

T.C
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİYE İKTİSADİ
BAKIŞ

SEÇİL KARA
10710105

TEZ DANIŞMANI
PROF.DR.FERİDE GÖNEL

İSTANBUL
2013

T.C
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİYE İKTİSADİ
BAKIŞ

SEÇİL KARA
10710105

TEZ DANIŞMANI
PROF.DR.FERİDE GÖNEL

İSTANBUL
2013

T.C
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİYE İKTİSADİ
BAKIŞ

SEÇİL KARA
10710105

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:
Tezin Savunulduğu Tarih:

Tez Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Başarılı Bulunmuştur.

Unvan Ad Soyad

İmza

Tez Danışmanı: Prof.Dr.Feride Gönel

Juri Üyeleri: Yrd.Doç.Dr.Tuna Dinç

Yrd.Doç.Dr.Billur Engin

İSTANBUL, ARALIK-2013

ÖZ

TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİYE İKTİSADİ BAKIŞ SEÇİL KARA 2013

Günümüzde enerji ülkelerin ekonomik hayatları için son derece önemli bir girdi olup, ekonomik, sosyal ve çevresel pek çok etki ortaya çıkartmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma mottosu ile hareket etmeye başlayan toplumlar için enerjinin bu yönü giderek daha önemli hale gelmektedir. Çünkü bir yandan elektrik enerjisi üretilirken bir yandan da küresel sorunların ortaya çıkmasına neden olan karbondioksit gazı salınmaktadır. Ortaya çıkan bu sorunlar ekolojik sistemin kendi dengesini bulmasına yardımcı olacak yenilenebilir enerji kaynaklarının üzerinde önemle durulması ile sonuçlanmıştır. Bugün gelişen teknolojiler sayesinde, ülkelerin artan enerji ihtiyaçları yenilenebilir enerji kaynaklarından verimli, düşük maliyetli, sürekli, güvenilir, kesintisiz ve temiz bir şekilde karşılanabilmektedir.

Türkiye gibi gelişmekte olan ve enerjide başka ülkelere bağımlı olan bir ülke için yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik boyutu son derece önemlidir. Türkiye’de rüzgar, güneş, biokütle, hidroelektrik, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyel rezervleri bulunmaktadır. Bu çalışmada amaç, Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarının tamamını bir harita üzerinde göstermek ve gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımının GSYİH’ya etkisini incelemektir. Bu amaçlar doğrultusunda önce yenilenebilir enerji kaynakları başlıklar halinde tanıtılmış, Dünya’da yenilenebilir enerji kaynaklarının durumuna bakılmış ve daha sonra Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve kullanımı incelenmiştir, Türkiye’nin yenilenebilir enerji zenginliğinin görsel açıdan anlam kazanması için Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Haritası oluşturulmuştur, yenilenebilir enerji tüketiminin ülkelerin GSYİH’larına etkisini incelemek için son bölümde ekonometrik inceleme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Enerji Arz Güvenliği, Küresel İklim Değişikliği, Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Haritası, Sürdürülebilir Kalkınma Zirveleri.

ABSTRACT

AN ECONOMIC OUTLOOK TO RENEWABLE ENERGY IN TURKEY SEÇİL KARA 2013

Today, energy is very important input for the countries economic life and it creates various economic, social and environmental results. For the countries who started to act under the sustainability motto, this side of the energy started to be more important, because at one side, by generating electricity carbon dioxide gas destroys environment, that creates global problems, at the other side, scientists and economists concern to renewable energy sources, which helps environment to find its natural balance. Today, by the improved technologies, countries increased energy needs can be provided with renewable energy sources efficiently, economically, continually, secure and clean.

The economic side of the renewable energy sources is very important for the developing countries like Turkey, which is dependent to other countries for the energy sources. In Turkey there are potential reserves of renewable energy sources such as, wind, solar, biomass, hydroelectric and geothermal energy. The aim of this work is to show Turkey's all renewable energy sources on a map and to examine the effects of renewable energy usage in developing countries on real GDP. For reaching these goals first the renewable energy sources are introduced by topics, then the situation of renewable sources on the world is examined, then Turkey's renewable energy sources potential, production and consumption examined and Turkey's renewable energy map is created, at the end, an econometric model is created to examine the effect of renewable energy usage on real GDP on developing countries.

Key Words: Renewable Energy, Energy Supply Security, Global Climate Change, Turkey's Renewable Energy Map, Sustainable Development Summits.

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında, şekillenmesinde ve tamamlanmasında çok önemli katkıları bulunan değerli danışman hocam Prof. Dr. Feride Gönel başta olmak üzere, tez çalışmam sırasında yardım ve desteğini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Tuna Dinç'e, değerli jüri üyem ve hocam Yrd. Doç. Dr. Billur Engin'e, Sn. Cem Ateş ve Sn. Buket Ateş'e ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen aileme arkadaşlarıma ve yakınlarıma sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI.....	
ÖZ.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR.....	x
1.GİRİŞ.....	1
2.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....	4
2.1. Fosil Kaynaklar Dünyası.....	4
2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Dünyası.....	6
2.2.1. Güneş Enerjisi.....	7
2.2.2. Rüzgar Enerjisi.....	9
2.2.3. Hidroelektrik Enerji.....	12
2.2.4. Jeotermal Enerji.....	13
2.2.5. Biyokütle Enerjisi.....	14
2.2.6. Okyanus Enerjisi.....	16
3.DÜNYA’DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....	18
3.1. Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Genel Durumu.....	18
3.1.1. Güneş Enerjisi.....	19
3.1.2. Rüzgar Enerjisi.....	21
3.1.3. Hidroelektrik Enerji.....	25
3.1.4. Jeotermal Enerji.....	28
3.1.5. Biyokütle Enerjisi.....	31
3.1.6. Okyanus Enerjisi.....	33
3.2. Dünya Zirvelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	35
3.2.1. 1992, 2002, 2012 Sürdürülebilir Kalkınma Zirveleri.....	35
3.2.2. Rio de Janeiro 1992 Zirvesi.....	35
3.2.3. Kyoto Protokolü.....	39
3.2.4. Johannesburg 2002 Zirvesi.....	42
3.2.5. Rio de Janeiro 2012 Zirvesi (Rio+20)	44
3.2.6. Avrupa Birliği’nde Yenilenebilir Enerji Politikalar.....	47

4.TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....	51
4.1. Türkiye’de Güneş Enerjisi.....	53
4.2. Türkiye’de Rüzgar Enerjisi.....	55
4.3. Türkiye’de Hidroelektrik Enerji.....	58
4.4. Türkiye’de Jeotermal Enerjisi.....	60
4.5. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi.....	61
4.6. Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	65
4.7. Türkiye’nin Potansiyel Yenilenebilir Enerji Kaynakları Haritası.....	68
5.YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNİN GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE GSYİH’YA ETKİSİNİ İNCELEYEN BİR EKONOMETRİK MODEL.....	69
5.1. Enerji Tüketimi – GSYİH İlişkisi Üzerine Literatür.....	69
5.2. Veri ve Ekonometrik Yöntem.....	72
5.2.1. Veri.....	72
5.2.2. Ekonometrik Yöntem.....	72
5.3. Ekonometrik Bulgular.....	73
6.SONUÇ.....	76
KAYNAKÇA.....	78
ÖZGEÇMİŞ.....	84

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1 :	2012 Yılı Fotovoltaik Kurulu Güç Kapasiteleri.....	20
Tablo 3.2 :	Dünya’da Rüzgar Enerjisinde Yıllara Göre Kurulu Güç Kapasite Artışları.....	23
Tablo 3.3 :	Dünya Rüzgar Enerjisinde 2012 Yılı Sonu Yeni Kapasite Kurulumlarının Ülkelere Göre Dağılımı.....	24
Tablo 3.4 :	Dünya’da Rüzgar Enerjisinde Toplam Kapasitenin 2012 Yıl Sonu İtibariyle Kıtalar Arası Dağılımı.....	24
Tablo 3.5 :	Dünya’nın En Büyük Beş HES’i.....	26
Tablo 3.6 :	2009-2010 Yıllarında Dünya’nın En Yüksek Hidroelektrik Üretiminde İlk 10 Ülke.....	27
Tablo 3.7 :	2010 Yılı İtibariyle Dünya Jeotermal Elektrik Santrali Kurulu Gücü.....	29
Tablo 3.8 :	Dünya’da Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretiminde 2015 Yılı için Öngörülen Rakamlar.....	30
Tablo 4.1 :	Türkiye’de Sera Gazı Emisyonları (CO ₂ Eşdeğeri), 1990-2011...	53
Tablo 5.1 :	Yenilenebilir Enerji Tüketiminin GSYİH Üzerinde Etkisi.....	75

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 : Dünya’da Rüzgar Enerjisi Kurulu Gücünde İlk 10 Ülkenin Payları.....	23
--	----

KISALTMALAR

a.g.e	: Adı Geçen Eser
a.g.k	: Adı Geçen Kaynak
AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AR-GE	: Araştırma-Geliştirme
ARES	: Alaçatı Rüzgar Enerji Santrali
BM	: Birleşmiş Milletler
CO₂	: Karbondioksit
CPV	: Concentrated Photovoltaics
CSP	: Concentrated Solar Power
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DSİ	: Devlet Su İşleri
DTÖ	: Dünya Ticaret Örgütü
EİE	: Enerji Enstitüsü
EİEİ	: Elektrik İşleri Etütü İdaresi
EJ	: Egzajoule
EPDK	: Enerji Piyasaları Düzenleme Kurumu
EREC	: European Renewable Energy Council
ETBK	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
FAO	: Food and Agriculture Organisation
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
Gt	: Gigaton
GW	: Gigawatt
GWEC	: Global Wind Energy Council
GWh	: Gigawatt saat
GWp	: Gigawatt peak
Ha	: Hektar
HES	: Hidroelektrik Santral
IEA	: International Energy Agency
J	: Joule
Kcal	: Kilokalori
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt saat
m	: Metre
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
mboe	: Bin Varil Eşleniği Petrol

MEA	: Multilateral Environment Agreements
MTA	: Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü
Mtep	: Milyon ton eşleniğinde Petrol
MW	: Megawatt
MWe	: Megawatt Elektrik
MWt	: Megawatt Thermal
NO_x	: Azotoksitler
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
OSA	: Onaylı Salınım Azaltımları
ÖTV	: Özel Tüketim Vergisi
PV	: Photovoltaic
RES	: Rüzgar Enerji Santrali
Sn	: Saniye
SO_x	: Kükürtoksitler
TBMM	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
TEP	: Ton Eşleniği Petrol
TGT	: Temiz Gelişim Tekniği
Tj	: Tetrajoule
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TWh	: Terawatt
UNEP	: United Nations Environment Programm
USD	: Amerikan Doları
W	: Watt
WECS	: Water and Enery Commission Secreteritat
WEO	: World Energy Outlook
WGC	: World Geothermal Congress
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kanun

1.GİRİŞ

Enerji tarih boyunca insanların ihtiyaç duydukları bir gereksinim olmuştur. İlkel çağlarda besin yoluyla elde edilen enerji, toplumların ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte farklı biçimlerde elde edilmiş ve kullanım alanları değişmiş ve gelişmiştir. Özellikle Sanayi Devrimi ile birlikte insan hayatının vazgeçilmez bir parçası olan enerji bugün uluslararası ilişkilerde ekonomik ve siyasi gelişmelere yön vermektedir. Günümüzde modern endüstrileşmiş toplumlar çok büyük ölçüde enerjilerini petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlardan elde etmekte ve ekonomik büyümeleri bu yakıtların tüketimleri ile doğru oranda olmaktadır. Enerji kaynaklarının kullanımı toplumların gelişimi açısından insanlığın ortak çıkarlarına hizmet etse de bu kaynaklara erişimin kesintiye uğraması arz güvenliği sorunu doğurmakta ve bir yandan da modern endüstrileşmiş toplumların ana girdisi olan fosil enerji kaynaklarının kullanımı çevreye büyük zararlar vermektedir, fosil yakıt fiyatlarının ekonomik ve siyasi istikrarsızlıklara karşı savunmasız oluşu ise özellikle ithalatçı ülkeler açısından ciddi sorunlar ortaya çıkartmaktadır. Bu noktada yerli ve tükenmeyen bir kaynak olan yenilenebilir enerjinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Bugün Dünya’da başta Almanya, İspanya, Danimarka, Hollanda, ABD, Brezilya, Çin, Japonya, İngiltere olmak üzere gelişen ve gelişmekte olan ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini farkındadırlar ve bu alanda yatırımlarını ve AR-GE çalışmalarını sürdürürerek üretim ve kurulum maliyetlerini düşürerek hem temiz hem de ekonomik bir şekilde enerji üretebilmektedirler. Türkiye’de de özellikle son yıllarda yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde çalışmalar yapılmakta, bu kaynakları destekleyici kanunlar çıkarılmakta, alım garantileri verilmekte, yenilenebilir enerji kaynaklarının yatırımları ve kullanımı teşvik edilmektedir.

Enerji arzında dışa bağımlı olan Türkiye, enerji ihtiyacını güvenilir ve temiz bir şekilde karşılayabileceği yenilenebilir enerji kaynaklarına sahiptir. Türkiye güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle enerji bakımından zengin bir ülkedir. Bugün Türkiye cari açığının 2/3’ü enerji dış alımlarından kaynaklanmaktadır,

yenilenebilir enerji potansiyeli bu açığı kapayabilecek büyüklüktedir. Bu çalışma Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarının zenginliğini sözel ve görsel olarak ifade etmek amacıyla oluşturulmuş, çalışmanın en önemli motivasyon kaynağı ise Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynakları zenginliği ile cari açık sorununa büyük ölçüde çözüm bulabilecek olmasıdır şeklinde ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmanın birinci bölümünde önce fosil enerji kaynakları kısaca tanıtılmış olumlu ve olumsuz yönleri üzerinde durulmuştur, daha sonra ise yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi üzerinde durularak, bu kaynakların olumlu yönleri ve fosil kaynaklara alternatif olabileceğinden söz edilmiş ve başlıca yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji,biyokütle enerjisi ve okyanus enerjisi tek tek başlıklar halinde ele alınıp tanıtılmıştı.

Çalışmanın ikinci bölümünde Dünya'da yenilenebilir enerji kaynaklarından söz edilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları ilk bölümdeki ayrışmaya paralel olarak ele alınıp, Dünya'nın hangi bölgesinde ne kadar potansiyel olduğu, hangi ülkelerin bu potansiyellerinden ne kadar faydalandıkları, üretimleri, tüketimleri, AR-GE çalışmaları, kapasite artışları grafikler ve tablolar yardımıyla anlatılmaya çalışılmıştır. Bu bölümde ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının temel olarak ele alındığı Sürdürülebilir Kalkınma Zirveleri üzerinde durulmuş, bu zirvelerde yapılan çalışmalar ve alınan kararlar anlatılmış, özellikle Kyoto Protokolü üzerinde durularak, Avrupa Birliği'nde uygulanan yenilenebilir enerji politikalarına bakılmıştır.

Tezin üçüncü bölümünde Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının durumu, yine aynı başlıklar çerçevesinde ele alınarak incelenmiştir. Türkiye'nin güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle enerjisi potansiyellerine başlıklar halinde tek tek bakılmış, Türkiye'nin bu kaynaklardaki potansiyeli, bu potansiyelin ne kadarının değerlendirildiği, üretim ve tüketim üzerinde durulmuş, Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikalarından söz edilmiştir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynak zenginliğinin görsel olarak ifadesi için, Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Haritası oluşturulmuş ve tüm yenilenebilir enerji kaynakları Türkiye Haritası üzerinde potansiyel yoğunluklarına göre sembollerle ifade edilerek gösterilmiştir. Bu harita çalışması tüm yenilenebilir enerji kaynak potansiyelini tek bir harita üzerinde göstermesi açısından Türkiye'de bir ilktir. Araştırmalarımız sırasında tüm

yenilenebilir kaynaklarımızı tek bir harita üzerinde toplu olarak gösteren başka bir görsele rastlanılmamıştır.

Çalışmanın dördüncü ve son bölümünde ise gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımının GSYİH'ya etkisini inceleyen bir ekonometrik model yapılmıştır. Aralarında Türkiye'nin de olduğu on beş gelişmekte olan ülke 2001-2011 yılları arasında ekonomik verileri ile ele alınmış, panel data analizi yapılmış ve sonuçları ortaya koyulmuştur. Bu bölümde amacımız, çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut kullanımlarını ve potansiyellerini anlattığımız çalışmamızın ardından bu kaynakların seçilmiş gelişmekte olan ülkeler nezdindeki önemini ortaya koymaktır.

2.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

2.1. Fosil Kaynaklar Dünyası

Endüstriyel topluma geçiş sürecinin temel kaynağını oluşturan fosil yakıtlar, petrol, doğalgaz ve kömür gibi hidrokarbon içeren doğal enerji kaynaklarıdır. Fosil yakıtlar bugün dünya enerji ihtiyacının %85'ini karşılamaktadır¹. Endüstrinin vazgeçilmez bir parçası olan fosil yakıtların (dünya tarihi açısından bakacak olursak) kısa zaman sonra tükenecikleri bilinmektedir. Petrolün 46-50 yıl, doğalgazın 63-119 yıl, kömürün ise 119-176 yıl ömrü kalmıştır². Enerji ihtiyacının ve nüfusun hızla arttığı buna karşılık enerji kaynaklarının hızla tükendiği dünyamızda alternatif enerji kaynaklarına yöneliş büyük önem arz etmektedir.

Sanayi Devrimi ile kullanımı sürekli artan, bugün endüstrinin ve ekonominin en temel girdisi ve itici gücü haline gelen , uygarlık düzeyimizi korumak için tüketmek zorunda olduğumuz fosil yakıtlar enerji üretiminde sürdürülebilirliğini kaybetmiştir. Fosil yakıtların yanmasıyla ortaya çıkan karbondioksit, azotoksit, metangazı ve florakarbon gibi zararlı ve kirletici etkisi olan gazların atmosfere yayılması sonucunda, dünya ortalama sıcaklığı 0,5 derece artmıştır³. Dünya ortalama sıcaklığının artması ile kuzey ve güney kutup dairelerinde buzul kütleleri erimeye başlamış, okyanus seviyeleri yükselmiştir. Okyanus seviyelerinin yükselmeye devam etmesi durumunda, kıyı şeridinde yakın şehirler, ovalar ve limanlar sular altında kalacaktır. Artan dünya sıcaklığı kuraklığa da yol açmaktadır. Dünya nüfusunun hızla arttığını gözönünde bulundurursak kuraklığın ciddi bir beslenme sorununa yol açabileceği açıktır. Hava, su, toprak kirliliğinden bitki örtüsünün ve hayvanların yok olmasına, küresel ısınmaya kadar büyük çevre sorunlarına yol açan fosil enerji tüketimi insanlarda gelecek kaygısı yaratmış, çevre hassasiyeti artmıştır.

¹http://www.enerji2023.org/index.php?option=com_content&view=article&id=95:tuerkyedeveduenya-da-enerji-krz-ve-bu-krzn-coezuemuene-yoenelk-oeneml-br-alternatfnuekleer-enerj&catid=6:nuekleer&Itemid=232 (Erişim 22/07/2013).

²<http://enerjiensitüsü.com/2011/05/23/dunya-enerji-kaynaklarinin-100yillik-omru-kaldi/> (Erişim 22/07/2013).

³<http://www.limitsizenerji.com/cevre/kuresel-isinma/1071-fosil-yakit-cevre> (Erişim 22/07/2013).

Fosil yakıtlara bağımlı enerji üretim ve tüketimi çevresel sorunların yanında, ekonomik sorunlara da yol açmaktadır. Bu sorunların en başında enerji güvenliği sorunu gelmektedir. Fosil enerji kaynak arzı sınırlıdır buna karşılık tüketim sürekli bir artış göstermektedir, özellikle endüstrileşmenin artması ile birlikte kişi başına düşen elektrik tüketimi yıllar itibarıyla ciddi artışlar göstermiştir. World Bank verilerine göre ABD’de 1980 yılında 9.863 kWh olan kişi başına elektrik tüketimi 1990’da 11.713 kWh, 2001’de 13.047 kWh, 2010’da ise 13.394 kWh olarak gerçekleşmiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde on yıllık periodlar arasında kişi başına düşen elektrik tüketimlerinde önemli artışlar görülmüştür. Bu tablodan dünyamızı yakın bir gelecekte ciddi bir enerji arzı probleminin beklediği açıktır. Fosil enerji kaynaklarının yol açtığı bir diğer ekonomik sıkıntı da ülkelerin bu yakıtlar konusundaki rezerv yetersizlikleri ve ithal enerjiye bağımlılıklarıdır. İthal enerjiye bağımlılık, bağımlı olan ülkelerin ekonomilerini, yaşanabilecek fiyat artışları veya uluslararası ilişkilerde ortaya çıkabilecek olası anlaşmazlıklar sonucunda, risklere açık hale getirmektedir. Bugün özellikle gelişmekte olan ve enerjide dışa bağımlı olan ülkeler ithal enerji kaynaklarındaki fiyat değişimlerinden çok etkilenmekte ve ekonomileri bu sorunlara uygun çözüm önerilerini geliştirememektedir. 1970’li yıllarda dünya ekonomisinin ‘petrol krizi’ başlığı altında yaşadıkları buna örnek verilebilir.

Fosil yakıt tüketiminin önemli sosyal etkileri de bulunmaktadır, bu etkiler, fosil yakıtların çevresel ve ekonomik etkileri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Yukarıda da bahsettiğimiz gibi, fosil yanma sonucunda atmosfere salınan zehirli gazlar, küresel ısınmaya yol açmaktadır. Isınma sonucunda önce tarımsal faaliyetler ve akabinde hayvancılık faaliyetleri olumsuz etkilenmektedir, bu durum eksik beslenme ve kıtlık sorunlarını doğurmaktadır. Bunun yanında su kaynaklarının önce azalması sonrasında kirlenmesi, bulaşıcı hastalıkların oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Küresel ısınma sonucunda meydana gelen iklim bozulmaları kış aylarında aşırı soğuklar ve güçlü fırtınalar, sel baskınları, yaz aylarında ise kavurucu sıcaklar şeklinde karşımıza çıkmaktadır. İnsan hayatını birinci derecede etkileyen tüm bu olumsuzluklar toplu göçlere, siyasi karışıklıklara ve hatta yiyecek ve temiz su savaşlarına yol açabilir. Fosil yakıtlara bağımlılık da ciddi sosyal sorunlara yol açabilmektedir. Dünya’da fosil yakıt arzının azalması sonucu fiyat artışları yaşanabildiği gibi, rezerv sahibi ülkelerde yaşanan politik istikrarsızlıklar, savaşlar, iç karışıklıklar da özellikle petrol ve doğalgaz fiyatlarını önemli ölçüde

arttırabilmektedir. Artan petrol fiyatlarından etkilenen ithalatçı ülkelerde üretim seviyelerinde önce azalma, daha sonra işten çıkarma, durgunluk daha ileri seviyelerde ise borçlanma ve ekonomik krizler görülme olasılığı vardır.

Fosil yakıtlara iyi bir alternatif olan yenilenebilir enerji kaynakları ise çevre dostudur. Sera etkisi yaratmaz, karbon salınımı çok düşüktür, görece düşündüğümüzde çevreye olumsuz hiçbir etkisi yoktur. Kaynağın tükenme hızından çok daha hızlı bir şekilde kendini yenileyebilmektedir. Hemen hemen bütün ülkelerde mevcut olduklarından, bu enerji kaynaklarının ithalat giderleri yoktur (Rüzgar türbinleri, fotovoltaik piller v.b. ekipmanların ithalatı yapılabilir.) Ayrıca yenilenebilir enerji üretimine dayalı tesislerin işletme ve bakım masrafları da son derece düşüktür. Yenilenebilir enerji kaynaklarının, fosil enerji kaynaklarının meydana çıkardığı önemli sorunları çözebildiği göz önünde bulundurulursa, ‘Yenilenebilir Enerji Kaynakları dünyayı Değiştirebilir mi?’ şeklindeki bir sorunun cevabı ‘Evet, yenilenebilir enerji kaynakları dünyayı değiştirebilir ’ olacaktır.

2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Dünyası

Doğada herhangi bir üretim sürecine ihtiyaç duymadan temin edilebilen, doğal döngü içinde bir sonraki gün aynen mevcut olabilen, elektrik enerjisi üretilirken yoğun karbondioksit salınımı ile çevreye zarar vermeyen, doğrudan veya dolaylı olarak enerjisini Güneş’ten alan enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji kaynakları denilmektedir. Hidroelektrik enerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi, gel-git enerjisi gibi kaynakla yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

Enerji üretimi ve tüketiminde, sürdürülebilirlik açısından fosil yakıtlara göre büyük üstünlüğü olan yenilenebilir enerjinin önemi , özellikle 1973 Petrol Krizi’nden sonra daha iyi anlaşılmıştır. Kömür ve petrol egemenliğine dayanan Enerji Çağı, 1973 yılına kadar sorunsuz bir şekilde devam etmiş, 73 petrol krizi ise fosil enerji konusunda güvensizlik yaratmış, bu güvensizlik ortamı insanları yenilenebilir enerjiye yöneltmiştir. Ekonomik sebeplerin yanında son yıllarda artan çevre bilinci ve hepimizin geleceğini etkileyen küresel ısınma gibi sorunlar, yenilenebilir enerjinin önemini bir kez daha gözler önüne sermiştir. Son derece çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı tesislerin işletme ve bakım masraflarının da az olması bu kaynakları fosil enerji kaynaklarının iyi bir alternatifi yapmaktadır.

Aşağıda yenilenebilir enerji kaynakları tek tek başlıklar halinde ele alınarak kısaca tanıtılacaktır.

2.2.1. GÜNEŞ ENERJİSİ

Dünya'daki tüm enerji kaynaklarına dolaylı veya dolaysız olarak temel oluşturan Güneş enerjisi, hidrojenin helyuma dönüşmesi sırasında ortaya çıkan enerjinin ışıyım biçiminde uzaya yayılmasıdır. Güneş ışınları ile dünyaya 170 milyar MW güçte enerji gelmektedir. Bu değer, dünyada insanoğlunun bugün için kullandığı toplam enerjinin 15-16 bin katıdır⁴.

Dünyamıza bir günde gelen güneş enerjisi, güneşin toplam saldıdığı enerjinin yaklaşık 10 milyarda biridir. Bunun değeri, $1,5 \times 10^{22}$ J yani 15 000 000 katrilyon joule'dür⁵. Dünya'ya bir yılda düşen güneş enerjisi yaklaşık 200 trilyon ton kömüre eşdeğerdir. (Bu değer, günümüzde dünyada kullanılan toplam enerjinin 15-16 bin katına karşılık gelir.) Sadece Türkiye üzerine bir yılda düşen güneş enerjisi, 80 milyar ton petrole eşdeğerdir. Dünyamıza bir yılda düşen güneş enerjisi dünyadaki çıkarılabilir fosil yakıt kaynakları rezervlerinin tamamından elde edilecek enerjinin yaklaşık 15-20 katına eşdeğerdir⁶. Açık havada 100m² ev çatısına 80-100 litre benzin eşdeğeri güneş enerjisi gelmektedir⁷.

Günümüzde, güneş enerjisi teknolojileri, ısı ve elektrik teknolojileri olmak üzere ikiye ayrılır. Güneş enerjisi ısı teknolojilerinde önce ısı elde edilir sonra bu ısı doğrudan veya dolaylı olarak elektrik enerjisi üretiminde kullanılır. Güneş enerjisi ısı teknolojileri erişilen sıcaklık ve toplama yöntemleri açısından farklılık gösterir. Konut ve iş yerlerinde sıcak su elde etme amacıyla kullanılan, basit yapıları ve düşük maliyetleri sebebiyle tercih edilen düzlemsel toplayıcılarda 60-70⁰C sıcaklığa ulaşabilmektedir. Düzlemsel toplayıcıların dışında, güneş havuzları, güneş ocakları ve güneş kuleleri gibi sistemler de mevcuttur. Güneş enerjisi ısı uygulamaları konut ve sera ısıtma, ürün kurutma işlemlerinde de kullanılmaktadır. Bir başka Güneş enerjisi ısı teknolojisi ise güneşli soğutuculardır. Özellikle güneş enerjisinin yüksek

⁴ T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, **Yenilenebilir Enerji Teknolojileri, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Önemi**, (Ankara, 2012),14.

⁵ Bir Joule bir kibritin yanması ile ortaya çıkan ısı enerjisinin yaklaşık binde biridir.

⁶ <http://mersin.edu.tr/apbsuploads/1000470/FizikveTeknoloji/11PVPillerVeG%C3%BCnes.pdf> (Erişim 23/07/2013).

⁷ www.kimyaevi.org/TR/Yonlendir.aspx%3FF6E10F8892433CFF679A66406202CCB0E170CAE93653F56E+&cd=12&hl=tr&ct=clnk&gl=tr (Erişim 23/07/2013).

olduğu mevsimlerde daha fazla ihtiyaç duyulan bu sistemler hem çevre dostudur hem de enerji tasarrufu sağladıkları için ekonomiktir.

Güneş enerjisi elektrik teknolojileri ise güneş enerjisinden doğrudan elektrik üretimini sağlayan sistemlerdir. Bu sistemlerin başında fotovoltaik olarak bilinen yarı iletken bir madde olan güneş pilleri gelmektedir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen veya daire biçiminde olan güneş pillerinin üzerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur böylece elektrik enerjisi elde edilmiş olur. Güneş pillerinin kullanım alanları kurulan sistemin şebekeden bağımsız olup olmamasına göre değişmektedir. Şebeke bağımsız sistemlerinden bina iç ve dış aydınlatmalarında, deprem ve hava gözlem istasyonlarında, ilaç ve aşı soğutmada, orman gözetleme kulelerinde, telefon, radyo, televizyon gibi iletişim sistemlerinde, deniz fenerlerinde, tarım amaçlı sulamada, park, bahçe, otoyol aydınlatmasında, trafik sinyalizasyonunda ve elektrik şebekesinin ulaşmadığı kırsal yörelerde elektrik ihtiyacının karşılanmasında faydalanılmaktadır. Şebeke bağımlı sistemler ise özellikle son yıllarda gelişmiş ülkelerde önem kazanmıştır. Binlerce güneş pilinin birbirine bağlanması sonucunda elektrik üretimi gerçekleşmektedir. Güneş pili olarak da bilinen fotovoltaik sistemlerin yanında Konsantre Güneş Enerjisi sistemleri (CSP) ve Konsantre Fotovoltaik (CPV) sistemlerde mevcuttur.

Temiz, yenilenebilir ve sürekli bir enerji kaynağı olan Güneş enerjisi teknolojileriyle ilgili önemli konuların başında maliyet ve verimlilik öğeleri gelmektedir. Özellikle kullanılan sistemlerdeki verimlilik artışı, teknolojik gelişmeler ve üretimde sağlanan ölçek ekonomileri, maliyetleri olumlu yönde etkilemektedir. Güneş Enerjisi yatırımları; güneş pilleri ve güneş modüllerinin maliyetlendirilmesi olarak iki şekilde maliyetlendirilir. Ortalama ölçekte bu iki maliyeti karşılaştırsak güneş enerjisi modülleri ve pillerinin yatırımın içindeki payları yaklaşık %50 civarındadır. Güneş enerjisi modüllerinin küçük ölçekli üretimlerde kurulum maliyeti 6000 –7500 Euro dolaylarındadır. Bu maliyet daha büyük Megawatt üretimlerinde 3000 Euro dolaylarında görülebilmektedir. Güneş pillerinin katılımıyla birlikte küçük ölçekli (1-20 KWA) ölçeğindeki bir güneş enerjisi sisteminin maliyet boyutu daha da artarak, 1 KWH başına maliyeti yaklaşık 10.000 Euro dolaylarına kadar ulaşabilmektedir. Güneş enerjisi santrallerinin ortalama 1 KWA'lık bir tesisinin günde gerçekleştirdiği ortalama enerji tam 5 KWA dolaylarında gerçekleşmektedir. 1'e 5 oranında bir enerji dönüşümü gerçekleşmektedir. Kurulumları her ne kadar maliyetli olsa da devamında neredeyse 0 maliyet ile (santrallerin 1 KWA başına

ortalama işletme gideri 29 cent, yıllık bakım maliyeti de 10 usd/ KWA kadardır) işletilebilmektedir⁸.

2.2.2. RÜZGAR ENERJİSİ

Güneş enerjisinin bir yan ürünü olan rüzgar, yeryüzünün farklı ısınması sonucunda ortaya çıkar. Yeryüzünün farklı ısınması havanın sıcaklığının, neminin ve basıncının farklı olmasına neden olur ve basınç farklılıkları sebebiyle rüzgarlar meydana gelir. Hareket halindeki havanın kinetik enerjisine rüzgar enerjisi denilmektedir. Rüzgar enerjisi güneşten gelen enerjinin sadece %1'ini kullanmasına karşın ortaya çıkan bu enerji yeryüzündeki tüm bitkilerin biokütle enerjisine dönüşmüş olması durumunda ortaya çıkabilecek enerjinin 50-100 katı daha fazladır⁹. Elektriğin temiz ve yenilenebilir kaynağı olan rüzgar enerjisi, dünyada elektrik enerjisine en kolay ve çabuk dönüştürülebilen bir enerjidir. Rüzgar enerjisinden elektrik enerjisine dönüşüm, yenilenebilir enerji teknolojilerinin en ileri ve ticari uygulanması mevcut olanıdır. Rüzgar enerjisi, tamamen doğal bir kaynak olarak kirliliğe neden olmayan ve tükenme olasılığı bulunmayan bir enerji kaynağıdır. Dünya'da rüzgar enerji potansiyeli 53 TWh/yıl dır. Bu ise dünyanın 2020 yılında gereksinim duyacağı elektriğin iki katından çoktur¹⁰.

Rüzgar enerjisinden faydalanmanın tarihi 2000 yıl öncesine dayanmaktadır. O dönem su ve rüzgar değirmenleri dünyanın ilk endüstrilerine güç kaynağı olmuştur. Günümüzde ise rüzgar enerjisinden elektrik üretimi yeni teknolojiler ve malzemeler sayesinde popülerliği artarak devam eden bir uygulamadır. Rüzgardan elektrik enerjisi, dev kulelerin üzerine monte edilen kanatlar yardımıyla üretilmektedir. Rüzgar türbini adı verilen bu teknoloji ile insanların ihtiyaç duyduğu en temiz elektrik üretilmektedir. Aynı yerde ihtiyaca bağlı olarak 1 MW'lık rüzgar santrali de 100 MW'lık ya da daha büyük rüzgar santrali de kurulabilmektedir. Ayrıca denizlerde daha kesintisiz ve daha güçlü rüzgar olması nedeniyle deniz üstü rüzgar santrallerinin popüleritesi artmaktadır. Rüzgar enerji santrallerinden en yüksek

⁸ Özden Yılmaz, Leyla Kösem "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Potansiyeli, Kullanımı ve Dışa Bağımlılığı", 39 http://www.tcmb.gov.tr/yeni/iletisimgm/ozden_yilmaz-leyla_kosem.pdf. (Erişim 20/05/2013).

⁹ Ahmet Eriş, "Enerji Politikaları ve Yerli, Yeni, Yenilenebilir Enerji Kaynakları", **Türkiye 6. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara 2003**, TMMOB Yayını, 187.

¹⁰ www.enerjisa.com.tr/trTR/Elektrikuretimi/ProjeDokumanlari/DagpazariPTD_Tr.pdf+&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr (Erişim 23/07/2013).

verimi alabilmek için türbinlerin, rüzgar hızının sabit olduğu noktalara yerleştirilmesi gerekmektedir¹¹.

Rüzgar elektrik santralleri şebeke bağımlı olabildiği gibi şebekeden bağımsız olarak da kurulabilir. Şebekeden bağımsız sistemlerde yedek güç kaynağı olarak dizel yakıtlar kullanılarak %40-%50 yakıt tasarrufu sağlanmaktadır. Şebekeye bağımlı rüzgar santralleri ise birden fazla rüzgar türbininden meydana gelen rüzgar çiftlikleri şeklinde kurulmaktadır. Bu santrallerin elektrik iletim hatlarına yakın yerlerde kurulması gerekmektedir. Yıllık ortalama rüzgar hızı 5 m/s ve üzerindeki rüzgar, enerji üretimi için önemli potansiyel sayılmaktadır. Buna göre, yapılan değerlendirmeler, dünyanın rüzgar kaynaklarının çok büyük ve neredeyse tüm bölge ve ülkelere yayılmış durumda olduğunu doğrulamaktadır¹².

1990'lı yılların başında çok büyük teknik ve ticari ilerleme gösteren rüzgar enerji santralleri, tüm dünyada 1990-2005 yılları arasında %25 büyümeye kaydetmiştir¹³. Son yıllarda rüzgar santralleri kurulumlarına hız verilmiş, 2012 senesinde tüm dünyada küresel rüzgar enerjisi kapasitesi %19 artmıştır¹⁴. Rüzgar enerjisinin ucuz ve temiz bir yenilenebilir enerji kaynağı olması nedeniyle yakaladığı bu gelişim hızı, konuyla ilgili Ar-Ge çalışmalarının artmasını ve teknolojik gelişimi beraberinde getirmiştir. Teknoloji geliştikçe ve iyileştikçe piyasa büyümekte, böylece rüzgar santrallerinin maliyetleri de azalmaktadır. Rüzgar türbininden elde edilecek enerji rüzgar hızı ile orantılıdır. Bundan dolayı rüzgar enerjisi için ekonomik değerlendirmede tek fiyat yoktur, bu fiyat rüzgar hızı ile değişir. Rüzgar enerjisinin maliyet boyutunu etkileyen temel ögeler arasında, ilk yatırım maliyetleri ve elektrik üretim maliyetleri yer almaktadır. Diğer etkenler; işletme ve bakım maliyetleri, finansman maliyetleri, tesis için arazi seçimi, ortalama rüzgar hızı ve türbin ömrü olmaktadır. Günümüzde Rüzgar Enerji Santrallerinin ilk kurulum maliyetleri 15.000 USD civarında olmaktadır fakat bilinen bir gerçek vardır ki ; Bir rüzgar tarlası oluşturup bir çok türbin kurmak, tek bir türbin kurmaya göre daha ucuza mal olur. Bir rüzgar santrali kurulumu için ortalama fiyatlandırma her kilo Watt için 1000USD şeklindedir. Modern rüzgar türbinleri 20 yıllık ömür ve 120.000 saat işletme süresi

¹¹ Leyla Dolun, **Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kullanılan Kaynaklar**, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Yayınları, Sektörel Araştırmalar, Ankara, 2002, 51.

¹² Örgen Uğurlu, **Türkiye’de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 2006, 156.

¹³ Zeki Aybar Eriş, “Türkiye ve Avrupa’da Rüzgar Enerji Santrallerinin Gelişimi”, **Enerji ve Kojenerasyon Dünyası**, s. 42. Mayıs- Haziran 2006, 82.

¹⁴ www.elektrikport.com/teknik/kutuphane/ruzgar-ile-nukleer-santrallerin-yatirim-fisibilitesi-yonunden-karsilastirilmasi/6845#ad-image-0 (Erişim 23/07/2013).

esasına göre tasarlanırlar. Türbinin gerçek ömrü, türbinin kalitesine ve bölgenin hava şartlarına bağlıdır. Elde edilen tecrübeler türbinler yeni iken bakım masraflarının çok düşük olduğunu fakat türbinler eskidikçe bakım maliyetlerinin arttığını göstermiştir. Bu tecrübe Danimarka’da 1975 yılından beri kurulan 5000 rüzgar türbininin işletilmesi esnasında elde edilmiştir. Bu çalışmada aynı yaşa sahip fakat farklı üretim kapasitesine sahip türbinler karşılaştırılmıştır. Eski türbinlerin (25kW-150kW) yıllık bakım maliyeti ortalama olarak (türbin kurulumunda ki güce göre) 3cent/kW dir. Büyük ve sağlam yeni türbinler, daha az bakım masrafı gerektirir (modern makineler büyüdükçe bakım masrafları aynı oranda artmaz). Yeni makineler, türbin ilk kullanım gücüne göre yıllık 1,5-2 cent bakım masrafı gerektirir. Türbinin yıllık bakımlarından oluşan masraflar sabittir ve 0.001USD/kWh civarındadır¹⁵.

Rüzgar santralinin üretim hayatı boyunca yakıt maliyeti yoktur ve işletme maliyetleri yok denecek kadar azdır. Rüzgar enerjisi taşınma maliyeti olmadığı gibi herhangi bir atık da üretmemektedir. Yerli bir kaynak olması nedeniyle enerjide dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Rüzgar türbinleri güvenlik açısından başarılı bir geçmişe sahiptir. Kullanım sonrasında tasfiye edilmeleri diğerlerine göre çok kolaydır. Rüzgar yerli bir kaynak olduğu için dünya enerji pazarlarından büyük ölçüde bağımsız olma özelliğine sahiptir. Teknolojinin tesisi ve işletilmesi göreceli olarak basittir. Rüzgar türbinleri modüler (parçalı-değişebilir) olup, herhangi bir büyüklükte imal edilebilmekte ve tek olarak ya da gruplar halinde kullanılabilir. Rüzgar türbinlerinin işletmeye alınması, inşaatın başlamasından ticari üretime geçişine kadar, yaklaşık 3 ay gibi kısa bir sürede gerçekleştirilebilir¹⁶.

Rüzgar, yeryüzünün %95’inde kullanılabilir ve rüzgar çiftliklerinde elektrik üretiminin yanı sıra tarım ve hayvancılık gibi faaliyetler de sürdürülebilir. Yapılan akademik çalışmalara göre, 1 MW rüzgar enerjisine dayalı kurulu güç, yaklaşık 150 bin ağaca eşdeğer oksijen tasarrufu sağlamaktadır. Yani 12 bin MW rüzgar enerjisi kurulu güç, 1,8 milyar ağaca eşdeğer oksijen tasarrufu anlamına gelmektedir. 600 kW gücünde bir rüzgar türbini, ürettiği enerjisinin fosil yakıtlarından elde edilme durumuna göre, 80 bin ağacın ürettiği oksijene yakın oksijen tasarrufu sağlamaktadır.

¹⁵ a.g.k. (Erişim 23/07/2013).

¹⁶ Tanay Sıdkı Uyar, “Türkiye Rüzgar Enerjisi Kullanımı Programı”, **Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler ve Türkiye’deki Uygulamaları Konferansı, Bildiriler Kitabı, 3-4 Nisan 1999**, TMOBB İstanbul Şubesi, MMO Yayını, İstanbul, 1999, 77.

Dünya elektriğinin üçte biri rüzgardan sağlanarak 2050 yılına kadar 113 milyar ton karbondioksit (CO₂) tasarruf edilebilir¹⁷.

2.2.3. HİDROELEKTRİK ENERJİ

Hidroelektrik enerji yenilenebilir enerji kaynakları içinde teknolojik gelişimi en ileri düzeyde olan enerji kaynağıdır. Kullanılmakta olan en eski enerji kaynaklarından biri olan hidrolik enerjinin kaynağı sudur. Hidroelektrik santraller akan suyun gücünü elektrik enerjisine çeviren santrallerdir. Enerji üretiminde,yenilenebilir kaynaklar arasında en büyük paya sahip olan hidroelektrik enerji, 65 ülkenin en başta gelen enerji kaynağıdır. Dünya’da çalışan ilk hidroelektrik santral ABD Niagara’da kurulmuş, böylelikle dünya çapında hidro elektrik santral (HES)’lerin inşaatı başlamıştır. Küçük akarsulara kurulabilen,küçük yerleşim birimlerin elektrik ihtiyacını karşılayan, teknik olarak kurulu gücü 10 MW dan daha az olan santrallere küçük hidroelektrik santral (KHES) denilmektedir.

Hidroelektrik santraller; Yenilenebilir kaynak olan sudan enerji elde etmeleri, sera gazı emisyonu yaratmamaları, inşaatın yerli imkanlarla yapılabilmesi, teknik ömrünün uzun olması ve yakıt giderlerinin olmaması, işletme bakım giderlerinin düşük olması, istihdam imkanı yaratmaları, kırsal kesimlerde ekonomik ve sosyal yapıyı canlandırmaları yönünden en önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır¹⁸.

Dünya’da ABD, Kanada, Çin Halk Cumhuriyeti, Brezilya, Rusya Federasyonu, Norveç gibi ülkelerin bulunduğu en yüksek üretime sahip 10 ülkenin üretimleri, dünya hidroelektrik üretiminin %66’sıdır. Hidroelektrik kaynaklar Dünya yüzeyine geniş şekilde yayılmıştır, 150 ülkede potansiyel bulunmaktadır.

Verimlilik oranları oldukça yüksek olan HES’lerin, günümüzde teknolojik gelişmeler sayesinde verimlilik oranları %90 seviyelerini aşmıştır. Bu durum maliyetleri olumlu yönde etkilemiştir. Hidroelektrik santrallerin yatırım maliyetleri bölgenin topoğrafyasına, su dengesine, yerel imkanlarına ve finansal sistemine göre değişiklik gösterebilmektedir. İlk yatırım maliyetleri açısından küçük ölçekli hidroelektrik santraller (<10 MW) daha uygun olmakla birlikte, büyük ölçekli hidroelektrik enerji santrallerinde (>10 MW) elektrik üretimi daha düşük maliyetlerle gerçekleşmektedir. 1MW=1000kw gücünde ve kapasite faktörü %80 olan bir HES

¹⁷ Greenpeace, **Küresel Rüzgar Enerjisine Bakış 2006 Raporu**, 1.

¹⁸ http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx (Erişim 23/07/2013).

için ilk yatırım bedeli ortalama 1650 \$/kW'dır. Böyle bir santralden yıllık; $1000 \times 365 \times 24 \times 0,80 = 7.008.000$ kWh elektrik üretimi yapılabilir¹⁹. 2020 yılı için yapılan öngörülerde maliyetlerin %10 oranında azalması beklenmektedir. Yüksek kaynaklı bölgeler, düşük kaynaklı bölgelere göre daha ucuzdur. Düşük kaynaklı bölgelerde hız yükselticiye ihtiyaç duyulması maliyetleri yükseltmektedir. KHES lerin işletme ömrü 25 yıl ve üzeri iken HES lerin işletme ömrü (150-200) yıl arasında olup yatırımın geri ödeme süresi 10 yıldır²⁰.

2.2.4. JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerindeki sıcak kaya ve akışkanların ısısının zayıf katmanları geçerek yeryüzüne ulaşmasıyla elde edilen enerjidir. Yeraltına inen yağmur suları ya da diğer su kaynakları uygun yerlerdeki sıcak kaya ve magma tabakasına yakın yerlerden geçerken ısınarak tekrar yeryüzüne çıkar. Jeotermal akışkanı oluşturan sular meteorik kökenli olduklarından yeraltındaki hazneler sürekli beslenmekte ve kaynak yenilenebilmektedir. 20. yy başlarına kadar sağlık ve yemek pişirme amaçları ile kullanılan jeotermal enerjinin kullanım alanları günümüzde teknolojik gelişmeye bağlı olarak çok yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir. Jeotermal enerjinin başta elektrik üretimi olmak üzere ısıtma ve çeşitli endüstriyel kullanımları mevcuttur²¹.

Jeotermal enerji kaynakları düşük (20-70 C⁰), orta (70-150 C⁰) ve yüksek (150 C⁰ den fazla) sıcaklıklı olarak üç gruba ayrılır, kullanım alanları kaynağın sıcaklığına göre farklılık göstermektedir. Yanardağ ve lavların yakınından geçen sular, yüksek sıcaklıkta buhar olarak yeryüzüne ulaşırsa doğrudan elektrik üretiminde kullanılabilir, düşük ve orta sıcaklıktaki alanlar ise sera ve bina ısıtmasında, yiyecek kurutmasında, kerestecilikte, kağıt ve dokuma sanayisinde, dericilikte, soğutma tesislerinde, kimyasal madde üretiminde kullanıma uygundur. Dünyada Jeotermal enerji kurulu gücü 9.700 MW, yıllık üretim 80 milyar kWh olup, jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke; ABD, Filipinler, Meksika, Endonezya ve İtalya şeklindedir. Elektrik dışı kullanım ise 33.000 MW'tır. Dünya'da jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve

¹⁹ http://www.kalkinma.com.tr/data/file/kalkinma_dergisi/58_dergi.pdf (Erişim 23/07/2013).

²⁰ http://www.barajguvenligi.org/genel_barajonemi.htm (Erişim 23/07/2013).

²¹ http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx (Erişim 23/07/2013).

Türkiye’dir²². Dünyadaki jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı (ısıtma, termal turizm, kültür balıkçılığı vb.) ise 11300 MWt’dır. Dünya’da 2 Milyon konut eşdeğerinin üzerinde jeotermal ısıtma yapılmaktadır²³.

Verimi çok yüksek olan jeotermal enerjiden doğrudan elektrik üretilebildiği için maliyetler düşüktür. Kesintisiz, yerli , yenilenebilir ve çevreyle dost bir kaynak olan jeotermal enerjiden elde edilen birim gücün maliyeti, hidroelektrik dışında termik ve diğer santrallerden elde edilene göre çok daha ucuzdur. Özellikle son yıllarda gelişen teknikler sayesinde daha düşük sıcaklıklarda da elektrik üretimi yapılabilmekte, bu durum maliyetleri daha da aşağıya çekmektedir. Termik santrallere göre çok daha az çevre sorununa yol açan jeotermal santrallerde reenjeksiyon adı verilen geri pompalama yönteminin de gelişmesiyle birlikte, kaynağın çevre sorunu hemen hemen hiç kalmamıştır. Jeotermal elektrik santrallerinde CO₂, NO_x, SO_x atımı çok düşük olup özellikle ısıtma sistemlerinde sıfırdır. Kömür katkılı santrallerdeki CO₂ atımı jeotermal santrallerine göre 1600 kat daha fazladır. Karbondioksit emisyonları açısından bir diğer karşılaştırma da doğal gaz ile yapılabilir. Doğal gaz jeotermalin en az 2000 katı daha fazla karbondioksit emisyonuna sahiptir. Ayrıca doğalgazın patlama, yangın, zehirlenme gibi risklerine karşı jeotermalde bu tip risklerin hiçbiri yoktur²⁴. ABD, jeotermal enerji kullanarak her yıl 22 milyon ton CO₂, 200 bin ton sülfürdioksit oluşumunu engellemektedir.

2.2.5. BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Odun, odun kömürü, hayvan ve insan dışkı; tarım ürünleri ve orman sektörü organik atıkları, alkol ve metan mayalanması; çeşitli su bitkileri gibi canlı (biyolojik) kaynaklar yolu ile elde edilen enerji türüne biyokütle (biomass) enerjisi denilmektedir²⁵. Kısaca organik maddelerden çeşitli yollarla elde edilen enerji, biyokütle enerjisidir. Daha çok ısınma amaçlı kullanılan bu enerjinin en eski bilinen hammaddesi; yakacak odun, odun kömürü ve hayvan gübresidir. Klasik yakma işlemi ile elde edilen bu tip biyokütle enerjisinin yanında; enerji tarımı ürünlerinden, kentsel atıklardan, tarımsal endüstri atıklarından yakma işlemi ya da farklı teknikler

²² http://www.eie.gov.tr/eie_web/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada_jeotermal.html (Erişim 23/07/2013).

²³ http://emo.org.tr/ekler/2b127307a606eff_ek.pdf (Erişim 23/07/2013).

²⁴ Abdülkerim Yörükoğlu, “Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyelive Çevre” **Enerji ve Kojenerasyon Dünyası**, s. 42, Mayıs-Haziran 2006, 76.

²⁵ http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/en_tas_etkinlik/2005_bildiriler/oturma7/PinarAkay.doc.20.04.2007 (Erişim: 23/07/2013).

kullanılarak katı, gaz ve sıvı yakıtlara çevrilerek biyokütle yakıt elde edilmesi, ısı ve elektrik üretilmesi mümkün olmaktadır²⁶.

Biyokütleden enerji üretimi klasik ve modern yöntemler olmak üzere ikiye ayrılır. Klasik yöntemde, ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan atıkları kullanılır. Modern yöntem ise enerji oramancılığı ve orman, ağaç endüstrisi atıkları, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıklarını kapsamaktadır. Bitkisel biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu oluşmaktadır. Biyokütleden elde edilen enerji, dünya enerji tüketiminin 10 katı enerjiye karşılık gelmektedir. Odun, yağlı tohum bitkileri, karbonhidrat bitkileri, elyaf bitkileri, protein bitkileri, bitkisel atıklar, hayvansal atıklar ve endüstriyel atıklar biyokütle enerji teknolojileri kapsamında değerlendirilmekte ve mevcut yakıtlara alternatif çok sayıda katı, sıvı, gaz yakıtlara dönüşebilmektedir²⁷.

Biyogaz ise; tarımsal üretim sonucunda ortaya çıkan çeşitli bitkisel atıkların, hayvan ve insan dışkısının, organik yükü yüksek atık suların sabit bir ısıda hava almayacak biçimde tasarlanmış tanklar içinde anaerobik (oksijensiz) bakteriler tarafından parçalanması sonucunda oluşan ısı değeri yüksek yanıcı bir gazdır. Diğer bir ifade ile, biyogaz, bitki ve hayvan atıkları gibi organik maddelerin havasız (oksijensiz) ortamlarda fermentasyonu sonucu oluşan ve bileşiminde %60-%70 metan, %30-%40 karbondioksit ve az miktarda hidrojen sülfür, hidrojen, su buharı, amonyak, karbonmonoksit ve azot bulunan renksiz ve yanıcı bir gaz karışımıdır. Biyogazın ısı değeri, bileşimindeki metan oranına bağlı olarak değişmekle birlikte genellikle 4700-6000 kcal/m³ kadardır. Bu nedenle ısınma, aydınlatma ve su ısıtılması gibi amaçlarla kolaylıkla kullanılabilen temel enerji kaynaklarına alternatif olabilecek bir enerji kaynağıdır²⁸.

Biyokütlenin elektrik enerjisi üretiminde kullanılması, termik santrallere benzer bir sistemle organik maddelerin doğrudan yakılarak oluşturulan ısıdan buhar elde edilerek türbinleri döndürmesi ve jeneratörlerden elektrik üretilmesi şeklinde olmaktadır. Kentsel atıklardan enerji üretimi ise, çöplerin çürümesi ve oksijensiz

²⁶ M. Handan Çubuk, Hasan A. Heperkan, "Orhaneli Linyitine %5 Biyokütle İlavesinin SO₂ Emisyonuna Etkisi", **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II, İstanbul, 2000** İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, 461.

²⁷ Yunus Arıkan, "İklim Değişikliği ile Savaşım Politikalarında Biyoyakıtlar ve Avrupa Birliği", **Biyoyakıt Dünyası**, s.4, Ankara, Kasım 2006, 25.

²⁸ T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, **Yenilenebilir Enerji Teknolojileri, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi**, Ankara 2012, 24.

fermantasyonu sonucu ortaya çıkan yanıcı biyogaz olan metan gazının kullanımı ile çöp termik santrallerinin çalıştırılması ile gerçekleşmektedir. Böylece hem kentsel atıkların enerji üretiminde kullanılması mümkün olmakta hem de atıkların depolanması sorununa çözüm getirilmektedir²⁹.

Biyokütleden elektrik enerjisi üretilebildiği gibi yakıt üretmek de mümkündür. Çevre dostu biyokütle yakıt alternatifleri biyodizel ya da biyomotorinlerdir. Biyomotorin en popüler dizel yakıt alternatifidir. Ticari başarısı kanıtlanmış olan biyomotorin, dizel motorlu araçlarda rahatlıkla kullanılabilir. Günümüzde bir çok ülkede akaryakıt istasyonlarında ticari satışları mevcuttur. Biyodizel ise yağlı tohumlu bitkilerden elde edilen, petrol içermeyen, petrol kökenli dizel ile her oranda karıştırılarak ya da saf olarak dizelin kullanıldığı her yerde kullanılabilen bir biyoyakıttır. Biyoyakıt kullanımının giderek artmasıyla enerji tarımı kavramı ortaya çıkmıştır. Kanola ve soya tarımına önem veren tarım üreticisi hem ihtiyacı olan ucuz dizeli üretmektedir hem de milli ekonomiye katkı sağlamaktadır.

Dünya'nın orman atıklarından elde edilebilecek enerji miktarı 10.000 MWe'dir. Benzer biçimde Dünya'daki evcil hayvan gübreleri kaynaklı enerji potansiyeli 20 Ej'dir. (1 Ej=24*10⁶ TEP) Enerji ormancılığı ve enerji bitkileri tarımında gelecekte Dünya'da 100 milyondan bir milyar hektara kadar artacak bir genişleme beklenmektedir³⁰. IEA (Uluslararası Enerji Ajansı) gelecek yüzyılda Dünya'nın toplam enerji gereksiniminin %50'den fazlasını sağlayabilecek düzeyde yüksek bir biyokütle potansiyelinin var lduğunu belirtmektedir.

2.2.6. OKYANUS ENERJİSİ

Dünya yüzeyinin farklı ısınması sonucunda oluşan rüzgarların deniz yüzeylerinde esmesiyle meydana gelen dalgalardan elde edilen enerjiye dalga enerjisi denmektedir. Henüz yeni bir teknoloji olan dalga enerjisi teknolojisi, diğer yenilenebilir teknolojilerle karşılaştırıldığında rekabet edebilir konumda değildir; Buna rağmen yenilenebilir enerji kaynakları arasında en yüksek enerji yoğunluğuna sahip dalga enerjisi teknolojilerine devletlerin ve endüstrinin gösterdiği ilgi sürekli artmaktadır.

²⁹ a.g.e, 25.

³⁰ Umur Gürsoy, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Türk Tabipler Birliği Yayınlar, Ankara 2004, 128.

Dalga enerjisi en çok önerilen yenilenebilir teknolojilerden biridir. Sadece büyük bir enerji kaynağı değil, aynı zamanda bir çok yenilenebilir enerji kaynaklarından daha güvenilirdir. Güneş ve rüzgar zamanın %20-%30'unda temin edilebilirken dalga gücü zamanın %90'ında elde edilebilir durumdadır. Dalga enerjisi temiz, ucuz ve doğal enerji kaynağı olan , doğal dengeyi koruyan, ülke ekonomisine destek olan bir enerji kaynağıdır. Teknolojinin de ilerlemesiyle birlikte dalga enerjisi üzerine yapılan çalışmalar artmış, kıyı boyu, kıyıya yakın ve kıyıdan uzak bölgelere uygulanan çok çeşitli dalga enerjisi sistemleri geliştirilmiştir. Dünya üzerinde düzenli bir dağılıma sahip olmayan dalga enerjisi daha çok 30⁰-60⁰ enlemleri arasında, batı rüzgarlarının da etkisiyle yoğunlaşmıştır³¹.

Kirletici etkisi olmayan, rüzgarlar estikçe ve Dünya-Güneş-Ay arasındaki çekim devam ettikçe varlığını sürdürecektir olan dalga enerjisinin bir diğer olumlu özelliği ise yakıt maliyetinin olmaması ve ömürlerinin uzun olmasıdır. Dalgakıran görevi de gören gel-git barajları aynı zamanda bulundukları havzayı sel taşkınlarına karşı korumaktadır. Her boyut ve güçte deniz yüzeyine kurulabilen santrallerin ilk yatırım maliyetlerinden başka girdisi de yoktur. Öngörülen enerji ihtiyacına göre boyutlandırılabilen sistemlerde büyük dalgalar maliyeti düşürür. Özellikle adalar için daha uygun olan bu santraller denize hiçbir kirletici atık bırakmazlar. Tüm bu olumlu özelliklerinin yanında, nehir ağzında ekosistem üzerinde önemli değişikliklere sebep olabilen dalga enerjisi santrallerinde her bir proje için Çevresel Etki Değerlendirilmesi yapılması gerekmektedir. Özellikle kıyı şeridi ve kıyıya yakın uygulamalarda gürültü ve görüntü kirliliği yaşanırken, kıyıdan uzak uygulamalarda ise denizcilik faaliyetleri zarar görebilmektedir. Su yüzeyinin büyük bir kısmının dalga enerjisi santralleri ile kaplanması deniz yaşamına zarar verirken, dalga ve akımlardaki değişim yüzeye yakın yaşayan canlı türlerini doğrudan etkiler. Aynı zamanda dalgakıran gibi davranan dalga enerjisi tesisleri, denizin durgunlaşmasına sebep olur, bu durumda deniz yaşamını ve balıkçılığı ters yönde etkilemektedir. Turizmin olumsuz yönde etkilenmemesi için dalga enerji santrallerinin yerinin de özenle seçilmesi gerekir.

³¹ Ümran Tezcan Ün, “Dalga Enerjisi Teknolojisi, Ekonomisi, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu”, 1, http://www.emo.org.tr/ekler/6a781dbfd8e524b_ek.pdf (Erişim 25/07/2013).

3. DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

3.1. Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Genel Durumu

Dünya enerji piyasalarının gelişimine yönelik yapılan çalışmaların hemen hepsi yenilenebilir kaynakların, fosil kaynaklara oranla daha hızlı geliştiklerini göstermektedir. Bu gelişimin temel sebebi, fosil kaynakların çevre üzerinde yarattığı etkinin ciddi boyutlara ulaşmış olması, azalan rezervlerin, spekülasyonların da etkisiyle yüksek fiyatlardan satılması ve bilinçlenen hükümetlerin izledikleri politikaları değiştirmiş olmalarıdır.

Dünya’da yenilenebilir enerji üretimi 2011 yılında %17.7 artmış, bu artış ile dünya enerji ihtiyacının %10’u karşılanmıştır. Global elektrik enerjisi üretiminde ise yenilenebilir enerji kaynaklarının payı 2000 yılında %1.5 iken, 2011 yılında bu rakam %3.9’a ulaşmıştır. Dünya yenilenebilir enerji üretiminin %54’lük kısmını hidroelektrik enerji, %33’lük kısmını rüzgar enerjisi ve geri kalan %17’lik kısmını diğer yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmaktadır.

WEO (World Energy Outlook) 2012 Renewable Energy Outlook verilerine göre, devlet destekleri, azalan maliyetler, bazı bölgelerdeki CO₂ fiyatlandırmaları ve artan fosil yakıt fiyatları sayesinde, yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji kullanımı içindeki payı artacaktır. Yeni uygulanacak olan politikalardan yola çıkılarak oluşturulan senaryolar sonucunda, 2010-2035 yılları arasında, toplam elektrik üretimi içinde yenilenebilir kaynakların payının 3 katına çıkarak %31 olacağı öngörülmektedir. 2035 yılında toplam yenilenebilir enerji paylarında hidroelektrik enerjinin payının %50 , rüzgar enerjisinin %25 , güneş enerjisinin ise %7.5 olması beklenmektedir. 2010 yılında 1,3 mboe/d olan biyoyakıt kullanımının 2035 yılında 3 katına çıkarak 4,5 mboe/d seviyesine ulaşacağı, etanolün en önemli biyoyakıt olma özelliğini devam ettireceği, biyoyakıtların 2035 de Brezilya’da ulaşım sektöründe talebin %37’sini, ABD’de %19’unu, Avrupa Birliği’nde ise %16’sını karşılayacağı öngörülmektedir. 2012-2035 yılları arasında sözü edilen rakamların

yakalanabilmesi için 6,4 trilyon \$ yatırım yapılması gerekmektedir (2,1 trilyon \$ rüzgar enerjisi, 1,5 trilyon \$ hidroelektrik enerji, 1,3 trilyon \$ solar PV geri kalanı ise biyoyakıtlar). Dünya çapında yatırımların %48'inin OECD ülkelerinde yapılması ve daha çok rüzgar ve güneş enerjisine yoğunlaşmaları beklenmektedir. OECD ülkeleri dışındaki ülkelerin ise daha çok hidroelektrik ve rüzgar enerjisi alanlarına yatırım yapmaları beklenmektedir³².

Yenilenebilir enerji ödenekleri dünya çapında 2010 yılına göre %24 artış göstererek 2011 yılında 88 milyar \$ seviyesine ulaşmış, 2035 hedefine ulaşılabilmesi için 240 milyar \$ yatırım yapılması gerekmektedir. Tüm bu düzenlemeler yapıldığı takdirde 2035 yılında CO₂ emisyonu 4,1 Gt azalacak, petrol ve doğalgaz faturaları azalacak, hava ve su kirliliklerinin önüne geçilmiş olacaktır³³.

3.1.1. GÜNEŞ ENERJİSİ

Dünya'daki tüm enerji kaynakları dolaylı veya dolaysız olarak kaynağını Güneş'ten almaktadır. Yapılan çalışmalar Güneş'in ömrünün beş milyar yıldan fazla olduğunu ortaya koymuştur, bu bilgi ışığında insanlık var olduğu sürece Güneş enerjisi ile ilgili kaynak sıkıntısı yaşamayacağı sonucuna varılmaktadır.

Dünya'nın dönme eksenine eğiminden dolayı, Dünya'nın her bölgesi farklı açılardan Güneş ışınlarını almaktadır. Yeryüzünde Güneş ışınlarını dik ve dike yakın açılardan alan Ekvator kuşağı, 2000-2500 KWh/m² ile Güneş enerjisinin en yoğun olduğu bölgedir. Kutup kuşakları ise 1000-1500 KWh/m² ile Güneş enerjisinin en düşük olduğu bölgelerdir.

Ekvator'un 30-35⁰ kuzey-güney enlemleri arasında yer alan Kuzey ve Güney Afrika, Avustralya ve Kuzey-Güney Amerika'nın Batı kesimi Dünya üzerinde güneş enerjisinin en yoğun olduğu bölgelerdir. Bu bölgeler genellikle düz ve geniş çöllerden oluşmaktadır. Tarıma elverişli olmayan bu arazilerde, güneş enerjisi miktarının 2000 KWh/m² den fazla olması, bu bölgelere yapılan güneş enerjisi yatırımlarının maliyetlerini de azaltmaktadır.

İnsanoğlu, var olduğu günden bu yana güneş enerjisinden yararlanmaktadır. İlk çağlarda ısınmak, tuz elde etmek gibi basit amaçlar için kullanılan güneş enerjisi, 17. ve 18. yüzyıllarda odaklayıcı aynalarla güneş enerjisini toplayıp maden eritmede

³² IEA, **World Energy Outlook 2012, Renewable Energy Outlook** Cp.7, s.211.

³³ a.g.e,211.

kullanılmış, 20. Yüzyılda ise güneş enerjisini direkt olarak elektrik enerjisine dönüştüren güneş pilleri geliştirilmiştir. Günümüzde geçmişe oranla güneş enerjisinin toplam enerji üretimi ve tüketimi içindeki payı artmıştır. 2009 yılı sonunda dünyada fotovoltaik kurulu kapasite 24 GW'tır, 2010 yılında bu kapasite 40,7 GW olmuş, 2012 yılında ise dünya çapında 100 GW'tan daha fazla yeni fotovoltaik kapasite kurulumu yapılmıştır, dünya çapında fotovoltaik pillerden elektrik üretimi her yıl 110 TWh elektrik üretebilecek seviyeye ulaşmıştır³⁴.

European Renewable Energy Council (EREC) verilerine göre 2001 yılında toplam güneş enerjisi tüketimi 4,4 mtep olarak gerçekleşmiştir. Bu rakam 2001 yılı toplam enerji tüketiminin sadece %0.04'üdür. 2010 yılında ise toplam güneş enerjisi tüketimi 12,4 mtep olarak gerçekleşmiş, bu oran 2010 yılı toplam enerji tüketiminin %0.1'idir. 2030 yılında ise güneş enerjisi tüketiminde ciddi artışlar beklenmektedir. 2030 yılında toplam güneş enerjisi tüketiminin 246 mtep olması beklenmektedir. 2012 yılı verilerine göre Dünya'da güneş enerjisini en çok kullanan ilk 10 ülke ve kullanım miktarları ise Tablo 3.1 deki gibidir.

Tablo 3.1 : 2012 Yılı Fotovoltaik Kurulu Güç Kapasiteleri.

ÜLKE	MW
Almanya	24.800 MW
İtalya	12.750 MW
Japonya	4.700MW
İspanya	4.214 MW
ABD	3.300 MW
Çin	3.100 MW
Fransa	2.831 MW
Çek Cumhuriyeti	1.963 MW
Avustralya	1.031 MW
İngiltere	1.000 MW

Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu, 2012, 143.

Güneş enerjisi teknolojileri içinde en hızlı gelişimi güneş pilleri teknolojileri göstermiştir. 2000 yılından itibaren Dünya solar-fotovoltaik kurulu gücünde önemli

³⁴ European Photovoltaic Industry Association, **Global Market Outlook for Photovoltaics**, 2013-2017, 13.

artışlar yaşanmıştır. 2006-2011 yılları arasında geçen 5 yıllık süre içinde solar fotovoltaiklerin kurulu güç bakımından yıllık büyüme oranı %50'den daha fazla olmuştur³⁵. World Energy Outlook (WEO) 2012 raporuna göre 2011 yılında 67 GW olan solar PV kapasitesinin, azalan maliyetler ve artan hükümet destekleri sayesinde 2035 yılına gelindiğinde 600 GW olacağı öngörülmektedir. 2000 yılında 1 GW olan global solar PV kapasitesi, 2011 yılına kadar %75 artış göstererek 30 GW'a ulaşmıştır, bu artışın %60'lık kısmı Almanya ve İtalya tarafından sağlanmıştır. Bu iki ülke 2011 yılında sırasıyla 25 GW ve 13 GW kurulu kapasiteleri ile solar PV kullanımı konusunda dünya lideri konumunda bulunmaktadırlar. Avrupa birliği dünya solar PV kapasitesinin $\frac{3}{4}$ üne sahip konumdadır. Avrupa Birliği'nin 2000 yılında %1 olan güneş enerjisinden elektrik üretimi payını, 2035 yılına geldiğinde %5'e çıkartacağı öngörülmektedir. ABD'de 2011 yılında 4 GW olan solar PV kapasitenin, 2035 yılına gelindiğinde 68 GW olacağı beklenmektedir. 2035 yılına gelindiğinde büyük solar PV kapasiteye sahip olacak ülkeler ve kapasiteleri ise; Çin 113 GW, Hindistan 85GW, Japonya 55 GW şeklinde olacaktır³⁶.

Son yıllarda özellikle solar PV lerin hızla yaygınlaşmaları sonucu yaşanan maliyet düşüşleri, yatırımların artmasının en önemli sebebidir. 2010 yılı ilk çeyreği ile 2012 yılı ilk çeyreği arasında solar PV üretim maliyeti %44 azalma göstermiştir. Solar PV maliyetlerindeki bu düşüşün sürmesi beklenmektedir. Tüm Dünya'da yaşanan talep patlaması nedeniyle son yıllarda solar PV üretimlerinde çok büyük artış gözlenmiştir. Çin, ihracatını desteklemek amacıyla üretimini çok büyük ölçülerde arttırmıştır. Son yıllarda üretim kapasitesindeki artış, talep artışının da önüne geçmiştir. 2011 yılında solar PV üretim kapasitesi talebin 20 GW üzerinde gerçekleşmiştir, bu rakam, o yıl dünya çapında kurulan yeni kapasitenin 2/3 ü kadar daha fazladır. Hammadde fiyatlarının da düşmesi ve teknolojik öğrenmenin yarattığı olumlu etkiler birleşince solar PV fiyatları kaçınılmaz olarak düşmüştür³⁷.

3.1.2. RÜZGAR ENERJİSİ

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında tarihi en eski enerji kaynağı olan rüzgar enerjisi, M.Ö. 17. yy da Mezopotamya'da ve Çin'de sulama amacıyla kullanılmıştır. Rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üreten sistemler ise 20. yy'ın başlarında

³⁵ <http://www.iea.org/aboutus/faqs/renewableenergy/> (Erişim 25/07/2013).

³⁶ IEA, **WEO 2012, Renewable Energy Outlook**, Cp.7, 228.

³⁷ a.g.e, 229.

kurulmaya başlamıştır. Rüzgâr enerjisinin gelişimine, 1980’li yıllarda Uluslararası Enerji Ajansı eşgüdümünde yürütülen Ar&Ge çalışmalarının büyük etkisi olmuştur. Eski tip rüzgâr jeneratörleri yerini, modern ve çağdaş Rüzgar Enerjisi Çevirim Sistemlerine (WECS) bırakmıştır.

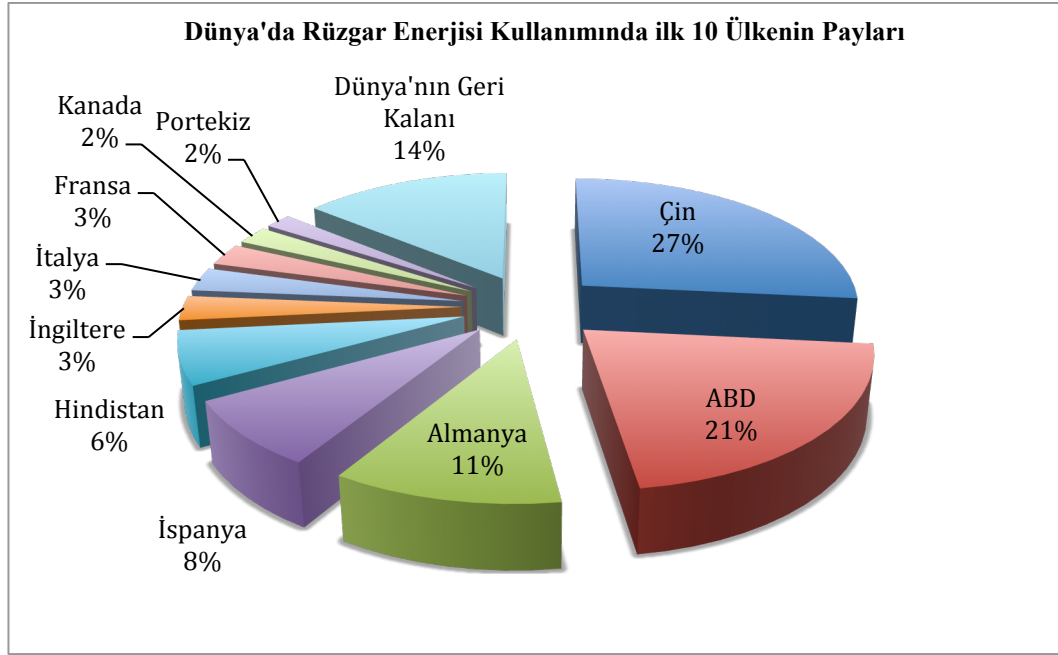
Dünya’da rüzgar santrallerinin kurulu gücü hızlı bir artış göstermektedir. 1990 yılında dünyanın kurulu gücü 2.160 MW iken 2000 yılında 18.449 MW’a çıkmıştır, 1995-2001 yılları arasında rüzgâr türbini satışlarında yıllık %40’lık bir büyüme gerçekleşmiştir. GWEC (Global Wind Energy Council) in 2012 yılı sonu raporuna göre dünya toplam kurulu rüzgar gücü 282.587 MW’dır . Bu kurulu gücün ülkelere göre dağılımında ise Çin %26.7’lik pay ile birinci, ABD %21.2 ile ikinci, Almanya %11.1 ile üçüncü, İspanya %8.1 ile dördüncü, Hindistan ise %6.5 ile beşinci, İngiltere %3 ile altıncı, İtalya %2.9 ile yedinci, Fransa %2.7 ile sekizinci, Kanada %2.2 ile dokuzuncu, Portekiz ise %1.8 ile onuncu sıradadır. Dünya’nın geri, kalanı ise rüzgar enerjisi kurulu gücünde %14.1’lik paya sahiptir. Dünya’da kurulu güç bakımından ilk onda bulunan ülkelerin toplam kurulu güçleri 242.734 MW iken, Dünya’nın geri kalanında toplam kurulu kapasite 39.853 MW dır³⁸.

GWEC’ten alınan bilgiler ışığında dünya çapında rüzgar enerjisinde yeni kurulan kapasitelerin yıldan yıla arttığı görülmektedir. 1996 yılında 1.280 MW, 2000 yılında 3.760 MW, 2005 yılında 11.531 MW, 2010 yılında 39.059 MW, 2012 yılı sonu itibariyle ise 44.779 MW yeni kapasite kurulumu gerçekleşmiştir. Toplam kapasitelere bakıldığında ise 1996 yılında 6.100 MW, 2000 yılında 17.400 MW, 2005 yılında 59.091 MW, 2010 yılında 198.001 MW, 2012 yılı sonu itibariyle ise 282.587 MW toplam kurulu kapasiteye ulaşılmıştır³⁹.

³⁸ www.gwec.net/global-figures/graphs (Erişim 24/07/2013).

³⁹ a.g.k.

Şekil 3.1 Dünya Rüzgar Enerjisi Kurulu Gücünde İlk 10 Ülkenin Payları.



Kaynak:<http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Top-10-Cumulative-Capacity-December-2012.jpg> (Erişim 28/09/2013).

Tablo 3.2: Dünya Rüzgar Enerjisinde Yıllara Göre Kurulu Kapasite Artışları.

YILLAR	YENİ KURULAN KAPASİTE	TOPLAM
1996	1.280 MW	6.100 MW
2000	3.760 MW	17.400 MW
2005	11.531 MW	59.091 MW
2010	39.059 MW	198.001 MW
2012	44.779 MW	282.587 MW

Kaynak: www.gwec.net/global-figures/graphs/ (Erişim 28/09/2013).

2012 yılı sonu yeni kapasite kurulumlarının ülkelere göre dağılımı Tablo 3.3 deki gibidir.

Tablo 3.3 : Dünya Rüzgar Enerjisinde 2012 Yılı Sonu Yeni Kapasite Kurulumlarının Ülkelere Göre Dağılımları.

ÜLKELER	YENİ KAPASİTE	PAYLAR
ABD	13.124 MW	%29.3
Çin	12.960 MW	%28.9
Almanya	2.415 MW	%5.4
Hindistan	2.336 MW	%5.2
Almanya	2.415 MW	%5.4
İngiltere	1.893 MW	%4.2
İtalya	1.237 MW	%2.8
İspanya	1.122 MW	%2.5
Kanada	935 MW	%2.1
Romanya	923 MW	%2.1
Dünya'nın Geri Kalanı	6.737 MW	%15

Kaynak:www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Top-10-New-Installed-Capacity-Jan-Dec-2012.jp (Erişim: 28/09/2013).

Kıtalar düzeyinde yeni kapasite kurulumu ve ulaşılan toplam kapasiteler ise Tablo 3.4'deki gibidir.

Tablo 3.4: Rüzgar Enerjisinde Toplam Kapasitenin 2012 Yıl Sonu İtibariyle Kıtalar Arası Dağılımı.

KİTALAR	YENİ KAPASİTE	TOPLAM KAPASİTE
Afrika ve Orta Asya	102 MW	1.135 MW
Asya	15.510 MW	97.570 MW
Avrupa	12.744 MW	109.581MW
Latin Amerika ve Karayipler	1.225 MW	3.505 MW
Kuzey Amerika	14.800 MW	67.576 MW
Pasifik Bölgesi	358 MW	3.219 MW

Kaynak:www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Global-installed-wind-power-capacity-MW-%C3%94%C3%87%C3%B4-Regional-Distribution.jpg (Erişim: 28/09/2013).

WEO 2012 Yenilenebilir Enerji Raporuna göre Rüzgar Enerjisi, diğer geleneksel enerji üretme yöntemlerine göre maliyetlerde rekabet edebilirliğini koruduğu ve devlet destekleri sürdüğü müddetçe hızlı büyüme sürecini devam ettirecektir. WEO 2012 ye göre 2010 yılında rüzgar enerjisinden, 342 TWh elektrik üretilmiştir bu rakam 2035 yılında 2.680 TWh olacaktır. 2010 yılında rüzgar enerjisinden elektrik

üretmenin toplam elektrik üretimi içindeki payı %1.6 iken, bu rakam 2035 yılında %7.3'e çıkacaktır. 2035 yılı senaryosuna göre rüzgar enerjisi dünya üzerinde en çok Avrupa Birliği piyasalarında yaygınlaşacak. Avrupa Birliği'nde 2010 yılında rüzgar enerjisinden üretilen elektrik dünya elektrik üretiminin %5'i iken 2035 yılında bu rakamın %20 olması beklenmektedir. Dünya rüzgar enerjisi kurulu gücü 2012 yılında 282 GW iken bu rakamın 2035 yılında devlet destekleri ile 1.100 GW olması beklenmektedir. Bu büyümeye 4/5 oranında onshore, 1/5 oranında offshore yatırımlar sayesinde ulaşılabilecektir. 2011 yılında 4 GW olan offshore rüzgar kapasitesinin 2035 yılında 175 GW olması beklenmektedir⁴⁰.

Rüzgar enerjisinden elektrik üretimine bakıldığında ise GWEC'in raporlarına göre 2011 yılında tüm dünyada 583 TWh elektrik üretilirken, bu rakamın 2015 yılında 976 TWh, 2020 yılında 1.439 TWh, 2030 yılında ise 2.412 TWh olması beklenmektedir. Rüzgar enerjisinin global elektrik talebini karşılamadaki payı 2011 yılında %3.5 iken bu rakamın 2015 yılında %4.8, 2020 yılında %6.4, 2030 yılında ise %9 olması beklenmektedir⁴¹.

3.1.3. HİDROELEKTRİK ENERJİ

Hidroelektrik enerji bugün dünyada, elektrik üretimi için en fazla kullanılan yenilenebilir enerji kaynağıdır. 2010 yılı itibariyle hidroelektrik enerjiden, 3431 TWh elektrik üretimi yapılmıştır, bu rakam 2010 yılı dünya elektrik tüketiminin %16'sını karşılamaktadır. Gelecek yirmi beş yıl içinde, hidroelektrik enerjiden elektrik üretiminin her yıl %3.1 artacağı tahmin edilmektedir.

Hidroelektrik enerji 150 ülke tarafından üretilmektedir. 2010 yılı verilerine göre Asya-Pasifik bölgesi dünya hidroelektrik enerji üretiminin %32'sini karşılamaktadır. Çin 721 TWh üretim ile en büyük hidroelektrik enerji üreticisidir. Çin 2010 yılı verilerine göre yıllık elektrik enerjisi ihtiyacının %17'sini hidroelektrik enerjiden karşılayabilmektedir⁴².

Dünya üzerinde kurulu gücü 10 GW dan daha fazla olan sadece üç hidroelektrik santral bulunmaktadır. Kurulu güçleri bakımından dünyanın en büyük beş hidroelektrik santrali ise ; 20.300 MW kurulu gücü ile Çin'de bulunan Three

⁴⁰ IEA, WEO 2012, Renewable Energy Outlook, Cp.7, 226.

⁴¹ www.gwec.net/global-figures/graphs (Erişim 25/07/2013).

⁴² International Renewable Energy Agency, Renewable Energy Technologies Cost Analysis Series: Volume1 : Power Sector 3/5, Hydropower, June 2012, 15.

Gorges Dam, 14.000MW kurulu gücü ile Brezilya-Paraguay arasında bulunan Itaipu Dam, 10.200 MW kurulu gücü ile Venezuela’da bulunan Guri Dam, 8.370 MW kurulu güç ile Brezilya’da bulunan Tucuriu Dam ve 6.809 MW kurulu güç ile ABD’de bulunan Grand Coulee Dam’dır.

Tablo 3.5 : Dünya’nın En Büyük Beş HES ’ i.

ÜLKELER	BARAJLAR	KURULU GÜÇ
Çin	Three Georges Dam	20.300MW
Brezilya-Paraguay	Itaru-Dam	14.000MW
Venezuela	Guri Dam	10.200 MW
Brezilya	Tucuriu Dam	8.370 MW
ABD	Grand Coulee Dam	6.809 MW

2010 World Atlas &Industry Guide adlı yayına göre, Dünyanın; Brüt, teorik hidroelektrik potansiyeli, yaklaşık 39. 894.392 GWh/yıl, Teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli, yaklaşık 14.575.094 GWh/yıl, Ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli, yaklaşık 8.710.948 GWh/yıl dır. Bu potansiyelin 2009 yılı itibariyle 926 GW (ya da 3.551.000 GWh/yıl) kurulu gücü işletmede, 161 GW’ı inşa halindedir. Gelecekte yapım için planlanan toplam kapasite ise 362-602 GW arasındadır⁴³.

2012 yıl sonu itibariyle hidroelektrik Dünya’da üretilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık %20’sini sağlamaktadır. Hidroelektrik yaklaşık 53 ülkenin ulusal elektriğinin %50’sini, 21 ülkenin %80’nini ve 17 ülkenin de elektriğinin neredeyse tamamını sağlamaktadır. Çok sayıda ülke, hidroelektriği gelecekteki ekonomik gelişmelerinin anahtarı olarak görmekte ve bu yönde ulusal bir strateji belirlemektedir⁴⁴.

2009-2010 yılında Dünya’da en yüksek HES üretiminde ilk 10 ülkenin Kurulu güçleri, yıllık üretimleri ve üretimin toplam elektrik üretimi içindeki payları Tablo 3.6’daki gibidir. Buradan Çin’in Kurulu güç bakımından, 2. Sırada yer alan Brezilya’ya göre çok daha önde olduğu görülmektedir. Tablodan, En yüksek hidroelektrik üretimi sağlayan ilk 10 ülkenin toplamının, Dünya hidroelektrik üretiminde %70 paya sahip olduğunu görürüz. Dünyada, hidroelektrik üretimde 1. sırayı koruyan Çin’de işletmede yüksekliği 30 m’nin üzerinde olan 5.327 büyük baraj bulunmaktadır. Çin’de Teknik HES potansiyelinin % 23’ü kullanılmaktadır.

⁴³ Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi, **Enerji Raporu, Ankara 2012**, 101.

⁴⁴ a.g.e,101.

Ancak kurulu gücünü 2020 yılına kadar %50 artırarak 300.000MW'a çıkaracağını açıklamıştır. 2. sırada yer alan Brezilya ise teknik potansiyelinin sadece %25'ini kullanmasına rağmen elektrik enerjisinin %83,9'unu hidroelektrikten karşılamaktadır. Buna rağmen inşaatı devam eden kurulu güçleri toplamı 9.759MW olan 10 adet büyük HES 2011 yılında işletmeye alınacak olup, 29.364 MW kurulu gücünde 10 adet HES in ise planlaması tamamlanmıştır ve 2019 yılına kadar inşa edilerek işletmeye alınması planlanmaktadır⁴⁵.

WEO 2012 Raporuna göre, 2035 yılında hidroelektrik enerjiden 5677 TWh elektrik üretimi yapılacak, Bu üretim toplam dünya elektrik üretiminin %15'ine karşılık gelecektir. 2010-2035 yılları arasında yaşanacak olan artışın %90'ı OECD dışı ülkelerde yaşanacaktır; bunun sebebi bu ülkelerde mevcut potansiyelin daha fazla olması ve elektrik talebinin hızla artacak olmasıdır 2011 yılında 1067 GW olan global hidroelektrik enerji kapasitesinin 2035 yılına gelindiğinde 1680 GW olması beklenmektedir. Çin'in kapasitesinin iki katına çıkarak 420 GW olacağı, Hindistanın 2010 yılında 42 GW olan kapasitesinin 2035 yılında 115 GW'a ulaşacağı, Brezilya'nın ise 89 GW olan kapasitesini 130 GW seviyesine taşıyacağı öngörülmektedir⁴⁶.

Tablo 3.6: 2009-2010 Yıllarında Dünya'nın En Yüksek Hidroelektrik Üretiminde İlk 10 Ülke.

ÜLKE	KURULU GÜÇ	ÜRETİM	PAY
Çin	200.000 MW	860.000 GWh/yıl	15,50%
Brezilya	84.000 MW	391000 GWh/yıl	83,90%
Kanada	74.433 MW	358.000 GWh/yıl	59%
ABD	78.200 MW	270.000 GWh/yıl	6%
Rusya	49.700 MW	180.000 GWh/yıl	19%
Hindistan	123.570 MW	40.000 GWh/yıl	17,50%
Norveç	29.636 MW	122.700 GWh/yıl	99%
Japonya	27562 MW	94.567 GWh/yıl	5,30%
Venezuela	14.627 MW	86.700 GWh/yıl	73,40%
İsveç	16.203 MW	65.300 GWh/yıl	48,80%
İlk 10 Toplam	697.931 MW	2.465.267 GWh/yıl	70%

Kaynak: Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012, s.103.

⁴⁵ a.g.e, 103.

⁴⁶ IEA, WEO, Renewable Energy Outlook, Cp. 7, 225.

3.1.4. JEOTERMAL ENERJİ

Dünya Jeotermal Kongresi 2010 (WGC 2010), Dünya’da Jeotermal Enerji Kullanımı Raporuna göre; Jeotermal enerji kullanımı 438.071 TJ/yıl (121.696 GWh/yıl) olup 2005 yılından itibaren % 60 artış ve yaklaşık % 9.9 oranında yıllık büyüme göstermiştir. Enerji tasarrufu yılda, 307.8 milyon varil (46.2 milyon ton eşleniği) petroldür. Ayrıca 46.6 milyon ton karbon ve 148.2 milyon ton CO₂ gazının atmosfere karışmasını engellenmiş olmaktadır. Dünyada, 2010 yılı itibariyle jeotermal elektrik santrali bulunan 24 ülke mevcuttur. Dünya çapında jeotermal enerjiden elektrik üretimi yapmak için kurulu olan kapasite, 10.715 MW olup, yıllık 67.246 GWh/yıl enerji kullanılmaktadır. Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında ise toplam kurulu güç 50.583 MW olup, yıllık 121.696 GWh/yıl enerji kullanılmaktadır. Jeotermal enerjiden elektrik üretimi Dünya üzerinde en çok Amerika Kıtası’nda yapılmaktadır. Amerika Kıtası’nı sırasıyla; Asya, Avrupa, Avustralya ve Afrika Kıtaları izlemektedir. Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı ise Dünya üzerinde en çok Avrupa Kıtasında gerçekleşmektedir. Avrupa Kıtasını sırasıyla, Asya, Amerika, Avustralya ve Afrika kıtaları izlemektedir⁴⁷.

2010 yılı itibariyle Dünya çapında jeotermal elektrik santrali kurulu gücü Tablo 3.7’deki gibidir.

Jeotermal enerji kullanımında yaşanan gelişmelerin uluslararası katkısı artmış, Bu alanda ülkelerin bölgesel kapasiteleri ve üretim boyutları ciddi ilerlemeler kaydetmiştir. WGC 2010 raporuna göre; Lihir Adası (Papua Yeni Gine), Tibet, San Miguel Adası (Azores), Tuscany(İtalya), İzlanda, El Salvador, Kenya, Filipinler, Nikaragua, Guadaloupe (Caribbean),Costa Rica ve Yeni Zelanda’da elektrik üretiminin %5’den fazlası jeotermal enerji tarafından karşılanmaktadır. 2010 yılı itibariyle Dünya çapında jeotermal elektrik santrali kurulu gücü 10.7 GW dır. Dünya çapında Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı ise 78 ülkede gerçekleşmektedir. Özellikle 1995 yılından 2010 yılına kadar geçen 15 yıllık süre içinde ciddi gelişmeler kaydedilmiştir. 2009 yılı sonunda doğrudan kullanım için kurulu termal güç 50.583 MW olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, 2005 ten 2010 yılına kadar yaklaşık %79’luk bir artışı, yıllık %12.3 büyümeyi ve yıllık 0,27 kapasite faktörünü göstermektedir. Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımının ulusal enerji bütçesine katkısı özellikle İzlanda ve Türkiye’ de göze çarpmaktadır. İzlanda’ da ülkenin ısıtma ihtiyacının

⁴⁷ <http://jeotermal.balikesir.edu.tr/jeotermal4.php> (Erişim 26/07/2013).

%89'u (neredeyse tüm yıl boyunca olan ihtiyaç) jeotermal enerji ile karşılanır. Bu durum ayrıca ülkeye petrol ithalatında 100 milyon ABD\$ tasarruf sağlamaktadır. Türkiye ise kurulu kapasitesini (çoğu merkezi ısıtma sistemi olmak üzere) 2005 yılından 2010 yılına kadar geçen beş yıl içinde 1.495 MW tan 2.084 MW değerine çıkartmıştır. Jeotermal elektrik üretimindeki büyüme ve gelişme son 40 yıl içinde önemli derecede (yıllık %3-%11 arasında) artış göstermiştir.

Tablo 3.7: 2010 Yılı İtibariyle Dünya Jeotermal Elektrik Santrali Kurulu Gücü.

ÜLKELER	KURULU GÜÇ
ABD	3.093 MW
Filipinler	1.904 MW
Endonezya	1.197 MW
Meksika	958 MW
İtalya	843 MW
Yeni Zellanda	628 MW
Meksika	958 MW
İzlanda	575 MW
Japonya	536 MW
El Salvador	204 MW
Kenya	167 MW
Kosta Rika	166 MW
Nikaragua	88 MW
Türkiye	82 MW
Rusya	82 MW
Papua Yeni Gine	56 MW
Guatemala	52 MW
Portekiz	29 MW
Çin	24 MW
Fransa	16 MW
Etiyopya	7,3 MW
Almanya	6,6 MW
Avusturya	1,4 MW
Avustralya	1,1 MW

Kaynak: jeotermal.balikesir.edu.tr/jeotermal4.php (Erişim 26/07/2013).

Aynı dönem içinde doğrudan kullanım ise değişme olmaksızın yıllık %10 büyümeye devam etmiştir. 2015 yılı için öngörülen elektrik üretimleri Tablo 3.8'deki gibidir.

WEO (2012) Raporuna göre 2010 yılından 2030 yılına kadar Dünya çapında jeotermal enerjiden elektrik üretimi 68 TWh den 300 TWh seviyesine çıkacak,

toplam kurulu kapasite ise 11 GW dan 40 GW seviyesine ulaşacaktır. Bu artışın büyük çoğunluğu ABD, Japonya, Filipinler ve Endonezya tarafından gerçekleştirilecektir. Kuzey Afrika ülkeleri de jeotermal enerjiden elektrik enerjisi üretim kapasitelerini arttıracaklardır⁴⁸.

Tablo 3.8 : Dünya’da Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretiminde 2015 Yılı için Öngörülen Rakamlar.

ÜLKELER	ÜRETİM
ABD	5400 MW
Endonezya	3500 MW
Filipinler	2500 MW
Yeni Zelanda	1240 MW
Meksika	1140 MW
İtalya	920 MW
İzlanda	800 MW
Japonya	535 MW
Kenya	530 MW
El Salvador	290 MW
Nikaragua	240 MW
Kosta Rika	200 MW
Türkiye	200 MW
Rusya	190 MW
Şili	150 MW
Papua Yeni Gine	75 MW
Portekiz	60 MW
Çin	60 MW
Etiyopya	45 MW
Avustralya	40 MW
İspanya	40 MW
Fransa	35 MW
Arjantin	30 MW
Yunanistan	30 MW
Kanada	20 MW
Avusturya	5 MW
Macaristan	5 MW
Slovakya	5 MW
Hollanda	5MW
Romanya	5MW

Kaynak: jeotermal.balikesir.edu.tr/jeotermal4.php (Erişim 26/07/2013).

⁴⁸ IEA, WEO, Renewable Energy Outlook, Cp. 7, 230.

3.1.5. BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Yakın bir geçmişe kadar az gelişmiş ülkelerin enerji tüketiminde büyük paya sahip olan ve genellikle direk yakma sonucu elde edilen biyokütle enerjisi, günümüzde modern teknoloji kullanılarak üretilen, gelişmiş ülkelerin enerji portföyünde yer bulan ve ciddi politikalarla yaygınlaştırılmaya çalışılan, sosyo-ekonomik gelişme sağlayan, çevre dostu, stratejik bir enerji kaynağıdır. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından farklı olarak biyokütle hem yakıt, hem elektrik elde edilebilen, sürekli üretim yapılabilen ve kırsal kesimin ekonomisini geliştiren önemli bir kaynaktır. Modern tekniklerle elde edilen biokütle enerjisi yaygın olarak biyoyakıt adı ile anılmaktadır.

Biyoyakıt kullanımı 2007 yılından 2012 yılı sonuna kadar özellikle ABD ve Brezilya'da ciddi oranlarda artış göstermiştir. Dünya'da en çok üretilen sıvı biyoyakıt, biyoetanoldür. Üretilen her 6 birim sıvı biyoyakıttan 5 birimi biyoetanoldür. 2010 yılında dünyada 101.4 milyar lt biyoetanol, 21 milyar lt biyodizel üretilmiştir. Biyodizel üretimi 2011 yılında 22.1 milyar lt olarak kaydedilmiştir. En fazla etanol üreten ülke ABD, en fazla biyodizel üreten, AB ülkeleridir. Almanya İspanya, Fransa ve İtalya en büyük üretici ülkelerdir. Dünya'da biyodizel pazarının büyüklüğü 2012 yıl sonu itibarıyla 82.7 milyar \$'dır. 38 ülkede biodizel üretimine destek verilmektedir. Biyoetanol üretimi ise 52 ülkede destek görmektedir⁴⁹.

Biyogaz ise uzun yıllardır gelişmekte olan ülkelerde ısınma ve pişirme amacıyla kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde ise modern tekniklerle biyogaz uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Çin ve Hindistan'da binlerce ilkel biyogaz tesisi bulunmaktadır. AB ülkeleri, ABD gibi gelişmiş ve ülkemiz gibi gelişmekte olan pek çok ülkede ise modern tekniklerle biyogaz üretimi ve biyogazın doğalgaz niteliğinde zenginleştirilerek kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır.

Bugün AB, ABD, Çin, Hindistan, Brezilya ve Güney Afrika başta olmak üzere Biyoyakıtlar üzerine ciddi bir ilgi vardır. Yakıtta %98 oranında petrole bağımlı olan bir ulaşım sistemine sahip olan AB'de ithal edilen petrolün önemli bir kısmını oluşturan %80'lik dilim Rusya, Suudi Arabistan, Libya, İran ve Norveç'ten gelmektedir. Hem politik ve hem de ekonomik açıdan bu durum Avrupa için istenmeyen bir durum olmasının yanında, AB'nde iklim değişikliğine neden olan

⁴⁹ Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi, **Enerji Raporu, Ankara 2012**, 201.

sera gazları emisyonlarının %20'den fazla kısmının sorumlusu ulaşım sektörüdür. AB ülkelerinde biyoyakıtları daha çok kullanmak, hem atmosfere verilen zararı kontrol altına almak hem de yakıt kaynaklarının çeşitlendirilmesi anlamına gelmektedir. Biyodizel üretiminde en büyük üretici olan AB üyesi ülkelerde 2010 yılında 9.1 milyar lt olan biyodizel üretimi 2011 yılında 9.5 milyar lt olarak gerçekleşmiştir. Ana hammadde kanoladır. Ancak, 2016'dan sonra AB'de biyodizel soya ve palm yağından üretilmektedir, kanoladan vazgeçilecektir. Biyogaz ise pek çok AB ülkesinin önemli enerji kaynağı haline gelmiştir. Almanya'da 7000'i aşkın biyogaz tesisi bulunmaktadır. Biyogaz hem elektrik üretimi ve ısınma amaçlı kullanılmakta, hem de doğalgaz niteliğinde zenginleştirilerek doğalgaz hattından beslenmektedir. İsveç 2020 yılında doğalgaz ihtiyacının tümünü biyogazdan karşılamayı planlamaktadır. İsveç'te kullanılan araçların 1/3'ü 10 yılı aşkın süredir biyogazla çalışmaktadır. Trenlerde 2005 yılından bu yana biyogaz kullanılmaktadır. AB son yıllarda biyoetanol üretiminde de söz sahibi olmaya başlamıştır. AB'de biyoetanol üretim şeker pancarı ve tahıllardan yapılmaktadır.

Dünya üzerindeki tüm araçların 1/3'ünün ABD'de bulunduğu ve küresel anlamda üretilen tüm yakıtların %25'inin ABD tarafından tüketildiği göz önünde bulundurulursa, biyoyakıtların ABD için son derece önemli enerji kaynakları olduğu sonucuna varılmaktadır. Amerika'da petrol ürünlerine alternatif bulunamazsa, 2030 yılı itibariyle dış kaynaklara olan bağımlılığın %30 ve sera gazı salınımının da %40 oranında artacağı öngörülmektedir. Amerika'da en çok üretilen ve tüketilen biyoyakıt biyoetanoldür. 2011 yılında 29 eyalette faaliyet gösteren 209 tesiste 52.54 milyar lt biyoetanol üretilmiş olmasına rağmen ülke genelinde üretim kapasitesi 56.3 milyar lt olarak kaydedilmiştir. Nisan 2012 itibari ile ülkede 2.931 adet E85 yakıt istasyonu bulunmaktadır. 2011 yılında biyoetanol endüstrisinin ABD ekonomisine katkısı şekilde oluştur; Etanol tesislerinin işletilmesinden, etanolün taşınmasından ve inşa halindeki yeni biyorafinerilerden kaynaklanan 42.4 milyar \$ katma değer oluşturulmuştur, hane halkı gelirinde 29.9 milyar \$ artış sağlanmıştır, Federal Hükümet için 4.3 milyar \$, eyalet ve şehir yönetimlerine de 3.9 milyar \$ yeni vergi hasılatı sağlanmıştır, ABD'de etanolün üretimi ve kullanımı 2006'da petrol ithalatını 170 milyon varil azaltmıştır. (Türkiye'nin petrol ithalatı yılda yaklaşık 170 milyon varildir), Ham petrol ithalatının kabaca %13'üne eşdeğer olan etanol kullanımıyla 49.7 milyar \$ tasarruf sağlanmıştır. Brezilya'da ise 1930'lu yıllardan bu yana biyoetanol otomobil yakıtı olarak kullanılmaktadır. Ürettiği biyoetanolün yaklaşık

1/3'ünü ABD'ye ihraç eden Brezilya, Japonya ve AB ülkelerine de bioetanol ithal etmektedir. Brezilya'da yaklaşık 35 bin E85 yakıt istasyonu bulunmaktadır⁵⁰.

WEO 2012 Raporuna göre; 2010 yılında 506 mtep olan biyoenerji talebi, 2035 yılında iki katına çıkarak 1.200 mtep, 2010-2035 yılları arasında, biyoyakıt üretimi için tüketilen biyoenerji miktarı ise %250 artarak 210 mtep olacaktır. Biyokütle talebindeki en büyük gelişmenin Avrupa Birliği'nde yaşanacağı, 2010 yılında 130 mtep olan biyokütle talebinin 2035 yılına gelindiğinde 230 mtep olacağı, ABD 'de talebin 210 mtep'e çıkacağı tahmin edilmektedir. Brezilya'da ise talebin 140 mtep seviyesine ulaşacağı öngörülmektedir. 2010 yılında tüm Dünya'da biokütleden 331 TWh yıllık elektrik üretimi gerçekleşmiştir. 2035 yılında beklenen rakam ise 1.487 TWh'dir. Bugün sırasıyla AB, ABD, Brezilya ve Japonya Dünya üzerinde biokütleden en çok elektrik üretimi yapan yerlerdir. 2035 yılında ise Çin'in liderlik koltuğuna oturması beklenmektedir. 2035 yılında Çin'in 235 TWh, ABD'nin 259 TWh, AB'nin 272 TWh enerji üretecekleri öngörülmektedir⁵¹.

3.1.6. OKYANUS ENERJİSİ

Dalga enerjisi, okyanus veya denizler gibi büyük su kütlelerinde meydana gelen itme gücünden yararlanan yenilenebilir enerji kaynağıdır. Üretilmesinde çeşitli zorluklar olduğu için dalga-okyanus enerjisi kullanımı yaygın değildir. Dalgaların yüksek gücüne karşın düşük hızlarda ve farklı yönlerde hareket etmesi, en güçlü fırtınalara ve tuzlu suyun neden olacağı paslanmaya dayanabilecek yapıların yüksek maliyeti ve kurulum ve bakım giderlerinin yüksekliği, şiddetli fırtınalarda dalga enerjisi türbinlerinin çok zarar görmesi gibi önemli sebepler bu zorluklardan sayılabilir.

Dünya'nın ilk dalga enerjisi santrali Fransa'da bulunan 1966 yılında devreye girmiş olan, 240 MW lık kurulu güce sahip olan Rance DES'dir. Dünya'nın ilk ticari dalga enerjisi santrali ise 2000 yılında İskoçya'nın Islay Adasında kurulmuş olan 0,5 MW kapasiteli Limpet 500 dür, bu santral, Kasım 2000 sonlarından itibaren İngiltere'ye güç sağlamaktadır.

Portekizde bulunan Aguçadoura Dalga Çiftliği Dünyanın ilk dalga çiftliğidir. Üç adet enerji çevirici aracılığı ile okyanus yüzeyi dalgalarının çevrimi sağlayan santral, toplamda 2.25 MW'lık kurulu güce sahiptir. İlk olarak Haziran 2008 yılında elektrik

⁵⁰ a.g.e, 205.

⁵¹ IEA, WEO 2012, Renewable Energy Outlook, 219.

üretimi yapan santral 23 Eylül 2008’de açılmış, dalga tarlası açıldıktan iki ay sonra uluslararası kriz dolayısıyla 2008 Kasım ayında iki aylığına kapatılmıştır. Kapatılma süreci sonrasında bir takım teknik problemler yaşanmış, bir süre de ödenek yetersizliğinden dolayı santral çalışmamıştır. Santralin ikinci aşaması olarak kurulu gücün 21MW’a çıkarılması için 25 Pelamis makinesi de askıya alınmıştır⁵².

Güney Kore’de dalga enerjisi santrallerine önem veren ülkelerden biridir. Güney Kore’de bulunan, Nisan 2011’de devreye giren Shiva Dalga Enerjisi Santrali 254 MW’lık kurulu gücü ile yıllık 552 milyon kwh elektrik üretimi yapabilmektedir. Proje’nin yapımına 2003 yılında başlanmış ve 2011 yılında tamamlanmıştır. Proje için 472 milyon dolara harcanmıştır. Santralin devreye girmesi ile beraber petrol tüketiminden yıllık 862 bin varillik tasarruf sağlanmış, sera gazı etkisi yaratan gaz salınımında yılda 312 bin tonluk düşüş yaşanmıştır. Ülkede yapımı devam eden ve 2015 yılında tamamlanması beklenen Incheon DES’in ise 818 ila 1.320 MW arasında kurulu güce sahip olması beklenmektedir⁵³.

Dünya genelinde, elektrik üretiminde kullanılabilecek dalga enerjisi potansiyeli 2000 TWh/yıl olarak tahmin edilmektedir. Dünya elektrik tüketiminin yaklaşık olarak %10’una karşılık gelen bu değerın yatırım maliyeti 820 milyar euro civarındadır. Dalga enerjisi henüz fosil yakıtlarla rekabet edebilecek durumda olmamasına rağmen, son yıllarda maliyetlerde hızla düşüş göstermektedir⁵⁴. Gelgit ve dalga enerjisinin zengin olduğu yerler: İskoçya’nın batı sahilleri, Kanada’nın kuzeyi, Güney Afrika, Avustralya, ABD’nin kuzeydoğu ve kuzeybatı sahilleridir.

Dünya’da tüm kıyıların toplam dalga enerjisi potansiyeli 2300TWh/yıl’dır⁵⁵. Pratikte finansal kaynakların başını çektiği birtakım sorunlardan ötürü Dünya’nın tüm okyanuslarını kullanmak mümkün görünmese de küçük çaplı projeler ile temiz enerji üretilip fosil yakıtlara bağımlılık azaltılabilir.

1960’ların sonuna gelindiğinde çevre bilinci artmış, ekonomik gelişmeler devam ederek çevreyi nasıl koruyabiliriz sorusu ‘Sürdürülebilir Kalkınma’ kavramının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Sürdürülebilir Kalkınma konusu İlk olarak 1972

⁵² <http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/dalga-enerjisi-gelistirilmeyi-bekleyen-bir-elektrik-uretim-sekli/4212#ad-image-0> (Erişim 26/07/2013).

⁵³ <http://enerjipostasi.com/151-HaberGosteren-buyuk-dalga-enerjisi-santrali-devreye-giriyor.html> (Erişim 26/07/2013).

⁵⁴ Ümran Tezcan Ün, ‘‘Dalga Enerjisi Teknolojisi, Ekonomisi, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu’’, 6, http://www.emo.org.tr/ekler/6a781dbfd8e524b_ek.pdf (Erişim 25/07/2013).

⁵⁵ Prof. Dr. Bihret Önöz, Dalga Enerjisi <http://www.emhk.itu.edu.tr/%5Cimg%5Cemhk%5Cdatafiles/Bihret%20%C3%96N%C3%96Z%20-%20Dalga%20Enerjisi.pdf> , (Erişim 26/07/2013).

yılında Stockholm Konferansı'nda tartışılmış daha sonra ise 1987 yılında Brutland Raporu hazırlanmıştır. 1992 yılında Rio'da, 2002'de Johannesburg'da, 2012 yılında yeniden Rio'da düzenlenen Sürdürülebilir Kalkınma Zirveleri'nde küresel boyuttaki çevre sorunları ele alınıp, sürdürülebilirlik kavramı üzerinde durulmuştur. Aşağıda 1992 Rio de Janerio, 2002 Johannesburg ve 2012 Rio de Janerio Sürdürülebilir Kalkınma Zirveleri incelenecektir.

3.2. DÜNYA ZİRVELERİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

3.2.1. 1992, 2002, 2012 Sürdürülebilir Kalkınma Zirveleri

Günümüzde, gelişmiş ülke olarak adlandırılan ülkeler, 2. Dünya Savaşı'ndan sonra, ekonomik kaygılarla hızlı sanayileşme faaliyetlerine yönelmişlerdir, bunun sonucunda, bu ülkelerde fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal yapı büyük ölçüde bozulmuştur. 60'lı yılların sonuna gelindiğinde ise karşılaşılan çevresel sorunlar, hedeflenen refah seviyesine sadece ekonomik göstergelerle ulaşılmasının tek başına anlamlı olmadığını ortaya koymuştur. Bu nedenle çevre ve sürdürülebilirlik kavramları 20. yy'ın sonlarında yoğun biçimde tartışılmaya başlamıştır. Çevre sorunlarının ayrıntılı şekilde tartışıldığı ilk durak 1972 Stockholm Konferansı'dır. 1987 yılına gelindiğinde Bruntland Raporu hazırlanmıştır. 1972-1987 yılları arasında geçen sürede, çevrenin kalkınma ile ilişkisinin kurulduğu "Sürdürülebilir Kalkınma" kavramı ön plana çıkmıştır. Bruntland Raporu'nda ise sürdürülebilir kalkınmaya yönelik ilk yorum ve tanımlamalar hazırlanmış, kırk başlıkta irdelenen ayrıntılı tanımlamalar 1992 yılında Rio'da kabul edilmiştir.

3.2.2. RİO DE JANERİO 1992 ZİRVESİ

Küresel ölçekte çevre sorunları ile mücadele ve sürdürülebilirlik kavramı arasındaki bağı güçlendirmeyi amaçlayan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı 1992 yılında Brezilya'nın Rio de Janerio şehrinde düzenlenmiştir. Sürdürülebilirlik kavramının ön plana çıktığı zirveye 108'i devlet başkanlığı düzeyinde olmak üzere 172 ülkeden katılım gerçekleşmiştir. Rio Zirvesi olarak da bilinenen, iki hafta süren bu konferansta, biyolojik çeşitlilik, iklim değişikliği ve çölleşme ile mücadele konularında 21. yüzyıl için yol haritası niteliğinde üç sözleşmeye imza atılmıştır. Rio Sözleşmeleri olarak adlandırılan bu sözleşmeler;

Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'dir.

Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, 1992 yılında uygulamaya koyulmuştur. Doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir kullanımına yönelik taahhütleri olan bu sözleşme, bağlayıcı bir niteliktedir. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi taraflarına bazı yükümlülükler getirmektedir. Bunlar kısaca şöyle şöyledir:

- Biyolojik çeşitlilik için önemli gösterge türlerin belirlenmesi ile türlerin, popülasyonların ve ekosistemlerin envanterlerinin çıkarılması, izleme ve sınıflandırma sisteminin etkin uygulanması,
- Biyolojik çeşitlilik, tarım, gıda ve ekonomik değerler açısından önem taşıyan genetik çeşitlilik unsurlarının belirlenmesi, kayıt altına alınması, korunması ve yönetimi,
- Hassas, tehdit ve tehlike altında olan türlere ve ekosistemlere, kritik habitatlara, üzerinde çok az çalışma yapılmış sınıflandırma gruplarına, ekonomik değere sahip sınıflandırma gruplarına, yüksek düzeyde çeşitliliği olan alanlara, kırsal ve kentsel kalkınma ile insan kaynaklı zararların en çok görüldüğü bölgelere öncelik verilerek, özel koruma tedbirleri geliştirilmesi,
- İklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, izlenmesi ve en çok etkilenen ekosistemlerin ve türlerin bu etkilerden korunmasına yönelik tedbirler alınması,
- Biyolojik kaynakların sürdürülebilir kullanımının desteklenmesi ve kaynak kullanımının biyolojik çeşitlilik üzerindeki olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması ya da en aza indirilmesi.⁵⁶

Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi ise 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Başta Afrika ülkeleri olmak üzere kuraklık veya çölleşmeden etkilenen ülkelerde sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmak için, çölleşme ile mücadele etmeyi ve kuraklığın etkilerini azaltmayı hedeflemektedir. Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi gereği yapılması gerekenler kısaca şöyledir:

⁵⁶ www.ncsaturkey.cevreorman.gov.tr/Upload/Dokumanlar/Guncel%20Belgeler/Biyolojik%20cesitlili k.pdf (Erişim 27/07/2013).

- Çölleşmeyle mücadele stratejilerinin, yoksulluğun ortadan kaldırılmasına ilişkin girişimlerle bütünleştirilmesi.
- Doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimine ilişkin bütünleştirici bir yaklaşımın geliştirilmesi.
- Ulusal eylem planlarının hazırlanması, yayımlanması ve uygulanması.
- Uygun politikaların teşvik edilmesi ve kurumsal çerçevenin güçlendirilmesi.
- Pazarlama ve depolama da dahil olmak üzere, gıda güvenlik sistemlerinin oluşturularak güçlendirilmesi.
- Uygun mali mekanizmaların oluşturulması⁵⁷.

1992 yılında gerçekleşen Rio Zirvesi Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin de hazırlanıp imzaya açılmasına yol açmıştır. Sözleşmenin temel amacı, atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki insan kaynaklı tehlikeli etkiyi önleyecek bir düzeyde tutmaktır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin, küresel iklim sisteminin korunması ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik ilkeleri vardır. Bu sözleşme, ilkeleri doğrultusunda iklim rejiminin çatısını oluşturan, oyunun kurallarını belirleyen bir anlaşma olma özelliği taşımaktadır.

1992 Rio Zirvesi'nde yayınlanan "Çevre ve Gelişme Üzerine Rio Bildirisi"nde bazı temel ilkeler açıklanmıştır. Bu ilkeler kısaca şöyledir:

- İnsanlar sürdürülebilir kalkınma çabalarının merkezini oluşturur. İnsanlar doğa ile uyum içinde, sağlıklı ve verimli bir yaşam sahibi olma hakkına sahiptir.
- Birleşmiş Milletler Kuruluş Senedi ve uluslararası hukuk kurallarına göre; ülkeler, egemenlik hakları çerçevesinde kendi doğal kaynaklarını kullanır ve çevre politikalarını oluştururlar. Ancak devletler bu eylemleri sırasında kendi egemenlik sınırları dışındaki bölgelerin ve ülkelerin çevresine zarar vermeme sorumluluğunu da taşırlar.
- Kalkınma hakkı, şimdiki ve gelecekteki kuşakların çevresel ve kalkınma ihtiyaçlarını adaletli bir şekilde karşılamalıdır.

⁵⁷ www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler-collesme-ile-mucadele-sozlesmesi.tr.mfa (Erişim 27/07/2013).

- Sürdürülebilir kalkınma şekli yaratmak amacıyla çevre koruma, kalkınma sürecinin bir parçası olarak görülmeli ve hiçbir zaman ondan ayrı düşünülmemelidir.
- Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere, özel öncelik tanınmalıdır.
- Devletler, dünya ekosisteminin sağlığı ve bütünlüğünün korunması konusunda evrensel bir ortaklık ruhuyla iş birliğine gitmelidirler.
- Devletler, bilimsel ve teknolojik bilgi alışverişiyle, bu yeni ve yaratıcı teknolojilerin kalkınma, uyarlanma ve aktarılması konularında iş birliğiyle korumacı kalkınmayı güçlendirmelidirler.
- Devletler çevre konularında etkili yasal düzenlemeler getirirler. Çevresel standartlar, amaca yönelik yönetim ve öncelikler çevre ve kalkınma şartlarını yansıtmalıdır. Bazı ülkeler tarafından konulan standartlar, diğer bazı ülkelerde haksız ve uygun olmayan sosyal ve ekonomik sonuçlar doğurabilir.
- Devletler, tüm devletlerde ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma sağlayacak, destekleyici ve açık uluslararası bir ekonomik sistemin geliştirilmesinde ve çevre sorunlarının daha iyi belirlenmesi amacıyla iş birliğine gitmelidirler.
- Devletler, kirlenme veya çevresel zararın kurbanları için sorumluluk ve bedel konusunda ulusal yasalar hazırlamalıdır.
- Devletler, şiddetli çevre zararlarına neden olan veya insan sağlığına zararlı olarak görülen madde ve faaliyetlerin diğer ülkelere taşınmasının önüne geçilmesi konusunda etkili bir iş birliğine gitmelidirler.
- Ulusal otoriteler, çevre masraflarının içeriden karşılanmasına ve ekonomik gereçlerin geliştirilmesine, çevreyi kirletenin masrafları karşılaması prensibiyle gayret etmelidirler. Bunun, toplumsal ihtiyaçların ve uluslar arası ticaret ve yatırımların şeklini ve akışını bozmamasına dikkat edilmelidir.
- Doğal bir felâketle karşı karşıya olan veya anî zararlı sonuçlar yaratabilecek herhangi bir acil çevre sorununa sahip devletlere, uluslar arası topluluk tarafından her türlü yardım yapılmalıdır.
- Devletler, muhtemel olarak önemli iç çevre sorunlarından etkilenebilecek olan ülkelere, samimiyetle ve zamanında bildirme yapmalı ve gerekli her türlü bilgiyi sağlamalıdır.

- Kadınlar, çevresel idare ve kalkınmada hayatî bir göreve sahiptirler. Bu sebepten onların tam katılımları, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında bir temel oluşturur.
- Genç insanların yaratıcılıklarının, ideallerinin ve cesaretlerinin harekete geçirilmesi, hepimiz için daha iyi bir gelecek, sürdürülebilir kalkınma ve genel bir ortaklığın ilerlemesini sağlayacaktır.
- Barış, kalkınma ve çevre koruma birbirinden ayrılamaz ve bağımsızlardır.
- Devletler, çevre konulu tüm anlaşmazlıklarını barışçıl ve Birleşmiş Milletler imtiyazı ile uyum içinde çözümlemelidirler.
- Devletler ve insanlar iyi niyet ve ortaklık ruhuyla bu bildirgenin hazırlanmasında ve sürdürülebilir kalkınma alanındaki uluslararası hukuk kalkındırma çalışmalarında iş birliğine gitmelidirler⁵⁸.

3.2.3. KYOTO PROTOKOLÜ

BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi içinde imzalanan, ülkelerin karbon salınımlarını azaltmayı amaçlayan Kyoto Protokolü, küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadelede uluslararası tek çerçevedir. Protokolün amacı ülkelerin atmosfere saldıkları karbon miktarını 1990 yılındaki seviyelere çekmelerini sağlamaktır. Protokolün yürürlüğe girebilmesi için onaylayan ülkelerin 1990 yılındaki emisyonlarının, yeryüzündeki toplam emisyonun %55'ini bulması gerekmektedir. Bu nedenle 1997 yılında imzalanan protokol ancak 8 yıl sonra 2005'te Rusya'nın da katılımıyla yürürlüğe girebilmiştir. Kyoto Protokolü şu anda 160 ülkeyi ve sera gazı salınımlarının %55'ini kapsamaktadır. Protokolü imzalayan ülkeler, karbon salınımlarını azaltamıyorlarsa bile salınım ticareti yoluyla haklarını arttırabilirler. Kyoto Protokolü ile devreye girecek önlemler, pahalı yatırımlar gerektirmektedir. Sözleşmeye göre;

- Atmosfere salınan sera gazı miktarı %5'e çekilecek,
- Endüstriden, motorlu taşıtlardan, ısıtmadan kaynaklanan sera gazı miktarını azaltmaya yönelik mevzuat yeniden düzenlenecek,

⁵⁸ Chee Yoke Ling, **The Rio Declaration on Environment and Development: An Assessment**, Environment and Development Series 12 Third World Network, Penang, Malaysia, 56. <http://www.twinside.org.sg/title/end/pdf/end12.pdf> (Erişim 20/11/2013).

- Daha az enerji ile ısınma, daha az enerji tüketen araçlarla uzun yol alma, daha az enerji tüketen teknoloji sistemlerini endüstriye yerleştirme sağlanacak, ulaşımda, çöp depolamada çevrecilik temel ilke olacak,
- Atmosfere bırakılan metan ve karbon dioksit oranının düşürülmesi için alternatif enerji kaynaklarına yönelinecek,
- Fosil yakıtlar yerine örneğin bio dizel yakıt kullanılacak,
- Çimento, demir-çelik ve kireç fabrikaları gibi yüksek enerji tüketen işletmelerde atık işlemleri yeniden düzenlenecek,
- Termik santrallerde daha az karbon çıkartan sistemler, teknolojiler devreye sokulacak,
- Güneş enerjisinin önü açılacak, nükleer enerjide karbon sıfır olduğu için dünyada bu enerji ön plana çıkarılacak,
- Fazla yakıt tüketen ve fazla karbon üreten daha fazla vergi alınacaktır.

Kyoto Protokolü'nün temel prensipleri şunlardır;

- Kyoto Protokolü devletler tarafından desteklenir ve BM şemsiyesi altında küresel kurallar ile belirlenir.
- Devletler iki genel sınıfa ayrılmıştır: gelişmiş ülkeler, bu ülkeler Ek 1 ülkeleri olarak anılacaktır; ve gelişmekte olan ülkeler, bu ülkeler Ek 1'de yer almayan ülkeler olarak anılacaklardır. Gelişmiş ülkeler sera gazı salınımlarını azaltmayı kabul etmişlerdir. Ek 2 ise Ek 1'in alt kümesidir. Ek 2 ülkeler Ek 1'de yer almayan (gelişmekte olan) ülkelerin masraflarını ödemekle yükümlüdürler. Ek 2'de yer almayan Ek 1 ülkeleri 1992'de geçiş ülkesi olarak tanımlanan ülkelerdir. Gelişmekte olan ülkelerin ise sera gazı sorumlulukları yoktur ve her yıl sera gazı envanteri raporu vermelidirler.
- Kyoto Protokolündeki hedeflerine uymayan herhangi bir gelişmiş ülke bir sonraki dönem azaltma hedeflerinin %30 daha azaltılması ile cezalandırılacaktır.
- 2008 ile 2012 arasında, Gelişmiş ülkeler sera gazı salınımlarını 1990 yılı seviyesinden ortalama %5 aşağıya çekmek zorundadırlar (birçok AB üyesi ülke için bu 2008 için beklenen sera gazı salınımlarının %15 aşağısına denk gelmektedir). Ortalama salınım azalmasının %5 olarak belirlenmesine rağmen AB üyesi ülkelerin salınım hedefleri %8 azaltma

ile İzlanda tarafından hedeflenen %10 artırıma kadar değişmektedir. Bu azaltma hedefleri 2013 yılına kadar belirlenmiştir.

- Kyoto Protokolü, Gelişmiş ülkelerin sera gazı salınımı hedeflerine ulaşmak için başka ülkelere salınım azaltması satın alabilmeleri esnekliğine imkân tanımıştır. Bu, çeşitli borsalardan (AB Salınım Ticaret Borsası gibi) veya Gelişmekte olan ülkelerin salınımlarını azaltan Temiz Gelişim Tekniği (TGT) projeleri ile veya diğer gelişmiş ülkelere satın alınabilir.
- Sadece TGT Yönetim Kurulu tarafından onaylanmış Onaylı Salınım Azaltımları (OSA) alınıp satılabilir. BM çatısı altında, Kyoto Protokolü Bonn merkezli Temiz Gelişim Tekniği Yönetim Kurulu'nu geliştirmekte olan ülkelere gerçekleştirilen TGT projelerini değerlendirip onaylaması için kurmuştur. Bu projeler onaylandıktan sonra OSA verilir⁵⁹.

Bu kurallar Ek 1'de yer almayan ülkelerin sera gazı sınırlamalarına tabi olmadıklarını ama sera gazını azaltan bir projenin bu ülkelere uygulanması durumunda elde edilen Karbon Kredisinin Ek 1 ülkelere satılabileceğini anlatır.

Küresel iklim değişikliği konusunda ilk zirve 1992 yılında Rio'da gerçekleşmiştir. Burada, katılımcı ülkeler Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesini imzalamışlardır. Sözleşme gereği taraflar toplantıları yapılmış, bu toplantılardan 3.sü Aralık 1997'de Japonya'nın Kyoto Kenti'nde düzenlenmiştir. Bu toplantıda görüşülen anlaşma, 16 Mart 1998'de imzaya açılmış, 15 Mart 1999'da son halini almış, 18 Kasım 2004'te Rusya'nın da katılımıyla 55 ülke şartı yerine getirilmiş olup, 90 gün sonra 16 Şubat 2005 tarihinde Kyoto Protokolü yürürlüğe girmiştir. Mayıs 2010 itibariyle Kyoto Protokolü'ne 191 ülke ve Avrupa Birliği taraf olmuştur.

Kyoto Protokolü'nün uluslararası bir gündem maddesi haline gelmesi, İngiltere Hükümeti başekonomi danışmanı Nicholas Stern'in, Britanya Hükümeti için hazırladığı ve küresel ısınma tehlikesine karşı alınması gereken önlemleri açıkladığı, 30 Ekim 2006 tarihinde yayımlanan "Mevsim Değişikliği Ekonomisi" başlıklı raporuna dayanıyor. Raporda Stern, Kyoto Protokolüne uymayan ABD, Çin, Hindistan gibi milyarlık nüfuslarıyla hızla büyüyen ülkelerin atmosferi kirletmeye

⁵⁹ <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.iklim.cevreorman.gov.tr/kyoto.htm> (Erişim 28/07/2013).

devam etmeleri halinde 1930 lardaki gibi bir buhran yaşanabileceği uyarısında bulunuyor.

Kyoto Protokolü beraberinde bir dizi sorun ve anlaşmazlık getirmiştir. Atmosfere en fazla sera salınımı yapan ülkeler ABD ve Avustralya Kyoto Protokolünün dışında kalmışlardır. 2007 yılında Avustralya'da başbakan olan Kevin Rudd'un Protokolü imzalamasıyla ABD, Kyoto Protokolünü imzalamayan tek ülke olmuştur. ABD yetkileri temiz enerji teknolojileri ve iklim araştırmalarına yılda beş milyar dolar harcadıklarını ifade etseler de karşıtları, sera gazı emisyonları azaltılmadan, bu çabaların tek başına küresel ısınmayı engellenemeyeceğine dikkat çekmişlerdir. Bir diğer önemli tartışma konusu ise Kyoto Protokolü'nde kalkınmakta olan ülkelere emisyon sınırlaması konmamasıydı. Kalkınmakta olan ülkeler atmosferdeki kirlenmenin asıl sorumlusu olarak sanayileşmiş ülkeleri göstermişler ve sera gazı sınırlamasını bu ülkelerin bölüşmesi gerektiğini ifade etmişler, Kyoto hedefinin kendi sanayileşme süreçlerini olumsuz etkilemesine karşı çıkmışlardır. Fakat en başta Çin gibi bazı kalkınmakta olan ülkelerin hızla büyümeleri ve sera gazı salınımlarının endişe verici düzeye ulaşmış olması bu konuda düşünce ayrılıkları ortaya çıkarmıştır. Örnek vermek gerekirse Çin 2002 yılı küresel ölçekte sera gazı emisyonlarının %13,6 sıdandır sorumludur ve ABD 'den sonra en fazla sera gazı salınımı yapan 2. ülkedir. Hindistan ise %4,2 ile atmosferi en çok kirlüten 5. Ülke konumunda bulunmaktadır⁶⁰. Bu özelliğiyle protokol kendi içinde bazı çelişkiler taşımaktadır.

Aralık 2012 de birinci taahhüt dönemi biten protokolün ikinci taahhüt döneminin, Aralık 2012 yılı başlarında Doha'da gerçekleştirilen BM İklim Değişikliği Konferansında, 2020 yılına kadar uzatılmasına karar verilmiştir.

3.2.4. JOHANNESBURG 2002 ZİRVESİ

1992 yılında Rio'da gerçekleşen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Zirvesinde 'çevreyi korumanın ve güney ülkelerinin kalkınmalarını sağlamanın tüm dünya ülkelerinin ortak sorumluluğu olduğu' kabul edilmiş ve Gündem 21 ile yapılması gerekenler daha somut hale getirilmiştir. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı sekreteryası, 1993-2000 yılları arasındaki her yıl Gündem 21'i yoksul ülkelerde uygulamak için 600 milyar dolar gerekeceğini tahmin etmişti.

⁶⁰http://www.bbc.co.uk/turkish/europe/story/2005/11/printable/051129_kyoto_explained.shtml (Erişim 28/07/2013).

Bunun 125 milyar doları Resmi Kalkınma Yardımından verilecekti, dolayısıyla geri kalanı için zengin ülkelerin GSMH larının %0.7'sinin bu tür yardımlar için ayrılması Rio Zirvesinin en önemli taahhütlerinden biriydi. Ancak bu taahhüt yerine getirilmedi ve 2002 yılında gerçekleşen Johannesburg Zirvesine katılım (sadece) daha gönüllü olmasına karar verildi⁶¹.

Zirve, 26 Ağustos 2002 tarihinde açılmış, ülkelerin en yüksek düzeyde temsil edildiği zirveye, 100'den fazla devlet ve hükümet başkanı katılmıştır. BM kuruluşları, sivil toplum kuruluşları, finans ve iş dünyası temsilcileri zirvede hazır bulunmuşlardır. Zirve'nin ilk gününden itibaren yapılan panel ve oturumlarla, 4. Hazırlık Komitesi toplantısında ortaya çıkan hükümetler arası anlaşmazlıklar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Anlaşmazlıkların temelinde 'Kim faydalıyor', 'Maliyete kim katlanıyor' soruları yatıyordu. Bu anlaşmazlıklar dahilinde yenilenebilir enerji ile ilgili geri adım atılmış, 2010 yılına kadar %15'lik yenilenebilir enerji kullanımı öngören AB pasif bir tutum izlemiştir. Toplantılarda, su ve sağlık koşullarının yetersizliği problemleri sıkça gündeme gelmişti ancak suyun dünya malı olarak kabul görmesi hükümetler tarafından elgellenmişti.

Esas olarak, Siyasi Deklarasyon ve Uygulama planı diye adlandırılan iki dökümanın hazırlanmasına kilitlenen, 2002 Johannesburg Zirvesi'nde 10 günün sonunda ortaya çıkan Uygulama Planı dökümanında uygulamalardan ziyade temenniler yer almaktaydı. Uygulama Planı'nda yer alan bazı temel kararlar şu şekildedir:

- Biyolojik çeşitlilikteki kayıplar 2010 yılına kadar azaltılacak.
- Kimyasal ve zehirli atıkların olumsuz etkileri 2020 yılına kadar en aza indirilecek.
- Zarar gören balık bölgeleri 2015'e kadar mümkün olduğunca iyileştirilecektir, ayrıca denizleri korumak için 2012 yılına kadar bir network sistemi kurulacaktır.
- DTÖ'nün ticaret kuralları, açıkça Çoktarafli Çevre Anlaşmaları (MEAs) nın yerine geçemeyecektir.
- Kyoto Protokolünü onaylayan ülkeler, diğer ülkelere de onaylamaları çağrısında bulunmalıdır.

⁶¹ Feride Doğaner Gönel ‘‘ Johannesburg Zirvesi: Dağ Fare Doğurdu ama Kimse Şaşırmadı’’

1. <http://www.yildiz.edu.tr/~gonel/akademikdosyalar/yayinlar/johannesburg.pdf> (Erişim 27/07/2013).

- Orman gibi doğal kaynakların kaybedilmesi süreci mümkün olduğunca kısa zamanda durdurulmalıdır.
- Kullanılabilir temiz su ve sağlık koşullarına sahip olmayan sayısız insanın bu problemi 2015 yılında çözümlenmeli.
- Ekolojik olarak zararlı desteklemeler (kamu desteklemeleri ve teşvikler) kaldırılmalıdır⁶².

2002 Johannesburg Zirvesi'nde üzerinde çok konuşulmasına rağmen gerekli özeni alamayan konular vardır; bunların başında Kyoto Protokolü gelmektedir. ABD'nin onaylamadığı Kyotu Protokolü bir türlü yürürlüğe girememiştir. Karbon salınımına sınırlama getiren Kyoto Protokolünün yürürlüğe girememesinden daha kötü olanı ise zirveden çıkan raporlarda 'temiz fosil' yakıtların kullanımının teşvik edilmesi ve büyük HES projelerinin desteklenmesi olmuştur. Bu durumda fosil yakıtlar sorunun değil çözümün bir parçası olarak sunulmuş, karbon salınımını sınırlayan Kyoto Protokolüne ihanet edilmiştir. Ayrıca HES lerin desteklenmesi su sıkıntılarının görmezden gelindiğinin bir işaretidir.

3.2.5. RİO DE JANERİO 2012 ZİRVESİ (RİO+20)

20-22 Haziran 2012 tarihlerinde Brezilya'nın Rio de Janerio kentinde, son 20 yılı ve uygulama sürecindeki yaşanan aksaklıkları değerlendirmek için Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi toplanmıştır. 100'den fazla devlet ve hükümet başkanının katıldığı zirveye toplamda 45.381 kişi hazır bulunmuştu.

Ocak 2012 tarihinden itibaren tüm ülkeler, Zirve'de sunulacak taslak metin üzerinde müzakereleri sürdürmüştür. Zirve gününe kadar yaşanan yoğun süreçte özellikle BM Çevre Programı'nın (UNEP) güçlendirilmesi, yeşil ekonomi, okyanuslar, adaletsizlik, yoksullukla mücadele ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri gibi temel konular üzerinde durulmuştur. 2012 Rio Zirvesinde en dikkat çekici olan nokta ise 'yeşil ekonominin' ideal model olarak sunulmuş olmasıdır.

Konferansın hazırlık sürecinde iş olanakları, enerji, sürdürülebilir kentler, gıda güvenliği ve sürdürülebilir tarım, su, okyanuslar ve afetler ile ilgili konuların öncelikli öneme sahip olduğu vurgulanmıştır. 13 Haziran 2012 tarihinde resmen açılan zirvenin hazırlık sürecinde, çalışmaların istenilen düzeyde ilerlemediği sinyalleri gelmekteydi. Açılış günüyle birlikte üç gün süren Üçüncü Hazırlık

⁶² a.g.e, 6.

komitesi'nin sonuçları, ortak hedeflerde buluşamadığını göstermekteydi. Sonuç Belgesinin %37'si üzerinde anlaşmaya varıldığı söylene de teknoloji transferi, gelişmekte olan ülkeler için finansman sağlanması ve kapasite artırımı gibi konularda özellikle AB, Japonya ve Rusya'dan itirazlar gelmekteydi.

Müzakereler ile ilgili günlük raporlar yayımlayan tek sivil toplum grubu olan Üçüncü Dünya Ağı'na (Third World Network) göre, G77 grubu tarafından, yeşil ekonomi kavramının çerçevesinin çizilmesi, sürdürülebilir kalkınma ve yoksulluğun ortadan kaldırılması konularında farklı yaklaşımların benimsenmesi talebinin ABD, İsviçre, AB ve Güney Kore gibi ülkeler tarafından reddedildiği görülmüyordu. AB, yeşil ekonomi kavramının bütün ülkeler için bir 'araç' olması ifadesinin taslağa eklenmesini isterken, G77 grubunun yeşil ekonomi politikalarının 'kullanılan araçlardan biri' olması ve 'sert kuralları içermemesi' konusunda ısrar ettiği yönünde notlar gözlemciler tarafından bildiriliyordu. Temel konularda fikir ayrılıklarının yanı sıra, önemli devlet liderlerinin özellikle Barack Obama, David Cameron ve Angela Merkel gibi dünya liderlerinin zirveye katılmayacaklarını duyurmaları da istenilen düzeyde temsili sağlanamayacağını zaten gösteriyordu. Rio+20 atmosferinin bu şekilde ilerlemesiyle ve sürdürülebilir kalkınma politikası etrafında şekillenen yeşil ekonomi gündemdeyken, Zirve'nin gerçekten tarihi bir dönüm noktasına işaret ettiğini söylemek zorlaşmıştı. 55.000 katılımcının oluşturacağı sivil toplum, özel sektör temsilcileri ve 193 BM üyesinden 180 delegasyonun buluşmasının, istenilen sonuçları sağlamayacağı birçok yorumcu tarafından dile getiriliyordu⁶³.

Konferans sonuna Taslak Sonuç Belgesi'nin kabul edilmesi ortaya çıkan en önemli sonuç olmuştur. Ancak sonuç belgesinin somut hedefler ve sonuçlar içermekten uzak olduğu hükümet yetkililerince ifade edilmiştir. Daha önce belirlenen hedefler konusunda ya erteleme usulüne gidilmiş ya da ülkeler ilgili sorunlara çözüm üretmeye çalışmak yerine kendi önceliklerine göre önlemler almaya çalışmışlardır. Belgede öne çıkanlar şu şekilde özetlenebilir:

- 10 yıllık sürdürülebilir kalkınma ve üretim çevre programları için bir organ oluşturulacak.
- Gelişmekte olan küçük ada ülkeleri için üçüncü bir konferans 2014 yılında yapılacak.

⁶³ İlge Kıvılcım, "Rio+20 Notları: Umutlu Olmak İçin Yeterli mi?" **İktisadi Kalkınma Vakfı Değerlendirme notu**, 8, [http://www.ikv.org.tr/images/upload/data/files/degerlendirme_notu_-_54\(1\).pdf](http://www.ikv.org.tr/images/upload/data/files/degerlendirme_notu_-_54(1).pdf) (Erişim 27/07/2013).

- Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu'nun yerini alması planlanan üst düzey formun içeriği yapılandırılacak.
- BM Çevre Programı'nın (UNEP) yapısı güçlendirilecek. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri özel bir çalışma grubu tarafından oluşturulacak.
- Sürdürülebilir kalkınmayı finanse eden etkili bir strateji raporu hazırlanacak.

Zirve bittiğinde varılan sonuçları ise kısaca şu şekilde maddeleyebiliriz:

- a) Sürdürülebilir Kalkınma: 2013'e kadar özel bir çalışma grubunun tüm ülkeler kapsayacak şekilde sürdürülebilir kalkınma hedefleri BM'e sunulacak.
- b) Fosil Yakıt: Fosil yakıtı verilen destek azaltılacak ve 2020'ye kadar sıfırlanacak.
- c) Okyanuslar: 2025'e kadar ülkeler okyanus ve deniz kirlenmesini önlemede gerekli desteği sağlayacak (ABD, Kanada ve Rusya gibi birkaç ülke ilgili maddelere yumuşattığı belirtiliyor).
- d) Ormanlar: Ormanlar konusunda net bir sonuç görülüyor.
- e) Kurumsal Yapı: UNEP'in kurumsal yapısının geliştirilmesi konusunda net bir sonuç çıkmamıştır.
- f) Yeşil ekonomi: Bu konu, ülkelerin ulusal stratejik öncelikleri dikkate alınarak uygulamalar öngörülecek. Yani yeşil ekonomi ülkelerin kendi isteğine bırakılmış durumda.
- g) İşsizlik: Sadece ülkelere BM programları ve ajansları vasıtasıyla ilgili fonlardan yararlanması teşvik edilecek. İş imkanları yaratılmasında ulusal programlara destek verilecek.
- h) İklim Değişikliği: 2020'ye kadar sera gazları emisyonlarının azaltımı sağlanacak (ne kadar olduğu belirtilmiyor), yeşil iklim fonlarına teşvik verilecek.
- i) Şehirler: Son on yılda büyüyen şehir nüfusunun taleplerini karşılamada sürdürülebilir şehir planlamaları etrafında atık yönetimi, ulaşım ve enerji verimliliğine atıfta bulunulmuştur.
- j) Sağlık: Evrensel düzeyde sağlık sisteminde sosyal uyum ve sürdürülebilir sağlık ve ekonomi modelleri geliştirilecek.
- k) Eğitim: BM Sürdürülebilir Kalkınma İçin Eğitim Programı (2005-2014)'na uyum üyeler tarafından sağlanması öngörülmektedir.

- l) Doğal Afetler: Hyoge Eylem Çerçevesi'nin (2005-2015) önemi vurgulanmıştır.
- m) Biyo-çeşitlilik: 2011-2020 Strateji Planı önemi vurgulanmıştır⁶⁴.

Metin incelendiğinde, daha önce sonuca varılan Uluslararası bağlayıcılığı olan metinlere atıflarda bulunulduğu, etkili program ve projeler üretmekten çok, var olan programlar üzerinden olumlu mesajlar verilmekte olduğu görülmektedir. Bir başka dikkat çekici nokta ise sürdürülebilir büyüme (sustainable growth) kavramı yerine 'daimi büyüme' (sustained growth) olarak çevirebileceğimiz kavramının kullanılması olmuştur. Sürekli büyüme kavramının kullanımıyla, sürdürülebilir büyüme kavramının neredeyse tam tersi nitelikteki 'makinarya bağlı büyüme' istekleri, ve büyüme-tüketim ilişkisine olan inanç sonuç belgesinde yer almış oldu. Bu noktada, Zirve umuttan çok üyelerin öncelikleri üzerinden oluşturduğu ve hiçbir somut veri göstermeyen bir belge niteliği kazanmıştır. Bu noktada görülen şudur ki; yeşil ekonomi prensipleri hala ülkelerin ulusal programlarında öngörülen büyüme hedefleriyle ilgili önceliklerine tabidir.

3.2.6. AVRUPA BİRLİĞİ'NDE YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI

Avrupa Birliği, yenilenebilir enerji politikaları üzerinde önemle durmaktadır. Bu durumun arkasında üç temel sebep yatmaktadır; Birliğin enerji konusunda büyük oranda dışa bağımlı olması, bu nedenden dolayı enerji çeşitlendirmesine gitmesi gerekmesi, karbondioksit salınımında Dünya sıralamasında ABD ve Çin'den sonra üçüncü sırada yer alması ve kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtların arzının sınırlı olması nedeniyle geleceğe yönelik güvence verememeleri şeklinde sıralanabilir. Avrupa Birliği'nin bugün enerji kaynaklarında %52 oranındaki dışa bağımlılığının 2030 yılına gelindiğinde, doğalgazda %80'e petrolde ise %98 seviyelerine çıkacağı tahmin edilmektedir. Bu durum AB ülkelerini yeni enerji kaynaklarına yönelmeye sevk etmiştir. Bunun yanında fosil yakıtların ömürlerinin kısa olması ve yakın zamanda tamamen tükenecek olmaları da yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin bir başka sebebidir⁶⁵.

1990 lı yılların başında, yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi amacıyla yapılan toplantıların ve projelerin bu enerjinin yaygınlaştırılmasında yeterli

⁶⁴ a.g.e, 10.

⁶⁵ <http://www.yesilekonomi.com/yorum/abnin-yenilenebilir-enerji-politikasi-ve-gunes-enerjisi> (Erişim 29/07/2013).

olmadığı, yenilenebilir enerjinin hızla yaygınlaşabilmesi için kanunlara ihtiyaç duyulduğu anlaşılmıştır. Bu amaç doğrultusunda Avrupa Konseyi ve Parlamentosu, Aralık 1997’de Avrupa Komisyonu’nun Topluluk Stratejisi ve Faaliyet Planı olarak Beyaz Bildiri’yi (White Paper for a Community Strategy and Action Plan) benimsedi. Bildiride yenilenebilir enerji kaynaklarının ithal enerji bağımlılığını azaltabileceği ve kaynak güvenliğini arttırabileceği ifade edilmiş, yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini teşvik eden hedefler belirlenmiştir. 1997 yılında, AB’nin yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı %6’dır, 2010 yılı için ise %12’lik bir hedef belirlenmiştir. Bu hedefe ulaşabilmek için 1997 yılından 2003 yılı sonuna kadar yürürlükte olan Aksiyon Planı oluşturulmuştur. 2001 yılında ise ‘Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektrik Enerjisini Teşvik Hakkında Direktif’ uygulamaya koyulmuştur. Bu yönetmelik ile AB’de 2010 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin payının %21’e çıkarılması hedeflenmiştir. Ayrıca Beyaz Bildiri’de yapılarda ısıtma, havalandırma, sıcak su ve aydınlatma için kullanılan elektriğin %22’sinin tasarruf edilmesi ve Avrupa’da ulaşım için toplam yakıt miktarında %5 oranında biyoyakıt kullanılması gibi maddelerde yer almaktadır. İç ve dış mekan iklim koşulları göz önüne alınarak binaların enerji performanslarının iyileştirilmesi, ulaşımında benzin ve dizel kullanımının azaltılması ve biyoyakıtların teşvik edilmesi bu maddelere örnek olarak gösterilebilir. 2010 yılına baktığımızda AB’nin ilk hedefine ulaşamadığını, ikinci hedefine ise çok yaklaştığını söyleyebiliriz. AB’nin 2010 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi, toplam üretimin %19’u şeklinde gerçekleşmiştir. 2020 yılı için ise toplam tüketim içindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payının 20%’ye çıkarılması hedeflenmektedir⁶⁶.

Beyaz Bildiri’den üç yıl sonra 2000 yılında ‘‘Yeşil Bildiri; enerji kaynak güvenliği için Avrupa stratejisine doğru ‘‘ (Green Paper Towards a European strategy for the security of energy supply) kabul edildi. Yeşil Bildiride, AB’nin enerjisinin %50’sinin ithalata bağımlı olduğu vurgulanmış, önlem alınmazsa bu bağımlılığın gelecek 20-30 yıl içinde %70’e ulaşacağını altı çizilmiştir. Enerji ithalatının AB’yi fiyat dalgalanmalarına karşı savunmasız bıraktığı ve önlem alınmazsa ulusal ekonomiler ve ticaret dengelerinde olumsuz etkileneceği bildiride yer almıştır. Bildiride AB’nin uzun dönem enerji temin stratejisi ve güvenliğinin

⁶⁶ <http://www.euractiv.com.tr/enerji/link-dossier/ab-yenilenebilir-enerji-politikasi> (Erişim 29/07/2013).

çevresel kaygılara saygı göstererek ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlayarak vatandaşlarının refah seviyelerini yükseltecek şekilde oluşturulması gerektiği ifade edilmiştir. 2002 yılında Yeşil Bildirinin sonuç raporunda AB’de kaynak güvenliğinin artırılmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli bir potansiyeli olduğu ve yenilenebilir enerji kullanımını arttırmak için ciddi politik ve ekonomik çabaların gerektiği sonucuna varılmıştır.

AB Konseyi 2007 yılından 2020 yılına kadar, AB’nin sera etkisi yaratan CO₂ salımını en az %20 oranında azaltmak, AB’nin toplam enerji tüketiminin %20’sini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamak ve AB’de enerji verimliliğini %20 arttırarak enerji üretimini %20 azaltmak gibi üç temel hedef belirlemiştir⁶⁷. 2008 yılında AB Komisyonu bu hedefleri uygulamaya yönelik olarak ‘İklim ve Enerji Paket’ adı altında bir yasal düzenleme ortaya koymuş, bu yasal düzenleme aynı sene Avrupa Parlamentosu ve AB Konseyi tarafından onaylandıktan sonra 2009 yılında yasa halini almıştır.

AB’nin yenilenebilir enerji politikalarında son yıllarda güneş enerjisinin ön plana çıktığı görülmektedir. Güneş enerjisinin 2018 yılından itibaren fosil yakıtlardan daha ucuz olacağı tahmin edilmektedir. Bu tahmine 1990’dan bugüne kadar güneş enerjisi sistemlerinin fiyatlarında %60 oranında bir düşüş meydana gelmesi kaynaklık etmektedir. Almanya’da yapılan araştırmalara göre ise fotovoltaik sistem kurulumu vasıtasıyla üretilen elektrik miktarı ikiye katlandıkça fiyatı %20 oranında düşmektedir⁶⁸. Avrupa Birliği’de Almanya ve İspanya güneş enerjisi kurulumu bakımından en öndeki iki ülkedir.

Almanya, 2050 yılına kadar enerji üretiminin %100’ünü yenilenebilir enerji kaynaklarından elde etmeyi amaçlamaktadır. Doğalgaz, kömür ve uranyum açısından %70 dışa bağımlı olan Almanya’nın tüm enerjisini yenilenebilir enerji kaynaklarından elde etmesi hem dışa bağımlılığını azaltacak hem de petrol ve doğalgaz fiyatlarında meydana gelen dalgalanmalara karşı ekonomisi etkilenmez hale gelecektir. Son 15 yılda yenilenebilir enerjinin toplam elektrik tüketimindeki payının %5’den %16’ya çıkması, bu hedefe ulaşılabilceği konusunda umut ışığı yakmaktadır⁶⁹.

⁶⁷ http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.htm (Erişim 29/07/2013).

⁶⁸ http://www.bilgesam.org/tr/index.php?option=com_content&view=article&id=843:abninyenilenebilir-enerji-politikas-ve-guene-enerjisi&catid=131:enerji&Itemid=146 (Erişim 29/07/2013).

⁶⁹ <http://www.wri.org/stories/2010/09/germanys-green-economy-strategy> (Erişim 29/07/2013).

2050 yılı için %100 yenilenebilir enerji hedefi olan bir diğer ülke de Danimarkadır. 40 yıl önce petrol krizi ile yenilenebilir enerjiye yönelen Danimarka bugün toplam enerji üretimlerinin %20'sini rüzgardan elde ediyor ve bu rakamı iki katına çıkartmayı hedefliyor. 2050 yılı için %100 yenilenebilir enerji kullanımı ve sıfır karbon salınımı hedefleyen ülkede 26 rüzgar parkı alanı daha inşa ediliyor. Danimarka hükümet yetkilileri rüzgar santrallerini şehire yakın yerlere kurarak hem verimli enerji sunuyor hem de ısıtma imkanları sağlıyor. Biyoyakıt, atık ve güneş enerjisinden de yararlanmayı planlayan Danimarka'nın önceliği rüzgar. Rüzgar enerjisinin teşviki için üreticilere sabit fiyat garantisi veriliyor, teşvikler sunuluyor ve bu pazarın gelişmesi sağlanıyor⁷⁰.

Enerji tüketiminin %78'ini dışarıdan ithal ettiği petrol ve doğalgazla karşılayan İspanya , yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirmeye önem veren ve güneş enerjisi alanında AB ülkeleri içerisinde en çok ilerlemiş ülkelerden biri durumundadır. 2010 yılında İspanya Hükümeti, 2020 yılına kadar enerji tüketiminin %22,7'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edileceğini ve özellikle de rüzgar ve güneş enerjisinden yararlanacağını öngörmüştür⁷¹.

Günümüzde fosil yakıt kullanımından kaynaklanan iklim değişikliğinin etkileri, insan sağlığı ve ekosistemlerde bozulmalar, tatlı su kaynaklarının azalması, gıda üretim koşullarındaki değişimler, seller, fırtınalar, sıcak dalgaları ve kuraklık olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeplerden dolayı devletler temiz ve yerli enerji kaynakları olan yenilenebilir enerji politikalarının üzerine daha fazla eğilmektedirler. Özellikle AB'nin iklim değişikliğindeki rolünün büyük oluşu ve Almanya , İspanya gibi yenilenebilir enerji yatırımları büyük olan ülkelere dahi enerjide dışa bağımlılığın artması, birliğin yenilenebilir enerji politikaları ile bu kaynaklara daha fazla yöneleceğini göstermektedir.

⁷⁰ <http://energienstitusu.com/2011/06/20/danimarka-2050de-fosil-kaynaklar-olmadan-enerji-uretimini-hedefliyor/> (Erişim 30/07/2013).

⁷¹ <http://www.businessgreen.com/bg/news/1801563/spain-proposes-doubling-renewable-energy-capacity> (Erişim 29/07/2013).

4. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği ve potansiyeli bakımından zengin bir ülkedir. Birçok ülkede bulunmayan jeotermal enerjide dünya potansiyelinin %8'ine sahip olan Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle yıllık 2640 saat gibi yüksek güneşlenme süresine sahiptir. Türkiye, hidrolik enerji potansiyeli açısından da Dünya'nın sayılı ülkelerindendir. Rüzgar enerjisi potansiyeli yaklaşık 160 TWh olarak tahmin edilen Türkiye'de, bu enerji kaynaklarının maliyetleri bulunan yükseklik ve konuma göre değişmekle birlikte, rüzgar potansiyelinin büyüklüğü maliyetleri azaltmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik boyutu, Türkiye gibi gelişmekte olan ve enerjide dışa bağımlı ülkeler için büyük önem taşımaktadır. Türkiye'de petrol ve doğalgaz rezervleri yetersizliği, nükleer enerjinin aktif kullanımına geçilmemesi gibi olumsuzluklara rağmen önemli ölçüde yenilenebilir kaynak potansiyeli bulunmaktadır. Ülkemizin enerjiye olan ihtiyacının yıldan yıla arttığı bilinen bir gerçektir. 1990 yılında 53 mtep olan enerji arzı 2011 yılına gelindiğinde ise 115 mtep olmuş, 2020 yılında ise bu rakamın 157 mtep'e çıkması beklenmektedir. 2011 yılında gerçekleşen 115 mtep değerindeki enerji arzının kaynaklara göre dağılımı şu şekildedir; 36.9 mtep ve toplam arzın %32 oranı ile doğalgaz, 33.5 mtep ve %29 oran ile kömür, 30.4 mtep ve %27 oran ile petrol, 4,5 mtep ve %4 ile hidrolik, 3,4 mtep ve %3 oran ile biyokütle ve 2,9 mtep ve %3 oran ile jeotermal, rüzgar ve güneş enerjisi⁷². Türkiye'de 1990-2011 yılları arasındaki 21 yılda toplam birincil enerji üretimi %26 oranında artarak 25,5 mtep'ten 32,2 mtep düzeyine yükselmiştir. Üretimin toplam birincil enerji arzını karşılama oranı ise 1990 yılında %48 iken geçen yirmi bir yılda %28 oranına inmiştir. 2011 yılı toplam Türkiye birincil enerji üretimi 32,2 mtep olurken, üretimin 18 mtep ve %56 ile yarıdan fazlasını kömür üretimi oluşturmuştur. Kömürü, 4,5 mtep ve %14 oran ile hidrolik, 3,5 mtep ve %11 ile odun, çöp, hayvan atıkları, 3 milyon tep ve %9 pay ile jeotermal, rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları, 2,6 mtep ile petrol ve 0,6 mtep ile doğalgaz

⁷² Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi, **Enerji Raporu, Ankara 2012, 4.**

izlemiştir⁷³. Türkiye’de enerji ithalatı 1990 yılında 31 mtep iken 2011 yılında yaklaşık üç kat artarak 90 mtep’e ulaşmıştır. 1990-2011 yılları arasındaki ihracat miktarı ise ithalata göre çok düşük düzeyde kalmıştır. Türkiye enerji ihracatı 1990 yılında 2,1 mtep iken 2010 yılında 8 mtep, 2011 yılında ise 6,2 mtep olmuştur. 1990-2011 yılları arasında giderek artan Türkiye enerji ithalatının, kaynaklar bazında gelişimi incelendiğinde; Doğalgazın artış miktarı geçen yirmi bir yılda 12 kat artarak 36 mtep’e yükseldiği görülür. Petrolün ithalatı ise 2011 de 1990 yılına göre %57 oranında artarak 36 mtep olmuştur. Taşkömürü ithalatı ise 1990’da 4,2 mtep iken 2011 yılında 15 mtep düzeyine yükselmiştir. 2011 yılında Türkiye birincil enerji arzının % 72’si ithal enerjiyle karşılanmıştır. 90,3 mtep ile yerli üretimin üç katına yakın yapılan ithalatın %80’ini petrol ve doğalgaz oluşturmuştur. 2011 yılında ayrıca, 15,3 mtep taşkömürü, 2 mtep petrokok ithal edilmiştir. Mevcut bilgiler ışığında bakıldığında Türkiye’nin enerji ithalatının hızla arttığı ve enerjide dışa bağımlı olduğu görülmektedir. 1990-2011 yılları arasındaki 21 yılda Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığı birincil enerji arzında, %52’den %72’ye yükselmiştir⁷⁴. Enerji dış alımının Türk ekonomisine getirdiği yük yenilenebilir kaynakların Türkiye ekonomisi için ne derece önemli olduğunu bir kez daha gözler önüne sermektedir. Türkiye mevcut yenilenebilir enerji kaynak potansiyelini etkin bir şekilde kullanıma sokarak hem enerji kaynaklarına ilişkin üretim-tüketim dengesini sağlamış olur hem de enerji dış alımı ile kaybedilen ekonomik değer ülke içinde kalmış olur.

Türkiye seragazları envanteri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından hazırlanmaktadır. Seragazı emisyonları “CO₂ Eşdeğeri” olarak CO₂ cinsinden ifade edilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) 2012 yılında yayınlanan verilerine göre, Türkiye’de 1990 yılı toplam sera gazı emisyonları 188,43 milyon ton CO₂, 2000 yılında 298,21 milyon ton CO₂, 2010 yılında 402,10 milyon ton CO₂, 2011 yılında ise 422,42 milyon ton CO₂ olarak gerçekleşmiştir⁷⁵. Türkiye seragazı emisyonları Tablo 4.1’deki gibidir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, sera gazları ve kirletici emisyonlar açısından bakıldığında temiz enerji olarak nitelendirilmektedir. Fosil yakıtların Türkiye için ekonomik ve çevresel etkileri göz önünde bulundurulduğunda yenilenebilir enerji

⁷³ a.g.e, 7.

⁷⁴ a.g.e, 9.

⁷⁵ TÜİK, **Seragazı Emisyon Envanteri**, 1990-2011.

kaynaklarına yönelimin Türkiye açısından çok daha karlı olacağı açıktır. Aşağıda Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları tek tek başlıklar halinde ele alınacaktır.

Tablo 4.1. Türkiye’de Seragazi Emisyonları (CO₂ Eşdeğeri), 1990-2011.

YILLAR	TOPLAM
1990	188,43
1991	200,65
1992	211,73
1993	223,08
1994	218,53
1995	238,82
1996	259,94
1997	273,17
1998	275,31
1999	276,02
2000	298,21
2001	279,25
2002	287,22
2003	303,77
2004	313,27
2005	330,98
2006	350,74
2007	380,95
2008	367,21
2009	370,01
2010	402,10
2011	422,42

Kaynak: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019 (Erişim 1/10/2013).

4.1. TÜRKİYE’DE GÜNEŞ ENERJİSİ

Türkiye 36⁰ – 42⁰ Kuzey paralellerinde yer almakla, yeterli miktarda güneş enerjisi alan bir coğrafi konuma sahiptir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü’nün (EİEİ), Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) verilerine dayanarak yaptığı bir çalışmaya göre, Türkiye’de yıllık ortalama güneş ışıınımı 3,6 kWh/m² ve yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saattir (günlük toplam 7,2 saat). Güneş ışıınlarını en çok alan bölgeler, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Akdeniz Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolı Bölgesidir. Türkiye güneş enerjisi yönünden zengin bir potansiyele sahip olup, güneş enerjisi uygulamaları bakımından

avantajlı bir konumdadır. Türkiye’de güneş ışınlarını en az alan bölge ise Karadeniz Bölgesidir.

Türkiye güneşlenme süresi ile bir çok Avrupa ülkesinden daha fazla güneş potansiyeline sahiptir. Ülke geneline yıllık ortalama düşen güneş enerjisi miktarı 1315 kWh/m²’dir⁷⁶. Türkiye üzerine bir yılda düşen güneş enerjisi, 80 milyar TEP’ tir⁷⁷. Türkiye 110 gün gibi yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olup gerekli yatırımlar yapıldığı takdirde Türkiye’nin birim metrekaresinden yılda 1100 kWh’lık güneş enerjisi üretebilir. Türkiye yıllık 2600 saati aşan güneşlenme süresi ile birçok Avrupa ülkesinden daha fazla güneş potansiyeline sahiptir. Güneş’i takip etmeyen ve optimum açı ile yerleştirilmiş bir fotovoltaik sisteme yıllık ortalama 2000 kWh/m² ışınlam düşmektedir. Türkiye’de henüz kurulu büyük ölçekli bir güneş enerjisi santrali bulunmamakla beraber, şimdiye kadar kurulmuş sistemlerin toplam kapasitesinin 6,5-7 MW civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu sistemlerin %90’ı şebeke bağımsız sistemlerdir. 8 Ocak 2011 tarihinde Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kanunu’nda, Güneş Enerjisi ile üretilen elektriğe 10 yıl süre ile alım garantisi verilmiştir. Birim enerji fiyatı olarak 13,3 \$cent/kWh belirlenmiş olup bu sistemlerin yerli üretilmesini teşvik amacı ile sistemin yerlilik oranına göre ek ücretlendirmeler yapılmıştır⁷⁸.

Güneş ışınlarının yoğunluğu sebebiyle Türkiye’nin, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri içinde kalan ve yüzölçümünün %17’sini kapsayan bölümünde güneşli su ısıtıcıları yıl boyunca tam kapasite ile, yüzölçümünün geri kalan %63’lük kısmında ise yıl boyu %80 kapasite ile çalışabilmektedir. Bu sebeple başta Ege ve Güney kıyıları olmak üzere bütün bölgelerde güneş kolektörleri, sıcak su elde etmek için yoğun şekilde kullanılmaktadır. Türkiye’de halen 12 milyon m² güneş kolektörü yüzey alanından elde edilen 420 bin ton eşleniğinde petrol güneş enerjisi ısıtıcı uygulamalarında kullanılmaktadır. Türkiye ısısal güneş enerjisi üretimi bakımından Dünya’da Çin, ABD ve Japonya’dan sonra 4. sırada bulunmaktadır⁷⁹.

Türkiye, güneş enerjisinin ısıtıcı uygulamalarındaki hızlı gelişim ve yaygın kullanımına tezat oluşturmamasına, ısıtıcı yollardan ve fotovoltaik yollardan güneş enerjisi üretilmesi konusunda, çok yavaş bir gelişime sahiptir. 2005 yılında çıkarılan

⁷⁶ Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Gelecek Senaryoları, **Enerji ve Kojenerasyon Dünyası**, s. 42, Mayıs-Haziran 2006, 65.

⁷⁷ Demir İnan, **Güneş Enerjisi Isıtıcı Uygulamaları**, Temiz Enerji Vakfı, Ankara 2001, 24.

⁷⁸ Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi, **Enerji Raporu 2012**, 146.

⁷⁹ **Mühendis ve Makina**, c.52, s. 614, 109.

5346 sayılı YEK – Yenilenebilir Enerji Kanunu, genel olarak, tüm yenilenebilir enerji kaynaklarını kapsar gibi görünmesine rağmen, içerik olarak sadece rüzgar enerjisinin önünü açmış bir kanundu. 29/12/2011 tarihinde 6094 sayılı kanun ile eski kanun metni tüm yenilenebilir enerji kaynaklarını önünü açmak için yenilendi. Yeni kanun ile yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisine farklı tarifeler getirildi ve yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretimi için kullanılacak makine ve teçhizatın yerli olması halinde güneş elektriğinin fiyatının % 20 daha fazla olması imkanı sağlanmıştır.

Türkiye de, PV panel üretimi için biri 12 MW, diğeri 13 MW üretim kapasitelerinde iki laminasyon (montaj) tesisi mevcuttur. Bu tesisler hazır PV hücrelerini alarak, bunları PV panel haline getirmektedirler. EİE tarafından yapılan Türkiye güneş enerjisi potansiyelini belirleme çalışmalarında, 1650 kWh/m² den yüksek ışıyım alan bölgelerin belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır. Yapılan hesaplara göre uygun bölgelerin güneş elektriği üretiminde kullanılması durumunda, 440 – 495 GWp kurulu PV gücü ve yılda, 638 – 718 milyar kWh elektrik enerjisi üretilbileceği belirlenmiştir. Türkiye de, kurulu elektrik güç sisteminin yaklaşık 42 GW ve yıllık üretiminde yaklaşık olarak, 200 milyar kWh olduğu düşünülürse, Türkiye'nin ihtiyacının üç katı ekonomik güneş elektriği potansiyeli mevcuttur⁸⁰.

Güneş'ten elektrik üretimi bugün pilot uygulamalar seviyesindedir, 3000 dolar olan KW maliyetinin 1500 dolara düşmesi durumunda Türkiye'de güneşten elektrik üretimi uygulamaları yaygınlaşabilecektir⁸¹.

4.2. TÜRKİYE'DE RÜZGAR ENERJİSİ

Türkiye rüzgar enerjisi bakımından zengin bir ülkedir. Bölgelere göre bakıldığında rüzgar enerjisi potansiyeli sırasıyla en çok Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz kıyı şeritlerinde bulunmaktadır, bunun yanı sıra Güneydoğu Anadolu, Doğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinde de rüzgar potansiyeli olduğu bilinmektedir. Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz gibi rüzgar gücü yüksek bölgelerimiz, Dünya üzerinde rüzgar gücü en yüksek olan %30'luk alana girmektedir. Türkiye'nin ortalama rüzgar hızı 2,5 m/sn, rüzgar gücü yoğunluğu ise

⁸⁰ Necdet Altıntop, Doğan Erdemir, "Türkiye'de Isıl ve Elektrik Enerjisi Açısından Güneş Enerjisi Sektörünün Gelişimi ve Bugünkü Durumu", 20.

http://icci.com.tr/2012sunumlar/02_Necdet_Altintop.pdf (Erişim 20/07/2013).

⁸¹ **Mühendis ve Makina**, c.52, s.614,109.

2,4 W/m² olarak hesaplanmıştır. 10 metre yükseklikteki yıllık ortalama rüzgar hızı ve gücü yoğunluğu açısından en yüksek değer 3,29 m/sn ve 52,91 W/m² ile Marmara Bölgesinde saptanmıştır. En düşük değer ise 2,12 m/sn hız ve 13,19 W/m² gücü yoğunluğu ile Doğu Anadolu Bölgesindedir.

Rüzgar enerjisi üzerinde yapılan çalışmalara göre, Türkiye'nin karasal alanlarında 400 milyar kWh/yıl brüt potansiyel ve 120 milyar kWh/yıl teknik potansiyel olduğu hesaplanmıştır. Brüt potansiyel 160.000 MW, teknik potansiyel de 48.000 MW rüzgar gücüne karşılıktır. Ancak, Türkiye'nin ekonomik rüzgar potansiyelinin 50 milyar kWh/yıl olduğu kestirilmektedir. Bu potansiyelin değerlendirilmesi için gereken kurulu rüzgar gücü ise 20.000 MW'dır. Türkiye'de Bozcaada'nın rüzgar potansiyeli nokta olarak Danimarka'nın iki katıdır. Yani, Danimarka'da %20 zamanlı çalışır bir rüzgar türbini, Bozcaada'da %40 zamanlı, Çeşme'de ise %30 zamanlı çalışabilmektedir⁸². Türkiye'de rüzgar enerjisinin kullanımı için atılan adımlar meyvesini 1998 yılında vermiş, ilk yap-işlet-devret rüzgar santrali olan ARES Kasım ayında Çeşme- Alaçatı'da işletmeye açılmıştır. Ancak bundan önce rüzgar enerjisinden elektrik üretiminde kullanılan ilk sistem, 1985 yılında Danimarka'dan ithal edilip İzmir-Çeşme Altinyunus Turistik tesislerinde kurulan 55/11 kW gücündeki rüzgar türbinidir. Bundan sonra, İzmir-Çeşme Germiyan Bölgesi'nde kurulan ve 3 türbinden oluşan 1,74 MW gücündeki santral işletmeye geçmiştir. Şubat 1998'den itibaren üretim yapan tesis, yılda yaklaşık 5 milyon kWh elektrik üretmektedir. Bu üretim 5 bin kişinin elektrik ihtiyacını karşılayacak kapasitededir⁸³.

2000 yılına gelindiğinde o dönem Türkiye'nin en büyük rüzgar santrali 10,2 MW ile Bozcaada'da kurulmuştur. Bozcaada Rüzgar Enerji Santrali 17 adet türbinden oluşmakta, yılda 35 milyon kWh elektrik üretmektedir. Kurulu gücü 10,2 MW olan santral 13 milyon ABD Dolarına mal olmuştur. Santral, adanın enerji ihtiyacının 30 kat fazlasını Çanakkale'ye iletmekte, böylece yaklaşık 30 bin kişinin elektrik ihtiyacını karşılamaktadır. Bunların yanısıra 2003 yılında İzmir'de 1,5 MW gücünde ve İstanbul'da 1,2 MW gücünde iki adet santral daha yapılmıştır. 2006 yılında Türkiye'nin en büyük Rüzgar Enerji Santrali olma ünvanını alan Bandırma RES 20

⁸² Avrupa Birliği Köprüleri Programı, **AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye yansımaları**, 38.

⁸³ Filiz Karaosmanoğlu, "Yenilenebilir Enerji", **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji, ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, s.46, 51.

adet türbinden oluşmakta 30 MW kurulu güce sahip olmaktadır. 42 milyon dolara mal olan santralde yıllık 120 milyon kWh elektrik üretimi yapılmaktadır⁸⁴.

Son yıllarda Türkiye’de rüzgar enerji santralleri yatırımları büyük hız kazanmıştır. Bugün Türkiye’nin rüzgar enerjisi alanında 40.000MW teknik kapasitesi bulunmaktadır. Devlet rüzgar enerjisinde 7,3 kuruşluk destek sağlamakta ve santral kurulurken kullanılan malzemenin %55’i yerli olması halinde %30 daha fazla alım garantisi vermektedir. 2012’nin ilk altı ayında Türkiye’de 236 MW’lık yeni RES yatırımı devreye alınmış ve Türkiye’nin rüzgar kurulu gücü 2.041 MW’a ulaşmıştır. ETKB, 2010-2014 Stratejik Planında rüzgar enerjisi kurulu gücünün 2015 yılına kadar 10.000 MW’a çıkarılması, Elektrik Enerjisi Arz Güvenliği Strateji Belgesi’nde 2023 yılına kadar 20 GW kurulu kapasiteye ulaşılmasını hedeflemiştir. Son dönemlere ait eğilimler incelenerek Türkiye’nin önümüzdeki 10 yıllık dönemde elektrik talebinin yıllık ölçekte %6-%8 arasında artacağı öngörülmektedir. 2023 yılına kadar kurulu gücün 100.000 MW civarına çıkması hedeflenmektedir. Gerek elektrik talep artış projeksiyonları ve gerekse kurulu güç hedefine göre Türkiye’de her yıl 8-10 milyar dolar civarında yeni yatırım gereksinimi bulunmaktadır. Mevcut elektrik şebeke alt yapısı dikkate alındığında ise elektrik şebekesine bağlanabilir rüzgar enerjisi potansiyeli 10.000 MW düzeyinde hesaplanmıştır. Ayrıca elektrik şebekesinde yapılabilecek olası revizyon çalışmaları sonucu orta vadede elektrik şebekesine bağlanabilir rüzgar enerjisi potansiyelinin 20.000 MW seviyesine yükselmesi olası gözükmemektedir ki 2023 yılına kadar Türkiye’de rüzgar kurulu gücünde 20.000 MW seviyelerine ulaşması öngörülmektedir. 2011 yılı sonu itibariyle Türkiye rüzgar enerjisi pazarında %35’lik büyüme görülmüştür. Türkiye, kümülatif rüzgar kurulu güç değerlendirilmesinde Avrupa’da 9. ve 2011 yılında devreye alınan rüzgar gücü parametresinde ise Avrupa’da 7. sıraya sahiptir. 2011 yıl sonu itibariyle Türkiye’deki enerji kompozisyonunda kurulu güç açısından rüzgar enerjisinin payı %3 seviyesindedir. 2012 yılının ilk altı ayı itibariyle 2.041 MW olan kurulu rüzgar gücünün bölgelere göre dağılımı %38,51 Ege Bölgesi, %35,79 Marmara Bölgesi, %18,25 Akdeniz Bölgesi, %3,92 Karadeniz Bölgesi, %3,53 iç Anadolu Bölgesi şeklinde gerçekleşmiştir. Ayrıca 453 MW devam eden RES projesi ve 6264 MW lisans almış RES projesi bulunmaktadır⁸⁵.

⁸⁴ ‘‘Yenilenebilir Enerji’’, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, s.44, 48.

⁸⁵ Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi, **Enerji Raporu, Ankara 2012**, 135.

4.3. TÜRKİYE'DE HİDROELEKTRİK ENERJİ

Türkiye’de hidrolik enerjiden yararlanma tarihi 1902’ye kadar uzanmaktadır. Türkiye’nin İlk hidrolik santrali bu tarihte işletmeye alınan 88 kW kapasiteli Tarsus santralidir. Türkiye, Avrupa’nın en büyük hidroelektrik güç potansiyeline sahip ülkesidir, hidroelektrik ekonomik potansiyeli tüm Avrupa’nın %16’sıdır. Bir ülkede, ülke sınırlarına veya denizlere kadar bütün tabii akışların %100 verimle değerlendirilebilmesi varsayımına dayanılarak hesaplanan hidroelektrik potansiyel, o ülkenin brüt teorik hidroelektrik potansiyelidir. Ancak mevcut teknolojilerle bu potansiyelin tamamının kullanılması mümkün olmadığından mevcut teknoloji ile değerlendirilebilecek azami potansiyele teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyel denir. Öte yandan teknik yapılabilirliği olan her tesis ekonomik yapılabilirliği olan tesis demek değildir. Teknik potansiyelin, mevcut ve beklenen yerel ekonomik şartlar içinde geliştirilebilecek bölümü ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyel olarak adlandırılmaktadır. Türkiye’de teorik hidroelektrik potansiyel 433 milyar kWh, teknik potansiyel 216 milyar kWh, ekonomik potansiyel ise 140 milyar kWh dir. EİE’den alınan verilere göre Türkiye hidroelektrik potansiyelinin %37’si işletmede, %15’lik kısmı ise inşa halindedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2023 hedefi, 36.000MW olan potansiyelin tamamını hayata geçirmektir⁸⁶. Teknik ve ekonomik potansiyellere bakıldığında, Türkiye’nin ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli, teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyelin %59’u dolayındadır. Bu oran Avrupa’da %76’dır. 2012 yılı sonu itibariyle Türkiye’de üretilen elektriğin %25’i hidroelektrik santrallerden elde edilmiştir⁸⁷.

Türkiye elektrik üretimi içerisinde hidroelektrik üretimin payı 1980’lerde %60’lar civarında ve Termik/Hidrolik dengesi 40%60 iken 90’lı yıllardan itibaren doğalgazın elektrik üretimi amacıyla kullanılmaya başlanmasıyla birlikte bu oran tersine dönmüştür. Yanlış politikalar sonucunda herhangi bir planlama olmadan yapımına izin verilen ve teşvik edilen Doğalgaz santralleriyle birlikte bu oran %17’lere kadar düşürülmüştür. 2012 yıl sonuna kadar lisans almış işletmede veya incelemesi devam eden HES projelerinin kurulu güç dağılımına bakılacak olursa sayısal olarak büyük çoğunluğu 10 MW’ın altında yer alan küçük HES’lerdir. Henüz DSİ tarafından EPDK’ya ulaştırılamamış olan projelerinde çok büyük bir bölümü 10 MW ve altında

⁸⁶ http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_turkiye_potansiyel.aspx (Erişim 19/09/2013).

⁸⁷ Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi, **Enerji Raporu, Ankara 2012**, 107.

yer almaktadır. Türkiye’de şu anda üretilen hidroelektrik enerjinin %71’i kurulu güçleri 100 MW’ın üzerinde olan 30 adet santralden elde edilmektedir. İlerleme aşamasında olan santralarda ise üretilen enerjinin %50’si kurulu güçleri 100 MW’ın üzerinde olan 34 adet santralden elde edilecektir⁸⁸. Türkiye’de işletmede olan 303 adet hidroelektrik santralin toplam kurulu gücü 17.372 MW ve ortalama yıllık üretimi ise 62.000 GWh olup, bu değer toplam teknik potansiyelin %28,7’sine karşılık gelmektedir. İnşaat halinde ise 256 adet HES projesi bulunmakta ve bu projelerin toplam kurulu kapasitesi 10.590 MW olup ortalama yıllık üretimi 35000 GWh/yıl dır, Türkiye’nin toplam hidroelektrik potansiyelinin %21’ine karşılık gelmektedir. İnşaatı henüz başlamayan 1084 HES projesi olup bu projelerin toplam kurulu kapasiteleri 19.535 MW , Ortalama yıllık üretimleri ise 67.000 GWh/yıl olacaktır. İnşaatı henüz başlamayan HES projeleri Türkiye’nin toplam hidroelektrik potansiyelinin %41’i dir ⁸⁹ . 2023 yılına kadar teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek tüm hidroelektrik potansiyelin kullanılması hedeflenmektedir.

GAP’ta ulaşılan noktaya bakacak olursak : GAP kapsamındaki Karakaya, Atatürk, Dicle, Kralkızı, Birecik, Karkamış ve Batman Hidroelektrik Santrallerinden, tesislerin açılışından 2011 yılı sonuna kadar toplam 355 milyar kilovatsaat hidroelektrik enerji üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu enerjinin parasal değeri yaklaşık 21,3 milyar ABD Doları’dır (1 kWh = 6 cent). Türkiye’de 2011 yılında üretilen 38,9 milyar kilovatsaatlik hidrolik enerji içinde, GAP 17,3 milyar kilovatsaat hidroelektrik üretimiyle %44’lük bir paya sahip olmuştur (GAP enerji hedefi: 27 milyar kilovatsaat). Üretilen bu enerjinin parasal değeri ise yaklaşık 1 milyar ABD Doları’dır. Yine 2011 yılı sonunda Türkiye’nin 229,4 milyar kilovatsaatlik toplam enerji üretimi (termik, hidrolik ve rüzgar) içinde GAP’ın payı %7,5 olmuştur. Harran Ovası’nda sulama, 1995 mevsiminden itibaren başlamıştır. GAP’ın sulama projelerinin tamamlanmasıyla 1,8 milyon hektar alanın sulamaya açılması hedeflenmektedir. 2011 yıl sonu itibariyle DSİ tarafından sulamaya açılan alan 370.418 hektar olmuştur. GAP Bölgesi’nde 2007 yılında istihdam edilen kişi sayısı 1.161.000 iken, GAP Eylem Planı’nın uygulanmaya başladığı 2008 yılı itibariyle hızla artmaya başlamış ve 2011 yılı sonu itibariyle 1.555.000’e ulaşmıştır. Yani 4

⁸⁸ a.g.e,110.

⁸⁹ <http://www.dsi.gov.tr/docs/hizmet-alanlari/enerji.pdf?sfvrsn=2> (Erişim:19/09/2013).

yılda 394.000 kişiye istihdam sağlanmıştır. Tarımda azalan istihdamın ise sanayi ve hizmetler sektörüne kaydığı görülmektedir⁹⁰.

4.4. TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ

Türkiye Akdeniz volkan kuşağında bulunmaktadır bu nedenle zengin bir jeotermal potansiyele sahiptir. Jeotermal potansiyelinin önemli bir kısmı Batı, Kuzey-Batı ve Orta Anadolu'da bulunmaktadır; Afyon-Ömerli, Afyon-Gecek, Balıkesir-Gönen, Ankara-Kızılcahamam, Ankara-Haymana, Kırşehir-Kozaklı, Sivas-Sıcakçermik, Van-Erciş, Van-Zilan, jeotermal kaynakların yoğun olarak bulundukları alanlardır. Türkiye'de ilk jeotermal aramalar 1960'lı yıllarda MTA tarafından başlatılmıştır. Bu aramalar sonunda MTA tarafından 185 jeotermal alan keşfedilmiştir. Türkiye'de 1500 dolayında sıcak ve mineralli su kaynağı ve kuyu mevcuttur.

Türkiye'nin jeotermal potansiyeli 31.500 MW'dır. Bu potansiyelin %79'u Batı Anadolu'da toplanmış, Bugüne kadar bu potansiyelin %13'ü (4000MW) kullanıma hazır hale getirilmiştir. Elektrik üretimi için 2010 yılında toplam kurulu güç 100 MWe olup Türkiye'de kaynak ve kuyulardan elde edilen termal su kapasitesi 4078 MWt tır. Türkiye 31.500 MW kurulu güç ile Avrupa'da birinci Dünya'da ise 7. sıradadır. ETKB'nin 2010-2014 stratejik planına göre jeotermal enerji kurulu gücünün 300MW'a çıkartılması hedeflenmiştir. 2023 hedefi ise 1000 MW'tır.

Jeotermal uygulamalarda en önemli gelişme doğrudan ısı kullanımı olarak 201.000 konut, termal tesis karşılığı ısıtma ve yaklaşık 2.300.000 m² sera ısıtması düzeyine ulaşılmış olmasıdır. Türkiye'nin zengin jeotermal potansiyelinin tamamının harekete geçirilmesi halinde, entegre kullanımla birlikte yıllık ısıtma amaçlı 500.000 konutun eşdeğeri ısıtma kapasitesi için kullanılan 1 milyar m³ doğalgazın ithali önlenmiş olacaktır. Bunun yanında 400 adet termal tesisin ısıtma ve tedavi amaçlı jeotermal enerji kullanımı ile yılda toplam 6,8 milyar \$ net gelir sağlanacaktır.

Geothermal Energy Association'ın hazırladığı Uluslararası Jeotermal Piyasa Raporuna göre ; Türkiye'de 2020 yılına kadar yıllık %6-%8 arasında enerji talep artışı beklenmekte, elektrik şebekesine 50.000 MW'lık kurulum yapılması planlanmaktadır. Bugün Türkiye'de jeotermal enerjiden elektrik üretimi için mevcut kurulu kapasite 100 MW'dır fakat ispat edilmiş üretim kapasitesi 800 MW'dır.

⁹⁰ www.gap.gov.tr/gap/gap-in-bilesenleri/gap-ta-ulasilan-son-nokta (Erişim: 19/09/2013).

Türkiye jeotermal derneği, 2015 yılına kadar Türkiye’de 550 MW kurulu güç olacağını öngörmektedir. 2015 yılı için belirlenen 550 MW’lık kurulu kapasite hedefine ulaşılabilmesi için yaklaşık 1.6 milyar \$’lık bir yatırım gerekmektedir⁹¹. Enerji Bakanlığı’nın 2011 yılı açıklamalarına göre Türkiye, tüm jeotermal enerji potansiyelini hayata geçirdiği takdirde yıllık 400 milyon dolar tasarruf yapabilir ve 300.000 kişiye iş imkanı sağlayabilir.

Türkiye 31.500 MW olan toplam jeotermal potansiyelinin tamamını elektrik üretimi, şehir ısıtması, soğutma, sera ısıtması, termal tesis ısıtması, kaplıca kullanımı, kimyasal madde üretimi, sanayide kullanımı vb. uygulamalarda kullanmasıyla yıllık net 20 milyar \$ yurtiçi katma değer sağlayabilir⁹².

Hükümetin 2011 yılında çıkarttığı yeni 10 yıllık vergi kanunu, jeotermal enerjiye uygulanan vergiler, güneş enerjisi ve biyokütle enerjisine uygulananlardan az, rüzgar enerjisi ve hidroelektrik enerjiye uygulanan vergilerden fazla olacak şekilde düzenlenmiştir. Ayrıca hükümet, tesis kurulumlarında yüzde yüz türk malı kullanan firmalara daha fazla ikramiye ve teşvik primi vereceğini de açıklamıştır⁹³.

4.5. TÜRKİYE’DE BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Türkiye’de 2000’li yılların başlarından beri biyodizel ve biyoetanol sektörleri gelişim göstermekle birlikte son birkaç yıldır biyogaz sektöründe de çalışmalar hızlanmıştır.

Biyodizel sektörü Türkiye’de 2000’li yılların başlarında oluşmaya başlamasına ramen hala sıkıntılı bir sektördür. Türkiye’de 56’sı lisanslı olmak üzere 200’den fazla biyodizel tesisi kurulmuştur. Kurulan biyodizel tesislerinin toplam kapasiteleri 1,5 milyon ton civarında olmakla birlikte yerli hammadde bulunmaması nedeniyle pek çok tesisin kapandığı bilinmektedir. 14 Eylül 2011 verilerine göre EPDK’da kayıtlı 23 firma biyodizel üretim lisansına sahiptir. Ancak yerli tarım ürünlerinden aktif biyodizel üretimi yapan sadece bir firma (DB Tarımsal Enerji Sanayi Ve Ticaret A.Ş.) bulunmaktadır. İzmir’de faaliyet gösteren firma Eskişehir’den Turhal’a, Uşak’tan Siirt’e kadar verimsiz tarım arazilerinde yetiştirilen aspir bitkisi ile biyodizel üretimini gerçekleştirmektedir. 20 bin ton/yıl olan tesis kapasitesini, 2013

⁹¹ Orhan Mertoğlu, “Geothermal Resources for Power Generation and Development in Turkey”,12 <http://www.geoelec.eu/wp-content/uploads/2012/01/6.-Geothermal-resources-of-Turkey-Mertoglu.pdf> (Erişim 31/10/2013).

⁹² <http://web.deu.edu.tr/jenarum/index.php/turkiyede-jeotermal> (Erişim 19/09/2013).

⁹³ <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2011/08/u-s-companies-see-growth-potential-in-turkey> (Erişim 10/11/2013).

yılında 80 bin ton/yıl'a çıkartmayı planlanmaktadır. 2010 yılında söz konusu işletme lisansı sahibi tarafından 7.460 ton biyodizel üretimi yapılmış, dağıtıcı lisansı sahiplerine 5.774 ton satılmış ve 3.011 ton ihraç edilmiştir. 2011 yılında yine aynı firma tarafından 11.646 ton biyodizel üretimi yapılmış ve dağıtıcı lisansı sahiplerine 10.136 ton satılmıştır. Türkiye'de yerli hammadde ile üretilen biyodizelin motorinle harmanlanan %2'lik dilimi ÖTV'den muaftır. 27.09.2011 tarihli Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren EPDK kararı gereğince piyasaya akaryakıt olarak arz edilen motorin türlerinin, yerli tarım ürünlerinden üretilmiş biyodizel içeriğinin 1 Ocak 2014 tarihi itibarıyla en az %1, 1 Ocak 2015 tarihi itibarıyla en az %2, 1 Ocak 2016 tarihi itibarıyla en az %3 olması zorunluluğu getirilmiştir. Türkiye'de 2011 yılı motorin tüketiminin yaklaşık 14,7 milyon ton olduğu ve her yıl arttığı dikkate alındığında 2014 yılında yaklaşık 160-170 bin ton biyodizele ihtiyaç duyulacaktır. Ancak Türkiye'de üretilen bitkisel yağlar tüketimi karşılamadığı için bitkisel yağlardan üretilen biyodizel kullanım zorunluluğu kamuoyunda tepki ile karşılanmaktadır⁹⁴.

Biyoetanol sektöründe Türkiye'de daha istikrarlı bir süreç işlemiştir. Biyodizele benzer şekilde 2000'li yılların başında başlayan biyoetanol akımı, yapılanma ile günümüze kadar gelse de bugüne kadar kullanım zorunluluğu olmaması nedeniyle sektörde bir canlılık sağlanamamıştır. Türkiye'de, biyoetanol sektöründe mevcut durumda 3 üretim tesisi bulunmaktadır. Türkiye'de kurulu biyoetanol üretim kapasitesi 149,5 milyon litredir. Bunun %56'lık kısmı, 84 milyon litre ile bir çiftçi kuruluşu olan Pankobirlik çatısı altında yer alan Konya Şeker Tic. ve San. A.Ş.'ye aittir. Diğer 2 tesis Bursa (Kemalpaşa) ve Adana'da kurulu olup mısır ve buğdaydan üretim yapmaktadır. Türkiye'nin biyoetanol kurulu kapasitesi benzin tüketiminin yaklaşık %7'sini karşılar durumdadır. Ancak pazarda yer alan biyoetanol, benzin tüketiminin %1'inin çok altındadır. Türkiye'de biyodizelde olduğu gibi biyoetanolda de yerli hammadde ile üretilen biyoetanolün %2'lik kısmı ÖTV'den muaftır. 2013 yılında benzine harmanlanması zorunlu biyoetanol miktarı yaklaşık 54 milyon lt olacaktır. 54 milyon lt biyoetanol kullanımının Türkiye ekonomisine katkısı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

- 3.355 ha alanda yapılacak enerji tarımı ile, 2.850'si tarımda, 35'i sanayide,

⁹⁴ Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi, **Enerji Raporu, Ankara 2012**, 207.

olmak üzere 2.885 kişiye doğrudan, 350 kişiye dolaylı olmak üzere toplam 3.235 kişiye istihdam sağlanacaktır.

- Yaratılan istihdamın ülke ekonomisine katkısı 387,4 Milyon \$ (697.310.535 TL)'dir.
- 42.8 Milyon \$ (77.040.000 TL)'lık hammadde talebi yaratılacaktır.
- 54 milyon lt biyoetanolün benzinle harmanlanması ile, 330 bin m³ (2,1 milyon varil) ham petrol ikamesi salanacak, böylece 203.4 milyon \$'lık ham petrol ithalatı yapılmayacaktır.
- Elde edilen biyoetanolün taşınması ile 1.4 milyon \$ (2.500.000 TL)'lık katma değer yaratılacaktır.
- 54 Milyon lt biyoetanol üretiminin yanı sıra, ekonomik değeri 30.7 Milyon \$ (55.227.452 TL) olan 106.080 ton yüksek proteinli yem elde edilecektir.
- Sadece yem piyasasından 2 milyon 456 bin \$ (4.418.196 TL) yeni vergi imkanı doğacaktır. Ayrıca yemin nakliyesinden 2.06 Milyon \$ (3.712.800 TL) katma değer sağlanacaktır.
- Biyoetanol tesislerinin artığı olarak elde edilen 106.080 ton yem olmasaydı, bu miktardaki yemin üretilmesi için 10.000 ha alana ihtiyaç duyulacaktır.
- Hizmet sektöründe 2.8 milyon \$ (5.000.000 TL)'lık iş hacmi yaratılacaktır.
- 119.500 ton CO₂ tasarrufu sağlanacaktır.

Türkiye'de sadece şeker pancarına dayalı biyoetanol üretim potansiyeli 2–2.5 milyon ton civarındadır. Bu değer 2011 yılı benzin tüketiminin tümünü karşılamaktadır⁹⁵.

Biyogaz konusunda Türkiye'deki profesyonel çalışmalar 1980 yılında Tarım Bakanlığı bünyesinde başlamış olmasına rağmen, sürdürülememiştir. Vizyon 2023'e göre, modern biyokütle alanında 2005 itibarıyla başlaması planlanan çalışmalar çerçevesinde, 2010 yılına kadar biyokütle gazlaştırma araştırmalarının yapılması ve

⁹⁵ a.g.e, 208.

pilot tesislerin kurulması, 2018 yılı'nda küçük (1-3 MW) ve orta (5-10 MW) ölçekli biyokütle gazlaştıran kojenerasyon tesislerinin kurulması öngörülmüştür. Yine Vizyon 2023'e göre, 2009 yılı'nda organik atıkların bertaraf edilmesi amacıyla evler için 20 m³ metan/ton organik madde kapasiteli anaerobik çürütme reaktörlerinin tasarlanması, 2012'de, gazı ısı enerjisine dönüştüren reaktörlerin tasarlanması, 2014'te ise elde edilen gazı elektrik enerjisine dönüştüren reaktörlerin tasarlanması öngörülmektedir. 2016 yılı'nda ise gazın temizlenerek hidrojen gazı elde edilmesi ve 2018 yılı'ndan sonra biyokütleden de elde edilebilen hidrojen teknolojisinin taşıtlarda uygulanması beklenmektedir. Türkiye'de biyogaz sektörü başta Ankara, İstanbul, Bursa, Kayseri, Gaziantep, Samsun vb bazı şehirlerde olmak üzere çöpten biyogaz üretimi ve bazı sanayi tesislerinde biyogaz üretimi, Orman Bakanlığı tarafından Anadolu'nun farklı yörelerinde yürütülen gazifikasyon demonstrasyon projeleri ve özel sektörde yürütülmekte olan sayıları az da olsa nitelikli biyogaz projelerinden oluşmaktadır. 22.6 MW'lık elektrik üretim kapasitesine sahip olan Ankara-Mamak çöplüğünden elde edilen elektriğin yanı sıra oluşan atık ısı çöplük arazisinde kurulan seralarda kullanılmaktadır. Ayrıca toplamda 2.000 m²'ye tamamlanacak havuzlarda verimli bir biyoyakıt hammaddesi olan algler (su yosunu) yetiştirilmektedir. Diğer yandan Türkiye'de hayvan varlığı sürekli azalmasına rağmen TÜİK, FAO ve Tarım Bakanlığı verilerine göre 2010 yılında 11.4 milyon büyükbaş, 29.2 milyon küçükbaş (1984 de 64 milyondur) ve 238 milyon kümes hayvanı bulunmaktadır. Literatür verilerine göre 1 büyükbaş hayvan yılda 3.6 ton, bir küçük baş hayvan 0.7 ton, 1 kümes hayvanı 0.022 ton ya gübre üretmekte ve 1 ton sığır gübresi 33 m³, 1 ton koyun gübresi 58 m³, 1 ton kümes hayvanı gübresi 78m³ biyogaz oluşturmaktadır. Basit hesaplara Türkiye yıllık hayvan dışkısı biyogaz teorik potansiyelinin büyüklüğü tahmin edilebilir. Kümes hayvanlarından: 401.5 milyon m³, Küçükbaş hayvanlardan: 852.6 milyon m³, büyükbaş hayvanlardan 1354.2 milyon m³ biyogaz üretilebilir; toplamda ise 2608 milyon m³ gaz üretilebilir⁹⁶.

Türkiye zengin biyokütle kaynaklarına sahiptir. Biyokütleden enerji üretimi, Türkiye'nin enerji portföyünü zenginleştirecek kıymetli bir seçenektir. Bununla birlikte büyük potansiyeline rağmen Türkiye'de biyokütle enerjisine gereken önem henüz verilmemektedir. 2010 yılında hazırlanan Türkiye'nin Enerji Strateji Raporunda biyokütle enerjisi terim olarak bile yer almamaktadır. Türkiye'de 19

⁹⁶ a.g.e, 2009.

Eylül 2012 tarihi itibarı ile EPDK'dan işletme lisansı alan 64 adet biyokütle santrali bulunmaktadır. 113.3 MW'ının işletmede olduğu bu santrallerin toplam elektrik üretim kapasitesi 165.9 MW'tır. Bunlara ilaveten toplam 8.32 MW kapasiteli 3 tesise de lisans verilmesi uygun görülmüştür. Gaz, sıvı ve katı olmak üzere sınıflandırılabilen biyoyakıtlar, otomobillerde, ağır vasıtalarda, uçaklarda, trenlerde, gemilerde ulaştırma yakıtı olarak kullanılmasının yanı sıra doğalgazın kullanıldığı her alanda (elektrik, ısınma, pişirme, soğutma) kullanılabilmektedir. Sıvı biyoyakıtlardan biri olan biyoetanol, benzinle ve son yıllarda motorinle de harmanlanarak kullanılabilen, biyodizel ise motorinle harmanlanarak kullanılabilen veya doğrudan motorin yerine kullanılabilen bir biyoyakıttır. Gaz yakıtlar biyogaz, sentez gazı olarak adlandırılmaktadır. %50-%70 metan içeren biyogaz temizlenerek doğalgaz niteliğinde kaynak elde edilmektedir. Dolayısıyla biyogaz elektrik üretiminde kullanılmakla birlikte zenginleştirilerek doğalgazın kullanıldığı her alanda (elektrik, ısı, yakıt) kullanılmaktadır⁹⁷.

4.6. TÜRKİYE'NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI

10 Mayıs 2005 tarihli ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu Türkiye'de bu konuyla ilgili ilk yasal düzenlemedir. 2007 yılında çıkarılan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve 2008 yılında 5784 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nda değişiklik ile verilen teşvikler artırılmıştır. Ancak bu düzenlemeler ve buna bağlı uygulamalar, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelini değerlendirebilmesi için yetersiz kalmıştır. 2008-2010 yılları arasındaki iki yıl süresince enerji piyasasındaki hemen hemen tüm oyuncuların heyecanla beklediği yeni kanun Eylül 2010 itibarıyla Meclis'ten geçmemiştir. Bu durum Türkiye'nin doğal gaz, petrol ve kömür gibi fosil yakıtlara ve dolayısıyla yurt dışına olan bağımlılığını azaltmasına engel olmuştur.

Mayıs 2005'te yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kanunu'nun amacı, 'yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir'. Söz

⁹⁷ a.g.e, 211.

konusu kanun, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğe devlet desteği ve alım garantisi vermiştir. Böylelikle 2005-2010 yılları arasında hidroelektrik, rüzgâr ve jeotermal santrallerine ciddi yatırımlar gerçekleştirilmiştir. Ancak güneş ve biyokütleden enerji üretiminde başta mevzuat yetersizliği sebebiyle ciddi bir artış gözlenmemiştir. Yenilenebilir kaynaklardan sağlanan elektrik üretimi 2007’de toplam üretimin %19’unu oluşturmuştur. 2009 yılında yayınlanan Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesinde 2023 yılı için bu rakamın %30’a ulaşması hedeflenmektedir. Aynı belgede tüm yenilenebilir enerji kaynakları için ayrı ayrı hedefler belirlenmiştir. Gelişmiş ülkelerde uzun yıllardır teşvik edilen yenilenebilir enerji kaynakları, Türkiye için ciddi bir potansiyel oluşturmaktadır. Ancak bu potansiyelden tam olarak yararlanabilmek için bir an önce harekete geçilmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve TBMM Sanayi ve Enerji Komisyonu tarafından mevcut kanun metninden yola çıkılarak yeni kanun tasarıları hazırlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmeye yönelik kanun tasarısı 29 Aralık 2010 tarihinde TBMM’de kabul edilerek yürürlüğe girdi. Kanunda, enerji üretiminde kullanılan tesislerde yerli üretim aksam ve teçhizat kullanımı durumunda ek destekler uygulanması da öngörülmüştür. Yasayla, yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesisleri için uygulanacak fiyatlar euro cent yerine dolar cent olarak belirlenmiştir. Türkiye’de 2008 yılında üretilen 198 Milyar KW/h’lık elektrik enerjisinin %17’lik kısmı hidroelektrik ve rüzgar enerjisinden sağlanmıştır. Kalan kısım ise kömür ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardan karşılanmıştır. Bu kapsamda elektrik enerjisinde kaynakları çeşitlendirmek isteyen hükümet hidroelektrik, jeotermal, biyokütle, rüzgar, güneş, biyogaz gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımları arttırmayı hedeflemiştir. Enerji Bakanlığının projeksiyonlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının payının 2020 yılında 20.000 MW olması hedeflenmektedir. Kanuna göre yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesisler için ‘YEK destekleme mekanizmasında’ belirlenen fiyatlar şu şekildedir:

- Hidroelektrik üretim tesisleri için 7.3 dolar cent.
- Rüzgar Enerjisine dayalı üretim tesisleri için 7.3 dolar cent.
- Jeotermal enerjiye dayalı üretim tesisleri için 10.5 dolar cent.

- Biyokütleyle dayalı üretim tesisleri için 13.3 dolar cent.
- Güneş enerjisine dayalı üretim tesisleri için 13.3 dolar cent⁹⁸.

31 Aralık 2015 tarihine kadar işletmeye girmiş ya da girecek YEK destekleme mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için bu fiyatlar 10 yıl süre ile uygulanacaktır. Bu tarihten sonra işletmeye girecek olan tesislerde ise fiyatlar, yukarıda belirtilen fiyatları geçmeyecek şekilde bakanlar kurulunca belirlenecektir. Yenilenebilir Enerji Kanunu, yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmenin yanı sıra bu sistemlerde kullanılacak yerli üretimi de teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

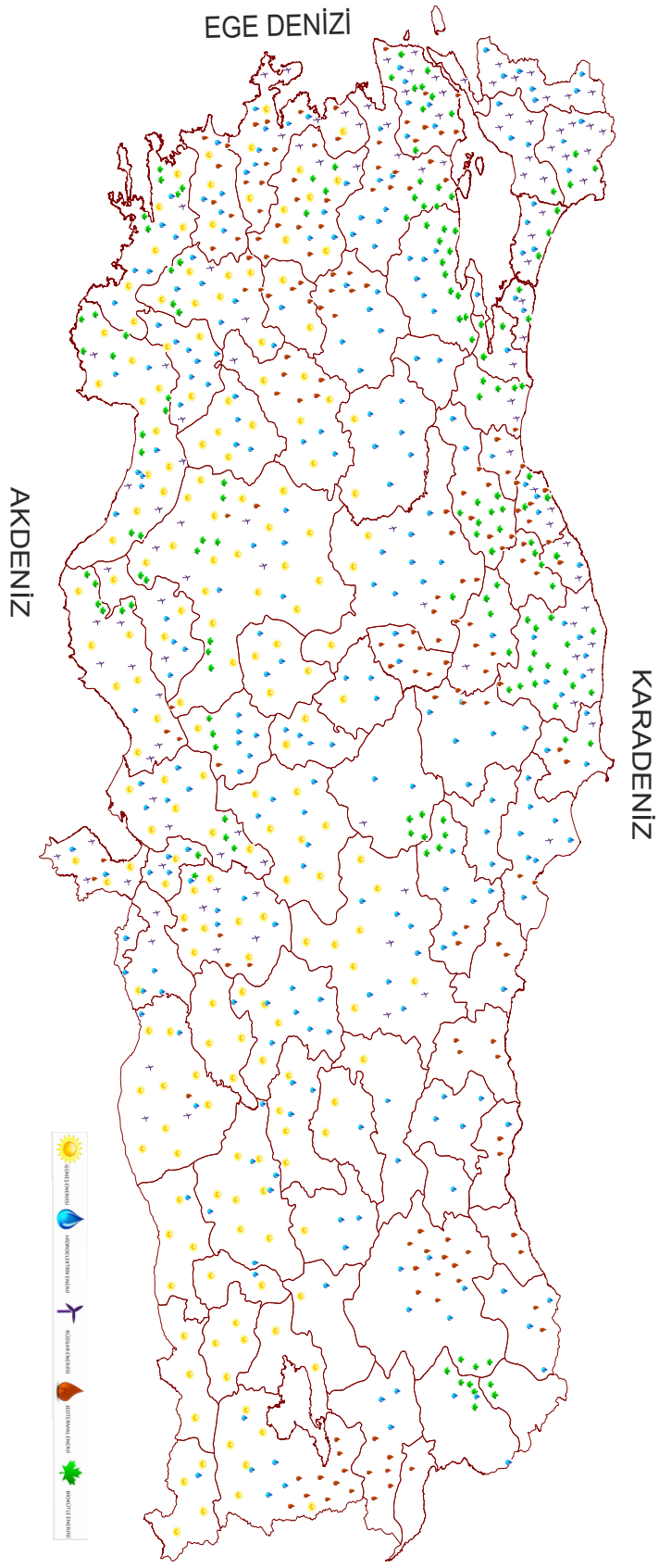
Türkiye Cumhuriyeti'nin Kuruluşunun 100. yılı olan 2023 yılında enerji teknolojileri alanında öncü ülke konumuna gelmesini sağlamak amacıyla 'Vizyon 2023 Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli' TUBİTAK tarafından oluşturulmuş bir çalışma grubudur. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili maddelerde yer almaktadır. Bunlar;

- Küçük hidroelektrik santral teknolojisinde yetkinlik kazanarak, standart türbin üniteleri geliştirmek ve ekonomik hidro potansiyelin tümünü devreye sokmak.
- Biyokütle kullanımını modernleştirip, 'enerji bitkileri ve ormanları' kavramları da dahil olmak üzere geliştirerek, biyokütle gazlaştırma sistemlerini geliştirmek, biyogaz kullanımını yaygınlaştırmak
- Rüzgar, güneş ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teknolojileri geliştirmek ve enerji üretiminde bu kaynaklara, ekonomiklikleri oranında artan yer vermek⁹⁹.

⁹⁸ www.tobb.org.tr/AvrupaBirliğıDairesi/Dokumanlar/Raporlar/YenilenebilirEnerjiTeşvikleri.pdf (Erişim: 15/11/2013).

⁹⁹ www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/edk/enerji_son_surum.pdf (Erişim: 15/11/2013).

TÜRKİYEİN POTANSİYEL YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI HARİTASI



5.YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNİN GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE GSYİH'YA ETKİSİNİ İNCELEYEN BİR EKONOMETRİK MODEL

Bu bölümde yenilenebilir enerji tüketiminin GSYİH üzerindeki etkisi panel veri ekonometrisi kullanılarak incelenmiştir. Bu çerçevede onbeş gelişmekte olan ülke (Arjantin, Bangladeş, Brezilya, Bulgaristan, Çin, Endonezya, Hindistan, İran, Kolombiya, Macaristan, Malezya, Meksika, Mısır, Şili ve Türkiye) örnekleme ilişkin çeşitli değişkenlere ait 2001-2011 yıllarına arasındaki veriler kullanılmıştır. Bu doğrultuda oluşturulan ekonometrik model EKK(OLS), sabit etkiler (Fixed Effect) ve rassal etkiler (Random Effect) modelleri ile tahmin edilmiştir.

5.1. ENERJİ TÜKETİMİ - GSYİH İLİŞKİSİ ÜZERİNE LİTERATÜR

Enerji tüketimi ve GSYİH arası ilişkiyi gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için modellemek, çok aktif bir araştırma alanıdır. Literatürde yayınlanmış çalışmaların çoğu elektrik tüketimi ve gelir ilişkisini veya petrol tüketimi ve gelir ilişkisini ele almaktadır. Literatürde, yenilenebilir enerji tüketimi ile gelir arası ilişkiyi, gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde inceleyen çalışmalar daha nadir olarak karşımıza çıkmaktadır. Chian ve Hu (2007,2008) yenilenebilir enerji ve teknik etkinlik arası ilişkiyi gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için incelemiş, yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın teknik etkinlikte artışa sebep olacağını bulmuşlardır. Sadorsky (2009) ise çalışmasında yenilenebilir enerji tüketimi ve gelir arasındaki ilişkiyi gelişmekte olan ülkeler için panel veri analizi yaparak açıklamaya çalışmıştır. Yapılan panel koinegrasyon çalışması sonucunda kişi başına düşen gelirde yaşanan artışın yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisinin pozitif ve istatistiki olarak anlamlı olduğunu bulmuştur. Uzun dönemde kişi başına düşen gelirde yaşanan %1'lik artışın,

kişi başına yenilenebilir enerji tüketimeinde %3.5'lik artışa sebep olacağı sonucuna ulaşmıştır.

Enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisi enerji ekonomisi başlığı altında sıkça ele alınan bir konudur. Literatürde enerji tüketiminin GSYİH'ya etkisini inceleyen bir çok çalışma bulunmaktadır. Soytaş ve Sarı (2003) çalışmalarında Çin dışındaki gelişmekte olan on ülkede enerji tüketiminin GSYİH'ya etkisini bulmak amacıyla panel veri analizi yapışlardır. Çalışma sonunda Arjantin'de çift yönlü nedensellik bulunurken, İtalya ve Kore'de ise tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur, GSYİH artışının enerji tüketimini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Lee (2005) ise çalışmasında, 1975-2001 yılları arasında gelişmekte olan onsekiz ülkede enerji tüketimi ve GSYİH'nın birlikte hareketini ve aralarındaki nedensellik ilişkisini birim kök testi, heterojen panel kointegrasyonu ve panel hata düzeltme modelini kullanarak açıklamaya çalışmışlardır. Yang (2000), enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişkiyi 1954-1997 yılları arasında Granger Tekniğini kullanarak Tayvan için incelemiştir. Altınay ve Karagöl (2004) çalışmalarında, Türkiye'de 1950-2000 yılları için enerji tüketimi ile GSYİH arası ilişkiye bakmak için birim kök testi ve nedensellik testi uygulamışlar ve çalışma sonunda Türkiye'de seçilen yıllar arasında enerji tüketimi ve GSYİH arasında nedensellik ilişkisi bulamamışlardır. Lise ve Montfort (2007), Türkiye'de enerji tüketimi ile GSYİH arasında kointegrasyon ilişkisinin varlığını sorgulayan çalışmalarında 1970-2003 yılları arası periyodu ele almışlardır, çalışma sonunda enerji tüketimi ve GSYİH arasında kointegrasyon olduğu ve Türkiye'de ekonomik büyüme devam ettiği sürece enerji tüketiminin de artacağı sonucuna ulaşmışlardır. Mehrara (2007) ise çalışmasında petrol ihrac eden ülkeleri ele almıştır, seçilen onbir petrol ihracatçısı ülkede kişi başına enerji tüketimi ile kişi başına gelir arası rassal ilişkiyi panel birim kök testi ve panel kointegrasyon analizi yaparak incelemişlerdir. Çalışma sonunda petrol ihracatçısı ülkelerde enerji tüketimi ile gelir arasında çok güçlü bir ilişki ortaya koyulmuştur, petrol ihracatçısı ülkelerde politikacılar yerel petrol fiyatlarını, serbest piyasa ekonomisinde oluşan fiyatların altında belirleyerek yerel enerji tüketimini arttırmaktadırlar.

Enerji tüketimi ve büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi ise test edilebilir dört ayrı katagoriye ayrılabilir. İlk olarak büyüme hipotezi, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki direk veya indirek etkisini açıkça anlatır. Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisi varsa, enerji tüketimini kısıtlamaya yönelik çabaların da ekonomik büyüme üzerinde negatif etkisi var demektir (Payne, 2010).

İkinci olarak konservatif hipotez, seragazı emisyonlarını azaltmayı amaçlayan ve dolayısıyla enerji tüketimlerini ve kirletici etkiyi azaltmayı amaçlayan politikaların ekonomik büyüme üzerinde olumsuz sonuçlar yaratmayacağını savunmaktadır (Zhang ve Cheng 2009). Üçüncü olarak geribildirim hipotezi, enerji tüketimi ve büyüme arasında bağımsız bir ilişki olduğunu fakat birbirlerini tamamladıklarını savunmaktadır (Apergis ve Payne 2009). Son olarak yansızlık hipotezi, enerji tüketiminin tüm çıktı içinde küçük bir bileşen olduğunu bu nedenle ekonomik büyüme üzerinde ya çok küçük bir etkisinin olduğunu ya da hiç etkisinin olmadığını savunmaktadır (Asafu-Adjaye, 2000).

Literatürde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çeşitli ampirik çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Nachane ve dig.(1988) Guetamala için 1950-1985 yıllarını inceleyen iki değişkenli hata düzeltme modeli kullanarak, büyüme hipotezini destekleyen sonuçlar bulmuşlardır. Murry ve Nan (1996) ise granger nedensellik testi kullanarak, 1970-1990 yılları arasında El Salvador'da elektrik tüketiminin GDP'yi etkilemediği yönünde sonuçlar bularak konservatif hipotezi destekleyici yönünde kanıtlar sunmuştur. Huang ve dig.(2008) düşük gelirli ülkeler için panel veri analizi yaparak yansızlık hipotezini, orta gelirli ülkeler için panel veri analizi yaparak ise konservatif hipotezi ispatlamaya çalışmışlardır. Apergis ve Payne (2009), 1980-2004 yılları için altı Orta Amerika ülkesi için yaptıkları panel çalışmasında, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında hem kısa dönem, hem uzun dönemde nedensellik ilişkisi olduğunu, çok değişkenli hata düzeltme modeli kullanarak bulmuşlardır. Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmalar ise daha nadirdir. Örneğin, Sadorsky, 1994-2003 yılları için 18 gelişmekte olan ülkeyi incelemiş, iki değişkenli panel hata düzeltme modelini kullanmıştır. Sadorsky (2009) çalışmasında, yenilenebilir enerji tüketiminin büyümeye olan ilişkisi üzerine iki yönlü nedenselliği kanıtlayan sonuçlara ulaşmıştır. Payne ise Granger nedenselliğini test etmek için Toda-Yamamoto prosedürünü uygulayarak 1949-2006 yılları için ABD üretim modelini incelemiş ve yenilenebilir enerji tüketimi ile büyüme arasında bir nedensellik ilişkisi bulamamıştır. Apergis ve Payne (2010), 1985-2005 yıllarında OECD ülkeleri için çok değişkenli panel hata düzeltme modeli kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi ile büyüme arasında ikiyönlü nedensellik olduğunu hem kısa dönem hem de uzun dönem için kanıtlamışlardır. Chontanawat ve dig. (2008) enerji tüketiminin ekonomik büyümeye etkisini incelemek amacıyla yüz ülke üzerinde sistematik bir çalışma yapmışlardır.

Çalışma sonucunda OECD ülkelerinde daha güçlü bir ilişki ortaya çıkarken OECD dışında kalan ülkelerde bu ilişki daha zayıf bulunmuştur. Ghosh (2002) ise çalışmasında elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arası Granger nedenselliğini Hindistan için incelemiştir ve sonuç olarak veriler arasında uzun dönem ilişki bulamamıştır.

5.2. VERİ ve EKONOMETRİK YÖNTEM

5.2.1. VERİ

Çalışmanın örneklemini oluşturan ülkeler, Arjantin, Bangladeş, Brezilya, Bulgaristan, Çin, Endonezya, Hindistan, İran, Kolombiya, Macaristan, Malezya, Meksika, Mısır, Şili ve Türkiye'dir. Analizde 2001-2011 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji kullanım oranına ait verilerin ancak söz konusu dönemi kapsaması dönem seçiminde etkili olmuştur. GSYİH, sermaye stoku ve istihdama ilişkin veriler Penn World Table 8.0. versiyon'dan elde edilmiştir. Toplam elektrik tüketimi ve yenilenebilir enerji kullanım oranına ait verilerse sırasıyla World Bank Development Indicators ve BP Statistics'den sağlanmıştır.

5.2.2. EKONOMETRİK YÖNTEM

Çalışmamız daha önce de belirttiğimiz gibi, 2001-2011 yılları itibariyle on beş gelişmekte olan ülke örneklemini çerçevesinde yenilenebilir enerji tüketiminin GSYİH üzerinde bir etkisi olup olmadığı ampirik olarak incelenmektedir.

Bu çerçevede, aşağıdaki regresyon modeli tahmin edilmeye çalışılmaktadır:

$$\ln Y_t = \alpha + \beta_1 \ln K_t + \beta_2 \ln L_t + \beta_3 \ln E_t + \beta_4 RE_t + \mu_t$$

Çalışmamızda regresyon analizi yapmamızın sebebi değişkenler arası ilişkinin varlığı ve ilişki var ise bu ilişkinin gücü hakkında bilgi edinmeye çalışmamızdır.

Denklemden, Y; reel GSYİH'yi, K; reel sermaye stoğunu, L; istihdamı, E; toplam elektrik tüketimini (mtep cinsinden), ve RE; yenilenebilir enerji kullanım oranını ifade etmektedir.

Model tahmininde ilk olarak EKK tahmin yöntemi kullanılmıştır. Ancak, ihmal edilen değişkenlerin regresyon parametrelerinin sapmalı olmasına yol açabileceği göz önüne alınarak ayrıca sabit etkiler ve rassal etkiler modelleriyle de model

tahmini yapılmıştır. Bilindiği üzere sabit etkiler modeli hata teriminin açıklayıcı değişkenlerle ilişkili olduğu varsayımına dayanırken rassal etkiler modeli böyle bir ilişkinin olmadığı varsayımı üzerine temellenmektedir¹⁰⁰. (Baltagi,2005). Önceden belirlenmiş ülke gruplarında ve GSYİH'yi etkileyen zaman içinde değişmeyen ihmal edilen/gözlemlenemeyen değişkenlerin (kültür, coğrafya vs..) büyük olasılıkla regresyondaki açıklayıcı değişkenler ile ilişkili olduğu düşünüldüğünde sabit etkiler modeli amaca daha uygun gözükmemektedir. Bunun yanında yaptığımız Hausmann testi sabit etkiler modeli lehine sonuç vermiştir. Buna karşın rassal etkiler modeli çalışmada raporlanmıştır. İkinci olarak, sabit etkiler ve rassal etkiler modelleri otokorelasyonun etkisini kontrol etmek üzere AR1 varsayımı altında yeniden tahmin edilmiştir.

5.3. EKONOMETRİK BULGULAR

Analiz sonucunda Tablo 5.1'den izlenebileceği üzere, sermaye stoku (K) tüm modeller pozitif katsayıya sahip ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığa sahiptir. Sermaye stokunun milli geliri oluşturan önemli bir üretim faktörü olduğu düşünüldüğünde bu bulgu beklentilerle uyumlu olmaktadır. İstihdam (L) değişkeninin katsayısı ise yalnız sabit etkiler-AR(1) modelinde %10 düzeyinde olmak üzere anlamlı bulunmuştur.

Çalışmamızın asıl ilgi alanını oluşturan değişkenleri incelediğimizde elektrik tüketiminin (E)tüm modellerde pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bir katsayıya sahip olduğu bulgulanmıştır. Söz konusu anlamlılık düzeyi Model 2 dışında tüm modeller için %1'dir. Bu çerçevede elektrik kullanımının GSYİH üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olması beklentilerle uyumludur.

İlgi alanımızı oluşturan esas değişken olan yenilenebilir enerji tüketimi (RE) değişkeni ise modellerde pozitif bir katsayıya sahipken, modellerin hiçbirinde konvansiyonel düzeylerde istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durumu ortaya çıkaran kanımızca çeşitli sebepler olabilmektedir. Seçilen 15 gelişmekte olan ülke arasında Güney Amerika ülkeleri hariç yenilenebilir enerji kullanım oranları nispeten düşüktür. Seçilen ülkeler (Güney Amerika ülkeleri hariç) yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi konusuyla henüz yeni tanışan ülkelerdir ve

¹⁰⁰ Badi H. Baltagi, (2005) Econometric Analysis of Panel Data 3.edition, Wiley&Sons.

yatırımlar Almanya, Danimarka, ABD gibi gelişmekte olan ülkelerle kıyaslanamayacak kadar küçüktür. Yenilenebilir enerji kullanımının seçilen ülkelerde çok küçük olması buna karşılık saniyileşme süreçlerini tamamlamaya çalışan bu ülkelerde enerji tüketiminin yıldan yıla artış göstermesi ortaya çıkan bu sonucun önemli bir nedeni olabilir. Günümüzde gelişmekte olan ülkelerin fosil enerji bağımlılıklarından kurtulmak ve çevre dostu enerji üretimi yapmak adına yenilenebilir enerji yatırımlarına hızla devam ettikleri göz önünde bulundurulursa, gelecekte yenilenebilir enerji tüketiminin ülkelerin hem enerji arz güvenliklerini sağlamada hem çevre ve insan sağlığına dost enerji üretimi yapabilmelerinde hem de enerji dış alımı sonucunda ortaya çıkan ekonomik yükü ve cari açığı kapatmada çok önemli bir alternatif kaynak olabileceği düşünülebilir.

Tablo 5.1. Yenilenebilir Enerji Tüketiminin GSYİH Üzerindeki Etkisi.

<i>Bağımsız Değişken</i> (GSMH)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ln K	0.486*** (0.120)	0.349*** (0.721)	0.353*** (0.667)	0.290*** (0.044)	0.353*** (0.066)
ln L	3.68 (4.02)	6.72 (1.51)	4.28 (6.23)	4.15** (2.02)	4.28 (6.23)
ln E	0.46*** (0.12)	0.506** (0.171)	0.526*** (0.125)	0.414*** (0.887)	0.526*** (0.125)
RE	0.416 (0.417)	-0.29 (0.521)	-0.145 (0.416)	-0.095 (0.159)	-0.145 (0.416)
cons	11.171*** (2.89)	14.92*** (1.531)	14.71*** (1.521)	16.6*** (0.219)	14.71*** (1.521)
Wald test (χ^2)					264.51***
Gözlem sayısı	165	165	165	165	165
R ²					
tamamı	0.9683	0.9568	0.9608	0.8745	0.9608

***%1 anlamlılığı, **%5 anlamlılığı, * %10 anlamlılığı ifade eder.

(1) numaralı sütun OLS tahmin yöntemi sonuçlarını, (2) numaralı sütun sabit etkiler ile alınan sonuçları (3) numaralı sütun rassal etkiler ile alınan sonuçları,(4) numaralı sütun sabit etkiler-AR1 sürecini, (5) numaralı sütun rassal etkiler-AR1 sürecini ifade eder.

6.SONUÇ

İnsanoğlunun yaşamını devam ettirebilmesi için en temel kaynak olan enerjiye duyulan ihtiyaç, teknolojik gelişme ve nüfus artışına bağlı olarak her geçen gün artmaktadır. Endüstrileşmiş modern toplumlar, ulaştıkları medeniyet seviyelerini korumak için fosil yakıtlara bağımlı iken , gelişmekte olan ülkeler ise sanayileşme süreçlerini tamamlamak için artan enerji ihtiyaçlarını fosil yakıt kullanımı gerektiren teknolojiler ile karşılamaktadırlar. Bugün geline nokta fosil enerji kaynaklarının tükenme sınırına gelmesi bunun yanında özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ithalatçı ülkelerin enerji bağımlılıkları, ciddi enerji arz güvenliği sorunları ortaya çıkartmaktadır. Enerji fiyatlarında yaşanan dalgalanmalar ise özellikle ithalatçı ülkelerin ekonomilerine önemli zararlar vermektedir.

Enerji kullanımının diğer önemli noktası ise hem üretim hem de tüketim aşamasında farklı boyutlarda çevresel sorunlara yol açmasıdır. Özellikle fosil yakıtların yakılarak tüketimi atmosfere başta karbondioksit olmak üzere birçok zehirli gazın salınmasına sebep olmakta, bu durum tüm insanlığı etkileyen küresel ısınma sorununu ortaya çıkarmaktadır. Fosil enerji kullanımının hem ülke ekonomilerine hem de çevre ve insan sağlığına verdiği zararlar göz önünde bulundurulduğunda yenilenebilir enerji kaynakları temiz, yerli ve tükenmez olmaları ile geleneksel enerji kaynaklarına iyi bir alternatif olmaktadır. Enerji çeşitliliğine gidilerek yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ithalatçı ülkelerde enerji bağımlılığının azaltılmasına bunun yanında ekonomiye ucuz ve çevreyle uyumlu enerji sağlanmasına yardımcı olmaktadır, yeni ve gelişime açık bir teknoloji olması sayesinde yeni yatırımları ve istihdamı desteklemektedir.

Biz bu çalışmada başta yenilenebilir enerji kaynaklarını başlıklar halinde ele alarak tanıtmaya çalıştık, sonraki bölümlerde ise Dünya’da ve Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarını ele aldık, mevcut potansiyelleri ve bu potansiyellerin ne kadarının kullanıldığından, ülkelerin potansiyellerini kullanmak için sahip oldukları kurulu güç kapasitelerinden ve yenilenebilir enerji tüketimlerinden söz ettik, 1992, 2002, 2012 Sürdürülebilir Kalkınma Zirvelerine de

Çalışmamızda yer verdik. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise Türkiye'nin sahip olduğu büyük yenilenebilir enerji potansiyelini tek bir harita üzerinde görebileceğimiz Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Haritasını oluşturduk. Bu harita daha önce benzerine rastlanmaması açısından bir ilktir. Türkiye'nin güneş enerjisi, rüzgar enerjisi haritaları bulunmasına rağmen Türkiye'nin tüm yenilenebilir enerji potansiyelini tek bir harita üzerinde seçilen semboller yardımıyla gösteren bu harita daha önce yapılmamış bir çalışmadır. Çalışmanın dördüncü bölümünde ise içlerinde Türkiye'nin de olduğu seçilen 15 gelişmekte olan ülkede yenilenebilir enerji tüketim oranlarının real GDP ye olan etkileri 2001-2011 yılları için incelenmiştir. İncelenen gelişmekte olan ülkelerin çoğunda yenilenebilir enerji kullanım oranları seçilen yıl aralığında düşük olduğu için, yenilenebilir enerji tüketiminin GSMH üzerinde küçük bir etkisi olduğu ortaya çıkmıştır, buna rağmen özellikle başta Almanya, Danimarka İspanya ve İngiltere gibi gelişmiş ülkelerin yenilenebilir enerji alanında yatırımlarına hızla devam ettikleri göz önünde bulundurulduğunda yenilenebilir enerji kullanımının uzun vadede ülke ekonomilerinin büyümesinde ve çevre ve insan sağlığının korunmasında büyük katkısı olduğu açıktır.

KAYNAKÇA

KİTAPLAR:

Avrupa Birliği Köprüleri Programı, **AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye yansımaları, 2, AB'de Enerji ve Çevre, AB Enerji Modelleri**. Avrupa Bilgi Köprüleri Programı Yayını, Ankara, 2003.

Baltagi, H. Badi. **Econometric Analysis of Panel Data**. 3. Edition Wiley and Sons, 2005.

Dolun, Leyla. **Türkiye'de Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kullanılan Kaynaklar**. Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Yayınları, Sektörel Araştırmalar, Ankara, 2002.

Eriş, Ahmet. Enerji Politikaları ve Yerli, Yeni, Yenilenebilir Enerji Kaynakları. **Türkiye 6.Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı**. TMMOB Yayını, Ankara 2003.

Gürsoy, Umur. **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**. Türk Tabipler Birliği Yayınları, Ankara 2004.

İnan, Demir. **Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları**. Temiz Enerji Vakfı, Ankara 2001.

T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. **Yenilenebilir Enerji Teknolojileri, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Önemi**. Ankara, 2012.

MAKALELER:

Altınay, Galip, Karagöl, Erdal. "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey". **Energy Economics**. c.6, s.27 (2005): 849-856.

Apergis, Nicholas, Payne, E. James. "CO₂ Emissions, Energy Usage, and Output in Central America". **Energy Policy**. c.8, s.37 (2009): 3282-3286.

_____. "Energy Consumption and Economic Growth in Central America: Evidence from a Panel Cointegration and Error Correction Model ". **Energy Economics**. c.2, s.31(2009): 211-216.

_____. "Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from A Panel of OECD Countries ". **Energy Policy**. c.1, s.38 (2010): 656-660.

Arıkan, Yunus. "İklim Değişikliği ile Savaşım Politikalarında Biyoyakıtlar ve Avrupa Birliği". **Biyoyakıt Dünyası**. s.4, Ankara. (2006).

Asafu-Adjaye, John. “ The Relationship Between Energy Consumption, Energy Prices and Economic Growth: Time Series Evidence from Asian Developing Countries “. **Applied Energy**. c.6 s.88 (2000): 615-625.

Chian, Taichen, Hu, Jin-Li. “Renewable Energy and Macroeconomic Efficiency of OECD and non-OECD Economies”. **Energy Policy**. c.7, s.35. (2007): 3606-3615.

Chontanawat J, Hunt LJ , Pierse R. “ Does Energy Consumption Cause Economic Growth?: Evidence from a Systematic Study of over 100 Countries “. **Journal of Policy Modelling**. c.2, s.30 (2008): 209-220.

Çubuk, M. Handan, Heperkan, A. Hasan. “Orhaneli Linyitine %5 Biyokütle İlavesinin SO₂ Emisyonuna Etkisi”. **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı**. Cilt 2, İstanbul, 2000. İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ.

Eriş, Zeki Aybar. “Türkiye ve Avrupa’da Rüzgar Enerji Santrallerinin Gelişimi”. **Enerji ve Kojenerasyon Dünyası**. s.42. (2006)

Ghosh, Sajal. “ Electricity Consumption and Economic Growth in India “. **Energy Policy**. c.2, s.30. (2002): 125-129.

Huang BN, Hwang MJ, Yang CW. “Causal Relationship Between Energy Consumption and GDP Growth Revisited: a Dynamic Panel Data Approach “. **Ecological Economics**. c.1, s.67. (2008): 41-54.

Karaosmanoğlu, Filiz. “Yenilenebilir Enerji”. **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**. s.46.

Lee, Chien-Chang. “Energy Consumption and GDP in Developing Countries: A Cointegrated Panel Analysis”. **Energy Economics**. c.3, s.27 (2005): 415-427.

Lise, Wietze, Montfort, Kees Van. “ Energy Consumption and GDP in Turkey: Is There a Co-Integration Relationship? “. **Energy Economics**. c.6, s.2 (2007): 1166-1178.

Mehrera, Mohsen. “ Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries “. **Energy Policy**. c.5, s.35. (2007) : 2939-2945.

Murray DA, Nan GD. “ A Definition of the Gross Domestic Product-Electrification Interrelationship “. **Journal of Energy Development**. s.19 (1996): 275-283.

Mühendis ve Makina. c.52, s. 614.

Nachane DM, Nadkarni RM, Karnik AV. “ Cointegration and causality testing of the energy-GDP relationship: a cross-country study. “ **Applied Economics**. c.11, s.20 (1988): 1511-1531.

Payne, E. James. “ Survey of the International Evidence on the Causal Relationship Between Energy Consumption and Growth “. **Journal of Economic Studies**. c.1, s.37 (2010): 53-95.

_____. “ On the Dynamics of Energy Consumption and Output in the US ” **Applied Energy**. c.4, s.86 (2009): 575-577.

Sadorsky P. “ Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies ”. **Energy Policy**. c.10, s.37 (2009): 4021-4028.

Soytas, Uğur, Sarı, Ramazan. “ Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries and Emerging Markets ”. **Energy Economics**. c.1, s.25 (2003): 33-37.

Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Gelecek Senaryoları. **Enerji ve Kojenerasyon Dünyası**. s. 42, Mayıs-Haziran 2006.

Uyar, S. Tanay. “Türkiye Rüzgar Enerjisi Kullanımı Programı”. **Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler ve Türkiye’deki Uygulamaları Konferansı, Bildiriler Kitabı, 3-4 Nisan 1999**. TMOBB İstanbul Şubesi, MMO Yayını, İstanbul, 1999.

Yang, Hao-Yen. “A Note on the Causal Relationship Between Energy and GDP in Taiwan”. **Energy Economics**. c.3, s.22 (2000):309-317.

“Yenilenebilir Enerji”. **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**. s.44

Yörükoğlu, Abdülkerim. “Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyelive Çevre”. **Enerji ve Kojenerasyon Dünyası**. s.42, (2006).

Zhang, Xing-Ping, Cheng, Xiao-Mei. “ Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China ”. **Ecological Economics**. c.10, s.68 (2009): 2706-2712.

RAPORLAR:

Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi. **Enerji Raporu**. Ankara 2012.

European Photovoltaic Industry Association. **Global Market Outlook for Photovoltaics**. 2013-2017.

Greenpeace. **Küresel Rüzgar Enerjisine Bakış 2006 Raporu**.

International Energy Agency. **World Energy Outlook 2012, Renewable Energy Outlook**.

International Renewable Energy Agency. **Renewable Energy Technologies Cost Analysis Series: Volume1 : Power Sector 3/5, Hydropower**. June 2012.

TÜİK. **Seragazi Emisyon Envanteri**. 1990-2011.

ELEKTRONİK MAKALELER:

Altıntop, Necdet, Erdemir, Doğan. ‘‘Türkiye’de Isıl ve Elektrik Enerjisi Açısından Güneş Enerjisi Sektörünün Gelişimi ve Bugünkü Durumu’’.

http://icci.com.tr/2012sunumlar/O2_Necdet_Altintop.pdf

Gönel, Doğaner, Feride. ‘‘Johannesburg Zirvesi: Dağ Fare Doğurdu ama Kimse Şaşırmadı’’.

<http://www.yildiz.edu.tr/~gonel/akademikdosyaları/yayınlar/johannesburg.pdf>

Kıvılcım, İlge. ‘‘Rio+20 Notları: Umutlu Olmak İçin Yeterli mi? ’’.

İktisadi Kalkınma Vakfı Değerlendirme Notu,
[http://www.ikv.org.tr/images/upload/data/files/degerlendirme_notu_-_54\(1\).pdf](http://www.ikv.org.tr/images/upload/data/files/degerlendirme_notu_-_54(1).pdf)

Ling, Chee Yoke. ‘‘The Rio Declaration on Environment and Development: An Assessment’’. **Environment and Development Series 12**. Third World Network, Penang, Malaysia.

<http://www.twinside.org.sg/title/end/pdf/end12.pdf>

Mertoğlu, Orhan. ‘‘Geothermal Resources for Power Generation and Development in Turkey’’.

<http://www.geoelec.eu/wp-content/uploads/2012/01/6.-Geothermal-resources-of-Turkey-Mertoglu.pdf>

Önöz, Bihlat. ‘‘Dalga Enerjisi’’.

<http://www.emhk.itu.edu.tr/%5Cimg%5Cemhk%5Cdatafiles/Bihlat%20%C3%96N%20%C3%96Z%20-%20Dalga%20Enerjisi.pdf>

Ün, Tezcan, Ümrân. ‘‘Dalga Enerjisi Teknolojisi, Ekonomisi, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu’’.

http://www.emo.org.tr/ekler/6a781dbfd8e524b_ek.pdf

Yılmaz, Özden, Kösem, Leyla. ‘‘Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Potansiyeli, Kullanımı ve Dışa Bağımlılığı’’.

http://www.tcmb.gov.tr/yeni/iletisimgm/ozden_yilmaz-leyla_kosem.pdf

İNTERNET SAYFALARI:

http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.htm

http://emo.org.tr/ekler/2b127307a606eff_ek.pdf

<http://enerjienstitusu.com/2011/05/23/dunya-enerji-kaynaklarinin-100yillik-omru-kaldi/>

<http://enerjienstitusu.com/2011/06/20/danimarka-2050de-fosil-kaynaklar-olmadan-enerji-uretimini-hedefliyor/>

<http://enerjipostasi.com/151-HaberGosteren-buyuk-dalga-enerjisi-santrali-devreye-giriyor.html>

<http://jeotermal.balikesir.edu.tr/jeotermal4.php>

<http://mersin.edu.tr/apbsuploads/1000470/FizikveTeknoloji/11PVPillerVeG%C3%B9Cnes.pdf>

<http://web.deu.edu.tr/jenarum/index.php/turkiyede-jeotermal>

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.iklim.cevreorman.gov.tr/kyoto.htm>

http://www.barajguvenligi.org/genel_barajonemi.htm

http://www.bbc.co.uk/turkish/europe/story/2005/11/printable/051129_kyoto_explained.shtml

http://www.bilgesam.org/tr/index.php?option=com_content&view=article&id=843:abin-yenilenebilir-enerji-politikas-ve-guene-enerjisi&catid=131:enerji&Itemid=146

<http://www.businessgreen.com/bg/news/1801563/spain-proposes-doubling-renewable-energy-capacity>

<http://www.dsi.gov.tr/docs/hizmet-alanlari/enerji.pdf?sfvrsn=2>

http://www.eie.gov.tr/eie_web/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada_jeotermal.html

http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/en_tas_etkinlik/2005_bildiriler/oturum7/PinarAkay.doc.20.04.2007

http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx

<http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/dalga-enerjisi-gelistirilmeyi-bekleyen-bir-elektrik-uretim-sekli/4212#ad-image-0>

http://www.enerji2023.org/index.php?option=com_content&view=article&id=95:turkyedeveduenyada-enerji-krz-ve-bu-krzn-coezuemuene-yoenelk-oenemli-br-alternatifnuekleer-enerji&catid=6:nuekleer&Itemid=232

<http://www.euractiv.com.tr/enerji/link-dossier/ab-yenilenebilir-enerji-politikasi>

<http://www.iea.org/aboutus/faqs/renewableenergy/>

http://www.kalkinma.com.tr/data/file/kalkinma_dergisi/58_dergi.pdf

<http://www.limitsizenerji.com/cevre/kuresel-isinma/1071-fosil-yakit-cevre>

<http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2011/08/u-s-companies-see-growth-potential-in-turkey>

<http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2011/08/u-s-companies-see-growth-potential-in-turkey>

http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019

<http://www.wri.org/stories/2010/09/germanys-green-economy-strategy>

<http://www.yesilekonomi.com/yorum/abnin-yenilenebilir-enerji-politikasi-ve-gunes-enerjisi>

www.elektrikport.com/teknik/kutuphane/ruzgar-ile-nukleer-santrallerin-yatirim-fisibilitesi-yonunden-karsilastirilmesi/6845#ad-image-0

www.enerjisa.com.tr/trTR/Elektrikuretimi/ProjeDokumanlari/DagpazariPTD_Tr.pdf+%&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr

www.gap.gov.tr/gap/gap-in-bilesenleri/gap-ta-ulasilan-son-nokta

www.gwec.net/global-figures/graphs

<http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Top-10-Cumulative-Capacity-December-2012.jpg>

www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Top-10-New-Installed-Capacity-Jan-Dec-2012.jp

www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Global-installed-wind-power-capacity-MW-%C3%94%C3%87%C3%B4-Regional-Distribution.jpg

www.kimyaevi.org/TR/Yonlendir.aspx%3FFF6E10F8892433CFF679A66406202CCB0E170CAE93653F56E+%&cd=12&hl=tr&ct=clnk&gl=tr

www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler-collesme-ile-mucadele-sozlesmesi.tr.mfa

www.ncsaturkey.cevreorman.gov.tr/Upload/Dokumanlar/Guncel%20Belgeler/Biyolojik%20cesitlilik.pdf

www.tobb.org.tr/AvrupaBirliđiDairesi/Dokumanlar/Raporlar/YenilenebilirEnerjiTeşvikleri.pdf

www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/edk/enerji_son_surum.pdf

TEZLER:

Uğurlu, Örgen. 2006. Türkiye’de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında İstanbul’da doğdum. 1994 yılında o dönem sadece üstün zekalı öğrencilerin kabul edildiği Özel Yeni Ufuklar Koleji’nde ilkokula başladım. İlk öğretim hayatım boyunca bale, tiyatro, resim, el işi ve müzik başta olmak üzere bir çok sosyal aktivitede bulundum. 2001-2004 yılları arasında, Liseyi Özel Anakent Koleji’nde okudum. Birincilikle bitirdiğim lise hayatım boyunca sosyal aktivite olarak resim ile ilgilendim, sergilere katıldım. 2004 yılında girdiğim Öğrenci Seçme Sınavı sonucunda İstanbul Üniversitesi İngilizce İktisat bölümüne girmeye hak kazandım. O dönem başta Bilkent Üniversitesi ve Sabancı Üniversitesi olmak üzere bir çok vakıf üniversitesinden burs teklifi aldım. 2009 yılında İstanbul Üniversitesi’nden mezun oldum, üniversite hayatım boyunca özellikle ikinci dil olarak Almanca’ya yöneldim, spor ve tiyatro ile ilgilendim. 2009 yılında İstanbul Üniversitesi’nden mezun olduktan sonra farklı kültürleri keşfetmek istediğime karar verip Avrupa seyahatlerine çıktım. Bir çok Avrupa ülkesini dolaştım, kültürlerini tanıdım. 2011 Şubat ayında Yıldız Teknik Üniversitesi İktisat Yüksek Lisans Programına kayıt oldum. Akademik anlamda çok verimli geçen üç yılın ardından 2013 Aralık ayında yüksek lisans derecesi ile mezun oldum. Akademik çalışmalarımı sürdürmek için doktora yapmayı planlamaktayım.