

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ'NİN MEVCUT DURUMU VE AR-GE ÇALIŞMALARI

Orkun TEKE

Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 35160 İzmir

ÖZET

Yenilenebilir enerji konusunun bir ihtiyaçtan öte zorunluluk olacağına bilim adamları tarafından belirtilmesinin ardından insanların yenilenebilir enerjiye olan ilgileri ve yatırımların hızı artmıştır. Sürekli artan enerji talebinin fosil yakıtlardan karşılanmasının verdiği zararları gören dünya ülkeleri yenilenebilir enerji yatırımları konusunda adeta yarış içine girmişlerdir. Bu çalışma kapsamında yenilenebilir enerjinin ülkemizdeki mevcut durumu ve yapılan Ar-Ge çalışmaları incelenmiştir. Sektör bazında mevcut durum hakkında detaylı bilgi verilmiş, ileriye dönük hedeflere değinilmiştir. Çalışmanın diğer bölümünde ise yenilenebilir enerji Ar-Ge çalışmaları anlatılmış ve sektör bazında mevcut çalışmalar irdelenmiştir. Sonuç ve öneriler kısmında genel bir değerlendirme yapılmış ve yenilenebilir enerji Ar-Ge çalışmalarının daha verimli olabilmesi için birkaç öneri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Yenilenebilir Enerji, Fosil Yakıtlar, Yenilenebilir Enerji, Ar-Ge

GİRİŞ

Dünyamız ve küçük ölçekte ülkemizin karşı karşıya olduğu en büyük sorunlardan birisi olan “Küresel Isınma” probleminin karşı, bugüne kadar kullanılan enerji kaynaklarının fayda yerine zarar getirdiği açıkça ortaya çıkmıştır. Fosil yakıt tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan CO₂ gazı sonucu

dünyamızda sera etkisi oluşmuş ve güneş ışınlarının dünyada kalmasıyla sıcaklık artmaya başlamıştır. Bu gelişmeler artık yenilenebilir enerji kaynaklarının, insan sağlığı ve çevrenin sürdürülebilir geleceği açısından önemini bir kez daha ortaya çıkarmıştır.

Enerji ihtiyacı tüm dünyada büyük bir hızla arttığı günümüzde ülkelerin kalkınmasında enerji kullanımını büyük önem taşımaktadır. Enerji, gerek firmalar, gerekse ülkeler için stratejik bir kaynak konumundadır. Ülkeler rekabet gücünü artırmak üzere ekonomiyi büyütecek ve yaşam standartlarını yükseltecek yeterli, sürekli ve temiz enerjiye ihtiyaç duymaktadırlar. Bu çerçevede Türkiye’de ki enerji durumuna genel olarak bakıldığında Türkiye’nin enerji tüketimi ve ithalatı, hızlı bir artış içerisinde. Ülkemizin enerjide dışa bağımlılığının azaltılması için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmamız ve arz güvenliği için enerjide çeşitlilik yaratmamız gerekmektedir. Yenilenebilir enerji; uygun teknolojilerin kullanılması halinde kirlenici etkisi olmayan, sürdürülebilir, yerli ve çevre dostu özellikleri ile öne çıkan bir enerji türü konumundadır ve Türkiye yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli oldukça yüksek bir ülkedir [1].

Dünya genelinde tüketilen enerjinin yaklaşık olarak %85’i fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Uzun vadeli olarak göstergelerin değişimi incelendiğinde enerji talebi yılda ortalama %1,8 artmakta. Uluslararası Enerji Ajansı’nın 2010 tarihli öngö-

rülerine göre ileride yapılacak yatırımlar fosil yakıtlar ile enerji sağlayan sistemlere yapıldığı takdirde sera gazı seviyesi bugünkü seviyenin %50 kadar üstüne çıkacağı belirtilmiştir [2]. Dünyanın ekolojik dengelerinin korunması ve yaşanılabilir bir çevrenin devamı için ise 2050 yılına kadar sera gazı seviyesi %50 oranında azaltılmalıdır [2]. Dünya ülkeleri fosil yakıtların bir müddet sonra tükeneceğini bildiklerinden alternatif enerji kaynakları bulmak için çabalamaktadır. Bu durum artık ülkeler arası bir yarış halini almıştır. Ülkemiz bu yarış içerisinde kendisini ileriye taşıyamamıştır. Bunun en büyük nedenleri ise ülkemizde yeterli farkındalığın oluşmamış olması ve yatırımcıların maliyetleri bahane ederek yatırımdan uzak durması olarak gösterilebilir.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli

- Rüzgar; 400 GWh/yıl
- Jeotermal; 16 GWh/yıl
- Biokütle; 1,58 GWh/yıl
- Güneş; 365 GWh/yıl
- Hidroelektrik; 430- 450 GWh/yıl

şeklinde belirtilmektedir [3].

1. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ

1.1. Tarihsel Gelişim

Türkiye'de yenilenebilir enerji kavramının gelişimi çok da eski bir geçmişe sahip değildir. 2000'li yılların başından itibaren gelişimine hız veren Türkiye gelişime paralel olarak artan enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla mevcut bütün enerji kaynaklarını faaliyete geçirmek istemiştir. Bu yolda atılan ilk adım 2003 senesinde Enerji Piyasası Denetleme Kurulu (EPDK)'nın kurulması olmuştur. EPDK'nın kurulumu ile devlet ve özel sektör yatırımları büyüme hedefleri doğrultusunda kontrol altına alınmış oldu. 2004 yılında ise dünya çapında faaliyette olan enerji yatırımları örnek alınarak bir yol haritası oluşturuldu. Bu yol haritası Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Devlet Planlama Teşkilatı'nın da desteklemesi ile Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları konusunda potansiyelini keşfetmesi ve bunu kullanması için bir başlangıç niteliğindedir. Bu yol haritası kapsamında 2005 yılında "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımına İlişkin Kanun (YEK)" resmi olarak kabul edildi. Bu kanun sayesinde Türkiye'de potansiyeli daha

gerçekçi tespit etmek ve yatırımları yönlendirebilmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapıldı. Çalışmaların başını güneş, rüzgar ve jeotermal enerji türleri çekiyordu. Yasa sadece tek başına sınırlandırılmadı. Ek olarak 2006 yılında yenilenen 2872 sayılı "Çevre Yasası" karbon izi, teşvikler ve çevre koruma gibi konulara ekler getirirken hemen ardından 2007 yılında kanunlaşan 5627 sayılı "Enerji Verimliliği" kanunu sanayi kuruluşlarına enerji tüketiminde verimliliğin artırılması halinde %20'ye varan vergi indirimleri sağladı. 2007'de yaşanan başka bir gelişme ise rüzgar enerji santrali onaylanmış firmalara devletin 10 senelik satın alma garantisi vermiş olmasıydı. Alım garantisi yatırımcı firmaları sevindirecek bir gelişmeydi. Bu satışlar Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi'nin kontrolünde yapılacaktı. Bu sayede spot piyasa da satış hakları belirlenmiş oldu. 2009 sonrasında ise merkezîyetçi politikanın benimsenmesiyle ticaret hacmi hedeflendi. Yenilenebilir enerji santralleri yapımı için gerekli şartlar belirlendi. En son kabul edilen YEK'e göre uygulanacak fiyatlar ve yerli katkı ilaveleri Tablo-1 ve Tablo-2'de verilmiştir.

1 SAYILI CETVEL	
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAĞINA DAYALI ÜRETİM TESİS TİPİ	UYGULANACAK FİYATLAR (ABD Doları cent/kWh)
Hidroelektrik Üretim Tesisi	7,3
Rüzgar Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi	7,3
Jeotermal Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi	10,5
Biyokütle Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi	13,3
Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi	13,3

Tablo 1. Tesis Tipine Göre Uygulanacak Fiyatlar [4].

2 SAYILI CETVEL		
TESİS TİPİ	YURT İÇİNDE GERÇEKLEŞEN İMALAT	YERLİ KATKI İLAVESİ (ABD Doları cent/kWh)
Hidroelektrik Üretim Tesisi	1- Türbin	1,3
	2- Jeneratör ve Güç Elektroniği	1,0
Rüzgar Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi	1- Kanat	0,8
	2- Jeneratör ve Güç Elektroniği	1,0
	3- Türbin Kulesi	0,6
	4- Rötör ve Nasel Gruplarındaki Mekanik aksamın Tamamı (Kanat Grubu ve Jeneratör ve Güç Elektroniği için yapılan ödemeler hariç)	1,3
Fotovoltaik Güneş Enerjisine Dayalı Enerji Üretim Tesisi	1- PV Panel Entegrasyonu ve Güneş Yapısal Mekaniği İmalatı	0,8
	2- PV Modülleri	1,3
	3- PV Modülleri oluşturan Hücreler	3,5
	4- İnvertör	0,6
	5- PV Modül üzerine Güneş Işınını Odaklayan Malzeme	0,5
Yoğlaştırılmış Güneş Enerjisine Dayalı Enerji Üretim Tesisi	1- Radyasyon Toplama Tüpü	2,4
	2- Yansıtıcı Yüzey Levhası	0,6
	3- Güneş Takip Sistemi	0,6
	4- Isı Enerjisi Depolama Sisteminin Mekanik Aksamı	1,3
	5- Kulede Güneş Işınını Toplayarak Buhar Üretim Sisteminin Mekanik Aksamı	2,4
	6- Stirling Motoru	1,3
	7- Panel entegrasyonu ve Panel Yapısal Mekaniği	0,6
Biyokütle Enerjisine Dayalı Enerji Üretim Tesisi	1- Akışkan Yataklı Buhar Kazanı	0,8
	2- Sıvı veya Gaz Yataklı Buhar Kazanı	0,4
	3- Gazlaştırma ve Gaz Temizleme Grubu	0,6
	4- Buhar veya Gaz Türbini	2,0
	5- İçten Yanmalı veya Sterling Motoru	0,9
	6- Jeneratör ve Güç Elektroniği	0,5
	7- Kojenerasyon Sistemi	0,4
Jeotermal Enerjiye Dayalı Enerji Üretim Tesisi	1- Buhar veya Gaz Türbini	1,3
	2- Jeneratör ve Güç Elektroniği	0,7
	3- Buhar enjektörü veya Vakum Kompresörü	0,7

Tablo 2. Tesis Tipine Göre Yerli Katkı İlaveleri [4]

1.2. Mevcut Durum

Ülkemizde günümüzde enerjide dışa bağımlılığın % 70 seviyelerine çıkmasıyla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yatırımlar artmaya başlamıştır. 2010 sonu itibariyle yenilenebilir enerji kaynaklarında toplam kurulu güç yaklaşık olarak 4,200 MW seviyesine ulaşmıştır. Şu anda hidroelektrik santraller kurulu güçte %33 paya sahipken, jeotermal %0,1 rüzgar ise %0,9 paya sahiptir [4].

Yenilenebilir Enerji Kanunu'ndan sonra yerli üretime sağlanan ek teşviklerle yatırımlar artmıştır. Rüzgar enerjisi yatırımları hızında Meksika'dan sonra ikinci sıraya yükselen ülkemizde 59 jeotermal sahası 419 milyon dolar bedelle özel sektöre devredilmiştir. Güneş enerjisinde 600 MW'lık yeni yatırım için özel sektöre çağrı yapılacağı duyurulmuştur. 2011 yılı içinde devreye giren 2287 MW'lık santralin 1407 MW'ı yenilenebilir enerji santralinden oluşmaktadır [5]. EPDK'ya yapılan lisans başvurularının yarısı yenilenebilir enerji yatırımları için gerçekleşmiştir. EPDK, 2011 sonu itibariyle 106.000 MW Kurulu güce sahip, 2100 proje için lisans başvurusu yapılmasını, ülkede enerji piyasasına duyulan güvenin göstergesi olarak sunmaktadır [5]. 2012 yılının ilk 11 ayı için EPDK rakamlarına göre yenilenebilir enerji için 3024,093 MW'lık bir yatırım mevcuttur (Tablo 3). Güneş, dalga ve gel-git enerjisi türlerinde şu anda lisanslı üretim faaliyeti bulunmamaktadır.

YAKIT TÜRÜ	KURULU GÜCÜ MW
HES	2391,959
RES	473,750
ÇÖP, BİYOGAZ, ATIK, ISI, JEOTER.	158,384
TOPLAM	3024,093

Tablo 3. 2012 İlk 11 Ay İçin Yakıt Türüne Bağlı Kurulu Güç Miktarları [6]

Ülkemiz bünyesinde yenilenebilir enerji teknolojilerine geçiş sürecinde kamu teşvikleri önemli rol oynamaktadır. Bu teşviklerin artırılması ve sürekli olması, yatırımcının ilgisi ve yatırımlarını hızlandırması konusunda itici güç olacaktır. Fosil yakıtların verdiği zararlara karşın yenilenebilir teknolojilerin sağladığı faydalar açıkça ortaya konacaktır. Bu sayede şu anda çok düşük seviyelerde olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artacak, yürütülen karbon ekonomisi politikası başarıya ulaşması kolaylaşacaktır.

1.2.1. Rüzgar Enerjisi

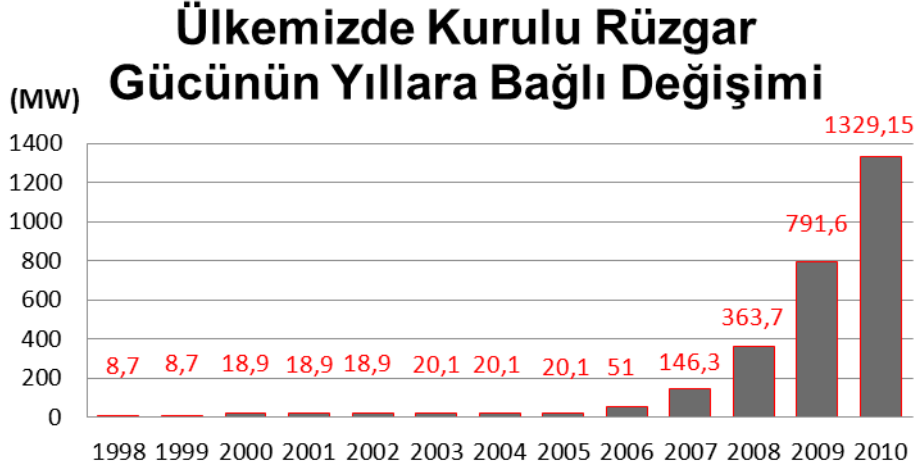
Rüzgar, kesintisiz ve temiz bir enerji kaynağıdır. Birçok avantajı yatırımcıya sunmaktadır. Bunlardan bazıları, enerji arzını çeşitlendirmesi ve enerji güvenliği sağlaması, santrallerin kurulmasının diğer türlere göre daha çabuk olması, tesisin çevresine hiçbir şekilde zararının olmaması ve kurulduğu yerlerde tarım ve sanayinin devam edebilmesidir. Rüzgar ayrıca çoğu enerji üretim tekniğinde var olan yakıt fiyatları konusunda ki karma-

şayı ortadan kaldıran bir enerji türüdür, böylece dışa bağımlılığı azaltan ve yerli olarak her zaman kullanılabilir bir türdür. Diğer taraftan kuruluş maliyetlerinin fazla olması (konvansiyonel yakıtlı tesislere göre kurulum maliyetleri çok fazladır.), kurulu türbin sayısı arttıkça gürültü kirliliğine neden olması, yatırım yapacak olanlara yönelik devlet desteklerinin çok yeterli olmaması ve banka kredilerinin faizlerinin çok yüksek oluşu bu enerji türünü cazip kılmamaktadır. Bakanlığın 2008 yılı verileri ışığında açıklamış olduğu rüzgar enerjisindeki potansiyel ise yaklaşık 8 GW'ı verimli ve 40 GW'ı orta düzey verimli olmak üzere toplam 48 GW'tır [4]. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı'nda rüzgar enerjisi kurulu gücünün 2015 yılına kadar 10.000 MW'a çıkarılması[7], Elektrik Enerjisi Arz Güvenliği Strateji Belgesi'nde ise 2023 yılına dek 20 GW rüzgar enerjisi kurulu gücüne ulaşılması hedeflenmiştir. Rüzgar potansiyelini ancak son dönemde değerlendirmeye başlayan Türkiye, 2009 sonu itibariyle yaklaşık 900 MW'lık, 2012 Ekim ayı itibariyle ise 2.106 MW'a yakın toplam RES kurulu gücüne ulaşmıştır [6]. Gelecekte de rüzgar enerjisinin yatırımcılar tarafından fırsata çevrileceği ve yatırımların artacağı öngörülmektedir. Yatırımcıların bu alana olan ilgisi 01/11/2007 tarihinde son lisans başvurularının alındığı dönemde 78 GW gibi rekor bir düzeyde olmuştur. Fakat bu sayı bağlantı kısıtları ve aynı yere birden çok firmanın yaptığı lisans başvuruları sebebiyle 40 GW seviyelerine inmiştir. Bu sü-

reç başvuruların sonuçlanmasını geciktirmiş ve 2010 Aralık ayı itibarıyla bu grupta ilk lisans

verilmiştir. Şubatta ise ilk yarışma ihalesine çıkmıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın

2023 hedefi ise strateji belgesine göre 20 GW kurulu kapasiteye ulaşmaktır [7].

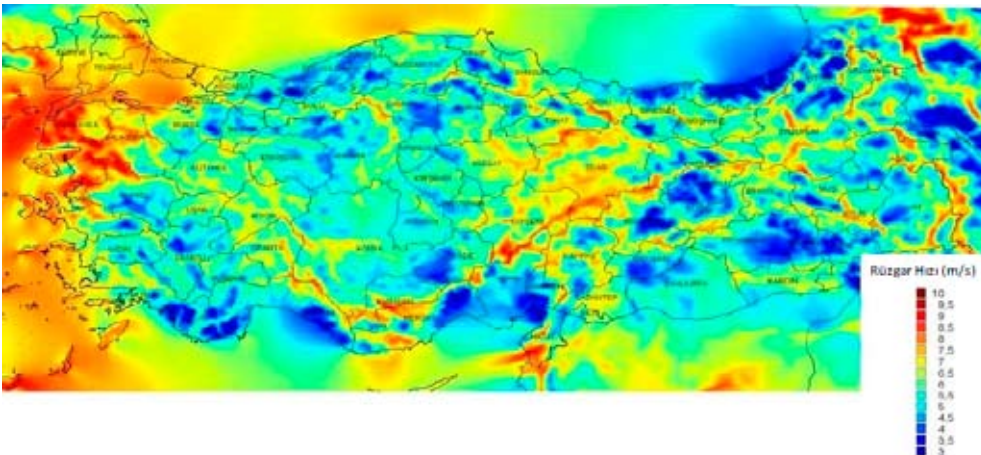


Şekil 1. Türkiye'nin Yıllara Bağlı Rüzgar Enerjisi Kurulu Gücü Değişimi [6].

Türkiye için, yenilenebilir enerji projelerinin başarısı sadece hükümet desteklerine dayanmamaktadır. Bu bağlamda dışarıdan gelecek yardımlar da hayati önem taşımaktadır. Dünya Bankası'nın, yenilenebilir enerji sektörünü geliştirmede enerji sektörüne hız vermek amacıyla toplam 600 milyon dolar değerinde yatırım yapacağını açıklamıştır ve Türkiye 2009'dan itibaren bu desteği almaya başladı [1].

BÖLGE	Ortalama Rüzgar Gücü Yoğunluğu (W/m ²)	Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)
Marmara	51,91	3,29
Ege	23,47	2,65
Akdeniz	21,36	2,45
İç Anadolu	20,14	2,46
Karadeniz	21,31	2,38
Doğu Anadolu	13,19	2,12
Güneydoğu Anadolu	29,33	2,69
ORTALAMA	25,82	2,58

Tablo 4. Bölgelere Göre Rüzgar Gücü ve Ortalama Rüzgar Hızları [4]



Şekil 2. Türkiye Rüzgar Haritası [8]

Rüzgar enerjisi konusunda sektörde kanun ve üretim teknolojilerinden kaynaklı yaşanan sorunlar ortadan kalkmadıkça yatırımcının ilgisini çekmek çok kolay olmayacaktır. Mevcut sorunları sıralamak gerekir ise;

- Kanunda 31.5.2015 tarihine kadar işletmeye girecek rüzgâr santrallerinin yurt içinde gerçekleşen imalatına 5 yıl süre ile ödenecek yerli katkı ilavesi konusunda öngörülen beş yıllık süre oldukça kısadır. Ülkemizde bazı türbin markalarının kule ve kanat gibi bileşenleri halen kısıtlı olsa da üretilmektedir. Bu tür üretim tesisleri kısa sürede kurulabilmesine rağmen nasel ve jeneratör gibi bileşenlerin yerli üretimi büyük yatırım tutarları içermekte, sadece fabrikanın kurulması ve yapılacak üretimin sertifikalanması için bile en az iki yıllık bir süre gerektiği belirtilmektedir.
- Ülkemizde malzeme üretimi konusunda yetersiz kalınması ve kullanılan malzemelerin büyük bir kısmının yurtdışından ithal edilmesi, yerli üretim kanunla teşvik edildiği halde, ara malzemelerin üretimi sektör için hala sıkıntı yaratmaktadır. Devletin bu konuda izleyeceği yol haritası yatırımcılar tarafından önem arz etmektedir.
- Belirsizlikler ve sektörün mevcut durumu 2015 ve 2023 hedeflerinin tutmasını pek mümkün kılmamaktadır.
- 6094 sayılı Kanun kapsa-

mındaki üretim tesisleri ile elektrik üretim ve dağıtım yapılan diğer tesislerin lisansı kapsamındaki inceleme ve denetiminin EPDK tarafından yapılabileceği gibi gerektiğinde masrafları ilgililerine ait olmak üzere EPDK tarafından yetkilendirilecektir. Denetim şirketlerinden hizmet satın alınarak yaptırılabilmesi hükmü öncelikle kamu tarafından yapılması gereken denetimin özel şirketler eliyle yaptırılması anlamına gelmektedir. Bu konuda daha önce verilmiş iptal kararına rağmen bu tür yeni yasal düzenlemeler sektörde önemli bir denetimsizlik sorunu yaşanmasına neden olmaktadır [9].

1.2.2. Jeotermal Enerji

Ülkemiz bu alanda potansiyel bakımından Dünya'da 5. Sırada, kullanımda ise 7. sırada yer almaktadır. Jeotermal enerji ile ilgili olarak ülkemiz büyük potansiyel teşkil etmektedir, fakat ülkemiz bu potansiyelinin sadece %6,3 civarını etkin kullanabilmektedir [6]. Jeotermal açıdan ülkemizin en potansiyel teşkil eden bölgesi Ege Bölgesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülke potansiyelinin üçte ikisi bu bölgededir. Özellikle; İzmir, Aydın, Denizli civarı büyük potansiyel teşkil etmektedir. Potansiyel jeotermal alanların daha detaylı incelenmesi ve saptanabilmesi için jeofizik yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır, fakat ülkemizde bu farkındalık henüz tam olarak oluşmadığından potansiyel tam

olarak ortaya çıkarılıp kullanılmamaktadır.

ABD enerji bakanlığı verilerine göre sera etkisi yaratan karbondioksit emülsiyonunun jeotermalde sifıra yakın olduğu ve diğer fosil ve alternatif enerji kaynaklarında ise çok daha fazla olduğu saptanmıştır. Örneğin bu değer kömürde 850-1300 g/KWh, doğalgazda 500-1250 g/KWh, güneş enerjisinde 20-250 g/KWh, rüzgar enerjisinde 20-50 g/KWh' dir [10].

Jeotermal sondaj çalışmaları sırasında tespit edilen en önemli sorun yeterli bilgi birikimine sahip sondaj mühendisi, litolojik determinasyon, aliterasyon mineralojisini bilen Jeotermal kuyu yönlendirebilecek jeoloji mühendisi, sondör ve işçi eksikliğidir. Ayrıca kapasitesi yüksek sondaj makinesi ve malzeme, donanım eksikliği de bulunmaktadır. Özel sektörde açılan kuyuların çoğu sondaj mühendisi kontrolünde açılmadığı gibi bu kuyuların tekniğine uygun olarak açılmasını denetleyecek hiçbir kurum bulunmamaktadır. Etüt, sondaj gibi araştırma çalışmalarına bile yeterince kaynak ayrılmamaktadır. Çoğu kuyu soğuksu kuyusu gibi açılmakta olup sadece kompresörle çok uçuk rakamlarda debi miktarı belirlenmektedir. Jeotermal saha sınırlarının tam olarak belirlenmemesi ve bu alanların jeotermal dışı faaliyetlere kapatılmaması nedeniyle sera yapımı, konut alanı olarak yerleşme gibi nedenlerle bu alanlarda yeterince etüt ve sondaj çalışması yapılamamaktadır [11].



Şekil 3. Türkiye’de ki Mevcut Jeotermal Santraller [6].

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın “Enerji Strateji Belgesi” ne göre elektrik üretimi için 2023 yılına kadar 600 MW'lık enerji üretim potansiyelimizin tümünün devreye girmesi sağlanacaktır. Mevcut kurulu güç ise 114,2 MW tır [4].

1.2.3 Güneş Enerjisi

Türkiye'nin birçok yenilenebilir kaynaktaki olduğu gibi yüksek potansiyel içerdiği ve etkin kullanımını bir türlü yaygınlaştıramadığı bir enerji türüdür. Türkiye’de gün enerjisi enerji üretiminden ziyade evlerin çatılarına kurulan düz kolektörler yardımıyla su ısıtmasında kullanılmaktadır.

Güneş enerjisinin en büyük avantajı yakıtının sınırsız ve ücretsiz olmasıdır. Hammaddesi olan silisyum metali dünyada en çok bulunan ve toksik olmayan bir maddedir. Diğer enerji türlerine göre çok daha fazla potansiyel vardır. Avrupa’da İspanya’dan sonra en büyük potansiyele sahip ülke Türkiye’dir [4]. Ayrıca üretimde kullanılan paneller geri dönüş-

türülebilir ve tekrar proseste kullanılabilir. Sektörün ortalama büyüme hızı yaklaşık % 40’tır [12]. Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından Devlet Meteoroloji İşleri Müdürlüğü’nün verilerine dayanılarak yapılan çalışmaya göre Türkiye’nin ortalama güneş alma süresinin yıllık 2640 saat (Günlük 7,2 saat) toplam ışınım şiddetinin ise 1311 kWh/yıl olduğu belirlenmiştir [13]. Elektrik İşleri Etüt İdaresi yaptığı çalışmada bölgelerin yıllık güneşlenme sürelerini belirlemeye çalışmıştır (Tablo-5). Buna göre en fazla güneş alan ve potansiyel içeren bölge olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesi belirlenmiştir.

Karadeniz Bölgesi	1966 Saat
Marmara Bölgesi	2528 Saat
İç Anadolu Bölgesi	2693 Saat
Doğu Anadolu Bölgesi	2528 Saat
Ege Bölgesi	2712 Saat
Akdeniz Bölgesi	2726 Saat
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	3016 Saat

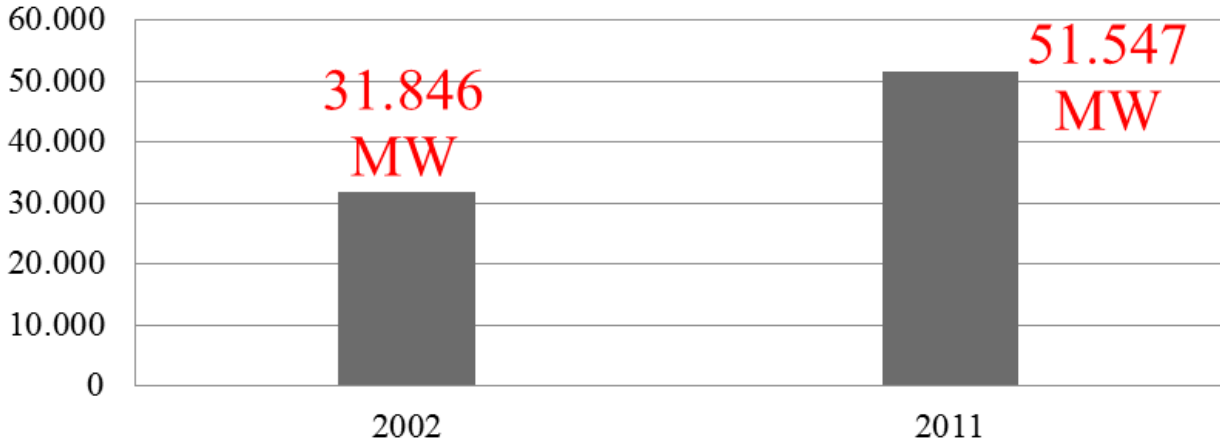
Tablo 5. Bölgelerin Yıllık Güneşlenme Süreleri [14].

Türkiye’de son yıllarda artan yatırımlar sayesinde şu anda kurulu fotovoltaik gücü yaklaşık olarak 5-6 MW seviyelerini geçmiştir. Fotovoltaik panellerin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar üniversite ve özel bazında halen devam etmekte olup, ortaya çıkan sonuçlar umut verici görünmektedir. Özellikle üniversiteler kurdukları “Güneş Enerjisi Enstitüleri” bünyesinde bu çalışmalarını devam ettirmekte ve yenilenebilir enerji Ar-Ge çalışmalarına katkı sağlamaktadırlar. Ayrıca yeni teknolojiler olan ve henüz çok fazla bilgi sahibi olunmayan parabolik oluk kolektörler, CSP (Concentrated Solar Power) ve MicroCSP teknolojilerinin de kullanımı konusunda çalışmalar devam etmektedir. CSP ve MicroCSP teknolojilerinin günlük hayata fotovoltaik paneller gibi entegre edilmesi için yapılan arge çalışmaları devam etmekte olup, çeşitli projeler hazırlanmaktadır. Genellikle özel sektör girişimlerinin öncülük ettiği çalışmalar şu anda istenilen seviyelere gelememiştir. Parabolik oluk kullanımına örnek olarak ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü içerisinde-

de bulunan 120 kW'lık tesis ve Hitit-Zorlu ortaklığında kurulan 500 kW'lık üretim tesisleri gösterilebilir. Bu teknolojilerin en büyük dezavantajı maliyet olarak karşımıza çıkmaktadır. Yeni

bir teknoloji olması ve çok fazla bilinmemesi ithalata bağımlılığı zorunlu hale getirmektedir. Parabolik oluk kolektör konusunda yatırımcıların beklentisi özellikle üretimle alakalı devlet teşvikleri

olarak karşımıza çıkmaktadır. Güneş enerjisi konusunda yapılacak altyapı çalışmalarında büyük önem arz etmektedir. Bakanlığın 2023 hedefi 3000 MW seviyelerine ulaşmaktır [4].



Şekil 4. Türkiye'de Güneş Enerjisi Üretiminin 2002- 2011 Arası Gelişimi [12]

1.2.4. Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynakları (Hidroelektrik, Biyokütle)

Türkiye'de elektrik üretimi yapılan diğer yenilenebilir enerji kaynakları hidroelektrik ve biyokütle enerjisidir. Yenilenebilir

enerji kaynaklarında da en verimli kullanılan çeşit ise hidroelektrik santraller olarak karşımıza çıkmaktadır.

Türkiye'de 2005 yılında hidroelektrik santrallerin kurulu gücü 12.906 MW iken 2012 yılında

ekim sonu itibarıyla bu rakam 18.747 MW'a çıkmıştır. Lisanslı HES'lerin kurulu güçlerine göre bölgelere dağılımı ve en çok HES üretim lisansı an iller Tablo- 5 ve Tablo- 6'da verilmiştir.

	Toplam	< 10 MW	10- 50 MW	>50 MW
Marmara	15	5	7	3
Ege	23	17	3	3
Akdeniz	105	55	32	18
İç Anadolu	46	26	16	4
Karadeniz	219	101	99	19
Doğu Anadolu	96	34	45	17
Güneydoğu Anadolu	21	7	9	5
	525	245	211	69

Tablo 5. Lisanslı HES Kurulu Güçlerinin Bölgelere Dağılımı [6]

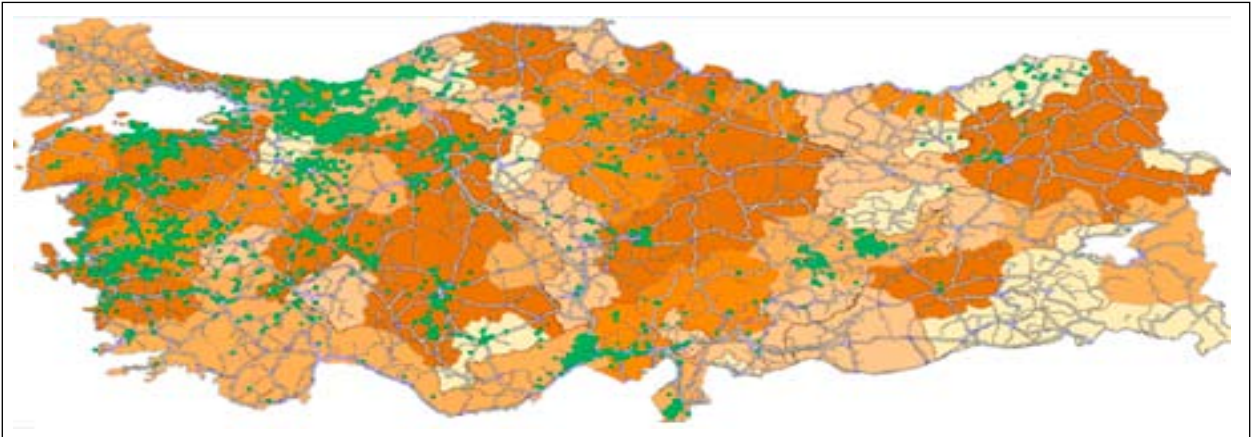
1- Trabzon	58
2-Giresun	43
3-Antalya	38
4-Artvin	36
5-Kahramanmaraş	35
6-Erzurum	32
7-Adana	31
8-Rize	28
9-Mersin	23
10-Sivas	21

Tablo 6. İllere Göre Lisanslı HES Sayısı [6]

Ülkemizde HES yatırımları büyük bir hızla devam etmektedir. Bakanlığın 2023 hedefi ise mevcut bütün potansiyeli kurulu güce dönüştürebilmek olarak belirtilmektedir.

Biokütle enerjisi ise Türkiye'nin çok yararlanamadığı bir enerji kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Biokütle terimi kullanıldığı zaman aklımıza gelen örnekler; mısır, buğday vb. bitkiler, atık sebze ve meyve çöpleri, hayvan dışkıları ve gübre sanayisi atıkları olmaktadır. Bir tarım ülkesi olan Türkiye tarım atıkları ve ürünleri açısından ciddi bir potansiyele sahiptir (Şekil-5). Biokütle ya Türkiye'de olduğu gibi doğrudan yakılmaktadır yada çeşitli süreçlerde (havasız çürütme, piroliz, fermantasyon, gazlaştırma, hidroliz, biyo fotoliz, esterleşme reaksiyonu) biokütlenin yakıt kalitesi artırılıp alternatif biyo yakıtlar (biyogaz, çöp gazı, biyodizel, biyoetanol, sentetik yağ) üretilmektedir.

Ülkemizin enerji bakımından dışa bağımlılığını azaltmak için, enerji ormancılığı ve enerji tarımına geçilmesi, bunlardan ve atıklardan biyo yakıt eldesinin geliştirilmesi, gübreler, atıklar ve çöplerden elde edilecek biyogaza gerekli önemin verilmesi gerekmektedir [15]. Sektörde faaliyet gösteren firmaların biyoenerji üretiminde farkındalıklarının sağlanması çok önemli olup, devletin bu yönde şirketlere danışmanlık yapması ve yatırımı kolaylaştırıcı teşvikler sağlaması biyoenerji üretimini arttırıp, istenilen düzeylere getirecek ve Türkiye mevcut yüksek potansiyelini değerlendirebilecektir. Mevcut kurulu güç 117,4 MW'tır.



Şekil 5. Türkiye Biyokütle Potansiyel Haritası [16]

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ AR-GE ÇALIŞMALARI

AR-GE, insan, kültür ve toplumun bilgisinden oluşan bilgi birikiminin artırılması ve bu birikimin yeni uygulamalar tasarlamak üzere kullanılması için sistematik temelde yürütülen yaratıcı çalışmalardır [17]. Ülkelerin ekonomik ve sosyal yapı-

ları, Ar-Ge bütçelerinin belirlenmesinde önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca, enerji Ar-Ge faaliyetlerine ayrılan bütçenin toplam büyüklüğü ve bileşenler ayrımında dağılımı ile bunların uzun vadedeki istikrarı, kamunun ekonomik ve siyasi desteğini ortaya koyması açısından önem taşımakta, hatta özel sektörün yatırım öncelik-

lerini saptayabilmesi yönünde büyük katkılar sağlamaktadır [18]. Yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik Ar-Ge faaliyetleri, ilgili bileşenin teknolojik gelişmişlik seviyesine, kaynak potansiyeline, enerji piyasalarındaki konumuna ve özellikle kamunun ekonomik ve siyasi desteğine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Buna göre

yenilenebilir enerji teknolojilerini, üç grup halinde sınıflandırılabilir [19]. Birinci grup, fosil yakıt ve nükleer kaynaklardan üretilen enerji ile rekabet eden su, klasik biokütle ve jeotermal yer almaktadır. İkinci grup kapsamında güneş dayalı ısıtma ve soğutma, güneş pili (fotovoltaik), rüzgâr ve çağdaş biyoenerji teknolojileri bulunmaktadır. Özellikle bu teknolojilerde 1980 sonlarından itibaren Japonya, İtalya, Almanya gibi ülkelerin yenilenebilir enerji Ar-Ge faaliyetleri ile bu alanda ön plana çıkmıştır. Gün geçtikçe pazar payı artmakta ve teknolojiler gelişmektedir. İkinci grup yenilenebilir enerji teknolojileri, şebekeden bağımsız elektrik üretimi ve ulaştırma sektöründe petrole alternatif yakıt üretiminde gelecek için ümit vaat etmektedir. Üçüncü grup ise güneş termal elektrik, okyanus enerjisi, gelişmiş jeotermal enerji sistemleri ve entegre biyoenerji teknolojileri bulunmaktadır. Bu alanların teknolojik gelişim süreçleri Ar-Ge faaliyetleri halen devam etmekte olup, yeni teknolojiler oluşturulmaya çalışılmaktadır [20]. Özellikle son yıllarda yenilenebilir enerji Ar-Ge faaliyetlerine olan yatırımlar artmıştır. Bu durum bu konuya ilginin arttığını göstermekte ve sevindirici bir gelişme olarak ön plana çıkmaktadır. Yenilenebilir Ar-Ge harcamaları için finansman ayrımı artarken fosil yakıtlar ve nükleer enerjiye olan yatırımlar azalmaktadır. Nükleer enerji için yapılan yatırımların azalmasında Japonya'da 2011 yılında meydana gelen 9,0 büyüklüğündeki Tōhoku depremi ile Fukuşima nükleer santralinde

de meydana gelen radyasyon sızıntısının önemli bir etken olduğu unutulmamalıdır.

Ülkemizde yaklaşık 2,5 milyon USD civarında toplam yenilenebilir enerji yatırımı olduğunu görmekteyiz. Bunların 206.000 USD'si güneş, 877.000 USD'si biokütle, 281.000 USD'si rüzgâr, 896.000 USD'si jeotermal ve 107.000 USD'si hidrolik alanlarına ayrılmıştır. Gözlenen ilginç bir kısım ise dalga enerjisi için 58.000 USD gibi bir payın ayrılmasıdır. Bu durum sevindirici bir gelişme olarak belirtilebilir [17]. Ayrıca 2010 yılında Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki oranı % 0,84 olarak hesaplanmıştır [21]. 2011 yılında TÜBİTAK "Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi"ni [22] yayınlamıştır. Bu yayın içerisinde TÜBİTAK "Ulusal Enerji'de Temel Görünüm, Dokuzuncu Kalkınma Planı, 61. Hükümet Programı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı, TÜBİTAK 1007 Programı (Kamu için araştırmalar)" dan bahsetmiş ve Ar-Ge alanında izlenecek vizyon ve çerçeveyi ortaya koymuştur. Devlet Planlama Teşkilatı Dokuzuncu Kalkınma Planı'nda Ar-Ge ve yenilikçiliğin gelişmesi konusunda ilgili olarak şu ifadeler yer vermektedir; "Ar-Ge faaliyetlerinin yenilik üretecek şekilde ve pazara yönelik olarak tasarlanması sağlanacaktır. Bu kapsamda, Ar-Ge harcamalarının GSMH içindeki payı ve bu payın içinde özel sektörün ağırlığını artırmaya yönelik tedbirler alınacaktır. Toplumda bilim ve teknoloji bilinci, nitelikli araştırmacı sayısı artırılacak ve araştırma altyapısı geliştirilecektir.

Ar-Ge faaliyetlerinin yeniliğe ve ürüne dönüştürülmesinde risk sermayesi ve benzeri araçlardan yararlanılacaktır. Üniversitelerin, araştırma enstitülerinin ve diğer kurum ve kuruluşların araştırma altyapısı öncelikli alanlar temel alınarak geliştirilecektir" [23]. Bütün bu gelişme faaliyetlerine rağmen ülkemizde yenilenebilir enerji Ar-Ge faaliyetlerinin çok da fazla ilgi görmediği ve önemsenmediği gözlemlenmektedir. Yatırımların artması iyi bir gelişme olarak yorumlanabilir fakat büyük ölçekli ve sektör lideri firmaların çoğunda hala yenilenebilir enerji ile ilgili bir çalışma yapılmadığı gözlemlenmekte ve Ar-Ge yatırımları yapan firmaların genellikle yurtdışı orijinli firmalar olduğunu görmekteyiz. Genel olarak dünyadaki duruma baktığımız takdirde ülkemizin yatırımlar açısından gerilerde olduğunu görebilmekteyiz. Birkaç ülkenin çalışmalarını yoğun olarak yürüttüğünü söyleyebiliriz. Yenilenebilir enerji Ar-Ge alanında çalışmaların yürütülmesi ve başarısızlıkla sonuçlanmasının ardından hemen vazgeçilmesi ve çalışmalara son verilmesi durumları da çalışmaların önünü kapatmaktadır. Yenilenebilir enerji Ar-Ge konusunda devlet kurumlarında neredeyse hiçbir faaliyet yürütülmemekte olup, yürütülen faaliyetler yetersiz kalmaktadır. Devlet adına enerji üretimi gerçekleştiren kurumların Ar-Ge departmanları kendi görevlerini yapmamakta ve buralarda çalışmalar sağlıklı yürütülmemektedir. Bu duruma, devletin konuyu tamamen özel sektöre havale etmesi ve özel sektör firmalarının kısa vadeli küçük hacimli çözümler ürete-

rek, kar amaçlı faaliyetler üretmesi ve uzun vadeli yatırımları risk teşkil eden yatırımlar olarak görmesi işleri içinden çıkılmaz bir duruma getirmektedir. Üniversitelerin araştırma merkezleri tarafından yürütülen projelerin TÜBİTAK tarafından destekleniyor olması buralarda güzel sonuçların ortaya çıkarılmasını mümkün kılmıştır. Üniversitelerde son zamanlarda öğrencilerinde bu konulara ilgi duymaya başlaması ile proje çalışmaları daha da kolaylaşmaktadır. Halkın, yenilenebilir enerji ve yenilenebilir enerji Ar-Ge çalışmaları konusunda bilgilenmesi, sürecin gelişerek ilerlemesi konusunda büyük önem arz etmekte olup, gelecekteki çalışmalar için çok önemlidir. Yapılacak çalışmaların halkın kendi yararına olacağını bilmesi, desteklerinin alınması konusunda çok önemli olacaktır. Günlük hayatında enerji tüketimine dikkat edecek ve yenilenebilir teknolojilerin günlük hayatta kullanımı sağlanabilecektir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde enerji ile ilgili mevcut sorunlar ve geleceğe yönelik oluşturulan felaket senaryoları göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi açıkça ortaya çıkmaktadır. Ülkemiz yürüttüğü iklim değişikliği ve son zamanların popüler terimi olan "Karbon Ekonomisi" çalışmalarında yenilenebilir enerji kaynaklarının payını arttırmalı ve enerji verimliliği konusuna dikkat etmelidir. Yenilenebilir enerji teşvikleri biraz daha iyileştirilmeli ve yatırımcı için cazip fiyatlara çekilmelidir.

Rüzgar enerjisi alanında her yıl gelişim gösteren eğilim devam ettirilmelidir. Lisans konusunda yatırımcıların yaşadığı sorunlar asgariye indirilmeli, lisans verilen projelerin bir an önce işletmeye geçmelerinin sağlanması için lisans almadan tesis tamamlanmasına kadar olan süreçte yatırımcıların karşılaştıkları güçlükler ve karşılaşılan sorunlar çözümlenmeli ve yatırımcı teşvik edilmelidir. Yeni teknolojilerin entegrasyonu sağlanmalı ve rüzgar haritası sıkça güncellenmelidir. Tribün imalatı sürecinde kullanılan malzemelerin yerli üretimi konusunda devlet teşvikleri artırılmalı ve yatırımcıya kolaylık sağlanmalıdır. Özellikle yurtdışından ithal edilen ara malzemelerin üretimi üzerine yoğunlaşılmalıdır.

Jeotermal enerji alanında mevcut potansiyel teknolojinin el verdiği ölçüde maksimum düzey ve fayda ile kullanılmalı, bu alanda içerilen yüksek potansiyel boşa harcanmamalıdır. Teknik personel ve uzman kişi açığını kapatma konusunda en büyük görev üniversitemize düşmektedir. Üniversitemizin ilgili bölümlerde bu konunun üzerine düşerek öğrencileri yönlendirmesi ve teşvik etmesi gerekmektedir. Mevcut yeryüzüne çıkarılmış kaynakların yanında yer altında keşfedilmemiş jeotermal kaynaklar için jeofizik araştırmalara önem verilmeli ve multi disiplinli çalışmalar yapılmalıdır. Denetleme konusu bir an önce gündeme taşınmalı ve ilgili yasal düzenleme yapılmalıdır. Denetleme olmayan kuyular açık tehdit olarak karşımıza çıkmakta ve çalışan personelin

can güvenliği risk altındadır (Aşırı basınçtan dolayı oluşan patlamalar).

Güneş enerjisi konusunda mevcut yatırımların hız kesmeden devam etmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca yeni teknolojiler olan ve henüz yeterince bilinmeyen parabolik oluk kolektörler ve MicroCSP teknolojileri konusunda farkındalık oluşturulmalı. Yeni teknolojilerin ve mevcut teknolojilerin binalara entegrasyonu ve günlük hayata daha fazla monte edilmesi konusunda çalışmalar hız kesmeden devam etmeli ve küçük ölçekte de olsa yeni santral kurulumları teşvik edilmelidir. Fotovoltaik panellerin iyileştirilmesi ve verimin artması konusunda yapılan çalışmalar desteklenmeli ve bu alanda da üniversite-özel sektör işbirliği sağlanmalıdır.

Biokütle enerjisinin kullanımı artırılmalı, Türkiye'nin bu kadar yüksek potansiyele sahip olduğu bir alanda bir o kadar bu alandan yararlanamaması mutlaka sorgulanmalıdır. Özellikle tarım ve hayvancılık ile uğraşan firmaların üretim süreçleri sonucu ortaya çıkan biyo atıklarını mutlaka enerji dönüşümüne sokmaları gerekmektedir. İlgili sektörde faaliyet gösteren firmalarda farkındalık oluşturulmalıdır. Ayrıca biyoyakıt ve biyogaz eldesinin devamlılığı sağlanmalıdır. Hidroelektrik üretiminde mevcut durum çevreye ve su kaynaklarına zarar vermeyecek şekilde artırılmaya devam etmelidir. Mevcut kurulu güç sonuna kadar kullanılmalıdır.

Ülkemizin bulunduğu bölge ve sosyal yapısı sebebiyle değişken bir finansal statüye sahip

olduğu düşünülürken mevcut hedeflerin kısa vadeli tutulması mantıklı olarak görünmektedir. Fakat Cumhuriyet'imizin 100. Yılı olan 2023 yılına yönelik hedeflerinde titiz çalışmalar ve araştırmalar sonucu her alanda net olarak ortaya konması ve bu hedeflere ulaşılması için gerekli ortamın hazırlanması gerekmektedir. Altyapı çalışmaları hızlanmalı ve yatırımlar için uygun şartlar sağlanmalıdır. Yenilenebilir enerji konusunda halkın bilinçlenmesi mutlak suret ile sağlanmalı ve yenilenebilir enerjinin faydaları açık ve net olarak anlatılmalıdır. Günlük hayata adaptasyon konusunda önemli olan bu girişim ileride büyük fayda sağlayacaktır. Ayrıca ilköğretim çağındaki öğrencilere yenilenebilir enerji eğlenceli öğretim yolları ile anlatılmalı ve ilgi duymaları sağlanmalıdır. Küçük

ölçekli basit projeler üretmeleri sağlanabilir. Yenilenebilir enerji kullanımının gelecekte bir ihtiyaçtan öte, zorunluluk olabileceğinin bilinmesi ile ülkemizin taşın altına elini sokarak madde ve manevi bütün gücünü bu işe koyması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu durumda özel sektöründe işin içine katılarak Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması ve desteklenmesi gerekmektedir. Kar amaçlı ve düşük hacimli işler yürüten özel sektörü, uzun geri dönüş vaat eden ve riskli görünen yatırımlarda kamu kurumları özendirilmeli ve teşvik etmelidir. Böylece dünya sıralamasında yerimizin yükselmesi bir hayal olmaktan çıkacaktır. Ülke sosyal ve ekonomik yönlerden büyük kazançlar elde edecektir. Devlet adına enerji üretimi faaliyeti yapan kamu kurumlarının neredeyse hiç çalışmayan

Ar-Ge departmanları için süratle önlem alınmalı ve departmanlara görevleri hatırlatılmalıdır. Kamu kuruluşlarının alanlarındaki teknolojik gelişmeleri takip etmeleri ve bu teknolojileri geliştirme çabalarının ileride ülkemize sağlayacağı katma değer çok önemli olacaktır. Kamu kurumları özel sektöre emsal olmalı ve cesaretlendirmelidir. Bunu yapabilmenin yegane yolu Ar-Ge çalışmalarını hızlandırmak ve sürekli olmasını sağlamaktır. Gelişen ve büyüyen Türkiye sanayisi ile yenilenebilir enerji yatırımlarının malzeme temini ithalata bağımlılıktan kurtarılmalı ve yerli üretim devlet tarafından teşvik edilmelidir. Özellikle ara malzeme üretimi ve yetkin personel yetiştirme konularına öncelik verilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Yılmaz, Ö., Kösem, L., 2011. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli Kullanımı ve Dışa Bağımlılığı. Ege Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü, İzmir
- [2] International Energy Agency (IEA), 2010. "Key world energy statistics 2010", OECD/IEA, Paris.
- [3] Görez, T., Alkan, A., 2010. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- [4] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Verileri, İnternet Erişim; www.enerji.gov.tr.
- [5] Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı (TYDTA) Verileri İnternet Erişim; www.invest.gov.tr
- [6] Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu Lisans Verileri, İnternet Erişim; <http://www.epdk.gov.tr/>
- [7] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı.
- [8] Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği Verileri, İnternet Erişim; www.tureb.com.tr
- [9] Altuntaşoğlu, Z.T., 2011. Türkiye'de Rüzgar Enerjisi, Mevcut Durum ve Sorunlar, Mühendis ve Makine Dergisi, Sayı: 617.
- [10] Dağistan, H., 2008. Yenilenebilir Enerji ve Termal Kaynaklarımız, Termal ve Maden Suları Konferansı 24-25 Nisan 2008, Afyonkarahisar
- [11] Akpınar, K., 2001. Türkiye'de Jeotermal Enerji Konusunda Yaşanılan Sorunlar ve Jeotermal Sondajların Önemi, TESKON, İzmir.
- [12] Güneş Enerjisi Yatırımcı ve Sanayicileri Derneği (GENSED) Verileri; İnternet Erişimi www.gensed.org
- [13] Güçlüer, D., Batuk, F., 2011. Güneş Enerjisi Santrali Kurulabilecek Alanların CBS- ÇÖKA Yöntemi ile Belirlenmesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan Ankara, Türkiye
- [14] Elektrik İşleri Etüt Dairesi (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü) Verileri, İnternet Erişim <http://www.eie.gov.tr>
- [15] Topal, M., Arslan, E.I., 2008. Biyokütle Enerjisi ve Türkiye, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu (UTES), 17- 19 Aralık, İstanbul.
- [16] <http://www.teknodan.com.tr/download/roportaj.pdf>
- [17] International Energy Agency (IEA), "Energy policies of IEA countries:1987-2005 reviews", OECD/IEA, Paris, 1988-2007
- [18] International Energy Agency (IEA), 2007. "Renewables in global energy supply, fact sheet", OECD/IEA, Paris.
- [19] International Energy Agency (IEA), 2008. "Key world energy statistics 2008", OECD/IEA, Paris.
- [20] Cansın, Y., Sohtaoğlu, N.H., 2009. OECD/IEA Ülkelerinin AR-GE Harcamalarındaki Eğilimler Kapsamında Yenilenebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmelerin İncelenmesi, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır.
- [21] Türkiye İstatistik Kurumu Verileri, İnternet Erişim; www.tuik.gov.tr
- [22] TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, 2011. "Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi",
- [23] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Sektöründe Ar-Ge Çalışma Grubu Raporu, 2007, Ankara.