3.3.2. Kısmi Geri Dönüşlü Proje Finansmanı

Projenin sermaye maliyeti en az 5-10 milyon İngiliz Sterlin olması durumunda girişimcinin proje finansmanını kullanabilmesi muhtemeldir.

Bununla birlikte, yakıt tedarikçisi, ekipman tedarikçisi, inşaat müteahhidi, proje operatörü ve güç alıcıları gibi bütün büyük katılımcıların firma sözleşmeleri mevcut olmalıdır. Proje finansmanı seçme sebepleri, sponsorlar için riski düşürme veya proje için kredi fonunu arttırmak arzusunu içermektedir.

Bir projeye dâhil olması muhtemel esas taraflar aşağıda gösterilmektedir;

- Hissedarlar;
- Kredi verenler;
- Akit tarafları;
 - Anahtar teslimi inşaat müteahhidi;
 - Taşeronlar, malzeme tedarikçileri;

- Güç alıcıları;
- Yakıt/atık/hammadde tedarikçileri;(Varsa)
- Şebeke operatörü;
- Operatör olarak sıralanabilir.

Genel kısmi geri dönüşlü bir finansman projesinde, proje için gerekli fonu sağlayan sermaye kaynakları aşağıda sıralanabilir;

- Öz kaynak;
- Öncelikli borç;
- Tabi borç olarak sınıflandırılabilir²⁵⁷.

3.3.3.3. Öz kaynak

Öz kaynak genellikle hisse senedi piyasalarında ve özel fonlardan toplanmaktadır. Öz kaynaklar, borç finansmanından daha maliyetlidir. Yerel sermaye piyasaları altyapı projeleri için önemli miktarda fona erişim sağlamaktadır. Fakat gelişmekte olan ülkelerdeki sermaye piyasaları geniş çaplı işlemleri fonlamak için gerekli derinliğe sahip değildirler. Böyle durumlarda, uluslararası sermaye piyasaları da alt yapı projeleri için önemli miktarda fona erişim sağlamaktadır. Genellikle sponsoru büyük, çok uluslu şirketler olan işlemlerle sınırlıdır. Gelişmekte olan ülkelerdeki şirketlerin uluslararası mali piyasalardaki isimlerinin düşük görünürlüğü yüzünden uluslararası sermaye piyasalarına erişimleri genellikle sınırlıdır.²⁵⁸

Öz sermaye projelere yatırılan doğru risk alma sermayesidir. Eğer proje başarılı olursa öz sermaye yatırımcıları iyi bir getiri almayı beklemektedir.²⁵⁹

Proje sponsorları, ilk proje sermayesinin en büyük kısmını sağlamaktadır. Ayrıca, proje ürünlerini satın alanlar projeye sermaye yatırımı yapmaları için teşvik edilirler. Genellikle yabancı sermaye yatırımcıları olan mali kurumlar, projeye sermaye yatırımı yapmaları için fırsat sunulmaktadır.

Bir projeye yatırımının çekiciliği değerlendirilirken, potansiyel sermaye yatırımcıları projenin faaliyetinden almayı bekledikleri yararları değerlendireceklerdir. Böyle yararlar, en azından, yatırılan fonlara kabul edilebilir bir getiri oranı kazanmayı içermektedir.

²⁵⁷ Department of Trade and Industry, Financing Renewable Energy Projects, **New & Renewable Energy Enquiries Bureau**, Harwell, 2000, s.18.

²⁵⁸ Fight, a.g.e., ss.32-33.

²⁵⁹ Department of Trade and Industry, **Financing Renewable Energy Projects**, New & Renewable Energy Enquiries Bureau, Harwell, 2000, s.18.

Ticari bankalar ve kredi şirketleri genellikle vergi odaklı işlemlerin sermaye kaynağıdır. Projenin geçici finansmanı için sık görülen bir kaynaktırlar ve sıklıkla diğer potansiyel kredi verenlerden daha fazla tamamlama veya düzenleyici riski almaya isteklidirler²⁶⁰.

3.3.3.4. Borç Finansmanı

Yenilenebilir enerji projeleri dahil proje finansmanının öncelikli doğal borç sağlayıcıları büyük uluslararası ticari bankalardır. Bunlar proje finansmanının riskini değerlendirecek uzmanlığa ve bu çeşit risklere kredi verecek iştaha sahiptirler.²⁶¹

Ticari bankalar ve kurumsal kredi verenler finansman ihtiyaçları için bariz bir seçimdir. Ticari bankalar taahhütlerini LIBOR veya ABD prime oranı üstüne 5-10 dalgalı faiz oranına sınırlama eğilimindedir. 5, 10 veya daha uzun vadeli sabit oranlı krediler de bulunmaktadır. Geniş projeler için ticari banka kredileri genellikle sendikasyon kredileri olarak ayarlanmaktadır.²⁶²

Bir proje finansmanının öncelikli borcu finansmanın büyük bir kısmını oluşturur ve genellikle yatırılacak ilk borçtur. Öncelikli borç toplam finansmanın %50'sinden fazla olmaktadır. Öncelikli borç başka herhangi bir yükümlülüğe altına bırakılmamaktadır. Diğer bir ifade ile şirketin veya projenin tasfiyesi durumunda ilk ödenecek olandır. Öncelikli borç teminatlı ve teminatsız krediler olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır.²⁶³

Teminatsız krediler temelde mükemmel güvence düzenlemesine karşı borçlunun genel kredibilitesine bağlıdır. Teminatsız krediler likit ve değerli varlıkların kredi verenden önce üçüncü bir tarafa rehin verilmesini engellemek için genellikle menfi rehin içerir.²⁶⁴ Teminatlı krediler de, krediyi güvence altına olan varlıkların teminat olarak değeri bulunmaktadır. Bu teminatlar kolayca nakde çevrilebilir varlıklardır.²⁶⁵

Geliştirme kredisi, bir projenin geliştirme döneminde projenin geliştirilmesini sürdürebilmesi için yetersiz kaynağı olan bir sponsora sağlanan bir borç finansmanıdır. Gelişim ile ilgili kredi verenler genellikle önemli proje tecrübesi olanlardır. Projenin çok riskli devresinde proje sponsorunu finanse eden bu kurum veya kişiler, alınan risk için biraz

²⁶⁰ Finnerty ,a.g.e., s.211.

²⁶¹ Department of Trade and Industry, **Financing Renewable Energy Projects**, New & Renewable Energy Enquiries Bureau, Harwell, 2000, s.19.

²⁶² Fight, a.g.e., s.34.

²⁶³ Fight, a.g.e., s.34.

²⁶⁴ Fight, a.g.e., s.34.

²⁶⁵ Fight, a.g.e., s.35

sermaye ödülü arzu ederler. Böylece, gelişim ile ilgili kredi verenler için geliştirme finansman düzenlenmesinin bir parçası olan projeye daimi finansman sağlama haklarını güvence altına almak olağanüstü bir durum değildir.²⁶⁶

Tabi borçlar (sıklıkla köprü kredi olarak adlandırılırlar) ödeme önceliğinde öncelikli borçtan sonra ve öz kaynaktan önce gelen bir finansman katmanıdır. Tabi borç yenilenebilir projeler için her zaman mevcut değildir fakat bazen kullanılmıştır.

Borç öz sermayenin özelliklerini birleştirirken özünü korumaktadır. Borç gereksinimlere bağlı olarak belirli durumlarda borç veya sermaye gibi görünmek için tasarlanabilen gerçek karma bir enstrümandır. Borç, öncelikli borç verenlerin ne kadar destek sağlamak için yaptıkları hazırlık ile proje için ne kadar sermayenin mevcut olduğu arasındaki farkı birleştirmekte rol oynar.²⁶⁷

Borçlar, köprü finansmanı veya yarı öz sermaye olarak da adlandırılmaktadır. Öz sermayeden önce, öncelikli borçtan ve teminatlı krediden sonra gelmektedir. Borç genellikle sabit oranlı, uzun vadeli, teminatsız olma avantajına sahip ve borç/öz kaynak oranlarını hesaplama amaçlarından dolayı öncelikli borç verenler tarafından öz sermaye olarak da düşünülebilmektedir.²⁶⁸

Sendikasyon kredisi borçluya bir veya daha fazla banka tarafından sağlanan kredilerdir. Bu kredi tek bir kredi anlaşması ile yönetilir. Kredi bir düzenleyici tarafından ayarlanır ve yapılandırılır ve bir temsilci tarafından da yönetilir. Düzenleyici ve temsilci de katılımcı olabilmektedir. Her katılımcı kredinin belirlenmiş bir yüzdesini sağlar ve aynı yüzdelik ödeme geri alır.²⁶⁹

Birleşik Devletler'deki sermaye piyasalarında bulunan projelerin uzun vadeli borç finansmanı için büyük bir piyasa vardır. İlk aşamadaki üstünlüğe katkı sağlayan üç ana faktör olarak gösterilebilir;

1. Projenin bitirilmesi için yeterli fon varlığını temin etmek amacıyla ilk öncü taahhütlerin boyutu ve dönemi gereklidir;
2. Proje finansmanında bulunan genellikle karmaşık güvence düzenlemelerini anlamak için kapsamlılık derecesi gereklidir;

²⁶⁶ Fight, a.g.e., s.33

²⁶⁷ Department of Trade and Industry, **Financing Renewable Energy Projects**, New & Renewable Energy Enquiries Bureau, Harwell, 2000, s. 18.

²⁶⁸ Fight, a.g.e., s.33.

²⁶⁹ Fight, a.g.e., s.36.

3. Proje finansmanı için menkul kıymetleri SEC'e (Securities and Exchange Commission) kaydı yapılırken var olan güçlükler ve gecikmeler, kamuya sunulan borçlanma kâğıtlarının alıcılar arasında esaslı bir pazarlanabilirliği temin etmek için yatırım yapılabilir notu elde etmenin faydası gibi faktör sıralanabilmektedir.²⁷⁰

Proje finansmanındaki kredi miktarı genellikle piyasa şartları, finanse edilen proje çeşidi ve geliştirici tarafından projede tutulan riskin bir fonksiyonudur. Genel bir yönerge olarak, maliyetin %60-80'i kredi olarak sağlanabilir. Yenilenebilir enerji projeleri yüksek riskli projelere göre orta düzey olarak düşünülme eğilimi gösterir.²⁷¹

Tablo 34. Proje Borç/Sermaye yapisi

	BORÇ f(%)	SERMAYE (%)
Düşük Riskli Proje	85-90	10-15.
Orta Riskli Proje	75-85	15-25
Yüksek Riskli Proje	60-75	25-40

Proje finansmanı için uluslararası uzun vadeli kredi piyasasının genişliğini etkileyen etmenler aşağıda sıralanmıştır;

1. Proje karlılığı. Genel bir kural olarak, projenin varlıklar üzerinde ki getiri oranı, borç servis gereksinimlerini karşılayıp, projenin sermaye yatırımcılarına kabul edilebilir bir getiri oranı sağlayacak kadar karlı olmaması durumunda kredi verenler projeye fon sağlamayacaklardır.

2. Proje kaldırıcı. Projeye kredi sağlayanlar, projenin borçlarını zamanında karşılayabildiğinden endişe duymaları halinde projeye kredi verme noktasında isteksiz olacaklardır. Daha farklı ifade edilirse, kredi verenler proje sponsorlarının projeyi kredi verilebilecek hale getirmeleri için yeterli sermayeyi taahhüt etmelerini isteyeceklerdir.

3. Kredi verenlerin proje risklerini değerlendirmesi. Kredi verenler, kendilerinden katlanmaları istenilen riskten dolayı tam tazmin edilmek için ısrarcı olacaklardır. Kendilerinin, projeye alakalı olan çeşitli risklerle ve her bir çeşit riske maruz kalma

²⁷⁰ Finnerty ,a.g.e., s.213.

²⁷¹ Department of Trade and Industry, Financing Renewable Energy Projects, **New & Renewable Energy Enquiries Bureau**, Harwell, 2000, s.13.

ile ilgili değerlendirmeleri projeye fon vermeden önce kabul edecekleri faiz oranını etkileyecektir.

4. Proje varlığının kredi itibarı. Proje bonolarının kredi itibarı, projenin tüm kredi sağlayıcı kategorilerinden toplayabileceği fon miktarının önemli bir belirleyicisidir. Proje kaldıracı katkı sağlayan ana faktördür. Belirli yatırımcıların taahhütte bulunmaları, önemli kredi derecelendirme kuruluşlarının (Moody's ve S&P) projenin borçlanma kâğıtlarına ile ilgili verecekleri not tarafından doğrudan etkilenecektir. Bir kural ve politika konusu olarak, birçok kamu emeklilik fonu bir kurumun bono satın alımında, yalnız A veya daha iyi bir notun koşul olması için ısrar etmektedir.

5. Proje kredisinde faiz oranı. Proje finansmanını tamamlanmasında gerekli olan yeterli taahhüdün çekilmesi için faiz oranı yeteri kadar yüksek olmalıdır. Özellikle, faiz oranı kredi verenlerin katlanmak zorunda oldukları temerrüt ve ödeme aczi risklerine karşı tazmin tamamıyla edecek kadar yüksek olmalıdır. Yatırım derecesinde olmayan kâğıtlar, yatırım derecesinde olan kâğıtlara göre oldukça yüksek faiz oranı vermek zorundadırlar.

6. Proje borç kâğıtlarının likiditesi. Bir projenin ilk uzun vadeli borç finansmanı için piyasa genellikle SEC'de kayıtlı olmayan kâğıtları almaya istekli kurumsal müşterilerle sınırlıdır. Özel olarak çıkartılmış kâğıtların satın alınmasında doğal olarak var olan likidite eksikliği bazı yatırımcılar için yatırımın çekiciliğini azaltır ve daha yüksek bir faiz oranı gerektirir. Bununla birlikte, projenin tamamlanmasının ardından, birçok proje banka kredilerini veya kâğıtlarını halka arz ederek yaptıkları özel arz finansmanlarını geri ödemeyebilmiştir. Güç projeleri, finansmanın bu sıralamısına iyi bir örnektir.²⁷²

3.3.4. Proje Finansmanında Sözleşmeler ve Teminat Yapıları

Kredi verenler, kredibilitesi olan tarafların projenin borcunu doğrudan garanti etmeyi veya borcun tamamının projenin gelirlerinden ödeneceğine dair sözleşmeli güvence vermelerini istemektedir. Sponsorlar, satın alma ve satış sözleşmesine mali raporlama amaçlarından dolayı bir borçluluk olarak bakmak zorunda değildir. Bu şekildeki sözleşmeler

²⁷² Finnerty, a.g.e., ss.213-214.

doğrudan mali yükümlülüklerden çok işletme harcamalarıyla ilgili ticari yükümlülükler olarak düşünüldüklerinde bilanço dışı muamele mümkündür.²⁷³

Temeli ticari sözleşmeler tarafından oluşturulan güvenlik yapısı proje nakit akımını oluşturur ve böylece bir proje finansmanının altını doldurur. Yenilenebilir enerji projeleri için tipik temel sözleşmeler şunlardır:

- Mühendislik, Satın alma ve İnşaat Anlaşması (belki birden fazla anlaşmaya ayrılabilir);
- Yakıt veya atık tedarik sözleşmesi (eğer gerekliyse);
- İşletme anlaşması;
- Güç satın alma anlaşması;
- Hissedarlar (veya ortak girişim) anlaşmasıdır.²⁷⁴

Bu sözleşmelerin temel unsurları üzerine not düşülmesi gereken noktalar şunlardır;

- **Anahtar teslimi inşaat sözleşmesi:** Yüklenici tasarım, mühendislik, satın alma ve inşaat gibi işleri sabit fiyat temelinde anahtar teslimi yapmak için üstlenir. Anahtar teslimi yüklenici gerçekte, taşeronların, ekipman tedarikçilerinin performansını garanti eder ve projenin genel inşası için tek nokta sorumluluğunu alır. Kredi verenler projenin zamanında bitirilmesini ve teknik açıdan beklendiği gibi performans göstermesini temin etmek için sözleşmeye büyük önem verdiklerinden dolayı, projenin gelişimi açısından tecrübeli ve güvenilir bir anahtar teslimi yüklenici önemlidir.
- **İşletme Anlaşması:** Kredi verenler, işletme operasyonlarının başarılı faaliyet geçmişi olan bir şirket veya kurum tarafından yerine getirilmesini görmeyi beklerler. Bu, tabii ki, atıktan enerji üretimi gibi hidroelektrik veya rüzgâr operasyonun karmaşık olduğu teknolojiler için daha önemlidir.
- **Hissedarlar (veya ortak girişim) anlaşması:** Bu anlaşma hissedarlar arasındaki ilişkiyi yönetir (veya ortak girişimler, ortaklar vb). Kredi verenler bu anlaşmanın özellikle yönetim kontrolünü ve mülkiyet devrini ilgilendiren hükümlerini dikkatli inceleyeceklerdir.²⁷⁵

²⁷³ Finnerty, a.g.e., s.93.

²⁷⁴ Department of Trade and Industry, **Financing Renewable Energy Projects**, New & Renewable Energy Enquiries Bureau, Harwell, 2000, s.8.

²⁷⁵ Department of Trade and Industry, **Financing Renewable Energy Projects**, New & Renewable Energy Enquiries Bureau, Harwell, 2000, s.10.

Tablo 35. Alım-satım Sözleşme Türleri

Sözleşme Türü	Sağlanan Kredi Desteğinin Derecesi
Take-if-Offered Contract	Bir <i>take-if-offered</i> , bir projenin mal veya hizmet alıcısını bu ürünlerin teslimi halinde almaya ve karşılığını ödemeye zorunlu kılar. Sözleşme, projenin teslim edilmesi veya verilmesi gereken hizmeti verememesi halinde, alıcıyı herhangi bir ödeme yapmaya mecbur bırakmaz.
Take-or-Pay Contract	Bu sözleşme türünde projenin mal ve hizmet alıcısı, ilgili ürünleri teslim alıp almadığına bakılmaksızın ödeme yapmaya zorunlu kılınır. Nakit ödemeleri genellikle gelecekteki teslimatlarla ilgili maliyetlere karşılık yapılır.
Hell-or-High Water Contract	Alıcının kontrolünün ötesinde kötü şartların olması halinde de çıkış yoktur. Herhangi bir ürünün teslim edilip edilmediğine bakılmaksızın, alıcı tüm şartlarda ödeme yapmak zorundadır.
Throughput Agreement	Belirli bir zaman sürecinde, taşımacılar(örneğin; petrol veya gaz üreticileri) boru hatlarının operasyon giderleri ve kredi ödemelerini karşılamak için gerekli olan yeterli nakit geliri sağlayacak kadar ürün sevk ederler.
Cost-of-Service Contract	Bir hizmet maliyet sözleşmesi her yükümlünün projede bulunan payı ile orantılı olarak projede anlaşılmış bir ürün payı (örneğin elektrik) veya mevcut hizmetleri karşılığında gerçek anlamda ortaya çıkan maliyeti ödemesini gerektirir.
Tolling Agreement	Bir <i>tolling</i> sözleşmesinde, genellikle proje sponsorunun sahip olduğu ve teslim ettiği ham maddeyi işlemek için proje şirketi <i>tolling</i> giderleri koyar

Kaynak: Finnerty John D., **Project Financing - Asset Based Financial Engineering**, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, 2007.

- Alım Satım Sözleşmeleri

Hangi tür alım-satım sözleşmesinin herhangi bir proje finansmanı ile en uygun olduğunu belirleyen, ilgili tesislerin türü, satın alma işleminin doğası, sözleşme tarafları ve projenin doğal riski faktörlerini içermektedir²⁷⁶.

Take-if-Offered Contract

Bir *take-if-offered*, bir projenin mal veya hizmet alıcısını bu ürünlerin teslimi halinde almaya ve karşılığını ödemeye zorunlu kılmaktadır. Sözleşme, eğer projenin teslim edilmesi veya verilemesi gereken hizmeti verememesi halinde, alıcıyı herhangi bir ödeme yapmaya mecbur bırakmaz.

Al yada Öde Sözleşmesi (Take-or-Pay Contract)

Al yada öde sözleşmesi *take-if-offered* sözleşmesine benzerdir. Bu sözleşme türünde projenin mal ve hizmet alıcısı, ilgili ürünleri teslim alıp almadığına bakılmaksızın ödeme

²⁷⁶ Finnerty, a.g.e., s.93.

yapmaya zorunlu kılınır. *Take-if-offered* sözleşmesi gibi, bir al-yada-öde sözleşmesi eğer projenin teslim edilmesi veya verilemesi gereken hizmeti verememesi halinde, alıcıyı herhangi bir ödeme yapmaya mecbur bırakmamaktadır.²⁷⁷

Güç Alım Anlaşması (Power Purchase Agreement)

Bu sözleşme çoğu yenilenebilir projenin mihenk taşımaktadır. Güç alıcıları kredi verilebilir olmalıdır. Kredi verenler sözleşme döneminin, kredi döneminin ötesine geçmesini isteyeceklerdir.²⁷⁸

Hell-or-High-Water Contract

Hell-or-high-water sözleşmesi al-ya da-öde sözleşmesine benzer olmakla birlikte alıcının kontrolünün ötesinde kötü şartların olması halinde de çıkış yoktur. Herhangi bir ürünün teslim edilip edilmediğine bakılmaksızın, alıcı tüm şartlarda ödeme yapmak zorundadır.

Hizmet maliyeti sözleşmesi (Cost-of-Service Contract)

Bir hizmet maliyet sözleşmesi her yükümlünün projede bulunan payı ile orantılı olarak projede anlaşılmiş bir ürün payı (örneğin elektrik) veya mevcut hizmetleri karşılığında gerçek anlamda ortaya çıkan maliyeti ödemesini gerektirir. Bu şekildeki sözleşmeler genellikle mal veya hizmetin teslim edilip edilmediğine bakmaksızın ödemenin yapılmasını gerektirmektedir. Sınırlı bir hizmet maliyeti yükümlülük türleri projenin kapasitesini sağlaması ile ilgili sabit giderler veya emtia veya hizmet sağlanmasına ilişkin sadece değişken maliyetleri kapsamaktadır. Tam bir hizmet maliyet sözleşmesi, işletme, yönetim ve bakım giderleri; amortisman ve itfa; faiz; öz sermaye getirisi; gelir ve diğer vergileri kapsamaktadır (ertelenmiş herhangi bir vergiyi içerir)

Tolling Anlaşması

Bir *tolling* sözleşmesinde, genellikle proje sponsorunun sahip olduğu ve teslim ettiği ham maddeyi işlemek için proje şirketi *tolling* giderleri koymaktadır. Tolling giderleri, en az borç servisi dâhil, işletme ve sabit giderler miktarına eşit olmaktadır.

²⁷⁷ Finnerty, a.g.e., ss.94-95.

²⁷⁸ Department of Trade and Industry, Financing Renewable Energy Projects, **New & Renewable Energy Enquiries Bureau**, Harwell, 2000, s.9.

Arttırma Hükümleri

Bir arttırma hükmü sıklıkla alış-satış sözleşmelerine dâhil edilir. Bu hüküm tüm alıcıların kendi katılımcılarını arttırmalarını zorunlu kılmaktadır. Böylece alıcılardan bir tanesinin temerrüde düşmesi halinde rahatlatma sağlar. Her alıcı diğerlerinin yükümlülüklerini teminat altına alır.

Yakıt veya Atık Tedarik Sözleşmesi

Kredi verenler yakıt tedarik sözleşmesi süresinin kredi sözleşme süresini makul bir oranda geçmesini isteyeceklerdir (ideal olarak 2 veya 3 yıl). Sözleşme, günlük, aylık ve yıllık bazda teslim edilecek yakıtın fiyatını, miktarını ve yakıtın özelliklerini belirtir.²⁷⁹

Güvence Yapısı

Uygun güvence yapısı oluşturmak bir projenin nasıl yapılandırıldığına dair değişiklikler gerektirebileceği hususların saptanmasında çok önemlidir. Genellikle kredi verenlerin proje şirketinin varlıklarına (proje varlıklarında başka) geri dönüş yapamayacağı ve temel olarak projenin kredilerini ödemek için yarattığı nakite bakacağı için, tüm proje varlıkları üzerinde geçerli ve etkili güvence çıkarlarının olmasını temin etmek önemlidir.²⁸⁰

Kısmi geri dönüşlü bir proje finansmanında, kredi verenler ödeme için sponsorların bilançolarına güvenemezler. Fakat vermiş oldukları kredileri ödenmesi için projenin yaratacağı istikrarlı ve tahmin edilebilir nakit akışına güvenebilirler. Kredi verenlerin projenin nakit akışının kredilerin ödenmesine tahsis edildiğinden emin olabilmek için güvence almaktadır. Projenin varlıkları ve sözleşmeleri üstüne güvence alınması kredi verenler nakit akımını kontrol etme ve kötü durumlarda müdahale etme yetkinliği verir. (örneğin, projenin temerrüde düşmesi ve borçlarını ödeyememesi durumunda) Güvence veya teminat almanın en yaygın yolları şunlardır;

- Öncelikli hakların proje nakit akımına tahsisi;
- Fiziki varlıklar üstünde mortgage/sabit ve değişken harçlar;
- Proje sözleşmelerinin tahsisi;
- Sözleşme taahhütleri;
- Hissedar taahhütleri;

²⁷⁹ Department of Trade and Industry, Financing Renewable Energy Projects, New & Renewable Energy Enquiries Bureau, Harwell, 2000, s.9.

²⁸⁰ Fight, a.g.e., s.73

- Sigorta;
- Bono'dur.

Tam geri dönüşsüz projelerde, hissedarlar tarafından bankalara verilmiş taahhütler olmayacaktır. Fakat anlaşılan sermayeyi kaydetmek için verilecek taahhüt istisnadır.²⁸¹

Güvence alma sebepleri

Güvence almaktaki ana sebep, kredi verenler söz konusu varlığı güvencelerini uyguladıkları zaman satabilirliklerini temin etmektir. Çoğu yerde, taşınabilir varlıklar üstündeki güvencenin realize edilesi aşılabilir sorunlara sebep olamayacaktır fakat bazı yerlerde bu biraz maliyetli ve zaman alıcı bir uygulama olabilir. Çoğu projede proje varlığının satılabilmesi güvence almanın ana motivasyonu değildir.

Ana motive edici unsurlar şunlardır:

- **Güvence paketi diğer alacaklıları (muhtemelen güvencesi olmayan)** kredi verenlerin finanse ettikleri varlıklar üzerinde güvence almalarını ve kendi leihlerine başka herhangi bir eylemde bulunmalarını engelleyen bir savunma mekanizmasıdır.
- **Güvenlik paketi kredi verenlere** Bir şeylerin yanlış gitmeye başlaması halinde projenin kaderini kontrol etme yetisi verir.

Olumsuz rehin

Olumsuz rehin, üçüncü bir taraf lehine borçlunun varlıkları üstünde engel çıkarmayacağına dair sözleşme taahhüdüdür.

Menkul kıymet fonları

Proje finansmanları proje gelirlerini işlemek için genellikle *security trustees*'e güvenir. Menkul kıymet fonları bir menkul kıymetin alınıp güven kavramının tanındığı yerlerde tutulmasını ifade eder.²⁸²

Garantiler

Garantiler proje finansmanının önemli bir unsurdur. Bu, söz konusu olan büyük miktarlardan ve aktifleşme rasyoları olumsuz bir şekilde etkilenecek proje sponsorlarının

²⁸¹ Department of Trade and Industry, Financing Renewable Energy Projects, New & Renewable Energy Enquiries Bureau, Harwell, 2000, s.10.

²⁸² Fight, a.g.e., s.74-75.

nispeten sınırlı bilanço büyüklüklerinden dolayıdır. Garantiler girişimciye bir projenin finansal risklerini bilançodan bir veya daha fazla üçüncü tarafa taşıma yetkinliği verir. Böylece bunlar, doğrudan mali sorumluluk almak istemeyen veya projeye fon sağlamak istemeyen ilgili taraflara belirli proje finans risklerini aktarmak için bir temel sağlarlar.

Farklı garanti kategorileri vardır:

- **Sınırlı garantiler** Geleneksel garantiler, garantörün üçüncü tarafların tüm yükümlülüklerini doğrudan, şartsız bir şekilde yerine getireceğini ifade eder.
- **Sınırsız garantiler** Sınırsız garantiler açık uçludur. İlk bakışta bu krediler nihai risk azaltma tekniği gibi görünürlerken, böyle bir garanti yükleniciler, ev sahibi ülke, alıcılar ve diğer proje katılımcıları için erişilmesi istenilen nakit bir havuz ifade etmesinden dolayı gerçekte bu tip garantiler projeyi tehlikeye düşürebilir.
- **Dolaysız garantiler** Dolaysız garantiler genellikle düzenli proje gelir akımı temin etmek için vardır.
- **Zımni garantiler** Zımni garanti, garantörün projeye gerekli desteği sağlayacağına dair kredi vereni temin etme yönetimidir. Zımni garantiler yasal olarak bağlayıcıdır değildir örneğin mali tablo raporlaması gerektirmez.
- **Şarta bağlı garantiler** bir olay veya olayların meydana gelmesine bağlı garantilerdir.
- **Hükmet Garantisi:** (Government Assurances) Ulusal çıkar ile ilgili projeler hazineden garanti vermesini isteyen bankalara teminat sunar.
- **Hazine Garantisi:** (Sovereign Guarrantee) Bir hazine garantisinde, ev sahibi ülke ne olursa olsun proje şirketini tazmin etmeyi garanti eder.²⁸³
- **Tamamlama Garantisi:** Kredi verenler, tamamlanma testleri karşılanana kadar yüksek sermaye maliyeti, gecikme veya bitirilememe riski olan projeler için hissedarlardan krediyi garanti etmelerini isterler.
- **Belirli Fon Yükümlülükleri:** Belirli koşullar altında, hissedarlar şarta bağlı olarak gelecek için fon taahhüdünde bulunmaları gerekebilir.²⁸⁴

²⁸³ Fight, a.g.e., s.71-73

²⁸⁴ Department of Trade and Industry, Financing Renewable Energy Projects, New & Renewable Energy Enquiries Bureau, Harwell, 2000, s.10.

4. BÖLÜM: BANKACILIK SEKTÖRÜ AÇISINDAN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ YATIRIM FİNANSMANINA İLİŞKİN BİR UYGULAMA

4.1. Yenilenebilir Enerjiden Elektrik Enerjisi Üretimi Üzerine Tasarlanan İki Fizibilite Projesinin Karşılaştırılması: XYZ ve ABC Projeleri

4.1.1. XYZ RES (Rüzgâr Enerjisi Santrali) Projesi

Türkiye'nin birçok bölgesi ve özellikle de Kıyı Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz bölgeleri rüzgâr enerjisi için oldukça elverişlidir. Dünya Rüzgâr Enerjisi Birliği'ne göre, Türkiye rüzgar enerjisi açısından 100 GW'lık bir kurulu kapasite potansiyeline sahiptir. Ne var ki, Haziran 2010 itibarıyla Türkiye'deki kurulu rüzgâr enerjisi gücü ancak 1,030 MW civarındadır.

Dünya enerji piyasasındaki gelişmeye paralel olarak, Türkiye'deki mevcut hükümet yenilenebilir enerjiye ve özellikle de rüzgar enerjisine önemle yaklaşmaktadır. Mevcut yönetimin rüzgar enerjisine tanıdığı enerji alım garantisi ve yeni yasalaşan teşvikli tarife rejimi gibi olumlu gelişmeler rüzgar enerjisi yatırımlarını çekici kılmaktadır.

4.1.1.1. Teknik Analiz

• Coğrafi Konum ve Yapı

X şehri Y ilçesinin Z mevkiinde kurulması planlanan XYZ RES, X şehir merkezine yaklaşık 115 km. ve Y merkeze yaklaşık 15 km. uzaklıkta bulunmaktadır. Bölgede rüzgarın oldukça kuvvetli olması, bölgeyi rüzgar enerjisi açısından cazip kılmaktadır.

• Proje Detayı

Söz konusu RES projesi dahilinde, rüzgar türbinlerinin Z mevkiinde karaya kurulması planlanmaktadır. Türbinlerin yüzde 75 güven aralığında yüzde 41,5'lik bir kapasite faktör oranıyla çalışması öngörülmektedir. Proje kapsamında santralin toplam kurulu güç kapasitesinin 32 megawatt (MW) ve toplam ortalama yıllık enerji üretiminin ise 116 gigawatt (GW) civarında olması beklenmektedir. Alınan lisans çerçevesinde santralin kurulum ve

işletim hakkı 25 yıllığına, mevcut proje sahibindedir. Projenin tamamlanması ve gerekli iletim hatlarının santrallere bağlanması için gereken sürenin 18 ay alacağı düşünülmektedir.

4.1.1.2. Finansal Analiz

• Yatırım ve İşletim Harcamaları

Finansman maliyeti hariç olmak üzere proje yatırım ihtiyacı USD 48.9 milyon civarındadır. Bu yatırım ihtiyacı tutarının ana kalemleri aşağıdaki gibidir:

- İnşaat İşleri (KDV Dahil):	USD 2.9 milyon ²⁸⁵
- Elektromekanik Ekipman ve Kurulumu:	USD 37.5 milyon
- Elektrik İşleri ve İletim Hattı Bedeli:	USD 7.6 milyon
- Diğer Giderler:	USD 0.9 milyon
- Kredi Faiz ve Komisyon Giderleri:	USD 1.4 milyon

Öngörülen proje finansman maliyetleri (kredi faiz giderleri ve komisyonları) yaklaşık olarak USD 1.4 milyon tutmaktadır. Bu tutar da hesaba katıldığında *toplam proje yatırım maliyeti USD 50.3 milyona* yükselmektedir.

Santralin faaliyete geçmesiyle birlikte işletimi ile ilgili maliyet kalemleri, başta personel giderleri olmak üzere santralin sigortalama giderleri ve diğer bir takım giderlerdir. İşletme giderlerinin yıllık USD 1,899,000 (faalyet dönemi içindeki faiz ödemeleri de dahildir.) civarında gerçekleşmesi tahmin edilmektedir.

• Yatırım Finansmanı

Toplam proje finansman ihtiyacının % 70'i alınacak kredilerle karşılanacak ve bu durumda USD 35.2 milyon proje kapsamında borçlanılacaktır. Geriye kalan USD 15.1 milyon ise özkaynaklarla finanse edilecektir. Kullanılacak kredinin 1,5 yılı anapara geri ödemesiz olmak üzere toplam 10 yıl vadeyle alınması planlanmaktadır. Kredi tutarının projenin başladığı yıl içerisinde tedricen çekilmesi öngörülmektedir.

²⁸⁵ Bu tutura US\$ 0.4 milyonluk KDV dahildir. Söz konusu KDV bedeli (indirilecek KDV), santral üretime geçtiğinde sattığı elektrik karşılığında sağlayacağı gelir üzerinden ödeyeceği KDV (ödenen KDV) bedelinden indirilecektir. Böylelikle, yatırım harcamaları-inşaat işleri kalemi kapsamında alınan mal ve hizmetlere ödenen KDV'ler sonradan tekrar alınmış/geri ödenmiş olacaktır.

	Kaldıraç (Borç/Özkaynak) Oranı	İlgili Tutar
Kredi	% 70	USD 35.2 milyon
Özkaynak	% 30	USD 15.1 milyon
Toplam	% 100	USD 50.3 milyon

Anapara geri ödemesi proje bitim tarihinden başlayarak 10 yıl boyunca eşit taksitler halinde her 6 ayda bir pey der pey yapılacaktır. Kredi faiz ödemesi ise proje başlangıç tarihinden başlayarak 6 aylık dönemler halinde (cari dönemdeki Libor²⁸⁶ ve üstüne sabit yüzde 3 premiumdan oluşan bir faiz oranı üzerinden hesaplanarak) ödenecektir.²⁸⁷ Elektromekanik ekipman ve sistemlerin yurtdışından ithali gerektiğinden, sadece bu yatırım harcaması kaleminin finansmanının ihracat kredisi ile temin edilmesi ihtimal dahilindedir.

Proje finansmanı kapsamında ihtiyaç duyulan özkaynak miktarı USD 15.1 milyon olup bu miktar, çekilen kredinin projenin 1,5 yıllık yatırım dönemi sonuna kadarki faiz ödemelerinin ve komisyonlarının kredilendirme oranı kadarki kısmını kapsamaktadır. Yeri gelmişken belirtmek gerekir ki, yatırım dönemi sonrasındaki kredi faiz ödemeleri ise yaklaşık USD 10.4 milyon olup bu tutar faaliyet gelirlerinden karşılanacaktır.

• **Proje Gelir Tablosu ve Nakit Akışı**

Projenin tamamlanıp santralin devreye gireceği tarihten lisans hakkının sona ereceği 2033 yılı sonuna kadar, her yıl ortalama 116 GW elektrik üretim yapılacağı ve üretilen elektriğin USD 7.3 cent/kWh olan YEK kapsamındaki garantili satış fiyatından 10 yıl boyunca sabit fiyat ile 10 yıl sonrasında enflasyon ile düzeltilmiş fiyattan satılacağı öngörülmektedir. Bu çerçevede, operasyonun ilk yılında FVAÖK'ün (faiz, vergi, amortisman/yıpranma payı ve vergi öncesi karın yada kısaca brüt karın) USD 6.8 milyon civarında gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Faaliyet giderlerinin ana kalemleri ise;

- İşletme giderleri (yıllar itibariyle sabit yıllık USD 1,899,000),
- Yıpranma/amortisman giderleri (15 yıllık bir yıpranma/amortisman ömrü ve yüzde 6.7 yıpranma/amortisman oranı üzerinden hesaplanmaktadır),
- Kredi faiz ve komisyon ödemeleri,
- Dönem vergisel yükümlülükleridir.

²⁸⁶ Kredi faiz ve anapara geri ödeme dönemi süresince ortalama Libor oranı yüzde 2.65 olarak hesaplanmıştır.

²⁸⁷ Kredi anapara geri ödemesi ve faiz ödemeleri haricinde, toplam US\$ 741,657 tutarında bir kereye mahsus kredi masrafı ve dönemlik taahhüt komisyonu ödenecektir.

Hesaplanan brüt faaliyet gelirinden faaliyet gider kalemleri çıkarıldığında, santralin faaliyete geçeceği tarihten itibaren her yıl cari dönemde 'net kar'a ulaşabilmektedir. Kümülatif açıdan bakıldığında, yani (faaliyetin olmadığı) 1.5 yıllık yatırım dönemindeki geçmiş yıl kar/zararı da hesaba katıldığında, kümülatif kar/zarar pozisyonu santralin faaliyete geçmesinden 2.5 yıl sonra pozitif dönmektedir.

Proje nakit akımı çerçevesinde değerlendirme yapılırsa, 1.5 yıllık yatırım dönemi boyunca alınan krediler, projenin ihtiyacı olacak nakit finansmanı için kullanılacaktır. Ayrıca kredi faiz ödemeleri ve komisyonları da hesaba katıldığında bu dönemde nakit akımı negatif olmaktadır. Yatırım dönemi sonundaki kümülatif nakit akımının, özkaynak kullanılmaması varsayımı altında -USD 15.1 milyon civarında gerçekleşmesi beklenmektedir. Projenin faaliyete geçmesiyle birlikte, nakit akımı yıllık bazda her yıl pozitifdir. Bir başka deyişle, projenin faaliyete sokulmasıyla birlikte üretilen/satılan enerji bedeli kredi anapara ve faizleri, faaliyet giderleri ve diğer tüm giderleri karşılamakta ve nihayetinde her yıl pozitif nakit akımı oluşmaktadır. Kümülatif açıdan değerlendirmek gerekirse, yatırım döneminde yatırım giderleri sonucu oluşan negatif nakit akımı sebebiyle ancak projenin faaliyete geçmesinin ardından, 8. yılın ikinci yarısında kümülatif nakit akımı pozitif dönmektedir.

- **Proje Değeri ve Getirisi**

Proje nakit akımı yüzde 11'lik bir oran ile bugünkü değere indirildiğinde, projenin net bugünkü değeri (Net Present Value) USD 6.9 milyon civarında oluşmaktadır. Bu çerçevede, projenin faaliyete girmesiyle birlikte her yıl ürettiği pozitif nakit akımı sayesinde, indirgenmiş bugünkü değeri itibariyle proje olumlu gözükmektedir. Projenin iç getiri oranı ise (Internal Rate of Return) yüzde 15'dir. Projenin lisans süresi boyunca sağlayacağı beklenen net getiriyi bugünkü yatırım değerine eşitleyen bu oran, birçok alternatif yatırım aracının getirileriyle kıyaslandığında daha cazip bir noktadadır.

4.1.2. ABC HES (Hidroelektrik Santrali) Projesi

Türkiye topografisi sayesinde oldukça büyük bir hidro güç potansiyeline sahip olmakla birlikte, bu potansiyelden yeterince faydalanamamaktadır. Ülkenin belli bölgeleri dağlar ve tepelerle çevrili olduğundan bu bölgelerde nehirler ve çaylar bolca bulunmaktadır. Bu bağlamda, düşük mühendislik maliyetleri ve diğer enerji üretim teknolojilerine göre

oldukça rekabetçi bir konuma sahip olan küçük hidro enerji santrallerinin kurulması cazip olabilmektedir.

Günümüzde Türkiye'nin hidro enerji potansiyelini kullanmak ve mevcut hükümetin hidro enerjiye giderek artan ilgisinden yararlanmak adına hidro enerji konusuna ayrı bir önem verilmektedir.

4.1.2.1.Teknik Analiz

- **Coğrafi Konum ve Yapı**

ABC ilçesinin ABC mevkinde inşasına başlanan ABC HES, ABC şehir merkezine yaklaşık 13 km. ve ilçe merkeze yaklaşık 3 km. uzaklıkta bulunmaktadır. Santral toplam 4 bent ile A, B ve C çayları üzerine kurulacaktır: Bentlerin ikisi A, biri B ve diğeri C çayı üzerine inşa edilecektir. Dağların ve yükseltinin etkisiyle yoğunlaşmanın ve yağmurun bol olduğu bölgede, yıllık yağış miktarı 2304 mm. olup Türkiye ortalamasının üstündedir.

- **Proje Detayı**

ABC HES projesi, kanal tipi bir hidroelektrik santral projesi olup, düzenli bir su debisi sayesinde herhangi bir rezervuar gerektirmemektedir. Proje kapsamında santralin toplam kurulu güç kapasitesinin 28.8 megawatt (MW) olması tasarlanmaktadır. Yapılan fizibilite çalışmaları çerçevesinde toplam ortalama yıllık üretiminin ise 117 gigawatt (GW) civarında olması öngörülmektedir. Alınan lisans çerçevesinde santralin yapım ve işletim hakkı 49 yıllığına, mevcut proje sahibindedir. Ayrıca kullanılacak su için Devlet Su İşleri'ne herhangi bir rödovans/royalti ücreti ödenmeyecektir.

Projenin tamamlanması ve gerekli iletim hatlarının santrallere bağlanması için gereken sürenin maksimum 36 ay alması düşünülmektedir. Bu bağlamda, 2010 yılında yapımına başlanan santralin 2012 yılı sonunda tamamlanarak faaliyete geçirilmesi öngörülmektedir.

4.1.2.2.Finansal Analiz

- **Yatırım ve İşletim Harcamaları**

Projenin yatırım dönemi finansman maliyeti hariç toplam proje maliyeti USD 58.3 milyon civarındadır. Bu harcama tutarının ana kalemleri aşağıdaki gibidir:

- İnşaat İşleri (KDV Dahil): USD 40.6 milyon (USD 6.2 milyon KDV tutarıdır²⁸⁸)
- Elektromekanik Ekipman: USD 8.5 milyon
- Arsa Edinme/Satın Alma: USD 2.4 milyon
- Diğer Giderler²⁸⁹: USD 6.8 milyon
- Kredi Faiz ve Komisyon Giderleri: USD 4.3 milyon

Öngörülen proje finansman maliyetleri (kredi faiz giderleri ve komisyonları) yaklaşık olarak USD 4.3 milyon tutmaktadır. Bu tutar da hesaba katıldığında **toplam proje yatırım maliyeti USD 62.6 milyona** yükselmektedir.

Santralin faaliyete geçmesiyle birlikte işletimi için gerekli olan maliyet kalemleri, başta personel giderleri olmak üzere santralin sigortalama giderleri ve diğer bir takım giderlerdir. İşletme giderlerinin yıllık USD 2.3 milyon civarında gerçekleşmesi tahmin edilmektedir.

- **Yatırım Finansmanı**

Toplam proje finansman ihtiyacının % 70'i alınacak kredilerle karşılanacak ve bu durumda USD 43.8 milyon proje kapsamında borçlanılacaktır. Geriye kalan USD 18.8 milyon ise özkaynaklarla finanse edilecektir. Kullanılacak kredinin 3 yılı anapara geri ödemesiz 10 yıl geri ödeme periyodu olmak üzere toplam 13 yıl vadeyle alınması planlanmaktadır. Kredi tutarının proje süresi boyunca, yani 3 yıl süresince, tedricen çekilmesi öngörülmektedir.

	Kaldıraç (Borç/Özkaynak) Oranı	İlgili Tutar
Kredi	% 70	USD 43.8 milyon
Özkaynak	% 30	USD 18.8 milyon
Toplam	% 100	USD 62.6 milyon

Anapara geri ödemesi proje bitim tarihinden başlayarak 10 yıl boyunca eşit taksitler halinde her 6 ayda bir yapılacaktır. Kredi faiz ödemesi ise ilk yıldan başlayarak 6 aylık

²⁸⁸ Söz konusu KDV bedeli (indirilecek KDV), santral üretime geçtiğinde sattığı elektrik karşılığında sağlayacağı gelir üzerinden ödeyeceği KDV (ödenen KDV) bedelinden indirilecektir. Böylelikle, yatırım harcamaları- inşaat işleri kalemi kapsamında alınan mal ve hizmetlere ödenen KDV'ler sonradan tekrar alınmış/geri ödenmiş olacaktır.

²⁸⁹ Diğer giderler içerisinde iletim hattı bedeli, bağımsız danışman ücreti, mühendislik ve proje gözetim hizmet bedelleri ve proje çerçevesinde istihdam edilecek personel giderleri yer almaktadır.

dönemler halinde (cari dönemdeki Euribor²⁹⁰ ve sabit yüzde 3 premiumdan oluşan bir faiz oranı üzerinden hesaplanarak) ödenecektir.²⁹¹ Elektromekanik ekipman ve sistemlerin yurtdışından ithali gerektiğinden, sadece bu yatırım harcaması kaleminin finansmanının ihracat kredisi ile temin edilmesi ihtimal dahilindedir.

Proje finansmanı kapsamında ihtiyaç duyulan özkaynak miktarı USD 18.8 milyon bu miktar, çekilen kredinin projenin yatırım dönemi sonuna kadarki faiz ödemelerinin ve komisyonlarının kredilendirme oranı kadarki kısmını kapsamaktadır. Yeri gelmişken belirtmek gerekir ki, yatırım dönemi sonrasındaki kredi faiz ödemeleri ise yaklaşık USD 13 milyon olup bu tutar faaliyet gelirlerinden karşılanacaktır.

• **Proje Gelir Tablosu ve Nakit Akışı**

Projenin tamamlanıp santralin devreye gireceği 2012 yılı sonundan lisans hakkının dolacağı 2058 yılı sonuna kadar, her yıl ortalama 117 GW elektrik üretim yapılacağı ve üretilen elektriğin USD 8.3 cent/kWh olan 2010 yılı ortalama PMUM gün öncesi fiyatından satılacağı öngörülmektedir. Bu çerçevede yıllık brüt faaliyet gelirlerinin operasyonun ilk yılında USD 10 milyon civarında gerçekleşeceği hesaplanmaktadır. Faaliyet giderlerinin ana kalemleri ise;

- İşletme giderleri (yıllar itibariyle sabit yıllık USD 2.3 milyon),
- Yıpranma/amortisman giderleri (25 yıllık bir yıpranma/amortisman ömrü ve yüzde 4 yıpranma/amortisman oranı üzerinden hesaplanmaktadır),
- Kredi faiz ve komisyon ödemeleri,
- Dönem vergisel yükümlülükleridir.

Hesaplanan brüt faaliyet gelirinden faaliyet gider kalemleri çıkarıldığında, santralin faaliyete geçeceği yıldan itibaren her yıl cari dönemde 'net kar'a ulaşılabilir. Kümülatif açıdan bakıldığında, yatırım dönemindeki geçmiş yıl kar/zararları da hesaba katıldığında, kümülatif kar/zarar pozisyonu santralin faaliyete geçmesinin 1. yılı ikinci yarısında pozitif dönmektedir.

²⁹⁰ Kredi faiz ve anapara geri ödeme dönemi süresince ortalama Euribor oranı yüzde 2.65 olarak hesaplanmıştır.

²⁹¹ Kredi anapara geri ödemesi ve faiz ödemeleri haricinde, toplam US\$ 1.3 milyon civarında bir kereye mahsus kredi masrafı ödenecektir. Kredi için herhangi bir taahhüt komisyonu ödenmesi öngörülmemektedir.

Proje nakit akımı çerçevesinde değerlendirme yapılırsa, 3 yıllık yatırım dönemi boyunca alınan projenin ihtiyacı olacak nakit finansmanı için kullanılacaktır. Ayrıca kredi faiz ödemeleri ve komisyonları da hesaba katıldığında bu dönemde nakit akımı negatiftir. Yatırım dönemi sonundaki kümülatif nakit akımının, özkaynak kullanılmaması varsayımı altında – USD 18.8 milyon civarında gerçekleşmesi beklenmektedir. Projenin faaliyete geçmesiyle birlikte, nakit akımı yıllık bazda her yıl pozitiftir. Bir başka deyişle, projenin faaliyete sokulmasıyla birlikte üretilen/satılan enerji bedeli kredi anapara ve faizleri, faaliyet giderleri ve diğer tüm giderleri karşılamakta ve nihayetinde her yıl pozitif nakit akımı oluşmaktadır. Kümülatif açıdan değerlendirmek gerekirse, yatırım döneminde yapılan yatırım giderleri ve sonrasındaki kredi anapara geri ödemeleri sonucu oluşan negatif nakit akımı, ancak faaliyete geçmesinin 8. yılının ilk yarısında kümülatif nakit akımı pozitif dönmektedir.

- **Proje Değeri ve Getirisi**

Proje nakit akımı yüzde 11’lik bir oran ile bugünkü değere indirildiğinde, projenin net bugünkü değeri (Net Present Value) USD 18.2 milyon civarında oluşmaktadır. Bu çerçevede, projenin faaliyete girmesiyle birlikte her yıl ürettiği pozitif nakit akımı sayesinde, indirgenmiş bugünkü değeri itibariyle proje oldukça olumlu gözükmektedir. Projenin iç getiri oranı ise (Internal Rate of Return) yüzde 16.9’dur. Projenin lisans süresi boyunca sağlayacağı beklenen net getiriyi bugünkü yatırım değerine eşitleyen bu oran, bir çok alternatif yatırım aracının getirileriyle kıyaslandığında oldukça yüksektir.

4.1.3. XYZ ve ABC Proje Karşılaştırmasının Sonuçları

Çalışmada uygulama örneği olarak ifade edilen XYZ ve ABC Projelerinin karşılaştırmalı analizi aşağıda maddeler halinde ifade edilmiştir.

- Rüzgar enerjisi çevre dostu bir teknolojidir: Rüzgar çiftliklerinin kurulduğu alanlarda ekim-dikim yapılabilen, fauna ve flora aşgari derecede zarar görmekte ve turizm az etkilenmektedir.²⁹² Yine de büyük türbinler ses kirliliğine neden olabilmektedir. Öte yandan, hidroelektrik santralleri çok ciddi çevresel etkiler oluşturabilmektedir: Santral alanındaki ağaçların kesilmesi, cansuyunun kısılması, su sıcaklığının

²⁹² EWEA, “Wind Energy and The Environment: Environmental Benefits, External Costs, Local Impacts and Public Acceptance,” EWEA Wind Factsheets , s. 6.

değişmesi, setler sebebiyle su canlılarının yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalması gibi²⁹³.

- Rüzgar enerji santrallerinin kurulumu daha az zaman almaktadır. Göreceli olarak diğer enerji kaynaklarına nazaran daha az yatırım gereksinimi sunmaktadır. Hidro santrallerinin tipine bağlı olmakla birlikte kurulum daha fazla zaman almaktadır.
- Rüzgarın periyodik ve muntazam olmayan doğası sebebiyle, rüzgar çiftliklerinden elde edilen enerji miktarı gün ve mevsim içinde oldukça değişkendir²⁹⁴. Oysa ki, hidroelektrik santrallerinde yeterli yağış olduğunda ve su tutulduğunda, enerji miktarı istikrarlıdır.
- Hava akımlarına bağlı olmakla birlikte geceleri gündüzlere göre rüzgar daha fazla ve daha sert esmektedir. Dolayısıyla geceleri üretilen rüzgar enerjisi artabilmektedir. Ne var ki, geceleri elektrik talebi/tüketimi önemli derecede düştüğünden ve de üretilen rüzgar enerjisi depo edilemediğinden, geceleri rüzgar enerjisinden istenilen düzeyde yararlanılamamaktadır. Tersine, elektrik talebinin maksimuma ulaştığı gün içinde ise rüzgar göreceli olarak daha az erişilebilir olduğundan arzu edilen düzeyde enerji üretilmemektedir²⁹⁵. Fakat rüzgar enerjisi projelerinde YEK kapsamında sabit fiyatlı alım garantisi olduğundan yukarıda bahsedilen risk bu teşvik ile minimum düzeye indirilmektedir. Fakat, alım garantili fiyat elektrik fiyatının yüksek olduğu saatlerde oluşan serbest piyasa fiyatlarından düşük olduğundan rüzgar projelerinde ortalama birim elektrik satış fiyatı hidro projelerine göre daha düşük seviyelerdedir. Hidroelektrik santrallerinde ise, santral kapasitesi, enerji talebine (peak-offthepeak) göre uyarlanabilmektedir.
- Arz-talebe bağlı olarak gece elektrik fiyatları oldukça düşmekte, gündüz ise artmaktadır. Dolayısıyla hidro santrallerinin ürettiği enerjiyi yüksek fiyattan satma imkanı varken, geceleri daha fazla üretim yapan rüzgar santralleri dezavantajlıdır²⁹⁶.
- Rüzgar projelerinden üretilen elektrik alım garantili fiyattan değilde serbest piyasada oluşan fiyattan satılmak istenir ise ciddi maliyet riskleri doğmaktadır. Çünkü, günlük hava tahminleri, rüzgar enerjisinin etkinliği ve maliyeti üzerinde büyük öneme haizdir. Zira bir rüzgar enerji santral operatörünün sisteme katacağını öngördüğü ve bildirdiği

²⁹³ Hydropower, Secondary Energy Infobook,

http://www.need.org/needpdf/infobook_activities/SecInfo/HydroS.pdf, s. 26.

²⁹⁴ BWEA, "Wind Power and Intermittency: The Facts," BWEA Briefing Sheet, at <http://www.bwea.com/pdf/briefings/intermittency-2005.pdf>, ss. 1-2,

²⁹⁵ Daha detaylı teknik bilgi için; Kenji Yago ve Kazuaki Koshi, "Connecting Wind Power Generation to A Power System," Fuji Electric Review, Vol. 50 (3), ss. 101-103.

²⁹⁶ Daha detaylı teknik bilgi için; Kenji Yago ve Kazuaki Koshi, "Connecting Wind Power Generation to A Power System," Fuji Electric Review, Vol. 50 (3), ss. 101-103.

elektrik düzeyi, gün içinde üretilen elektrik düzeyinden saptığında, enerji maliyetleri artmaktadır. Özellikle gün öncesi ve saat öncesi hava tahminlerinin zor olduğu coğrafyalarda, bu maliyetler oldukça belirleyici olabilmektedir²⁹⁷.

- Nadiren de olsa iletim hattındaki ciddi bozukluklar/arızalar rüzgar türbinlerini hattan düşürüp arızalandırabilir, yada tersine rüzgar çiftliğindeki bozukluk yada sıkıntılar iletim hattını tehlikeye sokabilmektedir. Benzer şekilde bir rüzgar çiftliğindeki türbinlerden birinin diğerinden daha fazla/etkin çalışması türbinlerin birbirlerini devre dışı bırakmalarına yol açabilmektedir²⁹⁸. Hidroenerji santrallerinde ise böyle bir risk yoktur.
- Almanya, İspanya, İngiltere ve Danimarka'daki örneklere dayanarak 20-30 senelik bir yaşam döngüsü boyunca rüzgar türbinlerinin operasyon ve bakım giderleri ortalama 1.2-1.5 c€/kWh düzeyindedir. Bu rakamın yaklaşık % 26'sı servis ve yedek parçadan kaynaklanmaktadır. Ayrıca türbinler eskidikçe bakım giderleri de artmaktadır.²⁹⁹ Büyük hidro santrallerinin birim KW/h başına düşen operasyon ve bakım maliyetleri çok düşüktür. Küçük hidro santrallerinin ise bakım onarım maliyetleri ise, 0.4-1.4 c€/kWh düzeyindedir. Bu bakımdan rüzgar santrallerinde maliyet-efektiftir³⁰⁰.
- Kısmen de olsa üstesinden gelinebilecek tüm bu teknik sınırlamalara rağmen, rüzgar enerjisiyle ilgili asıl mesele rüzgar ekonomisi ve ilgili piyasa regülasyonudur. Ancak garantili alım fiyatı ve zorunlu yenilenebilir enerji kullanımı gibi uygulamalar sayesinde rüzgar enerji üretimini fizibil kılınmaktadır. Ne var ki Avrupa ve dünyada genel gidişat, rüzgar enerjisine verilen desteklerin giderek azaltılması yönündedir.³⁰¹ Oysa hidro enerji santralleri, destek olmaksızın doğalgaz çevrim santralleri ve rüzgar-güneş santrallerine göre daha az maliyetle üretim yapabilmektedir: 3-5 c€/kWh.³⁰²

²⁹⁷ John Douglas, "Putting Wind On the Grid," EPRI Journal, Spring 2006, s. 9.

²⁹⁸ Ibid, a.g.e., s.11.

²⁹⁹ EWEA, "Costs & Prices," EWEA Wind Energy, The Facts, Vol.2, at http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WETF/Facts_Volume_2.pdf, ss. 100-102.

³⁰⁰ ESHA, "SHP in Europe," <http://www.esha.be/index.php?id=43>

³⁰¹ Andreas Wagner, "Wind Power on Liberalized Markets: Maximum Market Penetration with Minimum Regulation," Available at <http://www.oregon.gov/ENERGY/RENEW/Wind/OWWG/docs/FGWWagnerWindpoweronLiberalisedMarkets>, 1999, ss.2-3.

³⁰² ESHA, Ibid.

4.2. Bankacılık Sektörü ile Enerji Sektörü İlişisine Yönelik Ampirik Uygulama

4.2.1. Uygulamanın Amacı

Çalışmanın ekonometrik analize ayrılan bu bölümünün amacı; bankacılık sektörü ile enerji, özellikle de elektrik enerjisi üretimi alt sektörü arasındaki ilişkiyi ampirik dayanaklarını da ortaya koyarak analiz etmektir. Bu bağlamda öncelikle; elektrik enerjisi üretimi ile temel ekonomik performans göstergeleri arasındaki ilişkilerin analizi yapılacaktır. Ardından elektrik enerjisi üretiminin banka kredileri kanalıyla finansmanı çeşitli yönleriyle ele alınacaktır. Bu bağlamda analizlerde kullanılacak modellerin teorik yapılarının ele alınması yerinde olacaktır.

Öncelikle, elektrik tüketiminin bileşenleri analiz edilmelidir. Elektrik tüketimindeki değişim (ΔC^E); net elektrik tüketimindeki değişim ve yenilenebilir enerji tüketimindeki değişim (rüzgar, güneş, hayvan ve bitki artıkları, bio-yakıt ve jeotermal kaynaklardan sağlanan elektrik enerjisi) ile toplam enerji tüketimindeki değişim olarak üç panelden meydana gelmektedir. Böylece elektrik enerjisi tüketimi ile yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisi karşılaştırmalı bir anlayış içinde birlikte modellenebilecektir.

Elektrik tüketimindeki değişim; ekonomik büyüme oranının (g), tarım (g^T), sanayi (g^S) ve ticaret (g^T) sektörlerindeki büyüme oranlarının, elektrik üretiminin büyüme oranının (g^E), elektrik üretiminin milli gelir (GSYİH bazında) payının ($\Delta(E/Y)$) ve elektrik talebindeki değişimin (ΔE^D) bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\Delta C_{it}^E = f(g, g^T, g^S, g^{Tic}, g^E, \Delta(E/Y), \Delta E^D) \quad (1)$$

Bu fonksiyonel yapıda yer alan bağımsız değişkenlerin etkilerini belirlemek için parametrize edilmesi yerinde olacaktır.

$$\begin{aligned} \Delta C_{it}^E = & \lambda_{it} + \theta_{1it} g_{it} + \theta_{2it} g_{it}^T + \theta_{3it} g_{it}^S + \theta_{4it} g_{it}^{Tic} \\ & + \theta_{5it} g_{it}^E + \theta_{6it} \Delta(E/Y)_{it} + \theta_{7it} \Delta E_{it}^D + \phi_{1it} \Delta C_{it-1}^E + \dots + \phi_{nit} \Delta C_{it-n}^E + \xi_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

(2) numaralı eşitlik bağımlı değişkenin zaman içindeki etkilerinin analizde dikkate alınabilmesi için gecikmeler eklenerek dinamik bir formda ifade edilmiştir.

İkinci aşamada, elektrik üretiminin bileşenleri analiz edilmektedir. Elektrik üretimindeki değişim (ΔE^P); brüt elektrik üretimi ile net elektrik üretiminin değişim oranlarını ve yenilenebilir enerji üretimindeki değişimi içeren üç panelden oluşmaktadır. Böyle bir yaklaşımla, net ve brüt üretimi etkileyen unsurların belirlenmesi hedeflenmektedir.

Bu bağlamda; ekonomik büyüme oranının (g), elektrik üretiminin büyüme oranının (g^E), elektrik üretiminin milli gelir (GSYİH bazında) payının ($\Delta(E/Y)$), elektrik talebindeki

değişimin (ΔE^D), toplam kurulu güç kapasitesinin değişim oranının (ΔTKG) ve yenilenebilir enerji üretiminin toplam üretime oranının değişiminin ($\Delta(y^E/E)$) bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\Delta E_{it}^P = f(g, g^E, \Delta(E/Y), \Delta E^D, \Delta TKG, \Delta(y^E/E)) \quad (3)$$

(3) numaralı eşitlik de bağımlı değişkenin zaman içindeki etkilerinin analizde dikkate alınabilmesi için gecikmeler eklenerek dinamik bir yapıda tasarlanmıştır.

$$\begin{aligned} \Delta E_{it}^P = & \mu_{it} + \gamma_{1it} g_{it} + \gamma_{2it} g_{it}^E + \gamma_{3it} \Delta(E/Y)_{it} + \gamma_{4it} \Delta E_{it}^D + \gamma_{5it} \Delta TKG_{it} \\ & + \gamma_{6it} \Delta(y^E/E)_{it} + \omega_{1it} \Delta E_{it-1}^P + \dots + \omega_{nit} \Delta E_{it-n}^P + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (4)$$

Üçüncü aşamada, elektrik enerjisi üretiminin finansmanını etkileyen unsurlar analiz edilmektedir. Bu bağlamda, elektrik enerjisi sektörüne açılan banka kredileri bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Sektöre açılan banka kredilerindeki değişim oranı (ΔEc); fiyatlar genel düzeyindeki değişim (Δp), döviz kurlarındaki değişim (Δexc), faiz oranlarındaki değişim (Δi) gibi finansman kararlarını yakından ilgilendiren makro ekonomik göstergeler ile ekonomik büyüme oranı (g) ve elektrik üretiminin büyüme oranı (g^E) gibi elektrik üretimi ile bağlantılı göstergelerin bir fonksiyonu olarak ifade edilebilir. Bu çerçevede; sektöre açılan banka kredileri kısa vadeli nakdi krediler ve uzun vadeli nakdi krediler ya da nakdi ve gayri nakdi krediler bağlamında iki panelden oluşan yapılarda analiz edilebilir.

$$\Delta Ec_{it} = f(\Delta p, \Delta exc, \Delta i, g, g^E) \quad (5)$$

(5) numaralı eşitlik de aşağıdaki dinamik yapıda parametrize edilmiştir:

$$\begin{aligned} \Delta Ec_{it} = & \alpha_{it} + \beta_{1it} \Delta p_{it} + \beta_{2it} \Delta exc_{it} + \beta_{3it} \Delta i_{it} + \beta_{4it} g_{it} + \beta_{5it} g_{it}^E \\ & + \delta_{1it} \Delta Ec_{it-1} + \dots + \delta_{nit} \Delta Ec_{it-n} + u_{it} \end{aligned} \quad (6)$$

Analizin dördüncü ve son aşamasında, elektrik enerjisi yatırımlarını finanse etmek için açılan kredilerle; elektrik üretimi ve toplam sanayi üretimi arasındaki etkileşimi incelenmektedir. Bu bağlamda sektöre açılan banka kredilerindeki değişim ile elektrik üretimi ve toplam sanayi üretimi değişimlerinin karşılıklı davranışları ele alınmaktadır. Olası şoklar karşısında bu unsurların etkileşimli olarak nasıl davranışlar sergiledikleri VAR modelleri ve etki-tepki fonksiyonları yardımıyla araştırılmaktadır.

4.2.2. Metodoloji ve Veriler

4.2.2.1. Ekonometrik Yöntem

Çalışmada ekonometrik analiz aracı olarak çok değişkenli “doğrusal dinamik panel-veri regresyonu” (linear dynamic panel-data regression) yöntemi ve “vektör ardışık bağlanım modelleri” (vector autoregressive models / VAR) kullanılmıştır. Doğrusal dinamik panel yöntemin tercih edilmesinin nedeni sektör ve firma bazında yapılan analizler, özellikle de finansal durum değerlendirmeleri için elverişli yapısı kadar; nispeten düşük gözlem sayıları içeren sınırlı veri setleri ile başarılı analizler yapılmasına imkân vermesidir. Vektör ardışık bağlanım modelleri ise, değişkenler arası karşılıklı etkileşimlerden hareketle dinamik bir anlayış içinde geleceği projekte etmekte ve olası politika değişmelerinin etkilerini analiz etmekte ciddi üstünlükler taşımaktadır. Aşağıda sırasıyla bu modellere değinilecektir.

4.2.2.2. Panel Veri Modelleri

Panel veri modellerinin sıradan zaman serisi ve/veya kesit modellere göre önemli üstünlükleri vardır. Bu modellerde gözlem sayısı kesit ve zaman serilerine göre daha fazla olacaktır ve böylece elde edilecek parametre tahminleri daha güvenilir hale gelecektir. Ayrıca tahmin edilen modeller daha az kısıtlayıcı varsayımlara dayanacaktır. Panel veri modelleri diğer yöntemlere nazaran daha karmaşık davranış modellerinin kurulmasına ve test edilmesine olanak verir. Çeşitli nedenlerle dışlanan değişkenler, zaman serisi veya kesit verisine dayalı model tahminlerinde, sonuçlarda sapmaya yol açmaktadır. Oysa; model dışında tutulan değişken veya değişkenlerin birimlere veya zamana göre değişmeyen değişkenler olması durumunda, panel veri kullanımı sapmanın kontrol altına alınmasını sağlamaktadır. Bunun büyük bir üstünlük olduğuna kuşku yoktur. Panel veri kullanmanın bir başka üstünlüğü de; sadece birimler arası farklılıkların araştırılabildiği kesit verileriyle yapılan tahminlerin aksine, gerek birimler gerekse bir birimin içerisinde zamana göre meydana gelen farklılıkların birlikte incelenebilmesine olanak vermesidir.³⁰³

İlgili yazın incelendiğinde; uygulamalı finans ve ekonomi alanında “sabit katsayı modelleri” (constant coefficients models), “sabitlemiş ya da durağan etki modelleri” (fixed effect models), “tesadüfi veya rassal etki modelleri” (random effect models), “dinamik panel modelleri” (dynamic panel models), “güçlü veya dayanıklı panel modelleri” (robust panel models) ve “kovaryans yapısı modelleri” (covariance structure models) gibi çeşitli panel veri

³⁰³ Badi H. Baltagi, *Econometric Analysis of Panel Data*, Sec.Edt. John-Wiley and Sons Ltd., 2001, ss. 3-5.

regresyon teknikleri söz konusudur. Bunlar; analiz edilecek verilerin yapısal özelliklerine, ispatlanmaya çalışılan teorik formasyona ve daha pek çok özelliğe bakılarak farklı amaçlarla kullanılmaktadır.³⁰⁴ Dolayısıyla, öncelikle analizde hangi tekniğin kullanılması gerektiği sorusu cevaplanmalıdır.

Genel olarak analizde kullanılacak veri setinin nasıl derlendiği kullanılacak model tipi konusunda ipuçları taşımaktadır. Eğer gözlemler veri bir popülasyondan tesadüfi bir örneklem olarak toplamışsa hem sabitlenmiş etkiler hem de tesadüfi etkiler modelleri analizde kullanılabilir. Hangi modelin kullanılması gerektiğine Hausmann testi yapılarak karar verilir. Ancak firma temelli mikro ekonomik ya da kamusal istatistik kuruluşlarınca derlenen makro ekonomik verilerin kullanıldığı analizlerde tesadüfi bir örneklem söz konusu olmadığından doğrudan sabitlenmiş etkiler kullanılması yerinde olacaktır. Fakat pek çok mikro ve makro değişken zamana bağlılık gösterdiklerinden ve bu bağlamda diğer değişkenler kadar kendi gecikmeli değerlerinden de etkilendiklerinden dinamik formdaki sabit etki modellerinin daha başarılı sonuçlar verdikleri gözlenmektedir.³⁰⁵

Bir dizi gözlenmiş değişken arasındaki ilişki daha az sayıdaki gözlenmemiş değişkenden hareketle açıklanmaya çalışılıyorsa; kovaryans yapısı modelleri kullanılarak analiz yapılır. Bu bağlamda kovaryans matrisleri gözlenmemiş değişkenleri ayrıştırmakta kullanılır. Öte yandan standart panel veri modellerinde standart hatalar konusunda genellikle özel bir varsayım yapılmaz. Güçlü panel veri modelleri, sabitlenmiş etki modellerinde güçlü standart hataların dikkate alınması esasına dayanır. Seri korelasyona karşı sağlamlık gösteren standart hatalar hesaplanması yoluna gidilir. Bu yöntem, münferit birimler içinde uzun zaman serilerinin söz konusu olduğu örneklem için uygun bir analiz aracıdır.

Bu çalışmada kullanılacak veri seti banka sektörüne ait mikro ve genel ekonomik performansı yansıtan makro değişkenlerden meydana gelen karma bir yapıda olduğundan, analiz yöntemi olarak dinamik formda bir sabitlenmiş etkiler modeli kullanılması uygun görülmüştür. Ayrıca gözlem sayısının nispeten sınırlı olması da bu tercih üzerinde etkili olmuştur. Modelin genel yapısı aşağıdaki gibidir:

$$y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1it}x_{1it} + \dots + \beta_{kit}x_{kit} + \phi_{1it}y_{it-1} + \dots + \phi_{nit}y_{it-n} + u_{it} \quad (7)$$

$$y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{i=1}^k \beta_{kit}x_{kit} + \sum_{i=1}^n \phi_{kit}y_{it-n} + u_{it} \quad (8)$$

³⁰⁴ Robert Yafee, "A Primer for Panel Data Analysis", Information Technology at NYU, Fall, 2003, ss.1-11.

³⁰⁵ C. Dougherty, Introduction to Econometrics, Third Edt., Oxford University Press, 2007, ss.420-421.

(8) numaralı eşitlik (7) numaralı eşitliğin genel halidir ve dinamik panel veri modellerinin temel halini karakterize eder. Bu model sabitlenmiş etkiler yapısında aşağıdaki şekilde yeniden yazılabilir:

$$y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^k \beta_{kit} X_{kit} + \sum_{i=1}^n \phi_{kit} y_{it-n} + u_{it} \quad (9)$$

(9) numaralı eşitlikte α_i ($i=1,2,\dots,m$) olan gruba yada kesite özel model sabitidir ve gruplar arasında farklılıklar bulunduğu varsayımını temel alır. y bağımlı yada açıklanan değişkeni, X k sayıda bağımsız veya açıklayıcı değişkenden meydana gelen vektörü, β açıklayıcı değişkenlerin münferit katsayılarını yansıtan katsayılar vektörünü simgeler. u ise; ortalaması sıfır olan ve normal dağıldıkları varsayılan hata terimleridir. Bağımlı değişkenin gecikmelerini yansıtan ϕ katsayıları ise ardışık bağlanım katsayılarıdır.

Öte yandan modelde bağımlı değişkenin dinamik etkilerinin daha ileri düzeyde araştırılması için Arellano ve Bond tarafından geliştirilen ve onların adlarıyla anılan dinamik panel veri modelinin daha ileri bir türü olan sistem dinamik panel veri modeli de kullanılmıştır.³⁰⁶ Sistem dinamik panel veri modelleri (system dynamic panel-data models), Arellano ve Bover'in 1995 ve Blundell ve Bond'un 1998 tarihli çalışmalarına dayanmaktadır.³⁰⁷ Ardışık bağlanım sürecinin yüksek süreklilik gösterdiği durumlarda, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin gecikmeleri zayıf açıklayıcı değişkenler haline gelmektedir. Bu nedenle sözü edilen araştırmacılar, bağımlı değişkenin fark değerlerinin gecikmeleri ile ortogonal hata terimlerine dayanan ilave moment koşulları uygulanmasını önermişlerdir. Bu bağlamda da panel-düzye etkisinin ilk gözlenen bağımlı değişkenin birinci farkıyla ilişkisiz olduğu varsayılmıştır. Söz konusu modelin genel yapısı aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^k \beta_{kit} \Delta X_{kit} + \sum_{i=1}^n \phi_{kit} \Delta y_{it-n} + u_{it} \quad (9')$$

(9') numaralı model “genelleştirilmiş momentler yöntemi” (generalized method of moment / GMM) ile tahmin edilmektedir. Bu bağlamda, bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin yanı sıra bağımsız değişkenler ile onların gecikmeli değerleri, hatta ilave açıklayıcı değişkenler araç değişkenler (instrumental variables) olarak kullanılabilir.

³⁰⁶ Arellano, Manuel ve Bond, Stephen R. “Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations”, The Review of Economic Studies, 58, 1991, ss.277 – 297.

³⁰⁷ Arellano, Manuel ve Bover, Olympia. “Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models”, Journal of Econometrics, 1995, 68(1), 29-51; Blundell, Richard ve Bond, Stephen R., “Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models”, Journal of Econometrics, 87(1), 1998, ss.115-143.

4.2.2.3. VAR Modelleri

Değişkenler düzey hallerinde durağan olduklarında, bazı iktisadi sorunların analizinde ele alınan değişkenlerin kısa dönemli ilişkilerini yansıtan VAR modelleri kullanılmaktadır. Bu bağlamda, Sims tarafından geliştirilen VAR modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir ³⁰⁸:

$$z_t = v + A_1 z_{t-1} + A_2 z_{t-2} + \dots + A_k z_{t-k} + \xi_t \quad (10)$$

(10) numaralı eşitlikte; z_t ($n \times 1$) değişkenler vektörünü, v ($n \times 1$) sabit terimler vektörünü, A ($n \times n$) katsayılar vektörünü, k gecikme sayısını, ξ_t ($n \times 1$) hata terimleri vektörünü simgelemektedir. Hata terimleri vektörü ξ_t 'nin; sıfır ortalamayla bağımsız ve aynı şekilde dağıldığı, yani $E(\xi_t) = 0$ ve $\Sigma = E(\xi_t \xi_t')$ ($n \times n$) simetrik bir varyans-kovaryans matrisi olduğu varsayılmaktadır. (4) numaralı eşitlik, aşağıdaki gibi genelleştirilebilir:

$$z_t = v + \sum_{i=1}^{k-1} A_i z_{t-i} + \xi_t \quad (11)$$

(11) numaralı eşitlik, herhangi p ve u değişkenleri arasındaki ilişkiyi yansıtacak şekilde tanımlanabilir:

$$\begin{aligned} \Delta p_t &= \alpha_1 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta p_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_{1j} \Delta u_{t-j} + \xi_{1t} \\ \Delta u_t &= \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \beta_{2i} \Delta p_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_{2j} \Delta u_{t-j} + \xi_{2t} \end{aligned} \quad (12)$$

Değişkenler durağan olmadıklarında; genellikle VAR yerine VEC modelleri kullanılmaktadır. VAR modellerinin sadece değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkiler konusundaki bilgileri kapsadığının altı çizilmelidir. Münferiden durağan olmayan değişkenler birlikte durağanlık gösteriyorlarsa, yani aralarında varlığı tespit edilmiş bir uzun dönem denge ilişkisi (eşbütünleşme) varsa VEC modelleri ideal bir analiz aracı haline gelir. Johansen'in geliştirdiği VEC modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir:³⁰⁹

$$\Delta z_t = \ell + \Gamma_1 \Delta z_{t-1} + \Gamma_2 \Delta z_{t-2} + \dots + \Gamma_k \Delta z_{t-k} + \Pi z_{t-1} + \epsilon_t \quad (13)$$

³⁰⁸ Christopher A. Sims, "Comparison of Interwar and Postwar Business Cycles: Monetarism Reconsidered", *The American Economic Review*, 70(2), 1980a, ss.250-259.

³⁰⁹ Johansen, Soren, 1988. "Statistical Analysis of Cointegration Vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), ss.231-254.

(13) numaralı eşitlikte; Δ fark işlemcisidir, Γ ($n \times n$) katsayılar matrisini simgeler ve değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkileri yansıtmaktadır, Π ise yine ($n \times n$) bir katsayı matrisidir ve $\Pi = \alpha\beta'$ olarak ayrıştırılabilir. Burada, α ve β sırasıyla ($n \times r$) uyumlama ve eşbütünleşme matrisleridir. (7) numaralı eşitlik aşağıdaki gibi genelleştirilebilir:

$$\Delta z_t = \ell + \sum_{i=1}^k \Gamma_i \Delta z_{t-i} + \Pi z_{t-1} + \epsilon_t \quad (14)$$

bütünleşik olduklarını ve aralarındaki ilişkinin aşağıdaki eşbütünleşme denklemiyle ifade edilebileceğini kabul edersek; VEC modelini daha anlaşılabilir bir biçimde yazabiliriz.

$$p_t = \beta_1 + \beta_2 u_t + \tau_t \quad (15)$$

$$\tau_t = p_t - \beta_1 - \beta_2 u_t \quad (16)$$

(16) numaralı eşitlik p ve u değişkenlerinin eşbütünleşme denklemidir. z_t 'nin ilk farkının durağan yani $I(1)$ olduğu varsayımı altında, eşbütünleşmenin varlığı $0 < r < n$ olmasına bağlıdır.

(14) numaralı eşitlik çerçevesinde (12) numaralı VAR modeline (16) numaralı eşitliğin hata teriminin birinci gecikmesi eklenecek olursa, VEC modeline ulaşılabileceği:

$$\begin{aligned} \Delta p_t &= \alpha_1 + \sum_{i=1}^m \phi_{1i} \Delta p_{t-i} + \sum_{j=1}^n \theta_{1j} \Delta u_{t-j} + \gamma_1 \tau_{t-1} + \zeta_{1t} \\ \Delta u_t &= \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \phi_{2i} \Delta p_{t-i} + \sum_{j=1}^n \theta_{2j} \Delta u_{t-j} + \gamma_2 \tau_{t-1} + \zeta_{2t} \end{aligned} \quad (17)$$

4.2.3. İncelenen Dönem, Kullanılan Veri Seti ve Paket Program

Analizde 1970-2008 dönemini kapsayan yıllık verilerden (39 gözlem) ve 2003-2010 dönemini kapsayan aylık verilerden (90 gözlem) meydana gelen iki ayrı veri seti ile çalışılmıştır. Söz konusu gözlem sayısı kesit başına gözlemleri yansıtmaktadır ve panel modellerde iki yada üç kesitli yapılar benimsendiğinden toplam gözlem sayısı kimi modellerde iki kimi modellerde ise üç katına çıkmaktadır. Bunun örneklemin ana kütleyle yakınsamasına ve sonuçların sağlamlığına katkı yaptığı belirtilmelidir. Panel veri modellerinde kullanılan veriler için bir durağanlık araştırılmasına ya da dönüşüme gerek görülmemiştir. Ancak VAR modellerine kaynaklık eden verilerde bu dönüşüm ve durağanlaştırma süreçleri izlenmiştir. Veriler TÜİK, TCMB, BDDK, Enerji Bakanlığı ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun halka açık kaynaklarından derlenmiştir. Analizlerde Eviews 5.1 ve STATA 10.0 paket yazılımları kullanılmıştır.

Tablo 36. Değişken Tanımlamaları

Sembol	Tanımı	Açıklama
ΔC^E	Elektrik tüketimindeki değişim	Net elektrik tüketimindeki değişim, yenilenebilir enerji tüketimindeki değişim ve toplam enerji tüketimindeki değişim olarak üç panelden oluşmaktadır.
g	Ekonomik büyüme oranı	GSYİH'nın bir önceki döneme göre değişim oranı
g^T	Tarım sektörünün büyüme oranı	Tarım sektörünün bir önceki döneme göre değişim oranı
g^S	Sanayi sektörünün büyüme oranı	Sanayi sektörünün bir önceki döneme göre değişim oranı
g^{Tic}	Ticaret sektörünün büyüme oranı	Ticaret sektörünün bir önceki döneme göre değişim oranı
g^E	Elektrik üretiminin büyüme oranı	Elektrik üretiminin bir önceki döneme göre değişim oranı
$\Delta(E/Y)$	Elektrik üretiminin milli gelirdeki payının değişimi	Elektrik üretiminin GSYİH'ye oranının bir önceki döneme göre değişim oranı
ΔE^D	Elektrik talebindeki değişim	Elektrik talebinin bir önceki döneme göre değişim oranı
ΔE^P	Elektrik üretimindeki değişim	Brüt elektrik üretimi, net elektrik üretimi ve yenilenebilir elektrik oranındaki değişim oranları olarak üç ayrı panelden oluşmaktadır.
ΔTKG	Toplam kurulu güç kapasitesinin değişim oranı	Toplam kurulu güç kapasitesinin bir önceki döneme göre değişim oranıdır.
$\Delta(y^E/E)$	Enerji üretiminin toplam üretime oranının değişimi	Enerji üretiminin toplam üretime oranının bir önceki döneme göre değişimi
ΔEc	Sektöre açılan banka kredilerinin değişimi	Sektöre açılan kredilerin bir önceki döneme göre değişim oranı
Δp	Fiyatlar genel düzeyinin bir önceki döneme göre değişim oranı	TÜFE endeksine dayanan fiyatlar genel düzeyinin bir önceki döneme göre değişim oranı
Δexc	Döviz kurlarındaki değişim oranı	Dolar ve Euro kurlarının eşit olarak ağırlıklandırıldığı bir kur sepetinin bir önceki döneme göre değişim oranı
Δi	Faiz oranlarındaki değişim oranı	Aylık mevduat faizlerinin bir önceki döneme göre değişim oranı

4.2.4. Uygulamanın Bulguları ve Genel Değerlendirme

Çalışmanın bu bölümündeki ekonometrik analizler sırasıyla panel veri ve VAR modellerini kapsadığından, tahminler sonucunda elde edilen bulgular ve bunlara ilişkin değerlendirmeler de aynı sistematik içinde ele alınacaktır.

4.2.4.1. Uygulamanın Bulguları ve Genel Değerlendirme

Panel veri modelleriyle yapılacak analiz, daha önce teorik temelleri açıklanan (2), (4) ve (6) numaralı modellerin sırasıyla tahmin edilmesine dayanmaktadır. Bilindiği gibi (2) numaralı model; elektrik tüketimindeki değişimi analiz etmektedir. Bu çerçevede, bağımlı değişken net elektrik tüketimindeki değişim ve yenilenebilir enerji tüketimindeki değişim (rüzgar, güneş, hayvan ve bitki artıkları, bio-yakıt ve jeotermal kaynaklardan sağlanan elektrik enerjisi) ile toplam enerji tüketimindeki değişimden meydana gelen üç panelli bir yapıdadır. Bağımlı değişkenin modellenmesinde zaman içinde sergilediği değişimlerin etkilerini de araştırmak gerekmektedir. Dolayısıyla, panel veri modelleri bağımlı değişkenin ardışık bağımlı gecikmelerini de kapsayacak şekilde “dinamik” bir yapıda tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 37.de sunulmaktadır.

Tablo 37. Elektrik Tüketimindeki Değişimin Bileşenlerini Araştıran Panel Veri Modellerinin Sonuçları

$$\Delta C_{it}^E = \lambda_{it} + \theta_{1it} g_{it} + \theta_{2it} g_{it}^T + \theta_{3it} g_{it}^S + \theta_{4it} g_{it}^{Tic} + \theta_{5it} g_{it}^E + \theta_{6it} \Delta(E/Y)_{it} + \theta_{7it} \Delta E_{it}^D + \phi_{1it} \Delta C_{it-1}^E + \dots + \phi_{nit} \Delta C_{it-n}^E + \xi_{it}$$

Bağımsız Değişkenler	Model Numaraları		
	(1.1)	(1.2)	(1.3)
λ	0.753 (6.037)*	0.748 (9.528)*	0.509 (3.758)*
θ_1	-0.004 (-2.776)*	-0.0064 (-1.681)***	-0.0066 (-2.313)**
θ_2	-0.0002 (-0.338)	--	--
θ_3	0.0022 (2.431)**	0.0033 (4.560)*	0.0006 (0.342)
θ_4	0.0034 (1.208)	0.0040 (1.327)	0.0064 (3.420)*
θ_5	8.09E-05 (0.169)	--	--
θ_6	-0.0082 (-0.689)	--	--
θ_7	0.256 (2.714)*	0.240 (3.351)*	0.462 (3.718)*
ϕ_1	0.018 (0.219)	--	-0.008 (-0.090)
ϕ_2	0.095 (1.080)	--	0.127 (1.528)**
ϕ_3	--	--	0.306 (3.273)*
ϕ_4	--	--	-0.189 (-1.550)
R^2	0.09	0.09	0.11
Log. Olab.	134.1536	143.1316	125.8341
D.W.	2.051	1.979	1.953
F Değeri	1.098	2.761	1.561
F Anlamlılık	0.371	0.031	0.147
Gözlem Say.	108	114	102

t testleri parantez içinde verilmiştir. (*), (**), (***) sembolleri t testlerinin sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

Tablo incelendiğinde, tahmini yapılan üç alternatif model arasında istatistik açıdan en başarılısının (anlamlı ve açıklayıcı gücü yüksek olanı) (1.3) numaralı model olduğu görülür. Bununla birlikte, üç modelin de ortak bazı yanları olduğu dikkatlerden kaçmayacaktır. Tüm modellerde; ekonomik büyüme hızı, sanayi ve ticaret sektörlerinin büyüme hızları ve elektrik enerjisine olan talep değişimleri anlamlı parametre değerleri vermiştir. Bu oldukça mantıklıdır, çünkü özellikle sanayi olmak üzere ticaret ve büyüme hızı arttıkça elektrik tüketimi de artmaktadır. Zaten elektrik talebi de tespiti pekiştirecek şekilde tüm modellerde anlamlıdır. Ayrıca (1.2) numaralı model sayılmazsa, bağımlı değişkenin kendi gecikmeli değerlerinden etkilendiği gözlenmektedir. Bu elektrik tüketiminin zamana bağlılığını ortaya koymaktadır. Geçmiş tüketim düzeyleri, şu anki tüketim düzeyinin bileşenlerinden birisidir.

Tablo 38. Elektrik Tüketimindeki Değişimin Bileşenlerini Araştıran Sistem Dinamik Panel Veri Modellerinin Sonuçları

$$\Delta \Delta C_{it}^E = \lambda_{it} + \theta_{1it} \Delta g_{it} + \theta_{2it} \Delta g_{it}^T + \theta_{3it} \Delta g_{it}^S + \Delta \theta_{4it} g_{it}^{Tic} + \theta_{5it} \Delta g_{it}^E + \Delta \theta_{6it} \Delta (E/Y)_{it} + \theta_{7it} \Delta \Delta E_{it}^D + \phi_{1it} \Delta \Delta C_{it-1}^E + \dots + \phi_{nit} \Delta \Delta C_{it-n}^E + \xi_{it}$$

Bağımsız Değişkenler	Model Numaraları	
	(1.4)	(1.5)
λ	0.838 (3.620)*	0.825 (3.840)*
θ_1	-0.0067 (-1.220)	0.0027 (1.791)***
θ_2	0.0005 (0.340)	--
θ_3	0.0035 (1.112)	--
θ_4	0.0041 (1.470)***	--
θ_5	0.0006 (0.565)	--
θ_6	-0.011 (-1.300)	-0.0180 (-2.211)**
θ_7	0.195 (0.930)	0.198 (0.322)
ϕ_1	-0.1711 (-0.240)	-0.0088 (0.899)
ϕ_2	--	--
Wald χ^2	24.06	21.08
Wald Anlamlılık	0.0022	0.0003
Sargan Testi χ^2	135.48	143.69
Sargan Anlamlılık	0.0047	0.0037
Gözlem Sayısı	111	111
AR(1) Testi	-4.012 (0.001)	-6.112 (0.001)
AR(2) Testi	-2.025 (0.041)	-3.198 (0.002)

z testleri parantez içinde verilmiştir. (*), (**), (***) sembolleri z testlerinin sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

Tabloda (2) numaralı modele uygulanan sistem dinamik panel veri modeli sonuçları sunulmaktadır. Bu tablo incelendiğinde, modellerin genel açıdan makul sayılabilecek istatistik

anlamlılıklarına karşın katsayı değerleri açısından pek de başarılı oldukları söylenemez. Gerek (1.4) gerekse (1.5) numaralı tahminler Sargan testi açısından yüksek değerler vermekte ve modele dahil edilen araç değişkenlerin doğru olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca modelde ayrı varyanslık (heteroscedasticity) sorunu olmadığını da göstermektedir. Modellerin parametrelerinin tahmin edilen örnekleme ne kadar doğru yansıttıklarını gösteren Wald testi değerleri makul seviyelerdedir. Modeldeki kalıntılarda birinci ve ikinci mertebeden ardışık bağılanım sorununu test eden Arellano-Bond testlerinden AR(1) testinin negatif ve anlamsız ve AR(2) testinin ise negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Fakat yine de katsayıların istatistik anlamlılıkları her iki modelde de düşüktür. Bu sonuçlar doğrusal yapıdaki tahminlerin, spesifik olarak da (1.3) numaralı modelin elektrik tüketimini açıklamakta kullanılması gerektiği sonucunu desteklemektedir.

(4) numaralı model; elektrik üretimini analiz etmek üzere tasarlanmıştır. Bağımlı değişken olan elektrik üretimindeki değişim; brüt elektrik üretimi ile net elektrik üretiminin değişim oranlarını ve yenilenebilir enerji üretimindeki değişimi içeren üç panelden oluşmaktadır. Böylece, net ve brüt üretimi etkileyen unsurların belirlenmesi hedeflenmiştir. Tahmini yapılan üç alternatif modelin sonuçları Tablo 39.da sunulmuştur.

Tablo 39. Elektrik Üretimindeki Değişimin Bileşenlerini Araştıran Panel Veri Modellerinin Sonuçları

$$\Delta E_{it}^P = \mu_{it} + \gamma_{1it}g_{it} + \gamma_{2it}g_{it}^E + \gamma_{3it}\Delta(E/Y)_{it} + \gamma_{4it}\Delta E_{it}^D + \gamma_{5it}\Delta TKG_{it} + \gamma_{6it}\Delta(y^E/E)_{it} + \omega_{1it}\Delta E_{it-1}^P + \dots + \omega_{nit}\Delta E_{it-n}^P + \varepsilon_{it}$$

Bağımsız Değişkenler	Model Numaraları		
	(2.1)	(2.2)	(2.3)
μ	0.531 (1.814)**	--	0.544 (1.981)**
γ_1	0.0048 (28.816)*	0.0046 (20.891)*	0.0045 (34.543)*
γ_2	0.0018 (9.010)*	0.0020 (9.634)*	0.0015 (7.298)*
γ_3	0.077 (2.766)*	0.0046 (0.632)	0.0030 (2.143)**
γ_4	--	--	--
γ_5	0.100 (6.235)*	0.080 (12.224)*	0.384 (1.297)
γ_6	0.372 (1.268)	0.385 (1.297)	0.098 (3.379)*
ω_1	-0.383 (-2.050)**	-0.433 (-2.389)**	-0.266 (-1.869)**
ω_2	0.486 (23.913)*	0.547 (9.778)*	0.681 (6.079)*
ω_3	0.488 (3.412)*	0.548 (4.492)*	--
ω_4	--	0.329 (4.191)*	--

R ²	0.45	0.48	0.39
Log. Olab.	116.4284	113.7414	117.4258
D.W.	1.696	1.809	1.763
F Değeri	8.376	9.187	8.043
F Anlamlılık	0.000	0.000	0.000
Gözlem Say.	90	87	93

t testleri parantez içinde verilmiştir. (*), (**), (***) sembolleri t testlerinin sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 39.daki modellerden en anlamlısı (2.1) numaralı modeldir. Bu model makul bir açıklama gücüne ve hemen tüm parametreleri açısından istatistik anlamlılığa sahiptir. Ancak tüm modeller birlikte incelendiğinde, yine ortak noktalar olduğu görülür. Her modelde; ekonomik büyüme hızı, elektrik enerjisi sektörünün büyüme hızı, sektörün milli gelir içindeki payının değişimi, toplam kurul güç miktarının değişimi anlamlı katsayı değerleri vermektedir. Bununla birlikte, yenilenebilir enerji üretiminin toplam üretimdeki payının gösterdiği değişim, sadece (2.3) numaralı modelde anlamlıdır. Tüm modellerde bağımlı değişken, ciddi bir zamana bağlılık göstermektedir. Bu bağımlı değişkeni, açıklamakta kendi gecikmelerinin anlamlı katsayı değerleri vermesinden anlaşılmaktadır. Enerji üretimi, geçmişteki üretim miktarlarıyla ilişkili bir seyir izlemektedir.

Tablo 40. Elektrik Üretimindeki Değişimin Bileşenlerini Araştıran Sistem Dinamik Panel Veri Modellerinin Sonuçları

$$\Delta\Delta E_{it}^P = \mu_{it} + \gamma_{1it}\Delta g_{it} + \gamma_{2it}\Delta g_{it}^E + \gamma_{3it}\Delta\Delta(E/Y)_{it} + \gamma_{4it}\Delta\Delta E_{it}^D + \gamma_{5it}\Delta\Delta TKG_{it} + \gamma_{6it}\Delta\Delta(y^E/E)_{it} + \omega_{1it}\Delta\Delta E_{it-1}^P + \dots + \omega_{nit}\Delta\Delta E_{it-n}^P + \varepsilon_{it}$$

Bağımsız Değişkenler	Model Numaraları		
	(2.4)		
μ	0.534	(2.500)	**
γ_1	0.0042	(3.123)	*
γ_2	0.0022	(1.770)	***
γ_3	-0.0054	(-0.630)	
γ_4	--	--	
γ_5	0.143	(1.401)	***
γ_6	0.458	(9.121)	*
ω_1	-0.318	(-2.991)	*
ω_2	0.122	(1.952)	**
Wald χ^2	130.65	AR(1) Testi	-15.906
Wald Anlamlılık	0.0000		(0.0000)
Sargan Testi χ^2	148.85	AR(2) Testi	-3.415
Sargan Anlamlılık	0.0157		(0.0006)
Gözlem Sayısı	93		

z testleri parantez içinde verilmiştir. (*), (**), (***) sembolleri z testlerinin sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

(4) numaralı modelin ileri düzey analizi sistem dinamik panel veri modeliyle yapılmış ve sonuçlar tabloda sunulmuştur. Bu sonuçlar, istatistik açıdan oldukça anlamlıdır. Yüksek

Wald testi değeri model parametrelerinin başarılı olduğunu ve örnekleme yeterince yansıttıklarını göstermektedir. Sargan testi modeldeki araç değişkenlerin uygun olduklarını ve ayrı varyanslık sorunu olmadığını göstermektedir. Diğer yandan Arellano-Bond AR testleri de modelde ardışık bağlanım sorunu bulunmadığını göstermektedir. Modelin hemen tüm katsayıları da anlamlıdır. Burada sunulan sistem dinamik modelin sonuçları bir önceki tablodaki doğrusal modelin sonuçlarıyla tutarlılık içindedir. Elektrik üretimi zamana bağlılık göstermektedir. Ayrıca genel ekonomik büyümeden, sektörün büyümesinden, toplam kurulu güçten ve diğer bağımsız değişkenlerden etkilenmektedir. Sadece elektrik talebi anlamsız bulunarak model dışında bırakılmıştır.

(6) numaralı model, elektrik enerjisinin finansmanını analiz etmek üzere geliştirilmiştir. Bu modele ilişkin dinamik panel veri tahmini sonuçları Tablo 41.de sunulmuştur. (6) numaralı model iki alternatif bağımlı değişken setine göre çözülmüştür. Birinci bağımlı değişken seti, enerji sektörüne açılan banka kredilerini vadeleri açısından kategorize etmektedir. Bu bağlamda; kısa vadeli, uzun vadeli ve toplam krediler olarak üçlü bir panel kullanılmıştır. İkinci bağımlı değişken seti ise, enerji sektörüne açılan banka kredilerini nitelikleri açısından kategorize etmektedir. Bu çerçevede; nakdi, gayri nakdi ve toplam krediler şeklinde bir ayrıma gidilerek paneller oluşturulmuştur. Böylece, sektöre sağlanan finansmanın her yönüyle irdelenmesi hedeflenmiştir.

**Tablo 41. Elektrik Enerjisi Sektöründe Finansmanın Analizi:
Banka Kredilerini Etkileyen Unsurları Araştıran Panel Veri Modellerinin Sonuçları**

$$\Delta Ec_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1it} \Delta p_{it} + \beta_{2it} \Delta exc_{it} + \beta_{3it} \Delta i_{it} + \beta_{4it} g_{it} + \beta_{5it} g^E_{it} + \delta_{1it} \Delta Ec_{it-1} + \dots + \delta_{nit} \Delta Ec_{it-n} + u_{it}$$

Bağımsız Değişkenler	Bağımlı Değişkenler (Model Numaraları)			
	Kısa Vadeli, Uzun Vadeli ve Toplam Krediler		Nakdi, Gayri Nakdi ve Toplam Krediler	
	(3.1)	(3.2)	(3.3)	(3.4)
α	1.930 (2.663)**	0.957 (1.697)***	1.038 (10.085)*	1.077 (11.934)*
β_1	0.099 (0.138)	0.726 (2.022)**	0.503 (4.736)*	0.498 (10.519)*
β_2	0.140 (1.467)***	0.067 (1.850)***	0.025 (2.831)*	0.041 (2.335)**
β_3	-0.692 (-2.961)**	-0.389 (-2.369)**	-0.378 (-10.913)*	-0.408 (-16.657)*
β_4	-0.540 (-3.814)*	0.191 (3.957)*	-0.251 (-3.810)*	0.071 (5.781)*
β_5	0.113 (0.761)	-0.510 (-13.903)*	0.085 (2.975)*	-0.255 (-5.829)*
δ_1	-0.273 (-7.226)*	-0.317 (-5.235)*	-0.308 (-4.127)*	-0.304 (-3.338)*
δ_2	-0.060 (-1.701)***	-0.082 (-2.782)**	-0.040 (-1.627)***	-0.125 (-4.027)*
δ_3	0.045 (1.278)	0.0044 (0.095)	0.130 (1.564)	--
δ_4	0.0073 (0.214)	0.014 (0.516)	0.042 (0.868)	--

R²	0.27	0.86	0.89	0.937
Log. Olab.	124.4159	178.3790	--	--
D.W.	1.784	1.756	1.693	1.944
F Değeri	10.198	178.379	243.280	545.343
F Anlamlılık	0.000	0.000	0.000	0.000
Gözlem Say.	255	255	255	261

t testleri parantez içinde verilmiştir. (*), (**), (***) sembolleri t testlerinin sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

Tablodaki sonuçlar ilk bağımlı değişken seti açısından incelendiğinde en anlamlı katsayı değerleri veren model (3.2) numaralı modeldir. İkinci bağımlı değişken seti açısından incelendiklerinde ise, (3.4) numaralı modelin başarılı olduğu görülmektedir.

Başarılı bulunan her iki model de; fiyatlar genel düzeyindeki değişim, kurlardaki değişim, faiz oranlarının değişimi, büyüme hızı ve sektörün büyüme hızı gibi tüm açıklayıcı değişkenlerin krediler üzerinde etkili olduğunu açıkça göstermektedir. Aslında, fiyatlar, kurlar, faiz oranları ve büyüme gibi makro değişkenlerin banka kredileriyle ilişkili olması şaşırtıcı bir sonuç değildir. Çünkü bu göstergeler, reel sektör gibi hatta ondan daha da çok finansal sektörü etkilemektedir. Enerji sektörünün büyüme hızı ise, modelde yegane doğrudan ve spesifik açıklayıcı değişken konumundadır. Oldukça güçlü bir şekilde bağımlı değişkeni açıklamaktadır. Bağımlı değişkenin gecikmelerinin de anlamlı katsayı değerleri vermesi, yine geçmişe bağlılığın bir göstergesidir.

Ekonomik anlamda sonuçlar değerlendirilecek olursa, enerji sektörüne açılan banka kredilerinin genel ekonomik performanstan ciddi bir şekilde etkilendiği, spesifik olarak da enerji sektörünün performansına bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Fiyatlar genel düzeyinin istikrarlı seyretmesi, faiz oranları ve kurların düşük kalması, büyümenin artması enerji yatırımlarını teşvik edecek temel faktörlerdir. Enerji yatırımlarının artması, fon talebinin ve bu bağlamda sektöre açılan banka kredilerinin de artması demektir.

Tablo 42. Elektrik Sektörüne Açılan Banka Kredilerini Etkileyen Unsurları Araştıran Sistem Dinamik Panel Veri Modellerinin Sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Model Numaraları	
	(3.5)	(3.6)
α	5.585 (5.001)*	1.660 (4.111)*
β_1	-1.923 (-1.721)***	0.831 (2.091)**
β_2	-1.684 (-4.492)*	-0.556 (-4.540)*
β_3	-0.036 (-0.260)***	-0.0087 (0.854)
β_4	-0.301	-0.283

β_5	(-1.611)*** -0.195 (-0.931)	(-4.241)* 0.029 (0.700)
δ_1	-0.197 (-4.481)*	-0.421 (-9.900)*
δ_2	-0.147 (-3.791)*	-0.203 (-5.561)*
Wald χ^2	69.53	148.30
Wald Anlamlılık	0.0000	0.0000
Sargan Testi χ^2	498.96	463.28
Sargan Anlamlılık	0.0000	0.0000
Gözlem Sayısı	261	261
AR(1) Testi	-12.269 (0.000)	-16.129 (0.000)
AR(2) Testi	-2.905 (0.003)	-5.027 (0.001)

z testleri parantez içinde verilmiştir. (*), (**), (***) sembolleri z testlerinin sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

Elektrik enerjisinin finansmanını araştırmak üzere geliştirilen (6) numaralı model sistem dinamik panel veri yaklaşımıyla hem kredilerin vadelerine hem de kredilerin niteliklerine göre ayrı ayrı tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar da Tablo 42.de sırasıyla (3.5) ve (3.6) numaralı modeller olarak sunulmuştur. Gerek kredi vadelerine göre tahmin edilen (3.5) gerekse kredi türlerine göre tahmin edilen (3.6) numaralı modellerin istatistik açıdan oldukça başarılı oldukları görülmektedir. Hem Sargan testi hem Arellano-Bond AR testleri incelendiğinde bu modellerin ayrı varyanslık ve ardışık bağlanım sorunlarından etkilenmedikleri görülür. Wald testi sonuçları da tahmin edilen parametrelerin örnekleme başarıyla yansıttığını ortaya koyacak şekilde yüksektir. Ayrıca modellerin katsayıları istatistik açıdan anlamlıdır.

Açıkça görüldüğü gibi iki modelin sonuçları oldukça tutarlıdır. Ayrıca bu sonuçlar, Tablo 41.de sunulmuş olan doğrusal modellerin tahminleriyle de büyük oranda örtüşmektedir. İki model arasında sade fiyatların ve döviz kurlarının katsayı işaretleri açısından farklılık gözlenmektedir.

4.2.4.1. VAR Modellerinin Sonuçları

Elektrik enerjisi yatırımlarını finanse etmek için açılan banka kredileri ile elektrik üretimi ve toplam sanayi üretimi arasındaki etkileşimin ortaya konması hedeflenmiştir. Bu bağlamda, sektöre açılan banka kredilerindeki değişim ile elektrik üretimi ve toplam sanayi üretiminin gösterdikleri değişimlerin karşılıklı davranışları analiz edilmiştir. Bu değişkenlerin şoklar karşısında etkileşimli olarak nasıl davranışlar sergiledikleri temelinde gelecekteki durumları VAR modelleri ve etki-tepki fonksiyonları yardımıyla öngörülme çalışılmıştır.

4.2.2.3. numaralı alt bölümde sunulan (11) ve (12) numaralı eşitliklerden hareketle aşağıdaki VAR Modeli geliştirilmiştir:

$$\begin{aligned}
\Delta Ec_t &= \alpha_1 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta Ec_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_{1j} g_{t-j}^S + \sum_{l=1}^k \phi_{1l} g_{t-j}^E + \xi_{1t} \\
g_t^S &= \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \beta_{2i} \Delta Ec_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_{2j} g_{t-j}^S + \sum_{l=1}^k \phi_{2l} g_{t-j}^E + \xi_{2t} \\
g_t^E &= \alpha_3 + \sum_{i=1}^m \beta_{3i} \Delta Ec_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_{3j} g_{t-j}^S + \sum_{l=1}^k \phi_{3l} g_{t-j}^E + \xi_{3t}
\end{aligned} \tag{18}$$

(18) numaralı VAR modelinde; ΔEc elektrik enerjisi sektörüne açılan banka kredilerinin değişim oranını, g^S sanayi sektörü üretim düzeyinin büyüme veya değişim oranını, g^E enerji sektörü üretim düzeyinin büyüme veya değişim oranını simgelemektedir.

Analizin ilk aşamasında değişkenlerin durağanlıkları araştırılmıştır. Bu amaçla, tüm değişkenlere düzey hallerinde ve birinci fark hallerinde genişletilmiş Dickey-Fuller birim kök testleri uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 43.de sunulmaktadır. Sonuçlar tüm değişkenlerin birinci farklarının durağan olduklarını yani I(1) olduklarını göstermektedir. Değişkenlerin aynı düzeyde durağanlık göstermeleri nedeniyle aralarında bir uzun dönem ilişkisi olup olmadığının eşbütünleşme testleri ile incelenmesi gerekecektir. Ancak yapılan eş bütünleşme testleri değişkenler arasında anlamlı bir eş bütünleşmenin varlığını doğrulamadığından, VAR analizine bir sonraki aşamadan devam edilmiştir.

Tablo 43. Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri

$\Delta x_t = \alpha_1 + \alpha_2 t + \alpha_3 x_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^n \Delta x_{t-i} + \mu_t$				
	Gecikme*	t Testi	Olasılık	Kritik Değer**
Ec	0	-0.178	0.992	
g^S	11	-2.100	0.537	%1 düzeyinde
g^E	11	-2.402	0.375	-4.064
$\Delta \Delta x_t = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 \Delta x_{t-1} + \beta_i \sum_{j=1}^m \Delta \Delta x_{t-j} + \psi_t$				
				%5 düzeyinde
				-3.461
				%10 düzeyinde
ΔEc	0	-10.062	0.000	-3.156
Δg^S	11	-7.790	0.000	
Δg^E	11	-6.624	0.000	

(*) Uygun gecikme uzunluğu Schwarz Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir. (**) Kritik değerler MacKinnon'un (1996) geliştirdiği tek taraflı p değerlerini temel almaktadır.

Analizin ikinci aşamasında VAR modelinin uygun gecikme sayısının belirlenebilmesi için; deneme amaçlı olarak çözülen dört gecikme uzunluğunu kapsayan bir VAR modelinin kalıntılarına logaritmik olabilirlik, lagranj (LR) ve nihai tahmin hatası (FPE) testlerine ek olarak Akaike, Schwarz ve Hannan-Quinn bilgi kriterleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 43.de sunulmaktadır. Tablo 43.deki sonuçlar incelendiğinde testlerden üçünde altıncı

ikisinde ise yedinci gecikmenin belirlendiği görülmüştür. Testlerin çoğu altıncı gecikmeyi gösterdiğinden uygun gecikme uzunluğunun altı olduğu tespit edilmiş ve VAR modeli bu gecikme uzunluğu için yeniden çözülmüştür.

Tablo 44. VAR Modelinin Gecikme Sayılarının Belirlenmesi

Gecikme	Log. Olabilirlik	LR Testi	FPE Testi	Akaike B.K.	Schwarz B.K.	Hannan Quinn B.K.
0	-1736.26	--	8.98E+14	42.94477	43.03346	42.98036
1	-1719.98	30.96015	7.50E+14	42.76492	43.11965	42.90724
2	-1706.93	23.83856	6.80E+14	42.665	43.28578	42.91406
3	-1681.03	45.41541	4.49E+14	42.24757	43.1344	42.60337
4	-1663.92	28.7184	3.69E+14	42.04746	43.20034	42.51001
5	-1644.48	31.20304	2.87E+14	41.78963	43.20857	42.35893
6	-1615.26	44.72612	* 1.76E+14	41.29047	42.97545	* 41.96650 *
7	-1603.73	16.80362	1.68e+14	* 41.22788	* 43.17891	42.01066
8	-1594.80	12.35087	1.72E+14	41.22955	43.44664	42.11908

$$\Delta Ec_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^6 \beta_{1i} \Delta Ec_{t-i} + \sum_{j=1}^6 \lambda_{1j} g_{t-j}^S + \sum_{l=1}^6 \phi_{1l} g_{t-j}^E + \xi_{1t}$$

$$g_t^S = \alpha_2 + \sum_{i=1}^6 \beta_{2i} \Delta Ec_{t-i} + \sum_{j=1}^6 \lambda_{2j} g_{t-j}^S + \sum_{l=1}^6 \phi_{3j} g_{t-j}^E + \xi_{2t} \quad (19)$$

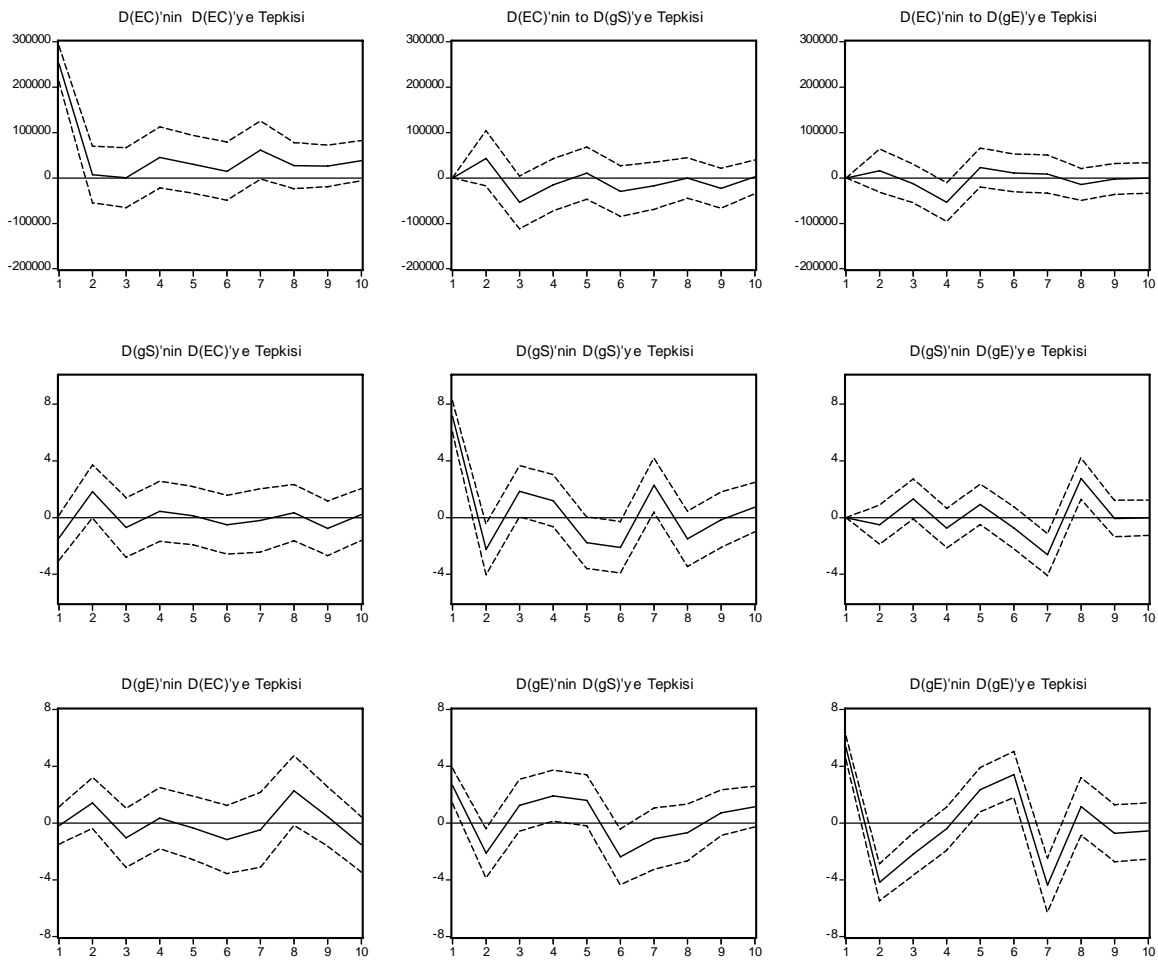
$$g_t^E = \alpha_3 + \sum_{i=1}^6 \beta_{3i} \Delta Ec_{t-i} + \sum_{j=1}^6 \lambda_{3j} g_{t-j}^S + \sum_{l=1}^6 \phi_{3j} g_{t-j}^E + \xi_{3t}$$

Üçüncü aşamada, (19) numaralı modelin tahmini yapılmış ve model kalıntıları belirleme veya tanı koyma testleri (diagnostic tests) incelenerek, tahmin performansı tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda; model kalıntılarına Portmanteu, Breusch-Godfrey LM, Jarque-Bera normallik ve değişken varyanslık (heteroscedasticity) için F testleri uygulanmıştır. Söz konusu testlerin sonuçları tabloda sunulmuştur. Bu sonuçlar incelendiğinde, değişken varyanslığı ölçen F testininki hariç tüm testlerin sonuçları tahmini yapılan modelin istatistik açıdan anlamlı ve sağlam (robust) olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 45. VAR Modeli Belirleme Testleri

Örneklem	Değişkenler	Gecikme	Portmanteu Testi	Breusch Godfrey LM Testi	Jarque-Bera Normalite Testi	Değişken Varyans için F Testi
2003:1 2010:6	$\Delta Ec, \Delta g^S,$ Δg^E	6	38.3108 (0.0000)	30.236 (0.0004)	12.3233 (0.0551)	1.1612 (0.3157)

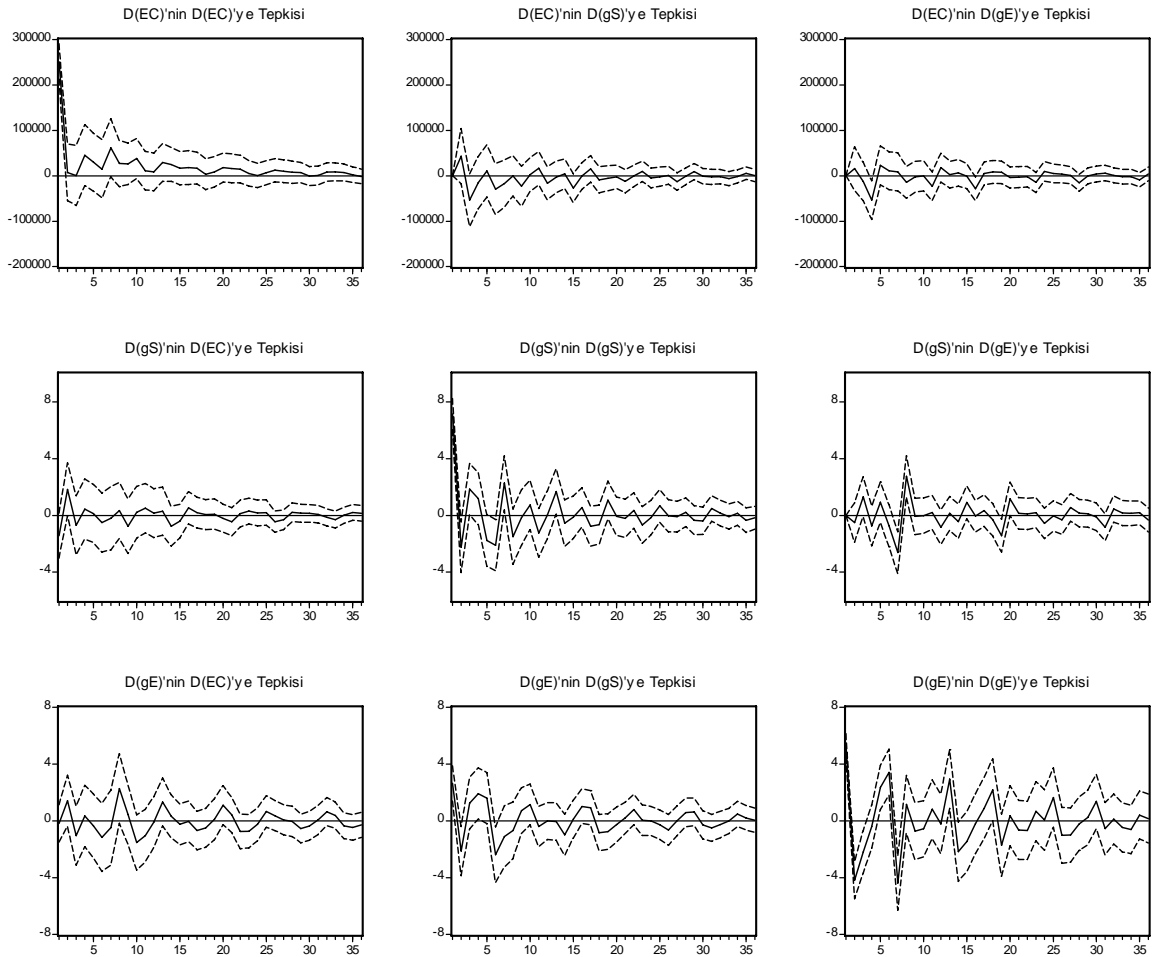
Analizin son aşamasında; belirleme testlerini başarıyla geçen (19) numaralı VAR modelinin etki-tepki (impulse-response) fonksiyonları hesaplanmıştır. Öncelikle 10 aylık kısa bir dönem için bir standart sapmalılık şoka değişkenlerin nasıl tepki verdikleri araştırılmıştır. Elde edilen tepki şekilleri, Şekil 30.da sunulmaktadır. Söz konusu şekil incelendiğinde; bir standart sapmalılık bir şok karşısında değişkenlerin ne münferit ne de etkileşimli tepkileri sönümlenmemektedir. Bunun anlamı, enerji sektörüne açılan banka kredileri ile enerji üretimi ve sanayi üretimindeki değişimlerin karşılıklı etkileşimlerinin olası şoklardan kısa vadede ciddi şekilde etkileneceği ve sektördeki yeniliklerin her üç değişkende de kısa dönemde ciddi dalgalanmalara neden olacağıdır.



Şekil 30. Etki – Tepki Fonksiyonları: Bir Standart Sapmalılık Şoka Değişkenlerin Tepkileri

Olası şokların ne kadar bir sürede sönümleneceğini araştırmak için 36 aylık etki-tepki grafikleri çizdirilmiştir (Bkz. Şekil 31). Bu grafikler incelendiğinde, değişkenlerden her hangi birisinde meydana gelen bir standart sapmalılık yenilik veya şokun gerek kendisiyle gerekse diğerleriyle etkileşimli tesirlerinin 36 ay zarfında tamamen veya önemli oranda ortadan

kalktığı gözlenmektedir. Bunun anlamı, enerji sektöründe üretim ile finansman ilişkilerinin kısa dönemli olmayıp uzun dönemli etkileşimler gösterdiği'dir. Karar alıcılar açısından bu sonucun önemi, gerek yatırım kararlarında gerekse yatırımlara tahsis edilecek finansman kararlarında uzun ufuklu etkilerin beklenmesi gerektiğidir. Somutlaştıracak olursak, kredi yoluyla yapılacak yatırımların neden olacağı etkiler asgari üç yıl sürecektir. Aynı şekilde üretim dalgalanmalarının krediler üzerindeki etkileri de asgari üç yılı bulabilecektir. Bu bakımdan yatırımcıların ve kredi verenlerin açısından yatırımların olgunlaşma süresi üç yılı bulacaktır. Eğer bir ekonomik kriz meydana gelirse, bunun sonuçları elektrik enerjisi sektöründe asgari üç yıl süreceğinden finansal kararlar da bu doğrultuda şekillendirilmelidir.



Şekil 31. Etki – Tepki Fonksiyonları: Bir Standart Sapmalı Şoka Değişkenlerin Tepkileri

4.2.5. Genel Değerlendirme

Yapılan ekonometrik analizlerin bulguları incelendiğinde bazı önemli tespitler yapılabilir. Her şeyden önce hem elektrik üretimi hem de elektrik tüketimi; genel ekonomik büyümeden ve bunun enerji sektörüne yansımından pozitif bir şekilde etkilenmektedir. Bunun yanı sıra, büyüme eğiliminin sonucunda artan enerji talebinin, bu paralelde enerjinin milli gelirdeki payının artmasının ve yapılan yatırımlarla toplam kurulu güç kapasitesindeki artışın rolü yadsınamaz. Yenilenebilir enerji kaynakları, son yıllarda ciddi bir gelişme göstermiş olmakla birlikte mevcut enerji üretimi ve tüketimi içindeki payı hala oldukça azdır.

Enerji üretimine olan talep arttıkça, sektöre açılan kredilerde de bir artış kaçınılmaz olarak yaşanmaktadır. Ancak büyümenin neden olduğu talep artışı kadar, fiyat istikrarı, faiz ve kur hareketlerinin istikrarı gibi makro etkenler de önemlidir.

Sıralanan bu makro ekonomik etkenlerden kaynaklanabilecek bir ekonomik şok, yada sektörde çeşitli nedenlerle olabilecek yeniliklerin etkileri ise kalıcı olabilir. Elde edilen bulgular, bu kabil gelişmelerin uzun dönemli etkileri olacağını ortaya koymuştur. Söz konusu gelişmeler iki kanallı bir yapıdadır. Birincisi, ekonomik şoklar sektörde uzun vadeli sorunlara ve duraklamalara neden olabilir. İkincisi ve sevindirici olanı ise, eğer kredilerin desteklediği bir yatırım artışı yaşanır ise bunun etkileri de uzun vadeli olacaktır. Aslında çağdaş yaşamın enerji talebini gün geçtikçe arttırdığı düşünülecek olursa bu sonuçlar şaşırtıcı değildir.

SONUÇ

Son yıllarda gelişmekte olan ekonomilerin büyüme hızında yaşanan gelişim ve buna bağlı olarak temel ekonomik ürün ve hizmetlerin üretim ve tüketiminde yaşanan yükseliş, dünyadaki enerji ihtiyacına olan talebi arttırmıştır. Ayrıca mevcut enerji kaynaklarının zamanla giderek tükenir nitelikte olması, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini gün geçtikçe arttırmaktadır. Bu yüzden özellikle ülkemizde ve gelişen diğer ekonomiler açısından yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili araştırmalar büyük önem arz etmektedir.

Bir çok enerji üretim yöntemleri, bugünkü çevre kirliliğinin önemli nedenlerinden olmasının yanısıra bu yöntemlerde kullanılan fosil yakıtların tüketiminin çevreye olan zararları itibariyle uluslararası taahhütler kapsamında azaltılmasının öngörülmesi, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizin de önemli gündem konularından birini oluşturmaktadır. Bunun yanında, fosil yakıtların bir süre sonra tükeneceği gerçeğinin de bilinmesi neticesinde çevre dostu ve yenilenebilir nitelikteki enerji kaynaklarından daha fazla yararlanılması gerektiği gerçeğini doğurmaktadır.

İnsanların hayati gereksinimlerinin giderilmesi, ekonomik ve beşeri gelişimin sürdürülebilir hale getirilmesinde önem arz eden enerji; sanayi, konut ve ulaştırma gibi sektörlerin en temel hammaddesidir. Buna karşılık enerji; insan hayatı için bu kadar önem arz etmesine rağmen çeşitli nedenlerden ötürü de çevrenin kirlenmesine sebep olmaktadır. Gerek çevrim gerek taşınım ve gerekse de tüketim aşamalarında meydana gelen bu olumsuz etki, nüfus artışının ve sanayinin gelişmesinin doğrultusunda etkisini arttırmaktadır. Bu yapısıyla sadece ülke içi değil, sınırötesine de ulaşan bu durum, ekolojik denge üzerinde ciddi bir tehdit oluşturmaktadır ve yenilebilir enerji kaynaklarını daha da önemli hale getirmektedir. Dolayısıyla günümüzde enerji konusunda ön plana çıkan iki önemli sorundan ilki, global iklim değişikliğine sebep olan fosil yakıtların etkin olmayan kullanımı, diğeri ise ülkeler arası çatışmalara yol açan enerji temini sorunudur. Dünyadaki azalan enerji kaynakları ve yetersiz enerji altyapısı bu kadar büyük bir talebin karşılanabilmesinden kuşku duymak için birçok sebep ortaya koymaktadır.

Yenilenebilir enerji bu noktada, güneşten dünyaya yansıyan enerjinin gerek doğrudan gerekse de dolaylı olarak kullanılması sonucu ortaya çıkan bir enerji türüdür. Bu tür enerji kaynaklarıyla sağlanan enerji, doğada devamlı tekrar eden enerji akımlarının hem niceliksel ve hem de niteliksel olarak zarar vermeden kullanılmasıdır. Böylece tabiatın kendi

devinimi içinde, yeniden aynı şekilde mevcut olabilen bu tür enerji kaynakları; güneş, su, biyogaz, biyokütle, rüzgâr, hidrojen, jeotermal ve deniz akıntıları gibi kaynakları kapsamaktadır

Fosil kaynaklar olarak ifade edilen petrol, doğalgaz ve kömürden meydana gelen enerji kaynaklarına ilişkin dünya genelinde rezervlerin azalması ve bu kaynakların oluşturduğu çevre kirliliği alternatif enerji kaynakları arayışını hızlandırmıştır. Bu çerçevede hızlanan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin yatırımların özellikle Dünya Enerji Ajansı verilerine göre 2030 yılına kadar 10 trilyon ABD Doları civarında gerçekleştirilmesinin hedeflenmesi bu konuda önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Ancak, Türkiye’de ise yenilenebilir enerji kaynakları; kömürden sonraki büyük potansiyeline rağmen, istenilen düzeyde kullanılmamaktadır.

Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarına yaptıkları yatırımlar itibariyle seçilmiş ülke örnekleri de yapılan analiz kapsamında incelenmiştir. Özellikle Çin’in güneş enerjisini depolamak için ürettiği güneş pilleri ülkenin enerjiden daha fazla yararlanmasına olanak sağlamakta ve kırsal yenilenebilir enerji sistemlerinde uyguladığı programlarla su, biyokütle, rüzgâr, güneş ve biyogaz’dan yararlanarak enerji talebini karşılamaktadır. Aynı şekilde Hindistan’ın ve Avustralya’nın da bu konudaki yatırımları önem arz etmektedir. Çin’de olduğu gibi Hindistan’ın yenilenebilir enerji kaynakları içinde de en önemli grubu hidro kaynaklar oluşturmaktadır. Hidronun yanında önem sırasına göre rüzgâr, biyokütle ve atıklardan sağlanan yenilenebilir enerjiler yer almaktadır. Avustralya ise yenilenebilir enerjiye dayalı bir piyasayı 2001 yılında faaliyete geçirdiğini duyuran dünyadaki ilk ülke olmuş ve bu alandaki öncülüğünü devam ettirmiştir. Buna karşılık Norveç’in bir kıyı ülkesi olması ve rüzgar enerjisinden yararlanma imkanlarının daha fazla olması ülkede rüzgar santrallerine ilişkin yatırımlara öncelik tanınmasını zorunlu kılmıştır. Norveç enerji politikası enerji etkinliğinin artışı, enerji arzında daha fazla esneklik oluşturmak, ısınmada elektrik kullanımına bağımlılığın azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artışını içeren özellikle hidro enerjinin daha fazla kullanımını amaçlayan karma bir stratejiden meydana gelmiştir.

Buradan hareketle çalışmada Türkiye enerji sektörü yenilenebilir enerji kaynakları özelinde incelenmiş ancak enerji sektörünün güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditlerinin neler olduğu yapılan araştırma sonucunda ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Buna göre yapılan SWOT analizinde Türkiye'nin güçlü yönleri içinde ülkenin Doğu-Batı ekseninde stratejik ve jeopolitik öneme sahip olması başı çekmektedir. Bunun yanında kamusal denetim ve kontrol mümkün olması, iyi düzenlenmiş ve yapılandırılmış yasal mevzuata sahip olması, bağımsız bir piyasa düzenleyicisinin varlığı da diğer önemli güçlü yönlerdir. Ülkedeki teşvikler ve özel sektör girişimlerinde artış, yenilenebilir enerji kaynaklarına ulaşma imkanı ve bu kaynaklarda önemli bir potansiyele sahip olması da diğer önemli avantajlardır.

Güçlü yönlerin fazlalığına rağmen söz konusu çerçevede bir takım zayıf yönler de ülke için mevcut olmaktadır. Buna göre özellikle enerji arzındaki yüksek maliyetler dikkat çekicidir. Ayrıca enerji sektöründeki dışa bağımlılığı ve altyapı yetersizliği en önemli zayıf yönler olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun yanısıra endüstri kollarının da fosil yakıtlara bağımlı olması, sistem güvenliği gerekçesiyle gaz depolama tesisi ihtiyacı, yenilenebilir enerji yatırımlarında arz ve talep yetersizliği de enerji sektörünün diğer önemli sorunlarıdır.

Swot analizinde fırsatlar olarak göze çarpan en önemli unsurların başında enerji kullanımında tasarruf ve üretiminde verim artışı sağlanabilmesi için çeşitli projelerin geliştirilmesi gelmektedir. Ayrıca tedarik edilen enerji kaynaklarının daha büyük çapta depolanabilmesi ve yabancı yatırım bankalarının enerji sektörüne olan ilgilerinin de karşılanması önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerji kapsamında öne çıkan Kyoto Protokolü'nün imzalanmış olması ise özellikle ülke itibarının yükseltilmesi açısından zorunlu olmaktadır. Bunların yanında ilgili sektörün gelişiminin sürdürülebilir kılınabilmesi için sektördeki lisans ihalelerinin, stratejik ortaklıkların ve özelleştirmeye imkan verecek serbest ticaret piyasasının hayata geçirilmesi ile enerji dağıtım şirketleri arasında sinerji yaratılması diğer dikkati çeken hususlardır.

Yukarıda sayılan fırsatların yanında sektör için bir çok tehdit unsuru da bulunmaktadır. Özellikle enerjinin açığa çıkarılabilmesi ve üretimde verimin artırılabilmesi konularında teknolojik gelişimin yetersizliği, enerji tüketiminde çevresel tehditler, Kyoto Protokolü yaptırımları uluslararası alanda artan rekabet, enerji ağında bölgeler arası yetersizlik, tarife yapısının çarpıklığı ve kaçak enerji kullanımı, başı çeken tehditler olarak önem arz etmektedir.

Ayrıca çalışmada bankacılık sektörü ile enerji özelde elektrik enerjisi üretimi arasındaki ilişki amprik olarak test edilmiştir. Buna göre elektrik enerjisi üretimi ile temel

ekonomik performans göstergeleri arasındaki ilişki analiz edilmiş, ardından elektrik enerjisi üretiminin banka kredileri kanalı ile finansmanı farklı modellerle ele alınmıştır. Çalışmada ekonometrik analiz aracı olarak çok değişkenli doğrudal dinamik panel veri regresyonu yöntemi ve vektör ardaşık bağlanım modelleri kullanılmıştır. Sonuç olarak modelin ortaya koyduğu bulguları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:

- Hem elektrik üretimi hem de elektrik tüketimi; genel ekonomik büyümeden ve bunun enerji sektörüne yansımından pozitif bir şekilde etkilenmektedir.
- Büyüme eğiliminin sonucunda artan enerji talebinin, bu paralelde enerjinin milli gelirdeki payının artmasının ve yapılan yatırımlarla toplam kurulu güç kapasitesindeki artışın rolü yadsınamaz.
- Yenilenebilir enerji kaynakları, son yıllarda ciddi bir gelişme göstermiş olmakla birlikte mevcut enerji üretimi ve tüketimi içindeki payı hala oldukça azdır.
- Ekonomik gelişmelere bağlı olarak enerji üretimine olan talep arttıkça, doğal olarak sektöre açılan kredilerde de bir artış kaçınılmaz olarak yaşanmaktadır. Ancak büyümenin neden olduğu talep artışı kadar, fiyat istikrarı, faiz ve kur hareketlerinin istikrarı gibi makro etkenler de önemlidir.
- Sıralanan bu makro ekonomik etkenlerden kaynaklanabilecek bir ekonomik şok ya da sektörde çeşitli nedenlerle olabilecek yeniliklerin etkileri ise kalıcı olabilir.
- Elde edilen bulgular, bu doğrultudaki gelişmelerin uzun dönemli etkileri olacağını ortaya koymuştur.
- Söz konusu gelişmeler iki kanallı bir yapıdadır:
 - Birincisi, ekonomik şoklar sektörde uzun vadeli sorunlara ve duraklamalara neden olabilir.
 - İkincisi ise eğer kredilerin desteklediği bir yatırım artışı yaşanırsa bunun etkileri de uzun vadeli olacaktır.

Bütün bu yapılan araştırma ve analizler neticesinde gerek ekonomik faktörler gerekse de çevresel faktörler açısından, yenilenebilir enerjinin artan önemi yatırımcılar ve finansörler nezdinde ciddi oranda ilgi uyandırdığı söylenebilmektedir. Teknolojik araştırma ve geliştirmeye bağlı olarak hızla düşmeye devam eden yatırım maliyetlerinin yanında sayıları her geçen gün artmaya devam eden ve halihazırda birçok ülke tarafından uygulanan teşvik politikalarında yenilenebilir enerji yatırımlarına olan ilginin ana nedenlerinden en önemlileri olarak dikkati çekmektedir.

Bu çerçevede fosil enerji kaynaklarının yerine temiz, güvenli, çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi gereklilik arz etmektedir. Ayrıca Türkiye'nin coğrafi ve iklim şartlarına göre çeşitli yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilerek gerekli finansman kaynaklarının oluşturulması ve bu kaynakların rasyonel kullanımının sağlanması da önemli olmaktadır. Yeterli nitelikte ve nicelikte rüzgar , dalga ve de güneş enerjisi kaynaklarına sahip Türkiye'nin bu ülke kaynaklarının ekonomiye kazandırılması açısından atacağı adımlarla bölgede maliyet avantajı ve çevre dostu bilinci paralelinde sosyal açıdan yeni rekabet avantajlarını elde edeceği söylenebilmektedir.

Bu açıdan bu çalışma, son dönemde ülkemizde ve bölgemizdeki gelişmeye paralel olarak doğan zaruri ihtiyaçlardan enerji konusunun yenilenebilir kısmında genel bir bakış açısı ortaya koymayı amaçlamış, gerek yatırımcı gerekse araştırmacı nezdinde konunun önemi bilgi ve örneklerle vurgulanmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda oluşacak gelişimin önünde önemli katkısı olması muhtemel yenilenebilir enerji konusuna ve bu minvaldeki tartışmalara olabildiğince objektif bir katkı sağlanabilmesi amaçlanmıştır.

Sonuç olarak Türkiye, önümüzde ki on yıllık büyüme sürecinde mevcut elektrik üretim kapasitesi kadar yatırıma ihtiyaç duyacak ve bu ihtiyacı karşılayabilmek için rekabetçi bir enerji maliyet politikası uygulamak durumundadır. Türkiye'nin yaklaşık 40.000 MW'luk enerji ihtiyacını karşılayabilmesi için yenilenebilir enerji kapasitesi sınırlı kalmaktadır. Mevcut durumda hidro kaynaklar söz kaynaklar içinde başı çekmekle beraber, rüzgâr enerjisine dayalı yenilenebilir enerjiler hidro elektrik üretimine kıyasla daha az cazip olmasına rağmen ikinci önemli temiz enerji kaynağıdır. Süreklilik problemine dayalı olarak istikrarlı bir üretim profili oluşturmadığı için rüzgara dayalı yapılan yatırımların geri dönüşümü oranı daha da önemlisi yatırımın karlılık açısından geri dönüşümü daha uzun vadede ortaya çıkacağından özel sektör yatırımcıları açısından doğal olarak kısa vadede karlı görülmemektedir. Güneş enerjisine dayalı kaynaklara bakıldığında ise gerek hammadde maliyetleri gerekse de teknolojik gelişim noktasında kat edilmesi gereken yolun henüz daha başında olunması projelerin verimli kılmamaktadır. Ancak gelişen trendde ülkenin teknolojilere uzak kalmaması açısından yoğun olarak olmasa da ufak çaplı projeler bazında yatırımların yapılmasının desteklenmesi önem taşımaktadır. Jeotermale kaynak açısından bakıldığında, bölgesel jeotermal kaynaklarının kısıtlı olması geniş çaplı ve büyük yatırımların gerçekleştirilmesine imkân vermemektedir. Neticede yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkenin bu büyüme sürecine destek sağlamada yetersiz kaldığı dolayısıyla bu büyümenin etkin bir şekilde karşılanabilmesi için mevcut yenilenebilir kaynaklar en önemli alternatifi

oluşturmayı sürdürecektir. Bu nedenle, dünyada nüfus artışıyla beraber ekonomik büyümenin hızlanması gelecekte enerji talebini arttıracığı için fosil kaynaklar ve nükleer kaynaklar en önemli enerji kaynakları olmaya devam edecektir. Bu noktada fosil kaynaklar ve nükleer kaynakların yanında enerji talebinin hızlanması ile her zaman yenilenebilir enerji kaynakları da gündemdeki yerini alternatif kaynaklar olarak görülecektir. Türkiye dolayısıyla büyüyen ekonomisine bağlı olan bu enerji talebini karşılayabilme konusunda geleneksel kaynak (fosil, nükleer) yatırımlarına devam etmekle beraber dışa bağımlılığa azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarını da alternatif olarak dikkate almak ve takip etmek durumundadır.

KAYNAKÇA

Kitaplar

Assmann Dirk, Laumanns Ulrich ve Uh Dieter, **Renewable Energy: A Global Review of Technologies, Policies and Markets**, 1. Basım, London: Earthscan, 2006.

Aswaht Damodaran, **Investment Valuation**, John Willey & Sons, New York, 2002.

Atalay İbrahim, **Genel Beşeri ve Ekonomik Coğrafya**, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1999.

Bennett Scott, **Encyclopedia of Energy**, Delhi: Global Media, 2007.

Can Mustafa Erdem, **Hukuki Açıdan Elektrik Piyasasında Rekabet**, Turhan Kitabevi, Ankara, 2006.

Esty Benjamin C., **The Economic Motivations for Using Project Finance**, Harvard Business School, 2002.

Doğanay Hayati, **Enerji Kaynakları**, Atatürk Üniversitesi Yayınları No:707, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Yayınları No:13, Erzurum, 1991.

Ferguson Charles D., **Nuclear Energy Balancing Benefits and Risks** Csr No. 28, USA: Council On Foreign Relations, April 2007.

Fight Andrew, **Introduction to Project Finance**, Butterworth-Heinemann, Burlington, MA, 2006.

Finnerty John D., **Project Financing - Asset Based Financial Engineering**, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, 2007.

Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese, **Renewable Energy: Technology, Economics and Environment**, New York: Springer, Berlin Heidelberg, 2007.

Jason Shogren, **The Benefits and Costs of The Kyoto Protocol**, Washington DC: American Enterprise Institute for Public Policy Research, 1999.

Karlık Rıdvan, **Uluslararası Kuruluşlar**, İstanbul: Beta Kitabevi, Birinci Basım, 2007.

Mendonça Miguel, **Feed-in Tariffs: Accelerating the Deployment of Renewable Energy**, London: EarthScan, 2007.

Michael Grubb, Christiaan Vrolijk ve Duncan Brack, **“The Kyoto Protocol: A Guide and Assessment”**, Massachusetts, Earthscan Pub., 1999, s.116.

Quaschnig Volker, **Understanding Renewable Energy Systems**, 1. Basım, London: Earthscan, 2005.

Rakesh Bakshi, **Development of Renewable Energy in India: An Industry Perspective-A Handbook for Decision Making**, Earthscan Pub., 2006.

Regina Anne Kelly, **Energy Supply and Renewable Resources**, New York: Infobase Pub., 2007, s.13.

Selçuk Işıl Şirin, **Küresel Isınma, Türkiye'nin Enerji Güvenliği ve Geleceğe Yönelik Enerji Politikaları**, Ankara Barosu Yayınları, 2010, s.56.

Siegel Jeff, Nelder Chris ve Hodge Nick, **Investing in Renewable Energy: Making Money on Green Chip Stocks**, 1. Basım, New Jersey: John Wiley&Sons Inc., 2008.

Thumann Albert ve Woodroof Eric A., **"Handbook of Financing Energy Projects"**, Fairmont Press, N.Y., 2000.

Tümertekin Erol ve Özgüç Nazmiye, **Ekonomik Coğrafya Küreselleşme Ve Kalkınma**, Çantay Kitabevi, İstanbul, 1999.

Sürelî Yayınlar

Atılğan İbrahim, "Türkiye'nin Enerji Potansiyeline Bakış", **Gazi Üniversitesi Mühendis Mimarlık Fakültesi Dergisi**, Cilt:15, No:1, 2000, ss. 31-47

Ersoy Ahmet Yağmur, **Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi**, Akademik Barış Dergisi, İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Celallabat Kırgızistan, 2010, s.2.

Akbulut Gülpınar, **Küresel Değişimler Bağlamında Dünya Enerji Kaynakları, Sorunlar ve Türkiye**, C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi, Mayıs 2008 Cilt: 32 No:1, ss.117-137

Akella, A.K., Saini, R.P. ve Sharma, M.P., "Social, Economical And Environmental Impacts of Renewable Energy Systems", **Renewable Energy**, 34, 2009, ss.391.

Arabul Hüseyin, **"Dünya'da ve Türkiye'de Enerjinin 2009. Yılı: Dağıtım Sektöründe Yeni Perspektifler"**, www.emsad.org.tr/tr/haber2303.doc, Erişim Tarihi: 27.11.2010

Ataman Ayşe Rüya, **"Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları"**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi Yönetim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2007.

Avinç Ahmet, "Değişik Enerji Kaynakları ve Çevreye Etkileri", **ÇevKor Dergisi**, Cilt:7 Sayı:27, Uludağ Üniversitesi, 1998, s.20.

Aydınoğlu Mahmut, "Hindistan'ın Rüzgar Enerjisi Üretimi", **V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu 2009**, Diyarbakır, 2009.

Ayhan Güney, "Avrupa Enerji Güvenliği Açısından Türkiye'nin Rolü ve Önemi", **Journal of Qafqaz University**, Sayı:28, 2009, ss. 47-53.

Bal Hasan, “Sermaye Bütçelemesi Yatırım Kararlarında Özkaynağa Nakıt Akımı Yönteminin Kullanılması ve Projeye Nakit Akımı Yöntemi ile Karşılaştırılması”, **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 11/1, Ankara, 2009, ss.219-236.

Baltagi, Badi H. (2001), *Econometric Analysis of Panel Data*, Sec.Edt. John-Wiley and Sons Ltd., pp 3-5.

BCSE, **Australia’s Renewable Energy Use, Technologies and Services**, September 2006.

Bhattacharya S. C. ve Jana Chinmoy, “Renewable Energy in India: Historical Developments and Prospects,” **Energy**, Vol. 34, 2009, ss. 981-982.

Bilgen Selçuk, Sedat Keleş, Abdullah Kaygusuz, Ahmet Sarı, Kamil Kaygusuz, “Global Warming and Renewable Energy Sources for Sustainable Development: A case Study in Turkey”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, No:12, 2008, (ss.372–396)

BWEA, “Wind Power and Intermittency: The Facts,” BWEA Briefing Sheet, at <http://www.bwea.com/pdf/briefings/intermittency-2005.pdf>, ss. 1-2,

Carraro Carlo ve Favero Alice, “The Economic and Financial Determinants of Carbon Prices”, **Journal of Economics and Finance**, 59, No:5, 2009, ss.306-409.

Chemmanur Thomas J., “Optimal Incorporation, Structure of Debt Contracts, and Limited-Recourse Project Financing”, **Journal of Financial Intermediation**, 2006, ss.372-408.

Chiu C. L. ve Chang, T.H., “What Proportion of Renewable Energy Supplies is Needed To Initially Mitigate CO₂ Emissions in OECD Member Countries?”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 13, 2009, ss.1671.

Çiçek Bezir Nalan, Öztürk Murat, Özek Nuri, “Renewable Energy Market Conditions and Barriers in Turkey”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 13, (2009), s. 1428. (ss.1428-1436)

Demirbaş Ayhan, “Global Renewable Energy Resources”, **Energy Sources**, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, Sayı 28:8, 2006, ss.779-792.

Deloitte, “Öncelikli Hedef: Dengeli ve Temiz Bir Enerji Politikası”, www.deloitte.com/view/tr_TR/tr/basin-odasi/basinbultenleri/48bd9f5b9bd58210VgnVCM200000bb42f00aRCRD.htm, Erişim Tarihi: 10.10.20.09.

Deloitte, **Türkiye Enerji Sektörü Raporu**, 2009.

Department of Trade and Industry, *Financing Renewable Energy Projects*, New & Renewable Energy Enquiries Bureau, Harwell, 2000.

Doğan Mehmet, “Sanayileşme ve Çevre Sorunları”, **Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, TMMOB, 12-13 Ekim 2001, Kayseri, ss.245-251

Dougherty, C. (2007), Introduction to Econometrics, Third Edt., Oxford University Press, 420-421.

Douglas, John “Putting Wind On the Grid,” *EPRI Journal*, Spring 2006, s. 9.

Durak M., “**Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Verilen Teşvikler ve Hedefler**”, *Ekovizyon Dergisi Haziran Ayı Sayısı*, 2002.

Durak Murat, “**Yenilenebilir Enerji Santralleri (Yes) İçin Finansman Modelleri: Proje Ve Sendikasyon Kredisi**”, <http://www.yesilekonomi.com/yayinlar/makale/pdf/Yenilenebilir-Enerji-Santralleri-Icin-Finansman-Modelleri-Proje-ve-Sendikasyon-Kredisi.pdf>, Erişim Tarihi: 27.11.2010.

Dünya Enerji Konseyi Milli Komitesi, **2003-2004 Türkiye Enerji Raporu**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara, 2006.

ECB, **Occasional Paper No:113**, 2010, s.25.

Ediger Volkan Ş., “Enerji Arz Güvenliği ve Ulusal Güvenlik Arasındaki İlişki”, **SAREM Enerji Arz Güvenliği Sempozyumu**, 2007, Ankara, s.3

EIA, **International Energy Outlook**, Energy 2009.

ESHA, “SHP in Europe,” <http://www.esha.be/index.php?id=43>

European Commission, **Energy for the Future: Renewable Sources of Energy- White Paper for a Community Strategy and Action Plan**, 1997.

European Parliament and of the Council, Directive **96/92/EC**, Official Journal L 027, 30.01.1997

EWEA, “Costs & Prices,” EWEA Wind Energy, The Facts, Vol.2, at http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WETF/Facts_Volume_2.pdf, ss. 100-102.

EWEA, “Wind Energy and The Environment: Environmental Benefits, External Costs, Local Impacts and Public Acceptance,” EWEA Wind Factsheets , s. 6.

Farrell,L.M., “Principal-Agency Risk In Project Finance”, **International Journal of Project Management**, 21, 2003, ss.547-561

Gençoğlu Muhsin Tuna, “**Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi**”, http://perweb.firat.edu.tr/personel/yayinlar/fua_612/612_502.pdf Erişim Tarihi: 13.11.2010.

Ghosh Debyani, Shukla P. R., Garg Amit ve Ramana P. Venkata, “Renewable Energy Technologies for Indian Power Sector: Mitigation Potential and Operational Strategies”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol.6, 2002, ss. 24.

Gipe Paul, “Renewable Energy Policy Mechanisms”, 2006, <http://www.wind-works.org/FeedLaws/RenewableEnergyPolicyMechanismsbyPaulGipe.pdf>, Erişim Tarihi: 05.02.2009

Güloğlu Bülent ve A. Ender Altunoğlu, “Finansal Serbestleşme Politikaları ve Finansal Krizler: Latin Amerika, Meksika, Asya ve Türkiye Krizleri”, **İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi**, No:27, Ekim 2002, İstanbul, s.3.

Gülpınar Akbulut, “Küresel Değişimler Bağlamında Dünya Enerji Kaynakları, Sorunlar ve Türkiye”, 2009, C.Ü Sosyal Bilimsel Dergisi, Cilt:2, No:1, ss.117-137.

Güngör Tuncer, **Mehmet Faruk Eskibalci, Türkiye Enerji Hammaddeleri Potansiyelinin Değerlendirilebilirliği**, İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C.16, S.1, Y 2003, ss.81-92.

Gürgenci Halim, “Avustralya Jeotermik Enerji Sektörü ve güç Dönüşüm Verimlilikleri”, **TMMOB Jeotermal Kongresi**, Ankara, 23-25 Aralık 2009.

Hepbaşlı Arif ve Önder Özgener, “Turkey’s Renewable Energy Sources: Part1. Historical Development”, **Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects**, Taylor&Francis Pub., London, 2004, ss.961-969

Hirschl Bernd, “International Renewable Energy Policy - Between Marginalization and Initial Approaches”, **Energy Policy**, Sayı 37, 2008, ss.4407-4416.

Hydropower, Secondary Energy Infobook, at http://www.need.org/needpdf/infobook_activities/SecInfo/HydroS.pdf, s. 26.

“İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve Türkiye”, DSİ Genel Müdürlüğü, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi, http://www.dsi.gov.tr/iklim/sozlesmeler/cerceve_sozlesme_kyoto/iklim_degisikligi_cerceve_sozlesmesi_ve_turkiye.pdf, Erişim Tarihi: 07.11.2010.

International Energy Agency, **Wind 2004 Annual Report**, 2004, Chapter 17.

İşcan İsmail Hakkı, “Küresel Değişimin Getirdiği Yeni Stratejilerle Enerji Güvenliği Sorunu ve Türkiye”, **Avrasya Etütleri**, Sayı: 22, 2002.

Johansen, Soren, 1988. “Statistical Analysis of Cointegration Vectors”, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254.

KanEnergi As, **Renewable Energy And Energy Efficiency: Recent Developments and Activities in Norway**, Country Report 2009.

Kann Shayle, “Overcoming Barries to Wind Project Finance in Australia”, **Energy Policy**, Vol 37, 2009, ss.3139-3148.

Kaya Durmuş, “**Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması**”, http://www.tasam.org/images/tasam/Durmus_Kaya.pdf, Erişim Tarihi: 23.11.2010.

Keleş Mehmet Sertaç, **Elektrik Enerjisi Talep Tahminleri ve Türkiye Ekonomisine Olan Etkileri**, Hazine Uzmanlık Tezi, Hazine Müsteşarlığı, Ankara, 2005, ss.7-8.

Kruyt, Bert, vanVuuren D.P., deVries, H.J.M. ve Groenenberg, H., “Indicators for Energy Security”, **Energy Policy**, 37, 2009, ss.2166-2181.

Kum Hakan, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Dünya Piyasalarındaki son Gelişmeler ve Politikalar”, **Erciyes Üniversitesi İİBF. Dergisi**, Sayı 33, Temmuz-Aralık 2009, ss.207-223.

L.J. Miguez, L.M. Lopez-Gonzalez, J.M. Sala, J. Porteiro, E. Granada, J.C. Moran, M.C. Juarez, “Review of Compliance With EU-2010 Targets on Renewable Energy in Galicia (Spain)”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 10 (ss.225-247), 2006, s.225.

Lior, N., “Energy Resources and Use: The Present (2008) Situation and Possible Sustainable Paths to the Future”, **Energy**, 2009, ss.1

Liming Huang, “Financing Rural Renewable Energy a Comparison Between China and India”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**,13, 2009, ss.1096-1103.

Liu Wen, Lund Henrik, Mathiesen Brian Vad ve Zhang Xilian, “Potential of Renewable Energy Systems in China,” **Applied Energy**, 2010(In Press).

Malone Kelly ve Haga Aadne, , “Recent Developments in Hydropower and Gas”, **International Financial Law Review**, 2009.

Nieto, Maria J. “Reflections on Regulatory Approach to E-Finance in Electronic Finance: A New Perspective And Challenges”, **BIS Papers No. 7**, 2001, ss. 90-97.

NVE, **Renewable Energy Report**, 2007.

ORER, **Office of the Renewable Energy Regulator**, 2008.

Orhan Osman Z. ve diğerleri, “Çatışma Riskinin Ekonomik Analizi”, **Beşkent Üniversitesi Stratejik Araştırmalar Dergisi** 1 (4), 2009, ss.50-68.

Owen, A.D., “Renewable Energy: Externality Costs As Market Barriers”, **Energy Policy**, 34, 2006, ss.636

Özer Sanem, “Avrupa Birliği, Rusya ve ABD’nin Avrupa Güvenliğine Farklı Yaklaşımlarının Transatlantik İttifakına Etkileri”, **Akdeniz Üniversitesi İİBF Dergisi**, Sayı 15, 2008, ss.170-195.

Özgür M. Arif, “Review Of Turkey’s Renewable Energy Potential”, **Renewable Energy**, Sayı 33, 2009, ss.2345-2356.

Öztürk İsmail ve Çelik Ahmet, **Dünya’da ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Kullanım Durumu ve Geleceğe Yönelik Beklentiler**, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 37 (2), ISSN: 1300-9036, 2006, ss.267-274.

Moriarty Patrick, Honner Damon, "What Energy Levels Can the Earth Sustain?", **Energy Policy**, 37, 2009, s.2470. (ss.2469-2474)

Paz Elfren B., "Delivery of Affordable Alternative Energy Resources Today and Tomorrow Facing up to the Fossil Fuel Problem", **AU J.T.**, 8(1), 2004, s.36.

Peidong Zhang, Yanli Yang, Jin Shi, Yonghong Zheng, Lisheng Wang ve Xinrong Li, "Opportunities and Challenges for Renewable Energy Policy in China," **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol. 13, 2009, ss.442

Pillai Indu R. ve Banerjee Rangan, "Renewable Energy in India: Status and Potential," **Energy**, Vol. 34, 2009, s. 972.

Rekabet Kurumu, Rekabet El Kitabı, Yayın No=238, 2.b., Ankara, 2003, s.10.

PMUM, http://www.epdk.org.tr/lisans/elektrik/lisansdatabase/yukalma/799_29.html

REN21, Renewables Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2009.

Sağlam Mustafa ve Uyar Tanay Sıdkı, "Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli", **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin: Mersin Üniversitesi, , 2005, ss.277-282.

Sancar Selçuk, Avrupa Topluluğu'nda Enerji Arzı-Çevre Dengesinin Optimizasyonu ve Türkiye'deki Uygulanabilirliği, **DPT Uzmanlık Tezleri**, Ankara, 1992.

Kılıç Nurel, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları", **İzmir Ticaret Odası Ar&Ge Bülteni 2008**, ss. 32-37.

Kutlu Sefer "Güneş Tarlası ile Elektrik Enerjisi Üretimi ve SDÜ Kampüs Alanında Bir Uygulama Analizi" Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2002, s.1.

Sevim Cenk, "Geçmişten Günümüze Enerji Güvenliği ve Paradigma Değişimleri" **Stratejik Araştırmalar Dergisi**, Sayı 13, Mayıs 2009, ss.93-105.

Shafiee Shahriar ve Erkan Topal, "When Will Fossil Fuel Reserves Be Diminished?", **Energy Policy** 37, 2009, s.181.

Sims, Christopher A. (1980a). "Comparison of Interwar and Postwar Business Cycles: Monetarism Reconsidered", *The American Economic Review*, 70(2), 250-259.

Stanley R. Bull, "Renewable Energy Today and Tomorrow", **Proceedings of the IEEE**, 89, No:8, 2001, ss.1216-1226.

Swift Kenton D., "Solar Energy Systems: Incentives Are Better Than Ever", **Journal of Accountancy**, 2010, ss.54-55.

Şahin Ahmet Duran, “A Review of Research and Development of Wind Energy in Turkey”, **Clean** 2008, 36 (9), **WILEY-VCH Verlag GmbH & KGaA**, Weinheim, 2008, ss.734-742

TC. Çevre ve Orman Bakanlığı, **Çevre Atlası**, Ankara, 2004, s.181

Temurçin Kadir, “Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye’de Nükleer Enerji Gerçeği” **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 2003, 1(2), ss. 25-39

Thele Fredrik, **Incorporating Wind Power into The Norwegian System: An Analysis of The Ongoing Controversy on the Havsul Project**, University of Oslo Faculty of Social Sciences, 2006.

TMMOB, **YEKSEM’09 V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, Yayın No: SK/2009/7, Ankara: Elektrik Mühendisleri Odası, 2009.

Tuğrul Görgün, “**Yenilenebilir Enerjiler ve Teknolojileri**”, İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara, 2009,
http://www.hmsf.com/renex/eng/IGEME_%20yenilenebilir_enerjiler.pdf (Erişim Tarihi: 13.11.2010.

Ubajaka Chioma E., “**How Can Project Finance For Renewable Energy Power Projects Be Structured To Ensure Their Bankability?**”,
http://www.dundee.ac.uk/cepmlp/car/html/CAR10_ARTICLE29.PDF, Erişim Tarihi: 27.11.2010.

Ün Ümran Tezcan, “Dalga Enerjisi Teknolojisi, Ekonomisi, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu”, **Ulusal Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, İzmir, 15-18 Ekim 2003, s.7-8.

Varun, Prakash, Ravi, Bhat Inder Krishnan, “Energy, Economics and Environmental Impacts of Renewable Energy Systems”, **Renewable and Sustainable Energy Review**, 13, Issue:9, 2009, ss.2716-2721.

W.Udo Schröder, W.U., “Energy Realpolitik: Towards a Sustainable Energy Strategy”, **UR-NCUR**, 07-016, 2007, ss. 1-39

Wagner, Andreas “Wind Power on Liberalized Markets: Maximum Market Penetration with Minimum Regulation,” Available at
<http://www.oregon.gov/ENERGY/RENEW/Wind/OWWG/docs/FGWWagnerWindpoweronLiberalisedMarkets1999>, p. 2-3.

World Economic Forum, **Green Investing 2010 Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap**, 2010, s.51.

Wiser, Ryan ve Pickle, Steven, “Financing Investments in Renewable Energy: The role of Policy Design and Restructuring”, 1997, University of California,

Yafee, Robert. (2003), “A Primer for Panel Data Analysis”, Information Technology at NYU, Fall, 1-11.

Yago, Kenji ve Koshi, Kazuaki, “Connecting Wind Power Generation to A Power System,” *Fuji Electric Review*, Vol. 50 (3), ss. 101

Yüksel İbrahim, “Global Warming And Renewable Energy Sources For Sustainable Development In Turkey”, **Renewable Energy**, Sayı 33, ss.802-812.

İnternet Kaynakları

<http://www.adb.org/About/> , Erişim Tarihi:22.08.2010.

<http://www.afdb.org/en/about-us/>, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

<http://www.ansiad.org.tr/v4/doc/duyuru/pelinarslan.ppt>, Erişim Tarihi: 24.11.2010.

<http://www.arabfund.org/Default.aspx?pageId=10&mid=21>, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

<http://www.cengizgunes.com.tr/dosyalar/epiyasa.pdf>, Erişim Tarihi: 25.06.2008.

<http://www.cleanglobe.org/pdf/27.pdf> Erişim Tarihi: 21.03.2010.

http://www.coface.com/CofacePortal/COM_en_EN/pages/home/Who_we_are
Erişim Tarihi: 22.08.2010.

http://www.deik.org.tr/pages/TR/DEIK_CokTaraflıKuruluslar.aspx?ctID=12&IKID=10, Erişim Tarihi: 27.11.2010.

<http://www.ecgd.gov.uk/about-us>, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

<http://www.eib.org/about/index.htm>, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

http://www.emo.org.tr/ekler/73a234fb82af029_ek.pdf, Erişim Tarihi: 26.11.2010

<http://www.enerjivadisi.com/n.php?n=demkrasi-ongorulebilirlik-seffalik-kamu-hizmeti-ve-enerji-sektoru---2010-01-12>, Erişim Tarihi: 25.06.2008.

http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Arz_Guvenligi_Strateji_Belgesi.pdf,
Erişim Tarihi: 10.08.2010.

<http://www.exim.gov/about/mission.cfm>, Erişim Tarihi: 03.08.2010.

http://europa.eu/about-eu/working-eu-institutions/index_en.htm, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

<http://www.globalgree.org/solarreportcard/Australia.pdf>, erişim tarihi: 28.03.2010.

http://www.hesiad.org.tr/hid_pot.htm, Erişim Tarihi: 19.11.2010

<http://www.iadb.org/aboutus/>, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

<http://www.isdb.org/irj/portal/anonymous?NavigationTarget=navurl://24de0d5f10da906da85e96ac356b7af0>, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

<http://www.meti.go.jp/english/index.html>, Erişim Tarihi: 03.08.2010.

http://www.mmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=19085&tipi=1&sube=3, Erişim Tarihi: 26.11.2010.

<http://www.ndf.fi/project-requirements.shtml>, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

http://www.nib.int/about_nib/mission_strategy, Erişim Tarihi: 22.08.2010.

<http://nexi.go.jp/e/ps/index.html>, Erişim Tarihi: 03.08.2010.

<http://www.rekabet.gov.tr/index.php?Sayfa=sayfahtml&Id=556>, Erişim tarihi: 25.06.2008.

<http://www.renet-project.eu>, Erişim Tarihi: 25.08.2010.

<http://www.smh.com.au/news/environment/hot-rock-power-the-way-ahead/2007/04/11/1175971183212>, Erişim Tarihi: 05.02.2010.

<http://www.treasury.gov.tr/irj/go/km/docs/documents/Hazine%20Web/Arastirma%20Yayin/Raporlar/Uluslararası%20B1%20%20C4%B0li%20C5%9Fkiler/%20C4%B0hale/ULUSLARARASIFINANSKURUMU.pdf>, Erişim Tarihi: 24.11.2010.

http://www.tskb.com.tr/kredilendirme_proje_finansman/detail.aspx?SectionID=hJ5MfxW2RRv%2bZqBhi2URmw%3d%3d&ContentId=ODNq8frRQm6yPPmzOdibwA%3d%3d, Erişim Tarihi: 26.11.2010.

<http://www.tuketicifinansman.net/2008/12/sendikasyon-kredisi-nedir-tanimi.html>, Erişim Tarihi: 26.11.2010

http://www.uevf.com.tr/29.EVH-Sunumlar/Panel4/OrhanBeskok_TSKBveEnerjiVerimliligiProjele.pdf, Erişim Tarihi: 27.11.2010

<http://www.yesilekonomi.com/yayinlar/makale/pdf/Yenilenebilir-Enerji-Santralleri-Icin-Finansman-Modelleri-Proje-ve-Sendikasyon-Kredisi.pdf>, Erişim Tarihi: 27.11.2010.

<http://www.yesilekonomi.com/yenilenebilir-enerji-2010-da-yeni-bir-rekor-kirdi.html>, Erişim Tarihi: 14. 01.2011.