

# DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ AR-GE STRATEJİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Orkun Teke**

Dokuz Eylül Üniversitesi,  
Mühendislik Fakültesi,  
Jeofizik Mühendisliği Bölümü,  
Tınaztepe Yerleşkesi,  
Buca, İzmir  
orkunteke@gmail.com

## ÖZET

Büyük ölçekte dünyamızın, küçük ölçekte ise ülkemizin karşı karşıya olduğu küresel ısınma probleme karşı yeşil enerji kaynakları olarak adlandırılan çevreci yani yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Fosil yakıt kullanımına bağlı olarak artan sera gazı etkisiyle ilgili olarak ülkeler mevcut enerji üretim teknolojilerini gözden geçirmeye başlamış ve yeşil enerji AR-GE yatırımlarını hızlandırarak daha temiz enerji eldesi yolunda önemli adımlar atmışlardır. Türkiye’de ise AR-GE kavramı henüz tam olarak kavranmadığından bu yatırımlarda, yüksek potansiyeline rağmen geride kalmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde diğer ülkelerin yeşil enerji AR-GE yatırımları irdelenmiştir. Daha sonraki bölümde Türkiye’nin yeşil enerji AR-GE yatırımları ve kapasitesi incelenerek, diğer ülkelerdeki mevcut durumla karşılaştırılmıştır. Ayrıca enerjiyle ilgili çalışan kamu kurumlarının AR-GE departmanlarının yetersizlikleri irdelenmiş ve sonuçlar bölümünde bazı çözüm önerileri sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Küresel ısınma, yeşil enerji, yeşil enerji AR-GE, fosil yakıtlar, temiz enerji

## Assessment of Renewable Energy R&D Strategies for World and Turkey

## ABSTRACT

Against the global warming that is problem for world in high scale and for Turkey in little scale. Importance of the renewable energy sources that is called green energy has been displayed. Depending on the use of fossil fuels, countries were reviewed and accelerated their green energy R&D investments about the effect of increasing greenhouse gas. In Turkey, R&D concept has not been apprehended enough yet. So, Turkey has dropped back despite including high potential.

The first part of this case, green energy R&D investments of other countries has been analyzed. In the next part, R&D investments and capacity of Turkey have been analyzed and compared with other countries. Also, insufficiencies of government agencies’ R&D departments have been analyzed and in conclusions, some solutions have been offered.

**Keywords:** Global warming, green energy, green energy R&D, fossil fuels, clean energy

Geliş tarihi : 08.02.2013  
Kabul tarihi : 25.04.2013

Teke, O. 2013. “Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji AR-GE Stratejilerinin Değerlendirilmesi” Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 640, s. 54-62.

## 1. GİRİŞ

Çevresel kirliliğin ve fosil yakıt kullanımına bağlı olarak artan küresel ısınmanın etkisini giderek arttırdığı günümüzde, ülkeler enerji ihtiyaçlarını karşılama bakımından yenilenebilir kaynaklara yönelmeye çalışmaktadır. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen verimi ve elektrik miktarını arttırmak için ise AR-GE çalışmaları hızlandırılmış ve yatırımlar yapılmaya başlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynak çeşitlerinin önemli bölümüne Dünyanın her yerinde, yeteri kadar ve sürekli şekilde erişilebilir mümkün olup; fosil yakıtlar ile nükleer enerji türlerinde olduğu gibi, rezervlerin tükenmesine ilişkin kısıtlar bulunmamaktadır. Bunlara karşın, yenilenebilir enerji potansiyeli coğrafi ve iklimsel değişimlere oldukça duyarlıdır. Değişken karakterli potansiyelden artan düzeyde ve sürdürülebilir şekilde faydalanabilmek için güneş, biyokütle veya rüzgâr gibi yenilenebilir enerji alt faaliyet alanlarındaki dönüşüm teknolojilerinin daha da geliştirilmesi ve enerji sistemindeki konumlarının güçlendirilmesi gerekmektedir [1]. Son zamanlarda fosil kaynaklı enerji kaynaklarının fiyatlarının artış trendi içerisine girmesi, bu kaynakların tek el sayılabilecek seviyede birtakım ülkelerin elinde olması bu kaynaklara olan güveni azaltmaktadır. Bunun karşısında yenilenebilir enerji kaynakları konusunda artan farkındalık ve teşvikler sayesinde araştırma geliştirme faaliyetleri artmaya başlamış, ülkeler kendi enerjisini bağımsız olarak üretme ve karbon salınımını azaltıcı önlemler almaya başlamışlardır.

Ülkelerin sosyal, siyasi ve ekonomik yapıları ile teknoloji geliştirme kapasiteleri, enerji güvenliğine yönelik algılamaları, enerji AR-GE bütçelerinin şekillendirilmesinde önemli işlevler yüklenmektedir. 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 önceliklerini saptayabilmesi yönünde büyük katkılar sağlamaktadır [2].

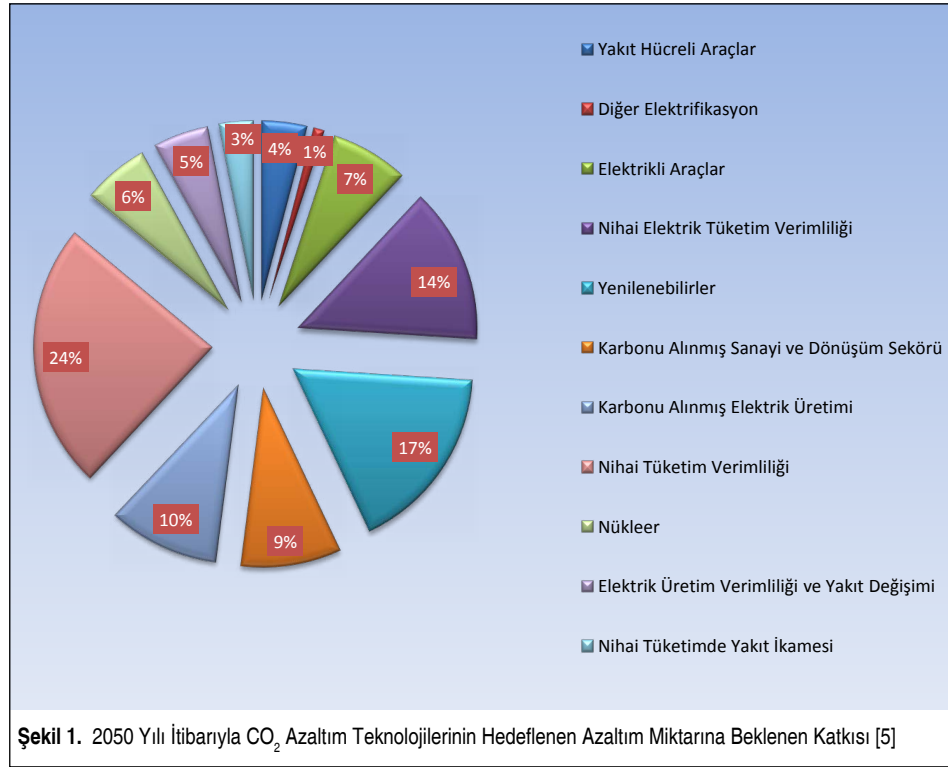
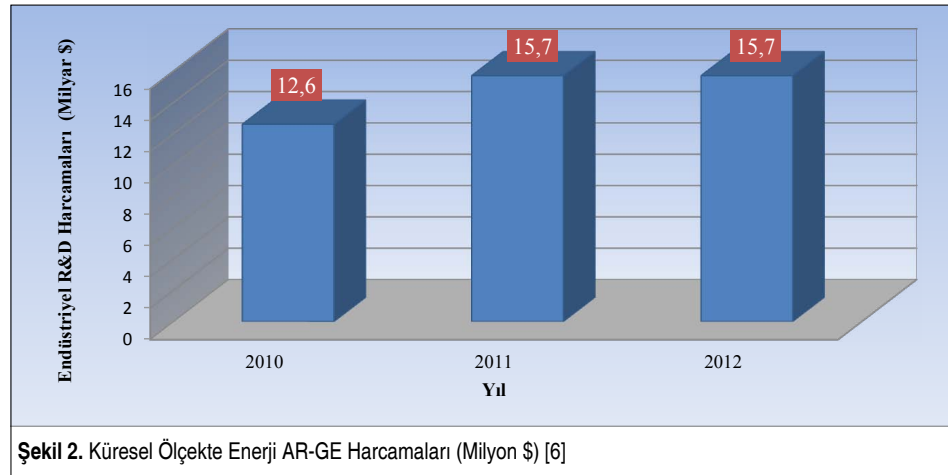
Ulusal ve uluslararası yapılan birçok toplantıda dile getirilen yenilenebilir kaynakların kullanımının artırılması hususunda birçok protokol imzalanmasına veya sözler verilmesine rağmen günümüzde hâlâ yenilenebilir enerji AR-GE çalışmalarına yapılan yatırımların yeterli olmadığını görmekteyiz. Yapılan bilimsel çalışmalarda göstermektedir ki 2050 yılına kadar karbon salınımı aynı şekilde artmaya devam ederse dünya üzerinde sıcaklık yaklaşık 2 °C artacak ve deniz seviyelerindeki artış insanları açıkça tehdit edecektir. Bunun yanında nükleer tesislerin ürettiği enerjinin çok önemli boyutlarda olmasına rağmen atıklarının depolanması sorunu ve Japonya depremiyle ortaya çıkan güvenlik problemlerinin bütün dün-

yanın faaliyetlerini durma noktasına getirmesi önemli bir gelişmedir. Yapılan son araştırmaların gösterdiğine göre halen 1,4 milyar insan güvenilir bir enerji kaynağına sahip değildir. Dünya Vahşi Yaşamı Koruma Vakfı’nın oluşturduğu “Ecofys” isimli senaryoya göre yenilenebilir enerji üretimine ve enerji verimliliğine yönelik araştırma ve geliştirme çalışmaları ciddi anlamda artmalıdır. Halen dünya çapında AR-GE harcamaları yılda 65 milyar euro civarındadır. Bunun önümüzdeki 10 yılda iki katına çıkarılması gerekir. Temiz yeniliklere yatırım yapan ekonomiler, yenilenebilir enerji geleceğinde başarıyla büyümek konusunda öncü olacaktır. Ecofys senaryosunda AR-GE’deki kilit alanlar daha verimli malzemelerin, süreçlerin ve teknolojilerin kullanımıyla enerji talebinin düşürülmesi amaçlanmaktadır. Akıllı şebekelerin ve ev aletlerinin devreye sokulması; elektriğin depolanması; biyoyakıtlarda verimlilik artışı ve algılarından yakıt üretimi; hidrojenin depolanması ve ulaşım; hâlâ kömüre bağımlı endüstriyel süreçler için alternatif enerji kaynakları yaratılması olarak belirlenmiştir [3].

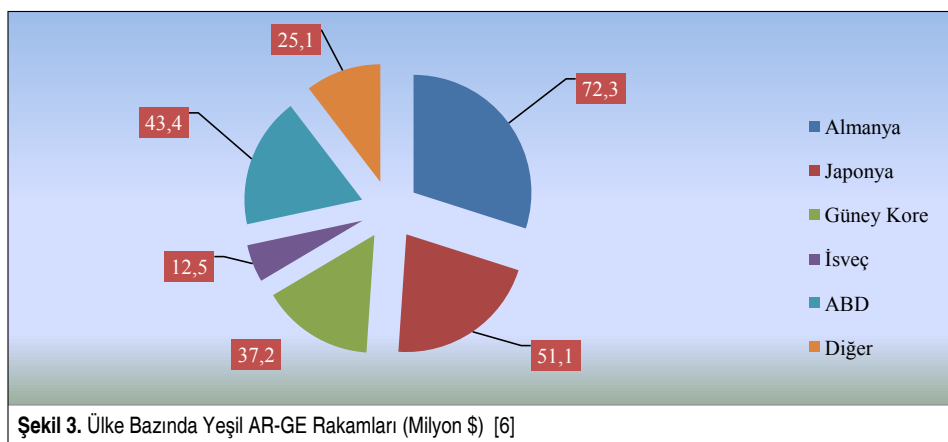
## 2. OECD/IEA ÜLKELERİNİN YEŞİL ENERJİ AR-GE YATIRIMLARINDA MEVCUT DURUMLARI VE BAZI ÖRNEKLER

Temiz enerji teknolojileri gelişmesini devam ettirmekte olup, enerji verimliliği çalışmaları artmış ve yenilenebilir enerji %30- 40 civarında büyüme görmüştür. Uluslararası Enerji Ajansı geçmiş eğilimlerden yola çıkarak 2050 yılı için çeşitli senaryolar geliştirmiştir. Bu senaryolarda da ekonomik büyümenin enerji tüketiminden daha hızlı arttığı farklı büyüme eğilimlerinin devam edeceği ve geçmiş 30 yıllık dönemde yakalanan yıllık ortalama birincil enerji yoğunluğunda %1,7 iyileşmenin olacağı belirtilmiştir. 2007 ve 2050 arasında ise “Baz Senaryo”da yıllık %1,8 veya özellikle gelişmekte olan ülkelerde teknolojik gelişmeleri referans alan “Blue Map” senaryosunda % 2,6 olarak devam edeceği kabul edilmiştir. Karbondioksit açısından belirlenmiş küresel hedefleri gözetken bu senaryolarda, CO<sub>2</sub> azaltım hedeflerinin sağlanmasında en önemli önemin nihai tüketimde enerji verimliliğinin artırılması olduğu görülmektedir. Baz Senaryo’ya göre daha yüksek hedeflerin öngörüldüğü Blue Map Senaryosu’nda CO<sub>2</sub> azaltımının beklendiği alanlar, oran olarak Şekil 1’de gösterilmektedir. Nihai sektördeki enerji verimliliğinin bu senaryoda %38 gibi önemli bir ağırlığı olduğu görülmektedir [4].

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) raporlarına göre ülkelerin AR-GE yatırımları incelendiğinde ilginç bulgulara rastlanmaktadır. Güneşlenme süresi gün bakımından diğerlerine nazaran az olan Norveç’in PV yatırımlarına öncelik verdiği görülmekte olup, Japonya’nın da PV yatırımlarına öncelik verdiği anlaşılmaktadır. ABD’nin en büyük payı biyokütle-

Şekil 1. 2050 Yılı İtibarıyla CO<sub>2</sub> Azaltım Teknolojilerinin Hedeflenen Azaltım Miktarına Beklenen Katkısı [5]

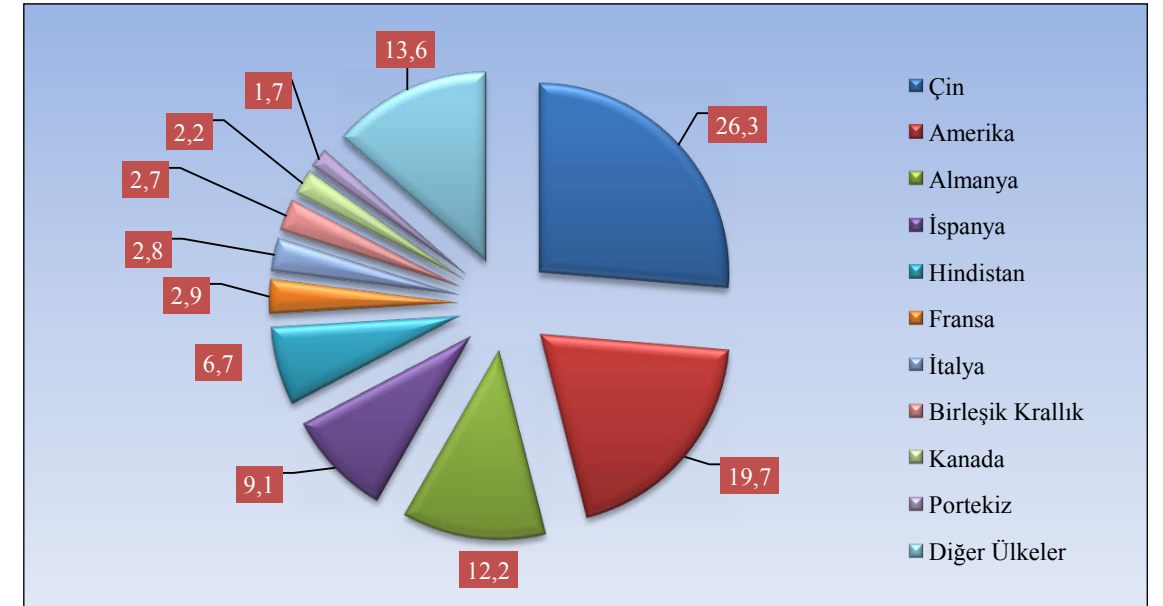
Şekil 2. Küresel Ölçekte Enerji AR-GE Harcamaları (Milyon \$) [6]



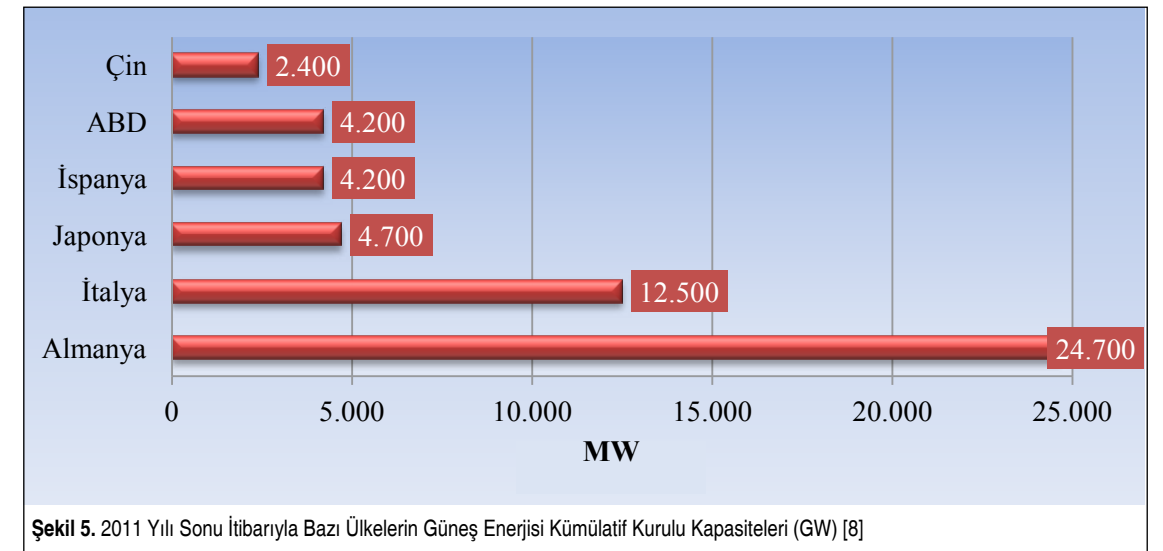
Şekil 3. Ülke Bazında Yeşil AR-GE Rakamları (Milyon \$) [6]

ye ayırdığı anlaşılırken, Rusya ve Fransa'nın biyoyakıtlara öncelik verdiği görülmektedir. Güneşlenme süresi bakımından çok yüksek potansiyele sahip Avustralya ve İspanya'nın solar teknolojilere daha fazla yatırım yapması beklentiler dahilinde bir gelişmedir. Avustralya, topraklarının çöl bölgelerinde kurmaya başladığı ve projelendirmesini yaptığı büyük ölçekli PV ve CSP santrallerle gelişimini sürdürmekte olup, İspanya ise CSP teknolojilerine daha fazla yoğunlaşmış olup Andasol 1 ve Andasol 2 CSP tarlalarını faaliyete geçirmiştir. Güneş teknolojileriyle detaylı ilgilenen ülkelerden bir başkası olan Güney Kore ise daha çok kule tipi santral uygulamalarına öncelik vermiştir. Birleşik Krallık ve Danimarka bünyesinde yenilenebilir enerji yatırımları daha çok rüzgâr alanına yönelmiştir. Danimarka'nın bu alana yönelmesindeki asıl sebep olarak dünya devi Siemens firmasının hükümetle ortak hayata geçirdiği büyük ölçekli rüzgâr enerjisi projeleridir. Bunların çoğu deniz üzerinde kurulu santraller olup başarılı örneklerdendir. İtalya son zamanlarda yenilenebilir enerji yatırımlarını hızlandırmış ve Akdeniz ikliminin avantajlarını kullanarak her alana yatırım yapmaya çalışmıştır. Güney Afrika bütün yatırımlarını okyanus dalgası ve gel-git enerjileri üzerine yaparken, Hindistan da okyanus kıyısı olmasının avantajlarını kullanmak isteyerek bu alana özel önem vermiş ve yatırım yapmıştır.

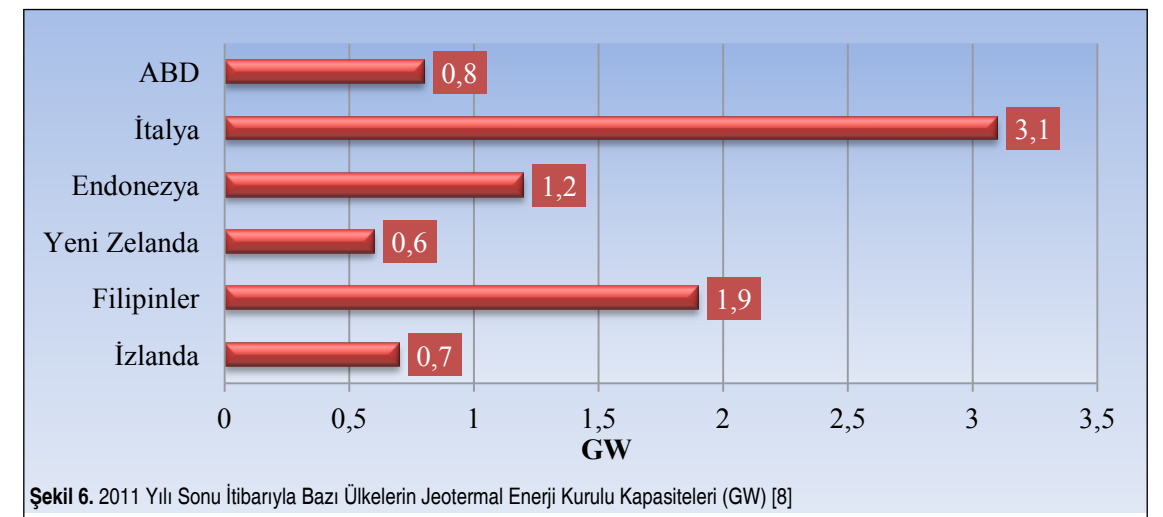
Son bir yıl içerisinde özellikle bazı Avrupa Birliği ülkelerini vuran ekonomik kriz Avrupa ülkelerinin AR-GE yatırımlarını etkilemiş ve ABD, Japonya, Brezilya, Avustralya gibi ülkelerin yaptığı atılımlara cevap verememelerine neden olmuştur.



Şekil 4. 2012 Ocak Ayı İtibarıyla Rüzgar Enerjisi Yığılma Kapasite Dağılımı [7]

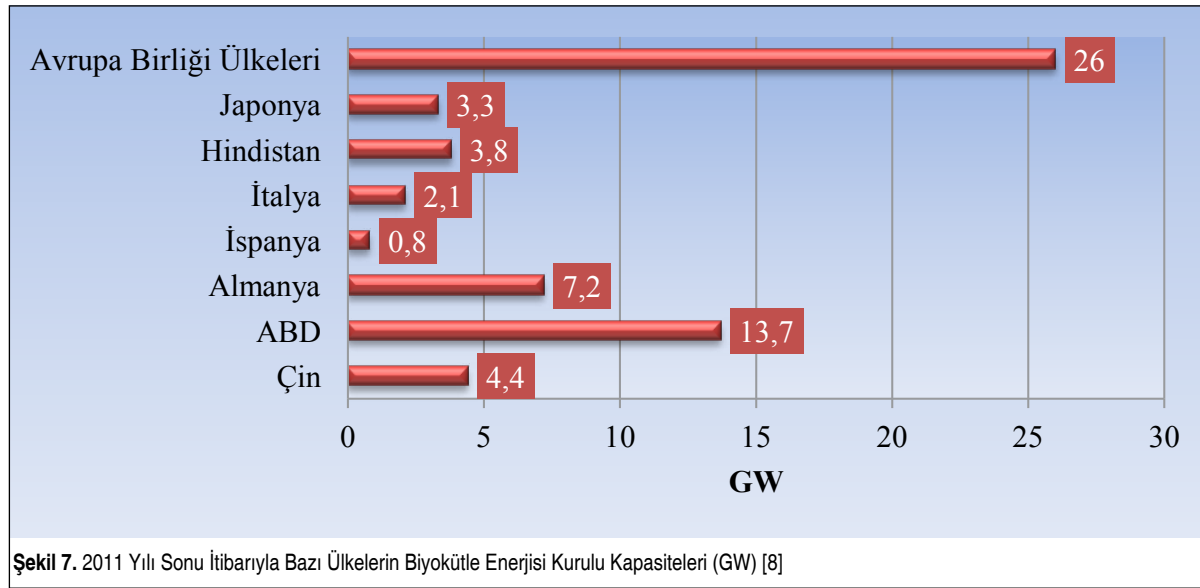


Şekil 5. 2011 Yılı Sonu İtibarıyla Bazı Ülkelerin Güneş Enerjisi Kümülatif Kurulu Kapasiteleri (GW) [8]

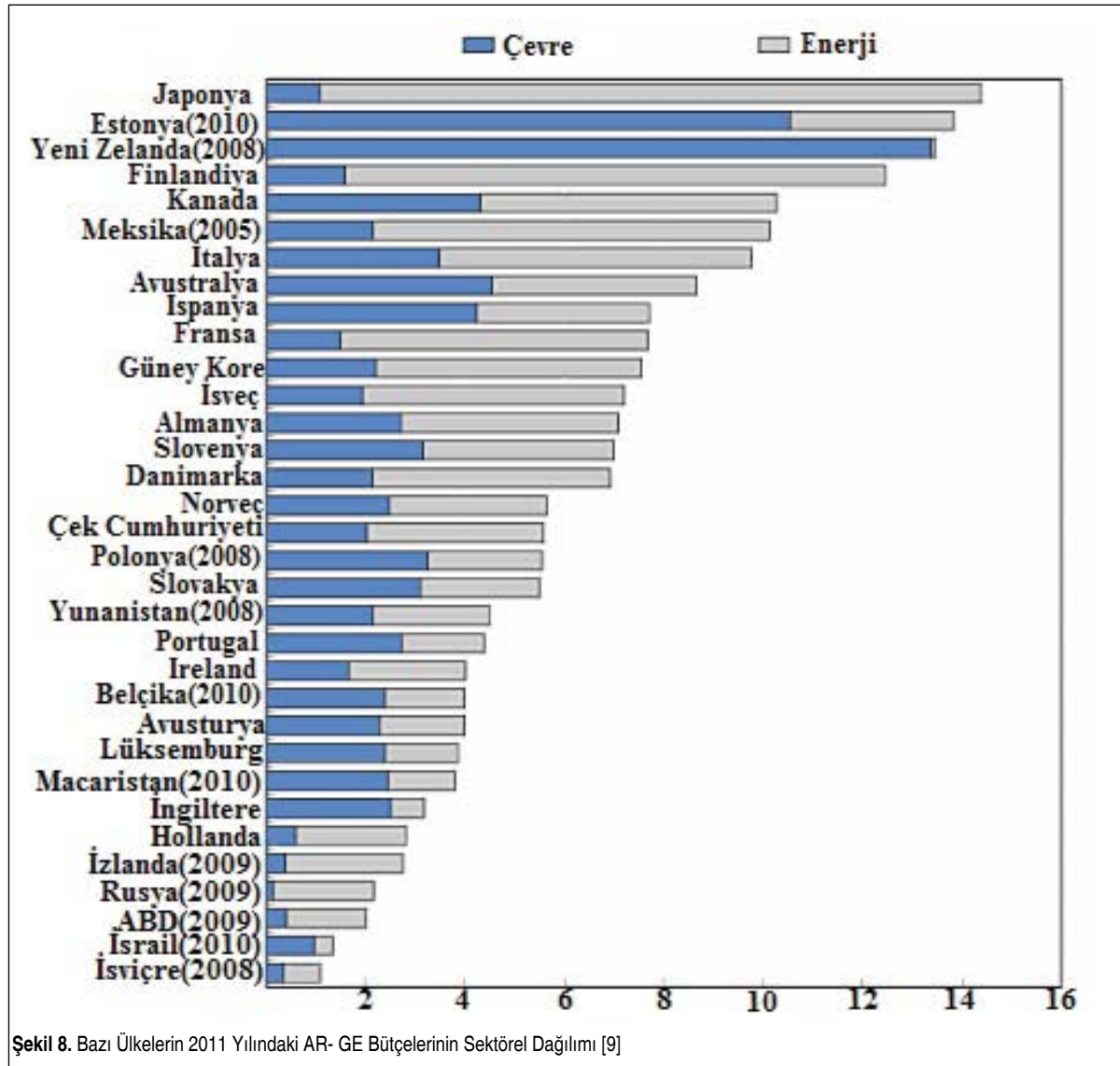


Şekil 6. 2011 Yılı Sonu İtibarıyla Bazı Ülkelerin Jeotermal Enerji Kurulu Kapasiteleri (GW) [8]





Şekil 7. 2011 Yılı Sonu İtibarıyla Bazı Ülkelerin Biyokütle Enerjisi Kurulu Kapasiteleri (GW) [8]



Şekil 8. Bazı Ülkelerin 2011 Yılındaki AR-GE Bütçelerinin Sektörel Dağılımı [9]

Özellikle İspanya ve Yunanistan’ı çok olumsuz etkileyen kriz sürecinde İspanya birçok projeyi askıya almış veya uygulamadan kaldırmıştır. Ayrıca Almanya cephesinde güneş ve rüzgâr harici yatırımlar sektöre uğramıştır.

Küresel ve ulusal bazda enerji ve yeşil AR-GE yatırımlarını incelemek gerekirse (Şekil 2 ve Şekil 3);

Ülkelerin yenilenebilir enerji alanında kapasitelerine segment bazında bakmak gerekir ise;

Rüzgâr alanında (Şekil 4).

Güneş alanında (Şekil 5) ;

Jeotermal enerjide (Şekil 6);

Biyokütle enerjisi kullanımında (Şekil 7);

Küresel çapta, 2007 yılında başlayan Temmuz 2012 itibarıyla yapılan enerji AR-GE yatırımları 3,6 Milyar USD seviyesini geçmiştir. Bu AR-GE yatırımları içerisinde “Yenilenebilir Enerji, Yeşil Binalar, Yeşil AR-GE, Smart Grid teknolojileri, Enerji Verimliliği ve Temiz Teknolojiler” bulunmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. 2007- Temmuz 2012 Aralığında Küresel Çapta Yapılan Enerji AR-GE Yatırımlarının Alan Bazında Dağılımı [6]

Sektör	Miktar (\$)
Yenilenebilir Enerji	2.002.049.000.000
Yeşil Binalar	716.450.000.000
Yeşil AR-GE	241.759.000.000
Smart Grid Enerji	238.493.000.000
Enerji Verimliliği	238.493.000.000
Temiz Teknolojiler	188.332.000.000
<b>Toplam</b>	<b>3.618.115.000.000</b>

### 3. TÜRKİYE’NİN YEŞİL ENERJİ AR-GE STRATEJİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

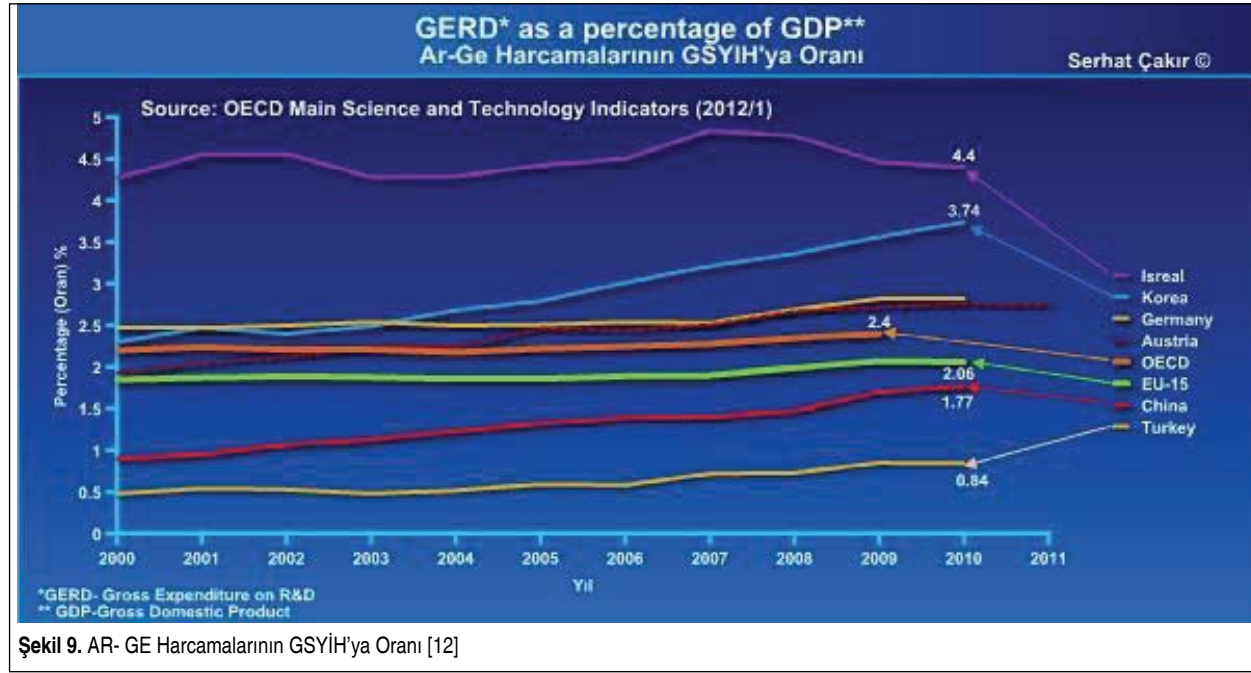
Ekonomik büyümeyle birlikte artan enerji talebini karşılamak, enerji arz güvenliğini sağlamak, 2001-2005 yılları arasında yürürlüğe konulan 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda belirlenen hedefleri gerçekleştirebilmek için enerji teknolojilerine yönelik AR-GE harcamalarına özel önem verilmiştir. Bu bağlamda Türkiye’de enerji piyasalarının düzenlenmesi ve enerji politikalarının uygulanmasından sorumlu olan üç temel kuruluş bulunmaktadır. Bunlar; ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), EİGM (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü) ve EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu) dir.

ETKB, genel ve özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanması ve oluşturulmasında temel kuruluştur. Elektrik enerjisi üretimi için, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı Kanunu Mayıs 2005’te kabul edilmiştir. Bu kanunun en önemli amaçları, elektrik enerjisi üretmek için yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını arttırmak, enerji kaynaklarını çeşitlendirmek, sera gazı emisyonlarını azaltmak, atık ürünleri değerlendirmek ve çevreyi korumak olarak belirlenmiştir. Enerjinin üretimi, tüketimi ve enerjinin dönüşümü sera gazı ve hava kirliliğinin artmasında önemli bir etkiye sahiptir. Enerji üretimi ucuz, güvenli, ekolojik, yenilenebilir, uygun ve ekonomik olmalıdır ve toplumun bu faktörlerin bilincinde olması gereklidir. Taslak projeler enerji tasarrufunu destekleyici olarak geliştirilmelidir [10]. AR-GE harcamaları, bir ülkenin veya firmanın teknoloji yeteneğini tanımlamakta kullanılan değişkenlerden biridir. AR-GE harcamasında yeni ürün ve/veya üretim yöntemi geliştirme, mevcut ve ithal edilen teknolojinin etkin kullanılması, uyarlanması veya değiştirilmesi süreçleri gibi teknolojik faaliyetlerin her aşaması büyük önem taşımaktadır [11]. AR-GE harcamalarının GSYİH’ a oranı Türkiye’de maalesef istenen oranlarda olmamaktadır (Şekil 9).

Enerji sektöründe dışa bağımlılık oranının yüksek olması üretim maliyetlerinin artmasına neden olmakta ve sanayi sektörünün ve istihdamın gelişmesine engel olmaktadır. Bu nedenlerle AR-GE çalışmaları büyük öneme sahiptir. Bu kapsamda, ETKB tarafından 8 Haziran 2010 tarihli ve 27605 sayılı Resmî Gazetede “Enerji Sektörü Araştırma-Geliştirme Projeleri Destekleme Programına (ENAR)” dair yönetmelik yayımlanmıştır [13].

Türkiye’de, AR-GE çalışmalarına verilen önem giderek artmaktadır. Bu çerçevede, Enerji Bakanlığı tarafından ülkemizde yerli ve yenilik odaklı enerji ekipman ve metotlarının geliştirilmesine katkı yapacak, bu alanda sektörü, istihdamı ve bilgi düzeyini yükselterek ülkemizin uluslararası alanda rekabet gücünü artıracak çalışmaların üniversite, kamu, sanayi işbirliklerini artıracak faaliyetlerin desteklenmesini amaçlanmaktadır. Bu kapsamda “Enerji Sektörü Araştırma-Geliştirme Projeleri Destekleme Programı (ENAR)” başlatılmıştır. ENAR Programına 2008 yılı içerisinde 1 milyon TL ödenek ayrılmıştır. ENAR programıyla, bakanlığa bağlı ilgili kuruluşlarca yürütülen AR-GE yatırımlarının, 2015 yılına kadar, 2009 yılı AR-GE yatırımlarına göre %100 oranında artırılması hedeflenmiştir [14].

Yenilenebilir enerjinin toplam birincil enerji arzı içerisinde 1990’larda %17 civarında olan payı 2009 yılına gelindiğinde %9,4’e düşmüş, 2010 yılı sonu itibarıyla %9,6 olarak gerçekleşmiştir [15]. Özellikle geleneksel usullerle kullanılan biyokütle miktarındaki azalış ve hidroelektriğin elektrik üretiminde payının artan oranda doğal gaz ile yer değiştirmesi bu düşüşü açıklayan olgular olarak karşımıza çıkmaktadır. Hid-



roelektrik Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının başlıca kullanılan türü olup, güneş, rüzgar, jeotermal ve biyokütle enerjileri de kullanılmaktadır [16].

Türkiye dünya ülkeleri arasında;

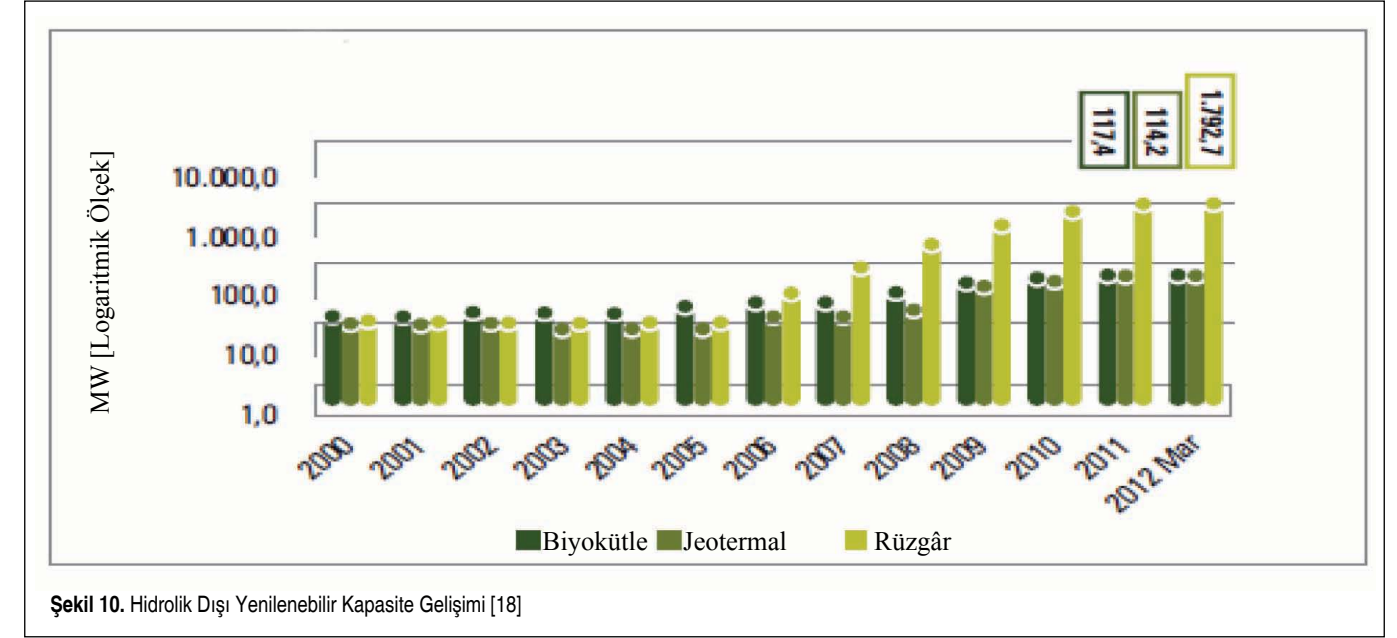
- ✓ Elektrik üretiminde 20,
- ✓ Hidroelektrik kapasitesinde 12,
- ✓ Jeotermal enerji kapasitesinde 12,
- ✓ Güneş enerjisi kapasitesinde 27,
- ✓ Rüzgâr enerjisi kapasitesinde 16. durumdadır [15].

Segmentler bazında gelişmelerin ve yeni çalışmaların incelenmesi gerekir ise;

Güneş alanında; ülkemizde fotovoltaik panellerin teknolojileri geliştirilmiş ve elde edilen verim arttırılmıştır. Güneş alanında yapılan AR-GE çalışmaları daha çok özel sektör tarafından yapılmakta olup, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi teknolojilerine dönüş yaşanmaktadır. Kamusal alanda en önemli AR-GE faaliyetlerinin TÜBİTAK tarafından yapıldığı görülmekte olup, kalkınma ajansları da son zamanlarda ön plana çıkmaya başlamışlardır. AR-GE çalışmalarının termal uygulamalardan öte enerji üretimine kaydırılması süreci halen devam etmekte olup, AR-GE çalışmaları sayesinde mevcut teknolojilerin fiyatları %15- 20'lere varan oranlarda azalmıştır. Kristalli hücre, esnek paneller yeni teknolojiler olarak karşımıza çıkmaktadır. Güneş alanında Türkiye'nin alması gereken daha çok yol vardır. Özellikle yoğunlaştırılmış güneş enerjisi konularında mevcut faaliyetler yeterli olmayıp, teknoloji açısından hiçbir gelişme sağlanamamıştır. Kılcal boru teknolojileri ve verimlilik üzerine yoğunlaşılmalıdır.

Rüzgâr alanında Türkiye'nin kurulu güç kapasitesi 2000 MW'ı geçmiştir. Yeni teknoloji araştırmalarında özellikle türbinlerin iç yapıları hedef alınmış olup, ağırlık probleminin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir [17]. Alternatörlerin hafifletilmesi ve dişli sistemlerinin sistemden kaldırılması için çalışmalar hâlen devam etmektedir. İç materyalin ağır olması temel ve şaseninde ağır olması anlamına gelmektedir. Ayrıca sadece düz akışta elektrik üretebilen teknolojilerin yanında türbülanslı akış içerisinde de elektrik üretebilecek sistemlerin geliştirilmesi açısından çalışmalar yapılmalıdır ve yapılacaktır. Türkiye mevcut sanayi yapısı 2012 bütçe tartışmalarında açıklanan rakamlara göre de bu teknolojileri üretebilecek yapıdadır ve bu faaliyetlerle uğraşan yerli şirket sayıları gün geçtikçe artmaktadır. Devlet tarafından verilen teşviklerin azlığı ve özel sektör içinde geçerli olan yeniliğe karşı ön yargılı davranışlar sektörün ve AR-GE çalışmalarının gelişiminde en büyük engeldir. Yeni teknolojileri geliştirmek için sektöre yeni fikirler şarttır.

Jeotermal teknolojiler açısından durum incelendiğinde mevcut durum yeterli seviyede olmakla birlikte, çalışmalar aralıksız sürdürülmektedir. Türkiye dünyanın en büyük 7. jeotermal potansiyeline sahip ülkesi olup, diğer kaynaklar gibi bu kaynaktan da istenen seviyeye gelinmemiştir. Özellikle Ege Bölgesi bu konuda yüksek potansiyel içermekte ve bu alandaki potansiyel diğerlerine nazaran iyi değerlendirilmiş durumdadır. Jeotermal enerji santrallerinde geliştirilmesi için çalışılan teknolojiler, ısı kaybını önleyici borular ve genel sistem döngüsünde kayıpları azaltmaktır. Bir diğer hedef ise jeotermal suların hidrojen üretilmesidir. Ayrıca İzlanda örneği gibi etanol üretimi yapmak için de bazı test çalışmaları küçük



ölçekte devam etmektedir. Jeotermal enerji uygulamalarında teknoloji kapasitemiz dünya standartlarında olup, kullanılan materyaller son teknoloji materyallerdir. Bu materyallerin yerli üretiminin teşviki şarttır. Hidrojen ve etanol üretimi için ise karşılaşılan en büyük problem nitelikli iş gücü olmaktadır.

Biyogaz konusunda sadece Almanya’da 5000 civarında tesis bulunmaktadır. Türkiye’de ise bu işle uğraşan şirket sayısı 100’ü geçmemektedir. Türkiye’nin toplam biyoenerji potansiyeli 6400 MW olarak verilmektedir. Bu alanda tesis kurulumları özellikle belediyeler tarafından önemsenmektedir. Ayrıca özel sektör girişimleri devam etmektedir. Mevcut teknolojiler dünya standardında kullanılan teknolojilerdir [15]. 2012 yılında ekim sonu itibarıyla kurulu güce kazandırılan 2450 MW’lık kurulu gücün, 1590 MW’lık kısmı yenilenebilir kaynaklardan oluşmaktadır [15].

Ülkemiz, yenilenebilir enerjinin tüketime entegrasyonunda en fazla başarıyı hidroelektrik enerjisinde gerçekleştirmiştir. Türkiye’de 2005 yılında hidroelektrik santrallerin kurulu gücü 12.906 MW iken 2011 yılı sonunda bu rakam 17.137 MW’a çıkmıştır [18]. Bunların yanında diğer yenilenebilir enerji türlerinin de üretime katılmasını sağlamak isteyen bakanlık, özel teşvikler ve yatırımı kolaylaştırıcı aktivitelere bulunmaktadır. Bu politika hâlen yürütülmekte olup, 2000 yılından bu yana trendin sürekli artan bir eğilim gösterdiği ama son yıllarda artışın hızını kaybettiği anlaşılmaktadır (Şekil 10) [19].

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dünya genelinde ve ülkemizde fosil kaynakların kullanımını azaltıp yenilenebilir kaynakların kullanımının arttırılma-

sı hem çevremiz hem geleceğimiz için kuşku götürmez bir gerçektir. Ülkeler kendi kapasiteleri dahilinde AR-GE faaliyetlerine durmaksızın devam etmesi gerekmektedir. AR-GE faaliyetleri yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesi ve ticarileşmesi için önemli katkılar sağlayacaktır. Burada en önemli pay devlete düşmektedir. Girişimciyi cesaretlendirici ve bu çalışmalarla uğraşanları teşvik edici politikalar yürütmek asıl görev olmalıdır. Ülkemizde ve çoğu dünya ülkesinde yeterli yürütülemeyen yeşil enerji AR-GE faaliyetleri için ayrılan kaynaklar kısıtlı ve verimli kullanılmamaktadır. Bu yüzden AR-GE faaliyetlerinin sonuçları uygulamaya geçirilememekte, uygulamaya geçirilecek bir teknoloji ortaya çıkmamaktadır.

Enerji politikalarının gereklerinden birisi olan “ Enerji konusunu özel sektörün insafına bırakmama” konusuna özellikle dikkat edilmeli ve devlet kontrolünde özel sektör faaliyetleri denetlenmelidir. EPDK ve ETKB bünyesinde bu iş için ekstra mesai harcanmaktadır ve harcanmalıdır.

Coğrafi koşullardan etkilenen yenilenebilir kaynaklar için Türkiye yüksek potansiyel içeriyor olup, bu potansiyelin kullanımı adına yerli teknoloji üretiminin teşviki ve sanayiciye ek desteklerin verilmesi ülkenin geleceği için faydalı olacaktır. R&D/ GSYİH oranı mutlak suretle arttırılmalıdır.

Güneş konusunda PV teknolojilerin gelişimi eskisi gibi hem dünyada hem Türkiye’de artarak devam etmemektedir. Daha verimli teknolojiler olan CSP teknolojileri hususunda yerli üretimi mutlaka gerçekleştirmemiz gerekmektedir. Böylece daha ucuza teknoloji ve elektrik üretimi gerçekleşecektir. Kılcal boru ve yansıtıcı ayna teknolojileri geliştirilmelidir.



Rüzgâr teknolojileri konusunda özellikle yerli üretimin yapılması en önemli hususlardan bir tanesidir. Ağırlık azaltımı ve türbülanslı akışlarda da elektrik üretebilecek teknolojilerin oluşturulması gerekmektedir. Kurulu güç potansiyeli artırılmalı ve lisans alım zorlukları devlet tarafından gözden geçirilip kolaylaştırılmalıdır.

Jeotermal sürecinde mevcut teknolojiler yeterli olmakla birlikte arama faaliyetlerinin artırılması gerekmektedir. Jeotermal enerjiden veya jeotermal sularından hidrojen üretimi veya etanol üretimi dünyada bazı ülkelerde yapıldığı gibi ülkemizde de yapılmalı ve farkındalık yaratılarak katma değer sağlanmalıdır. Hızlı bir şekilde nitelikli iş gücü yetiştirilmelidir. Potansiyelimizin hepsinin kullanımı sağlanmalıdır.

Biyokütle konusunda da mevcut girişimler desteklenmeli ve yaygınlaşması sağlanmalıdır.

Ülkemizde TÜBİTAK tarafından başarıyla yürütülmeye çalışılan AR-GE destekleme ve proje üretme süreçleri mutlak suretle devam ettirilmeli ve desteklenmelidir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına göre, AR-GE projeleri sonucunda geliştirilecek teknoloji ve çözümlerin, özellikle yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi alanında kullanımının sağlanması amaçlanmıştır. Bu konulardaki dışa bağımlılığın azaltılması amacıyla Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile TÜBİTAK arasında 13 Ağustos 2012 tarihinde imzalanan protokol kapsamında, önümüzdeki 10 yıllık dönem içerisinde AR-GE projeleri gerçekleştirilecektir [13]. Üniversite- Sanayi işbirliği sağlanmalı yeni teknoloji geliştirme çalışmaları birlikte sürdürülmelidir. Üniversite öğrencilerinin proje üretimi sağlanmalı ve mevcut projeleri olanların projelerinin dinlenerek, nasıl geliştirebilecekleri konusunda destek verilmelidir.

## KAYNAKÇA

1. International Energy Agency (IEA), 2007. “Renewables in Global Energy Supply, Fact Sheet,” OECD/IEA, Paris, France.
2. International Energy Agency (IEA) 2007. “Reviewing R&D Policies, Guidance for IEA Review Teams,” OECD/IEA, Paris, France.
3. Dünya Vahşi Yaşamı Koruma Forumu, 2011. Enerji Raporu Özeti.
4. International Energy Agency (IEA), 2010. “Energy Technology Perspectives.”
5. TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 2012. “Dünya’da ve Türkiye’de Enerji Verimliliği-Oda Raporu,” Yayın No:MMO/589, Ankara.
6. Nash, T.J.&Ethical Markets Research Team, 2012. “Global Green R&D Report.”
7. International Energy Agency (IEA), 2011. “Global Wind Statistics,” OECD/ IEA.
8. REN21 Sterring Committee, 2012. “Renewables 2012- Global Status Report,” France.
9. Organization For Economic Co-Operation And Development (OECD), 2012. “Science, Technology and Industry Outlook 2012,” Paris, France.
10. **Zengin, E., Ünal, Ö.F.** 2010. “Turkey’s Energy Sector and Some Remedies against Environmental Pollution,” <http://www.meps10.pwr.wroc.pl/submission/data/papers/P58.pdf> son erişim tarihi: 3 Mart 2013.
11. **Cohen, W. M., Levinthal, D. A.** 1989. “Innovation and Learning: The Two Faces of R&D,” The Economic Journal, vol. 99, p. 569-596.
12. **Çakır, S.** Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Göstergeleri, Üniversite Web Sayfası, <http://newton.physics.metu.edu.tr/~serhat/nsti.html>, son erişim tarihi: 1 Mart 2013.
13. **Keskin, T.,** 2010. “Türkiye’nin İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planının Geliştirilmesi Projesi,” Enerji Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu, <http://www.tubitak.gov.tr>, son erişim tarihi: 3 Mart 2013.
14. ETKB, Mavi Kitap 2010, [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Mavi\\_Kitap\\_2010.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Mavi_Kitap_2010.pdf), son erişim tarihi: 3 Mart 2013.
15. ETKB 2012 Verileri, [www.etkb.gov.tr](http://www.etkb.gov.tr), son erişim tarihi: 15 Ocak 2013.
16. EPDK, 2012. Enerji Yatırımcısı El Kitabı.
17. **Çelikdoğan, S.** 2012. “Yenilenebilir Enerji Sektöründe Durum Tespiti ve Geleceğe Yönelik Eylem Planı,” ICCI’12, Çevre Teknolojileri Fuar ve Sergisi, İstanbul.
18. EPDK Verileri, <http://www.epdk.gov.tr/>, son erişim tarihi: 16 Ocak 2013
19. **Günaydın, Z., Akpınar, S.** 2012. “Türkiye Enerji Politikaları ve Stratejileri,” ICCI’12 Çevre Teknolojileri Fuar ve Sergisi, İstanbul.