

OECD/IEA Ülkelerinin Resmi Enerji Ar-Ge Harcamalarında Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Eğilimler

Yusuf CANSIN¹

Nazif Hülâgü SOHTAOĞLU²

¹Enerji Bilim ve Teknoloji Programı, Enerji Enstitüsü
İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469 Maslak, İstanbul
e-posta: ycansin@gmail.com

² Elektrik Mühendisliği Bölümü,
İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469 Maslak, İstanbul
e-posta: nazif@elk.itu.edu.tr

Özet

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kararlı ve güçlü büyüme eğilimleri ile giderek artan enerji talebinin, yeterli, sürekli, güvenilir, ekonomik ve sürdürülebilir olarak sağlanmasında, yenilenebilir enerji kaynaklarının rolü daha da önem kazanmaktadır. Buna karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel toplam birincil enerji arzı ile elektrik üretimine olan katkısının artırılabilmesi, çeşitli mekanizmalarla kamu desteğini zorunlu kılmakta, teknolojik gelişmelerin olgunlaşmasına bağlı olarak maliyetlerin düşürülmesini gerektirmektedir. Bu çalışma kapsamında, yenilenebilir enerji teknolojilerinde kaydedilen gelişmeler kısaca irdelenmiş, OECD/IEA ülkelerinin toplam resmi enerji ar-ge harcamalarındaki eğilimler, temel bileşenler ve küresel enerji piyasalarına etkileri güçlü olan ülkeler ayırımında incelenmiş, yenilenebilir enerjiye ilişkin ar-ge harcama faaliyet alanları, ilgili bütçelerin dağılımı açısından ayrıntılandırılmıştır.

Abstract

The role of renewable energy sources gradually gains significance, for providing the increasing energy demand with steady and strong growth trends, of especially developing countries, as adequately, constantly, reliably, economical and sustainably. On the other hand, to increase the renewable energy sources' share in the total primary energy supply and electricity production, with variety of mechanisms, government supports is essential, and depending on technological improvements, decreasing of costs is required. In the context of this study, improvements in the renewable energy technologies is briefly examined, trends of OECD/IEA countries' total official energy research and development (R&D) expenditures is viewed with emphasis to different technologies and countries whose effect is significant on global energy markets, and renewable energy R&D expenditures is detailed by components.

1. Giriş

Ekonomik ve sosyal gelişmenin en temel unsurlarından olan enerjinin yeterli, sürekli, güvenilir, ekonomik vb. niteliklerde sağlanabilmesi, bütün dünya ülkelerinin ortak kaygıları arasındadır. Buna karşın, gerek toplumlar, gerekse bireyler enerjiye erişirken ciddi sorunlar yaşayabilmekte ve/veya

siyasi, ekonomik, askeri vb. ağır bedeller ödemek zorunda kalabilmektedirler. Gelecekteki yirmi-otuz yıllık süreci kapsayan bütün talep tahmin senaryolarında, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki birincil enerji ile elektrik talebinde ciddi artışlar öngörülmekte, petrol, kömür ve doğalgazdan oluşan yenilenemez nitelikteki fosil yakıtların, küresel enerji ihtiyacının karşılanmasındaki egemen konumunu sürdürmesi beklenmektedir [1]. Fosil yakıt rezervlerinin tükenebilir nitelikte olması ve belirli coğrafyalarda yoğunlaşması, fosil yakıt piyasalarının bazı ülkelerin politik kararlarına duyarlılıkları, rezerv ve/veya güzerghâh ülkelerdeki sosyal, ekonomik ve siyasi yapıdaki istikrarsızlıklar, çevre kirliliği, iklim değişikliği vb. diğer nedenlerle, fosil yakıtların yoğun olarak kullanılmalarda enerji güvenliğine yönelik kaygıları artırmaktadır. Buna karşın, rezervleri göreceli olarak sonsuz kabul edilen yenilenebilir enerji türlerinin, enerji güvenliğinin sağlanması ve toplumların gelecekteki temiz enerji kaynakları gereksinimlerinin karşılanmasındaki rolü her geçen gün daha da artmaktadır. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) toplam birincil enerji arzının (TBEA) çeşitlendirilmesi, fosil yakıt kökenli çevre kirliliği ve iklim değişikliği gibi sorunların hafifletilmesi ile ulusal kaynak olması nedeniyle, enerji ithalat bağımlılığının azaltılması ve yerel ekonomilerin gelişmesinde önemli işlevler yüklenmektedirler.

Enerji talebinin sürdürülebilir olarak teminine yönelik kaygıların petrol krizleriyle yoğunlaşması ile 1990'lı yıllardan itibaren çevreye duyarlılığın artması, YEK'in daha yaygın ve etkin kullanılmasına yönelik politikaların geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Her ne kadar fosil yakıtların, enerji yoğunluklarının yüksek, teknolojilerinin ve piyasalarının gelişmiş olması vb. nedenlerle hakim konumuna son verilememişse de, enerji araştırma ve geliştirme faaliyetleri sonucunda önemli kazanımlar elde edilmiştir. Bununla birlikte güçlü artış eğilimindeki küresel enerji talebi ve enerjiyle ilgili sorunlar göz önüne alındığında, YEK'in TBEA ile elektrik üretimine katkısının arzu edilen düzeylerde arttırılmadığı görülmektedir. YEK'in TBEA ile elektrik üretimindeki paylarının artması, özellikle birim üretim maliyetlerinin fosil ve nükleer enerji kaynaklarıyla rekabet edebilecek seviyeye gelmesine bağlıdır. Birim üretim maliyetinin düşmesi ise, YEK'e yönelik teknolojilerin geliştirilmesi, piyasaya sunulması ve ticarileştirilmesi süreciyle doğru orantılıdır.

Enerji temel faaliyet alanına yönelik, her türdeki kamu ve özel kesim ar-ge bütçelerini birlikte barındıran verilere eksiksiz ulaşabilmek mümkün olmadığından, çalışma kapsamında zorunlu olarak, yalnızca Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD) üyesi ülkelerin resmi bütçelerine dayalı enerji ar-ge harcamalarının irdelenmesi yoluna gidilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan “ar-ge” ifadesi, enerji zincirinin bütün halkalarına yönelik, bilimsel, teknolojik ve endüstriyel alanlarda gerçekleştirilen, araştırma, geliştirme ile uygulama faaliyetlerini içermektedir.

Çalışma kapsamında yenilenebilir enerji teknolojilerinde kaydedilen gelişmeler kısaca irdelenmiş, toplam enerji ar-ge harcamalarındaki eğilimler, temel bileşenler ve küresel enerji piyasalarına etkileri güçlü olan ülkeler ayırımıyla incelenmiş, yenilenebilir enerjiye ilişkin ar-ge harcama faaliyet alanları, ilgili bütçelerin dağılımı açısından ayrıntılandırılmıştır.

2. Yenilenebilir enerji teknolojilerindeki gelişmeler

Son 33 yıllık eğilimlerde, yenilenebilir enerji kaynaklarının TBEA'daki payında büyük değişim gözlenmezken, yenilenebilir enerji kaynaklarının bileşenlere göre kullanım oranlarında, teknolojik gelişmelere bağlı büyük değişiklikler görülmektedir. Özellikle gelişmiş ülkelerde rüzgâr, güneş, jeotermal, işlenmiş biyokütle ile organik atıklardan¹ enerji üretimi hızla artmaktadır. Gelişmemiş veya az gelişmiş bölgelerde ise klasik biyokütle ve hayvansal atıkların kullanımında azalma, buna karşın, modern ticari enerji kullanımında artış eğilimi görülmektedir [2].

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 sınıflandırılabilirlik mümkündür [2]. Birinci grup kapsamında, fosil ve nükleer enerji ile rekabet edebilen su, klasik biyokütle ve jeotermal enerji teknolojileri bulunmaktadır. Endüstri devrimiyle birlikte kullanımları yaygınlaşan birinci grup YEK'lerin TBEA'ya katkısı ya sabittir, ya da geleneksel biyokütle örneğinde olduğu gibi azalmaktadır. Gelecekteki kullanımları kaynak potansiyeline, çevresel sorunların üstesinden gelinmesine ve toplumun kabulüne bağlıdır.

İkinci grup kapsamında güneşe dayalı ısıtma ve soğutma, güneş pili (photovoltaic-PV), rüzgâr ve çağdaş biyoenerji² teknolojileri bulunmaktadır. Bu teknolojilere ilgi enerji güvenliğine yönelik kaygılarla başlamış, çevrenin korunumu ve iklim değişikliğine yönelik politikalar nedeniyle artarak devam etmiştir. Özellikle 1980'den itibaren yürütülen yenilenebilir enerjiye yönelik ar-ge faaliyetleri sonucu Japonya, Almanya ve İtalya gibi belirli birkaç gelişmiş ülkede piyasaları güçlenmekte ve pazar payları hızla artmaktadır. Buna karşın, yaygın kullanılmaları uzun vadeli, büyük çaplı ar-ge faaliyetleri ile kamu desteğine bağlı olan ikinci grup YEK'lerin TBEA'ya katkısı küçük olmakla birlikte hızla

artmaktadır. İkinci grup yenilenebilir enerji teknolojileri, şebekeden bağımsız elektrik üretimi ve ulaştırma sektöründe petrole alternatif yakıt üretiminde gelecek için ümit vaat etmektedir.

Üçüncü grup kapsamında Güneş termal elektrik³, okyanus enerjisi, gelişmiş jeotermal enerji sistemleri ve entegre biyoenerji teknolojileri bulunmaktadır. Bu teknolojiler gelişme aşamasında olup henüz ticari uygulamaları bulunmamaktadır. Gelecekteki konumları, ikinci grupta olduğu gibi kamu desteği ile uzun vadeli, geniş çaplı ar-ge faaliyetlerine bağlıdır.

3. Kamu enerji ar-ge harcamalarındaki eğilimler

Ülkelerin sosyal, siyasi ve ekonomik yapıları ile enerji güvenliğine yönelik algılamaları, enerji ar-ge bütçelerinin şekillendirilmesinde önemli işlevler yüklenmektedir. Ayrıca, enerji ar-ge faaliyetlerine ayrılan bütçenin toplam büyüklüğü ve bileşenler ayırımıyla dağılımı ile bunların uzun vadedeki istikrarı, anılan teknolojilerin gelişiminde belirleyici olan bilimsel altyapı ile kamunun ekonomik ve siyasi desteğini ortaya koyması açısından önem taşımakta, hatta özel sektörün yatırım önceliklerini saptayabilmesi yönünde büyük katkı sağlamaktadır [3].

2005 yılı için OECD/IEA ülkelerinin kamu kesimi toplam enerji ar-ge harcamaları, USD cinsinden, satın alma gücü paritesi ile 8,44 milyar dolardır. Toplam kamu enerji ar-ge harcamalarından en fazla payı yüzde 39,4 ile nükleer enerji ar-ge faaliyetleri alırken, fosil yakıtlar, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji ar-ge'nin payları yüzde 9,7 ile 11,4 arasında değişmektedir. OECD/IEA ülkelerinin toplam resmi enerji ar-ge harcamalarının yüzde 40'ı Japonya, yüzde 36'sı Amerika B.D., geriye kalanın büyük bölümü AB ülkeleri tarafından gerçekleştirilmektedir [4,5].

Çalışma kapsamındaki incelemelerde, enerji alanındaki ar-ge harcamalarında siyasi, ekonomik ve sosyal gelişmelerin etkisiyle, önemli değişikliklerin meydana geldiği belirlenmiştir. 1973 petrol krizinden etkilenen sanayileşmiş ülkeler enerji güvenliğini sağlamaya yönelik ar-ge faaliyetlerini kendi olanakları ölçüsünde kuvvetle desteklemişlerdir. Dolayısıyla 1970-1980 döneminde küresel ölçekteki enerji ar-ge harcamalarında ciddi artışlar kaydedilmiştir. Enerji piyasalarının ham petrol fiyatlarında gözlenen azalışlar sonucu göreceli de olsa istikrar kazanması, nükleer programlar gibi büyük çaplı enerji ar-ge programlarının tamamlanması veya destek görmemesi sonucu durdurulması ve enerji ar-ge politikalarında köklü değişikliklere gidilmesi gibi nedenlerle enerji ar-ge harcamalarında 1980 yılı sonrasında başlayan ve 1990'lara kadar süren kararlı bir azalış eğiliminden söz edilebilir. 1990-2005 arasında ise, toplam enerji ar-ge harcamalarında daha istikrarlı bir seyir gözlenmektedir. OECD/IEA ülkelerinin toplam resmi enerji ar-ge harcamalarında kaydedilen gelişmeler toplu olarak Şekil 1'de [4,5] verilmiştir.

Son otuz yıllık süreçte enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve elektrik enerjisine yönelik ar-ge harcamalarının toplamdaki paylarında artış eğilimi gözlenirken, nükleer enerji ile fosil yakıtların paylarında ise düşüş eğilimi gerçekleşmiştir. Özellikle, çevre boyutunun önem kazanmasıyla, 1990 yılından itibaren YEK'e yönelik ar-ge faaliyetlerinde önemli artışlar

¹ Organik atık: Isı ve elektrik üretiminde yakıt olarak kullanılabilen, kentsel, tarımsal ve/veya endüstriyel işlevler sonucu oluşan, fosil olmayan biyolojik kökenli organik atıkları kapsamaktadır.

² Çağdaş biyoenerji teknolojileri: Biyokütle tabanlı elektrik ve ısı üretimi, ulaştırma sektörü için biyoyakıt üretimi ve enerji maksatlı biyokütle üretimini kapsamaktadır.

³ Güneş termal elektrik: Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi ile yüksek sıcaklıklarda termodinamik yöntemlerle elektrik üretimi.

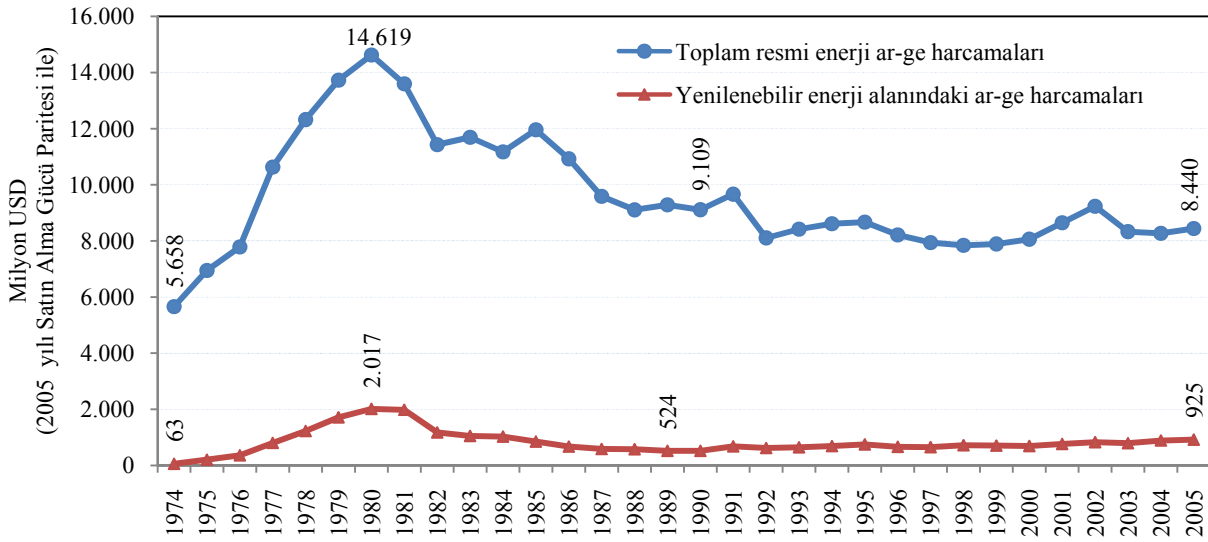
gözlenmektedir. 1974-2005 döneminde toplam enerji ar-ge harcamalarının faaliyet alanlarına dağılımları, karşılaştırmalı halde Şekil 2'de [4] sunulmuştur.

4. Yenilenebilir enerjiye yönelik ar-ge harcamalarının analizi

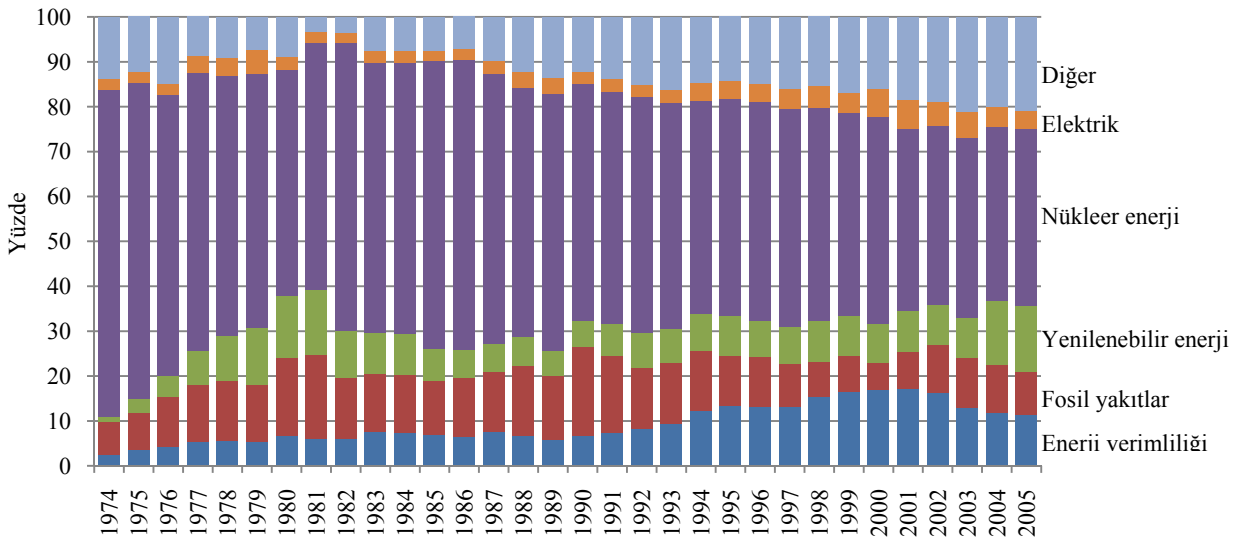
Fosil enerji kaynakları bakımından fakir olarak nitelenebilen birçok ülkedeki enerji güvenliğine ilişkin kaygılar benzer olmakla birlikte, yenilenebilir enerji ar-ge faaliyetlerini istikrarlı ve etkin yürütebilen ülkelerin sayısı sınırlıdır. Enerji istatistiklerinin oluşturulmaya başlandığı 1970'li yılları başından itibaren Amerika B.D., Japonya, İtalya, İngiltere, Kanada, Fransa gibi gelişmiş ekonomiler enerji ar-ge çalışmalarına ayırdıkları önemli bütçeler ile enerji teknolojilerinin gelişmesine katkı sağlayarak, küresel enerji sisteminin yapılandırılmasında ve yönetiminde önemli avantajlar elde etmişlerdir. Ancak enerji piyasalarının büyüklüğü, toplumların enerji güvenliğine yönelik kaygıları ve

yenilenebilir nitelikteki enerji kaynaklarının neden olduğu olumsuzluklar ile geleceğe yönelik ekonomik, sosyal ve demografik yapıdaki beklentiler dikkate alındığında, ülkelerin yenilenebilir enerji ar-ge faaliyetlerine ayırdıkları bütçeler, yetersiz kalmaktadır.

2005 yılında, OECD/IEA ülkelerinin yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik kamu kesimi toplam ar-ge bütçesi 925 milyon USD düzeyindedir. Anılan bütçenin yüzde 45,5'i güneş enerjisi, yüzde 24,5'i biyoenerji ve yüzde 14,7'si jeotermal enerji ar-ge harcamalarına ayrılmıştır. OECD/IEA ülkelerinin toplam resmi yenilenebilir enerji ar-ge harcamalarının yaklaşık olarak üçte ikisi Japonya, Amerika B.D. ve Almanya tarafından gerçekleştirilmektedir. Kişi başına düşen yenilenebilir enerji ar-ge harcamaları ve ar-ge faaliyetlerinin milli gelirden aldığı pay incelendiğinde ise, İsveç, Danimarka ve İsviçre gibi, enerji kaynak potansiyelleri OECD ortalaması üzerinde olan küçük Avrupa ülkeleri öne çıkmaktadır.



Şekil 1: OECD ülkelerinin kamu kesimi toplam ve yenilenebilir enerji ar-ge harcamalarındaki gelişmeler.



Şekil 2 : Toplam enerji ar-ge harcamalarının faaliyet alanlarına dağılımları.

Yenilenebilir enerji ar-ge harcamasının, toplam enerji ar-ge bütçesinden aldığı pay, ülkelerin teknoloji gelişiminde önceliklerini göstermede önemli bir ölçüttür. Bu oran Amerika B.D. için yüzde 8, Japonya için yüzde 7,3 iken, Avrupa birliğinin toplam nihai enerji tüketiminde YEK'in payını sürekli artırmayı hedefleyen politikaları sonucunda, göreceli olarak daha düşük enerji ar-ge bütçesine sahip İngiltere, İspanya, Danimarka ve Hollanda'da yüzde 35'den fazladır.

Bileşenler ayrımında yenilenebilir enerji ar-ge tercihleri, geçmiş deneyimler, kaynak potansiyeli ve uzun vadeli kar beklentileri gibi hususların dikkate alındığı politik kararlar ile teknolojilerin gelişmişlik seviyesi doğrultusunda ülkeden ülkeye değişiklikler göstermektedir. 2005 yılı resmi yenilenebilir enerji ar-ge harcamalarına göre, teknolojileri gelişmiş olan güneş ısıtma ve soğutma, jeotermal enerji ve su kaynakları ile okyanus enerjisine yönelik ar-ge faaliyetlerine ilginin az olduğu, buna karşılık gelişme aşamasında olan güneş pili, biyoenerji ve rüzgâr teknolojilerine ilginin yoğunlaştığı saptanmıştır. Japonya, Almanya ve Fransa'nın güneş pili, İtalya ve İspanya'nın güneş termal elektrik, İsveç, Avusturya, Türkiye, Kanada, Hollanda, Danimarka ve Finlandiya'nın biyoenerji, İngiltere, Danimarka ve İspanya'nın rüzgâr, Finlandiya'nın küçük kapasiteli su teknolojilerine yönelik ar-ge faaliyetlerine daha fazla önem verdikleri dikkat çekmektedir. 2005 yılı itibarıyla, yenilenebilir enerji ar-ge harcamalarının toplam içindeki payları, bileşenler ayrımında karşılaştırmalı halde Tablo 1'de [4,5] sunulmuştur.

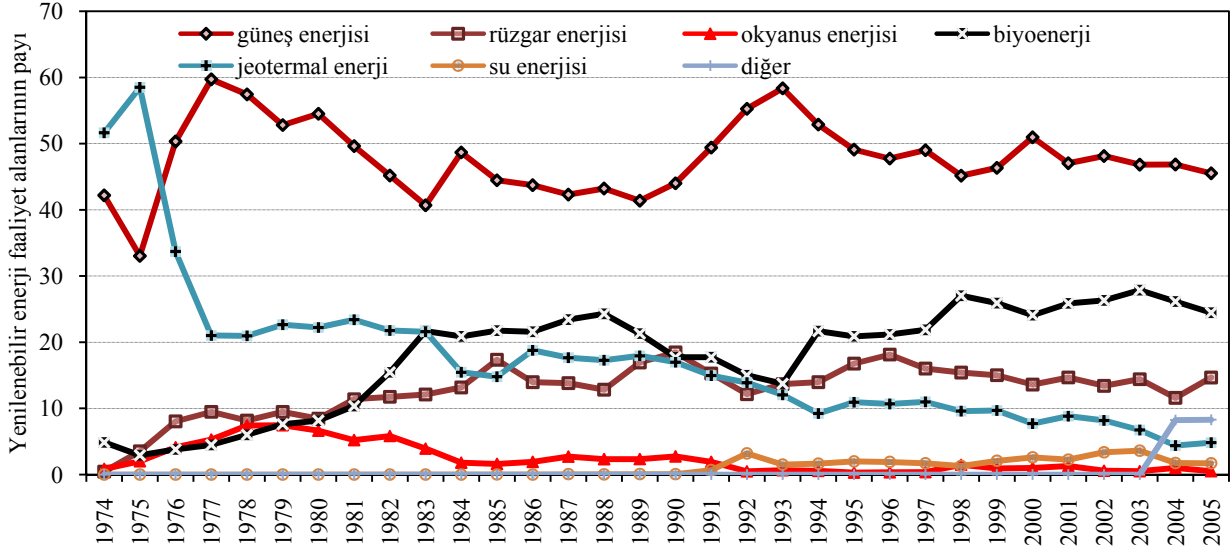
OECD/IEA ülkelerinin kamu kesimi yenilenebilir enerji ar-ge harcamaları, toplam enerji ar-ge harcamalarındaki eğilime benzer şekilde, 1974 yılından itibaren hızlı bir şekilde artarak 1980 yılından en yüksek değerine ulaşmıştır. Dönem boyunca Amerika B.D. ve Japonya'nın yenilenebilir enerji ar-ge harcamalarını önemli miktarda artırmaları ile İspanya, İsveç, Kanada, İtalya ve İngiltere başta olmak üzere, birçok yeni ülkenin yenilenebilir enerji ar-ge faaliyetlerine başlaması, dolayısıyla önemli miktarlarda harcama yapmaları, artış eğiliminin başlıca nedenleri arasındadır. Yenilenebilir enerji ar-ge harcamaları izleyen dönemde, kamu kesimi toplam enerji ar-ge harcamalarında belirleyici olan, benzer olayların etkisiyle 1990 yılına kadar sürekli azalarak en düşük değerine gerilemiştir. 1990'lı yıllardan itibaren özellikle çevrenin korunumu ve iklim değişikliğine yönelik arayışlar neticesinde, yenilenebilir enerji ar-ge harcamalarında günümüze kadar süren istikrarlı artış eğilimi gözlenmektedir.

İnceleme döneminde yenilenebilir enerjiye yönelik toplam ar-ge harcamalarından, güneş enerjisi ar-ge faaliyetleri ortalama yüzde 50 ve rüzgâr enerjisi ar-ge faaliyetleri ortalama yüzde 14 oranında yaklaşık olarak sabit pay almaktadır. Jeotermal enerji ar-ge çalışmalarına ilgi hızla azalırken, biyoenerjiye yönelik ar-ge faaliyetlerinde artış eğilimi gözlenmektedir. Su ve okyanus enerjilerinin, toplam yenilenebilir enerji ar-ge harcamalarından aldıkları paylar ise, dönem boyunca yüzde 5'in altında kalmıştır. Yenilenebilir enerji ar-ge harcamalarının faaliyet alanlarına göre dağılımı, yüzde cinsinden hesaplanarak, Şekil 3'de [4,5] sunulmuştur.

Tablo 1: 2005 yılı itibarıyla bileşenler ayrımında yenilenebilir enerji ar-ge harcamalarının toplam içindeki payları.

Ülkeler	Yenilenebilir enerji ar-ge harcamaları (Milyon USD)	Yenilenebilir enerji ar-ge harcamaları / Toplam enerji ar-ge harcamaları	Bileşen ayrımında yenilenebilir enerji ar-ge harcamaları / Toplam yenilenebilir enerji ar-ge harcamaları															
			Toplam güneş enerjisi	Güneş ısıtma ve soğutma	Güneş Pili	Güneş termal elektrik	Rüzgâr enerjisi	Okyanus enerjisi	Toplam biyoenerji	Taşt biyoyakıt	Diğer biyoyakıt	Isı ve elektrik uygulamaları	Diğer biyoenerji	Jeotermal enerji	Toplam su enerjisi	Küçük kapasiteli su enerjisi	Büyük kapasiteli su enerjisi	Diğer yenilenebilir enerji
ABD	242,81	8,0	35,0	..	..	..	16,8	0,0	33,3	..	..	..	..	10,4	2,0	..	..	2,5
Almanya	108,90	24,1	58,6	12,3	41,2	5,0	17,2	0,0	11,9	3,0	0,0	4,3	4,6	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Avusturya*	11,00	28,5	14,5	8,4	4,0	2,1	4,4	0,0	75,4	0,0	0,0	0,0	75,4	2,9	2,8	2,8	0,0	0,0
Danimarka	21,52	39,5	12,8	0,0	12,8	0,0	39,7	5,2	42,3	13,7	4,9	23,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Finlandiya**	18,39	32,1	0,5	0,2	0,0	0,3	12,6	0,0	38,5	..	..	..	..	0,0	48,4	48,4	0,0	..
Fransa***	27,44	5,9	58,7	5,1	53,6	0,0	16,9	0,0	14,3	..	..	..	..	9,7	0,4	0,4	0,0	..
Güney Kore	71,02	12,8	31,1	2,5	27,7	1,0	20,1	1,0	7,8	2,3	0,8	2,8	1,8	4,0	1,7	1,7	0,0	34,3
Hollanda**	55,19	37,8	31,0	2,3	28,6	0,0	20,6	0,0	48,5	..	..	..	..	0,0	0,0	0,0	0,0	..
İngiltere	58,32	51,2	39,2	16,8	22,4	0,0	45,7	3,5	11,4	..	..	..	..	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
İtalya	58,24	19,2	95,8	8,3	20,8	66,7	0,2	0,0	4,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
İspanya	29,06	47,2	49,3	2,3	7,3	39,8	32,7	0,0	15,5	0,0	0,0	0,0	15,5	0,0	2,4	2,4	0,0	0,0
İsveç	12,57	25,4	5,5	2,8	2,7	0,0	1,8	1,8	86,4	53,2	24,9	3,3	5,0	0,0	4,6	4,6	0,0	0,0
İsviçre	29,69	25,8	64,0	15,0	32,0	17,0	3,0	0,0	16,0	0,0	0,0	16,0	0,0	6,0	11,0	5,0	6,0	0,0
Japonya	244,01	7,3	51,0	1,6	49,4	0,0	3,9	0,0	26,1	0,0	26,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,9
Kanada	32,82	11,3	25,5	13,1	12,5	0,0	13,0	0,9	49,1	21,2	9,5	12,3	6,1	1,5	9,5	7,2	2,3	0,5
Türkiye	0,67	31,8	3,6	3,6	0,0	0,0	0,9	0,0	73,9	42,6	31,2	0,0	0,0	21,7	0,0	0,0	0,0	0,0

* , ** , *** ile işaretli ülkelerin ulaşılabilen verileri, sırasıyla 2004, 2003 ve 2002 yıllarına ilişkindir.



Şekil 3: Yenilenebilir enerji ar-ge harcamalarının faaliyet alanlarına göre dağılımı (%).

5. Sonuçlar ve öneriler

Gelecek 20 - 30 yılı kapsayan talep tahmini senaryolarına bağlı olarak geliştirilen enerji arz planlamaları topluca irdelendiğinde, küresel toplam birincil enerji arzının önemli bir bölümünün fosil tabanlı yakıtlara dayandırıldığı gözlenmektedir. Fosil tabanlı yakıtların, tükenbilir olmaları, belirli ve sınırlı sayıda coğrafi bölgelerde yoğunlaşmaları, özellikle fosil yakıt piyasalarının istikrarsız yapısı nedeniyle yüklenilebilecek ekonomik, siyasi ve sosyal sorunlar, çevresel ve iklimsel endişeler vb. enerji güvenliğine yönelik algılamalar, enerji bileşiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının daha yaygın ve kapsamlı olarak kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, enerji, ekonomi ve ekoloji boyutlarında sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi açısından, enerji ar-ge faaliyetleri büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir enerji ar-ge harcamalarında son zamanlarda gözlenen artış eğilimine rağmen, küresel enerji piyasalarının hacmi, toplumların enerji güvenliğine yönelik kaygıları ve yenilenemez nitelikteki enerji kaynaklarının yol açtığı olumsuzluklar ile geleceğe yönelik beklentiler dikkate alındığında, yenilenebilir enerji ar-ge faaliyetlerine ayrılan bütçelerin, toplumların gelecekteki ihtiyaçlarını sürdürülebilir şekilde karşılamada yetersiz kaldığı görülmektedir. Bununla birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik ar-ge tercihleri, aslında katma değeri yüksek ileri teknoloji geliştirme ve mevcut enerji piyasalarında yer edinme veya konum güçlendirme çerçevesinde, ticari kaygılar ekseninde belirlenmekte, enerji arz güvenliği ile çevre boyutları ikinci planda kalmaktadır.

Geçmiş 30 yıllık süreçte OECD/IEA ülkelerindeki yenilenebilir enerji teknolojilerine ilişkin kamu kesimi ar-ge harcamalarında kısmi artış eğilimi gözlenirken, yenilenebilir enerji kapsamındaki faaliyet alanlarına yönelik ilginin ve önceliklerin zamanla değiştiği saptanmaktadır. Teknolojisi gelişmiş su, geleneksel biyokütle ve jeotermal enerji kaynaklarına ayrılan ar-ge bütçelerindeki azalışa karşın, gelecekte öneminin artması muhtemel görülen ve teknolojileri gelişme aşamasında olan güneş pili, rüzgâr ve çağdaş biyoenerji kaynaklarına yönelik ar-ge faaliyetlerinde artış eğilimi gözlenmektedir.

Yenilenebilir enerji ar-ge öncelikleri ülkeler ayrımında farklılıklar gösterse de, güneş pili, rüzgâr ve çağdaş biyoenerji

teknolojilerinin elektrik enerjisi ile biyoyakıt üretimindeki önemi her geçen gün artmaktadır. Elektrik enerjisinin toplam nihai enerji tüketimindeki payının artması, yüklediği işlevlerin çeşitlenmesi ve petrolün ulaştırma sektöründeki hakim konumunu sürdürmesi, zaten bir çok gelişmiş ülkenin anılan alanlarda yoğun ar-ge faaliyetleri yürütmelerine neden olmaktadır. Gelecek için büyük fırsatlar sunabilecek yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi safhasında, diğer gelişmiş ülkeler gibi Türkiye de bir an önce yerini almalıdır. Aksi takdirde, yenilenebilir enerji teknolojileri satın alınmasından kaynaklanabilecek dış bağımlılık ile üstlenilen diğer maliyetler ülkenin kalkınmasına ve enerji güvenliğinin sağlanmasına bir dizi riskler yükleyebilecektir.

Konu, ülkemizin de içinde bulunduğu gelişmekte olan ülkeler açısından irdelendiğinde, yenilenebilir enerji teknolojileri enerji güvenliğinin geliştirilmesinde kritik öneme sahiptir. Bazı ülkeler küçük bütçelere rağmen, istikrarlı politikalar sayesinde küresel ölçekte önemli başarılar elde etmektedirler. Benzer şekilde milyon dolarlarla ifade edilebilen bütçelerle kıyaslandığında Türkiye'nin de, çok sınırlı bütçeye sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, kısıtlı ar-ge bütçesi etkin ve verimli kullanılarak, teknoloji gelişimi hedeflenmeli, geliştirilen teknolojinin enerji piyasasında konumlanması için ekonomik ve siyasi düzenlemeler yapılmalıdır.

6. Kaynaklar

- [1] International Energy Agency (IEA), "Renewables in global energy supply, fact sheet," OECD/IEA, Paris, 2007.
- [2] International Energy Agency (IEA), "Renewable energy: RD&D priorities, insights from IEA technology programs," OECD/IEA, Paris, 2006.
- [3] International Energy Agency, (IEA) "Reviewing R&D policies, guidance for IEA review teams," OECD/IEA, Paris, 2007.
- [4] International Energy Agency (IEA), "Energy policies of IEA countries:1987-2005 reviews," OECD/IEA, Paris, 1988-2006.
- [5] Sohtaoglu, N.H. ve Kocaöz, H., "OECD ülkelerindeki enerji ar-ge harcamalarının analizi," Türkiye 10. Enerji Kongresi, 27-30 Kasım 2006, İstanbul, Bildiriler Kitabı, Cilt I, s. 359-377.