

**TÜBİTAK Bilim,
Teknoloji ve Yenilik
Politikaları Daire
Başkanlığı**

EK 5*

Enerji Alanı Ulusal Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Hazırlanmasına İlişkin Bilgi Notu

* BTYK 22. Toplantısı'nda "Başbakan'ın himayeleri altına aldığı enerji, su ve gıda alanlarında Ar-Ge ve yenilik stratejilerinin hazırlanması [2010/101]" gündem maddesinin eki olarak sunulmaktadır.

Ankara, Aralık 2010

© Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, 2010

Bu raporun bütün hakları saklıdır.

Yazılar ve görsel malzemeler izin alınmadan tümüyle veya kısmen yayınlanamaz.

Bilimsel amaçlarla kullanım halinde referans verilmesi zorunludur.

TÜBİTAK

Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı

Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere 06100 Ankara

Tel: 0312 467 36 59

e-posta: politikalar@tubitak.gov.tr

www.tubitak.gov.tr

İçindekiler

1. Yönetici Özeti	3
2. Türkiye'nin Enerji Alanındaki Durumu ve Dünyadaki Yeri	5
2.1.Enerji Alanının Kapsamı	5
2.2.Enerji Alanında Türkiye'deki Genel Görünüm	5
2.3.Uluslararası Karşılaştırmalar	6
3. Türkiye'de Enerji Alanı Ar-Ge ve Yenilik Sistemi.....	8
3.1.2010/101 Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) Kararı Enerji Alanı Gerekçesi	8
3.2.Enerji Alanına Özel İşlevsel Dinamikler.....	8
3.2.1.Girişimciliğin Teşvik Edilmesi	8
3.2.2.Bilginin Üretimi.....	9
3.2.3.Bilginin Yayılımı	10
3.2.4.Ar-Ge ve Yenilik Politikalarının Oluşturulması.....	10
3.2.5.Piyasa Oluşumu	11
3.2.6.Kaynakların Geliştirilmesi ve Harekete Geçirilmesi.....	12
3.3.Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013).....	12
3.4.Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı (2010-2014).....	13
3.5.TÜBİTAK Vizyon 2023 Çalışmaları	14
3.6.TÜBİTAK 1007 Programı Çerçevesinde İlgili Bakanlıklarca Hazırlanan Kamu Araştırma Programları	17
3.7.TÜBİTAK Tarafından Yürütülen/Koordine Edilen Araştırma Programları	18
4. Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Oluşturma Süreci	24
4.1.Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Çalıştayı (3-5 Ekim 2010).....	24
4.2.Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Çalışma Grubu	26
5. Ekler.....	27
5.1.Enerji Alanında Uluslararası Ar-Ge ve Yenilik Stratejileri Örnekleri.....	27
5.1.1.Stratejik Enerji Teknolojileri (Strategic Energy Technologies-SET) Planı	27
5.1.2.İklim Değişikliği Teknoloji (Climate Change Technology) Programı (CCTP)	30
5.1.3.Enerji Alanında Ar-Ge ve Yenilik Stratejilerinin Örnek Senaryoları.....	31
5.1.4.Sürdürülebilir Ekonomik Büyümeye Yönelik Stratejiler İçerisinde Enerji	34
5.2.Enerji Alanında Faaliyet Gösteren Yüksek Öğretim Kurumları ve İlgili Alanları	36
5.3.Enerji Alanında Faaliyet Gösteren Kamu Araştırma Kurumları ve İlgili Alanları	37
5.4.Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) Uygulama Anlaşmaları ve Türkiye.....	37

1. Yönetici Özeti

Ülkemizin ekonomik ve sosyal çarklarını döndüren ve yaşam kalitesini belirleyen önemli girdilerden biri olan enerji alanında Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin ivme kazanması, ülkemizin gelecekteki rekabet gücü ve ulusal güvenliği için stratejik önem arz etmektedir. Bu doğrultuda enerji alanı, Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi (UBTYS) 2011-2016'nın stratejik çerçevesi içerisinde Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin ivme kazanmasına gerek duyulan "ihtiyaç odaklı" alanlardan birisidir.

Enerji alanındaki eğilimler dahil olmak üzere dünyadaki eğilimlerin başarıyla yakalanmasının önündeki en büyük engelin özümseme kapasitesinin olduğu bilinmektedir.¹ Özümseme kapasitesi, teknolojik değişimin üretilmesi ve yönetilmesi için gerekli olan kaynakları, bilgi birikimini, yeteneği ve destekleyici kurumları ifade etmektedir. Bu yetkinliklerin geliştirilmesine yönelik çeşitli ihtiyaçları karşılayabilecek en etkin yöntem ise Ar-Ge ve yenilik sisteminin işleyişini etkinleştirebilecek bilim, teknoloji ve yenilik politikalarıdır.² Bu doğrultuda, sunulan bilgi notu, Türkiye'de enerji alanında Ar-Ge ve yenilik eksenli temel strateji belgelerini ve dünyadaki mukabil strateji örneklerini özetlemekte, enerji alanındaki güncel eğilimlerin yakalanması için hayati öneme sahip olan Ar-Ge ve yenilik yetkinliğimizin genel görünümüne ilişkin analiz ve verileri içermektedir.

Türkiye'nin enerji alanında Ar-Ge ve yenilik ekseninde durum analizi niteliğinde olan bilgi notunda "ihtiyaç odaklı" enerji alanı özelinde Ar-Ge ve yenilik sisteminin etkin işleyebilmesi için gerekli olan temel dinamikler altı konu başlığında incelenmektedir.³ Bu dinamikler, (i) özel sektörde deneme, öğrenme ve girişimciliğin teşvik edilmesi, (ii) bilginin üretilmesi, (iii) üretilen bilginin yayılması, (iv) Ar-Ge ve yenilik politikalarının oluşturulması, (v) üretilen yeni ürün, süreç ve hizmetlere yönelik olarak piyasanın oluşabilmesi ve (vi) insan kaynakları, altyapı ve finansal kaynaklar dahil olmak üzere kaynakların geliştirilmesi ve harekete geçirilmesidir. Ar-Ge ve yenilik sisteminin "çarkları" olarak düşünülebilen bu dinamiklerin enerji alanında etkinleştirilmesi, geliştirilmesi gereken "ihtiyaç odaklı" bir alanın artarak ivme kazanan bir alana dönüşmesine olanak sağlayacaktır.

Bu amaca yönelik olarak enerji alanında Ar-Ge ve yenilik yetkinliğimizin "kinetik" enerjiye çevirebilmesi için bu dinamiklerin işlevselliğini arttıracak çözüm önerilerinin üretilmesi anahtar niteliktedir. Çözüm önerileri 3-5 Ekim 2010 tarihlerinde TÜBİTAK TÜSSİDE'de düzenlenmiş olan çalıştay çıktılarından hareket ederek çalıştay sonrasında oluşturulan çalışma grubunun katkılarıyla elde edilecektir. Bu süreç içerisinde bilgi notuna dayanarak her bir çalışmanın diğer çalışma üzerine inşa edilmesi ve Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisinin oluşturulması öngörülmektedir.

¹ Sauter, R. Watson, J. (2008) "Technology Leapfrogging: A Review of the Evidence." Sussex Energy Group SPRU (Science and Technology Research, University of Sussex).

² Nelson, R.R. (2004) The Challenge of Building an Effective Innovation System for Catch-up; Oxford Development Studies, Vol. 32, No. 3.

³ OECD (2009) Country Reviews of Innovation Policy, DSTI/STP(2009)4/REV1 ve diğer, bakınız dip not 46.

2. Türkiye'nin Enerji Alanındaki Durumu ve Dünyadaki Yeri

2.1. Enerji Alanının Kapsamı

Enerji alanının kapsamının ana başlıkları Şekil 1'de, bu başlıklara göre enerji değer zinciri boyunca Ar-Ge ve yenilik faaliyeti kapsamında ele alınabilecek konular Tablo 1'de verilmektedir.



Şekil1. Enerji Değer Zinciri

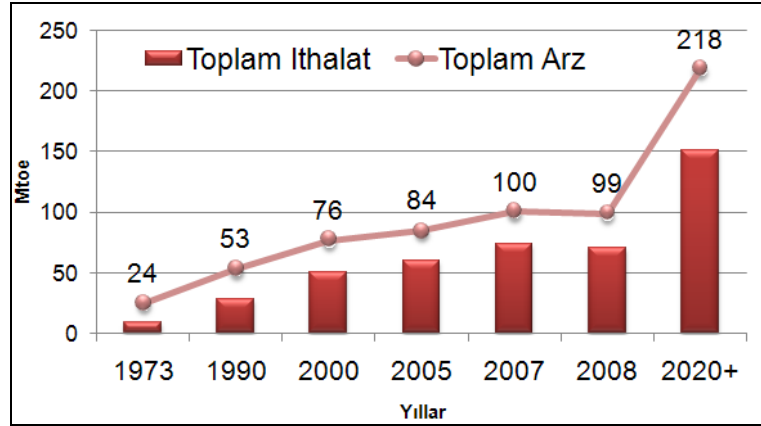
Tablo 1. Enerji Değer Zinciri Boyunca Ar-Ge ve Yenilik Faaliyeti Konuları

Enerji Kaynakları						Enerji Dönüştürüm			Dağıtım, İletim ve Depolama				Sektörlerde Tüketim								
Yenilenebilir Enerji			Alternatif Enerji/Diğer			Enerji tasarrufu			Enerji Sistemi				Tüketen Sektörler								
Biyoenjeri	Güneş Enerjisi	Hidroelektrik/HES	Jeotermal / Toprak Isısı	Rüzgâr Enerjisi	Melez Sistemler	Bor Madeni	Hidrojen/Yakıt Pilleri	Temiz Fosil Yakıtlar	Nükleer Enerji	Yakma Teknolojileri	Enerji Geri Kazanımı	Birleşik Isı ve Güç	Enerji Stratejileri	Elektrik Şebekesi	Enerji ve Ekserji Analizi	Enerji Verimliliği	Enerji Depolama	Binalarda Enerji/Yeşil Binalar	Sanayide Enerji Verimliliği	Tarımda Enerji Verimliliği	Ulaştırımda Enerji Verimliliği

2.2. Enerji Alanında Türkiye'deki Genel Görünüm

Türkiye'nin enerji harmanının ithal fosil yakıtlara dayalı olması, sahip olduğumuz yenilenebilir enerji çeşitliliğimizden şu anda asgari düzeyde yararlanılması ve enerji tasarrufu için önemli düzeyde fırsatların mevcudiyeti enerji geleceğimizde bir değişim sağlanması için Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin önemini bir "kaldıraç" konumuna yerleştirmektedir. Şekil 2'den görüldüğü üzere, 2008 yılında 99 milyon ton eşdeğer petrol (Mtoe) olan enerji arzımızın yaklaşık %75'i ithalat yoluyla karşılanmaktadır.

2020'li yıllarda ise bu miktarın hızlı bir artışla 218 Mtoe miktarına yükselmesi ve enerji arzımızın neredeyse sabit bir oranla ithalat yoluyla karşılanması öngörülmektedir.⁴ Enerji ithalatının üst sınırını ifade edebilen bu senaryo dışarısında Ar-Ge ve yenilik yoluyla bir dönüşümün sağlanabilmesinin ve kendi enerji kaynaklarımızın değerlendirilmesi için enerji teknolojilerini üretebilen bir konuma gelinmesinin sosyo-ekonomik yararları önemli düzeyde olacaktır. Daha farklı senaryolarının gerçekleştirilebilmesi için enerji alanında ulusal Ar-Ge ve yenilik stratejilerinin gerekliliği ve stratejiye uygun olarak bilginin, aklın ve işbirliğinin önemi ilgili toplumsal ihtiyaçlarımızın çözülmesine ve refah düzeyimizin yükselmesine yönelik ön plana çıkmaktadır.



Şekil 2. Türkiye'nin Toplam Enerji Arzı ve İthalatı

Dünya örneklerine bakıldığında, çeşitli ülkelerin enerji geleceklerinde Ar-Ge ve yenilik eksenli bir dönüşüm gerçekleştirebildiğini veya gerçekleştirmekte olduğunu görmek mümkündür. Ortak noktaları arasında stratejik çerçevenin iyi çizilmiş olması ve heves verici hedeflerin verilmesi yer almaktadır. Ancak bu doğrultuda, Avrupa'da SET Planı kapsamında 2020 yılına yönelik enerji hedeflerinde olduğu gibi Türkiye'de 2023 hedeflerimiz ile bütünleşmiş, bu hedeflerin gerçekleştirme yolunu Ar-Ge ve yenilik ile çizen ve enerji teknolojileri alanında gerçekleştirilebilecek bir Ar-Ge ve yenilik atılımıyla bu hedeflerin ötesine geçmeyi teşvik eden bir stratejinin eksikliği ortaya çıkmaktadır.⁵ Bu durum, enerji alanında oluşturulacak ulusal Ar-Ge ve yenilik stratejisinin önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

2.3. Uluslararası Karşılaştırmalar

Türkiye'nin enerji alanındaki temel göstergeleri Tablo 2'de OECD ortalaması ile karşılaştırılmıştır. Verilerden görüldüğü üzere 1,50 ton eşdeğer petrol (toe) olan kişi başına toplam birincil enerji arzımız OECD ortalamasından daha düşüktür. Bununla beraber OECD nüfusu içerisinde ülkemiz % 6,0'lık bir paya sahip iken toplam birincil enerji arzı içerisinde % 2,0'lik bir paya sahiptir. Ekonomik katma değer başına enerji tüketiminde ise ülkemiz birim Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) başına daha çok enerji harcamaktadır. Bin dolar başına OECD ortalamasında 0,18 toe harcanır iken Türkiye'de 0,28 toe harcanmaktadır. Ayrıca, toplam birincil enerji arzı içerisinde enerji üretimini ifade eden "öz yeterlilik" oranı OECD ortalamasında % 71,3 iken Türkiye'de bu oran % 27,5 olarak verilmiştir. Böylece, OECD'nin net enerji ithalatı içerisinde ülkemiz % 4,8'lik bir paya sahip iken toplam enerji üretiminde %

⁴ Dış ticaret dengesinde enerji kaynaklarının ithal edilmesiyle ilgili ISIC sınıflandırmasında C10, C11, D23 ve E40 kalemleri toplandığında 2008 yılında toplam ithalatın % 24'ünü (48 milyar TL'sini) teşkil ettiği ancak bu oranın ithal edilen enerji teknolojilerini veya diğer kalemler içerisinde enerjiyle ilgili ithalatı içermediği izlenilmektedir.

⁵ Örneğin, SETIS alternatif enerji gelişiminin taban çizgilerinin ötesinde geleceğe yönelik "SET-driven" ek paylar belirtmiştir. Türkiye'de enerji alanında Ar-Ge ve yenilikte ivme kazandığımız öngörüldüğü takdirde benzer bir şekilde 2023 hedeflerimize "ulusal Ar-Ge ve yenilik stratejisine dayalı" ek hedefler saptamamız uygun olabilir.

0,8'lik bir paya sahiptir. Tüm bu göstergeler enerji değer zinciri boyunca ülkemizde Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin ivme kazanmasının anahtar nitelikte olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. Temel Enerji Göstergeleri Bazında Uluslararası Karşılaştırma⁶

Gösterge		Türkiye (2008)	OECD (2008)	TR Payı (%)
Genel	GSYİH (milyar dolar)*	376	30.500	1,2
	Nüfus (milyon)	71	1.190	6,0
Toplam	Yerli enerji üretimi (Mtoe)	30	3.860	0,8
	Toplam birincil enerji arzı (Mtoe)	106	5.400	2,0
	Öz yeterlilik oranı (%)**	28	71	-
	Net enerji ithalat (Mtoe)	85	1.800	4,8
	Elektrik tüketimi (TWh)	170	10.100	1,7
	Karbon dioksit salımları (Mt CO ₂)	260	12.600	2,1
	Toplam birincil enerji arzı/GSYİH (bin dolar başına toe)	0,3		0,2
Toplam birincil enerji arzı/nüfus (kişi başına toe)	1,5		4,6	
Elektrik tüketimi/GSHİY (dolar başına kWh)	0,5		0,3	
Elektrik tüketimi/nüfus (kişi başına kWh)	2.400		8.500	
Sanayi üretimi indeksi (2000=100)	141,11		110,19	
Kişi başına karbon dioksit salımları (t CO ₂)	3,7		10,6	
Yenilenebilir Enerji Payı (Toplam birincil enerji arzı içerisinde)	%9,5		-	
Yenilenebilir Enerji Payı (Toplam elektrik üretimi içerisinde)	%19,6		-	
Yenilenebilir Enerji Hedefi	%30 (2023)		%20(2020) AB27	

*GSYİH milyar dolar olarak 2000 yılı sabit fiyatlarla verilmektedir.

**Yerli enerji üretimi / toplam birincil enerji arzı olarak verilmektedir (self-sufficiency). Dışa bağımlılık oranı ise 100 eksi öz yeterlilik oranı ile bulunabilmektedir.

⁶ Kaynak (Türkiye verileri) IEA (2009) Energy Policies of IEA Countries: Turkey 2009 Review ve 2008 Yılı Genel Enerji Dengesi <<http://www.enerji.gov.tr/index.php>>. Kaynak (OECD verileri) "Energy Balances of OECD Countries, IEA Statistics, 2009 Edition ve IEA Energy Statistics <<http://www.iea.org/stats/>> (Erişim 15 Ekim 2010). Kaynak (OECD ülkelerinin CO₂ salım verileri) CO₂ Emissions from Fuel Combustion, IEA Statistics, 2009 Edition.

3. Türkiye’de Enerji Alanı Ar-Ge ve Yenilik Sistemi

3.1. 2010/101 Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) Kararı Enerji Alanı Gerekçesi

“Disiplinlerarası Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin enerji alanında ivme kazanması, ülkemizin sahip olduğu yüksek yenilenebilir enerji yetkinliğinin özgün bilgi ve teknolojilerle daha iyi değerlendirilmesine, enerji tüketen sanayi, binalar ve ulaşım sektörlerinde enerjinin daha akılcı kullanılmasına ve enerji koridoru olma konumumuza katma değer eklememize olanak sağlayacaktır. Öngörülen yararlar, enerji tüketiminde yaklaşık %75 oranında dışa bağımlı bir ülkeden sürdürülebilir enerji üretim merkezine dönüşebilen, üretilen enerji ve/veya boşa giden enerjinin akılcı kullanımıyla katma değer yaratabilen, yerel düzeyde enerji gereksinimlerine yenilikçi çözüm getirebilen ve enerji ithalatının azaltılmasıyla dış ticaret dengesini iyileştirebilen bir ülke olmamıza kadar uzanmaktadır.* Ar-Ge ve yenilik seferberliğinin karşılığında elde edilebilecek bu yararlar, hem insanımızın yaşam kalitesinin yükseltilmesine hem de geleceğin enerji sistemini yakalamış bir toplum olmamıza hizmet edecektir. Aynı zamanda bu girişimler, 2012 yılında Kyoto Protokolü sonrasında ülkemizin sera gazı salımlarını azaltmasını ve bu doğrultuda, özel sektörün sıfır veya düşük sera gazı salan teknolojileri geliştirmesinde yetkinlik kazanmasını tetikleyecektir. 2023 yılında en az %30 yenilenebilir enerji hedefine ulaşmada ise Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri yine anahtar niteliktedir.**

* TÜİK Nisan 2010 verilerine göre enerji alanı dış ticarete en fazla açık verdiğimiz alandır.

** Elektrik Enerji Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi Belgesi, Yüksek Planlama Kurulu, Karar No: 2009/11, Tarih:18-5-2009

3.2. Enerji Alanına Özel İşlevsel Dinamikler

Enerji alanında yenilik değer zinciri boyunca katma değer yaratılmasında ilgili Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerine hizmet eden dinamiklerin işlevselliği anahtar niteliktedir. Türkiye’nin ulusal Ar-Ge ve yenilik sistemini “işlevsel dinamikler” yaklaşımına⁷ göre tanımlayan Şekil 3 içerisinde enerji alanına özel kurumlar belirtilmiş ve ilgili işlevleri aşağıda açıklanmıştır. Ulusal yenilik sisteminin bütünlüğü içerisinde enerji alanının ivme kazanabilmesinde işlevler arası etkileşimler özellikle önem taşımaktadır. Enerji alanında bir işlevin zayıflığı diğer işlevleri geri bırakabileceği gibi bir işlevin hızlandırılması diğerlerinin önünü açabilmektedir.

3.2.1. Girişimciliğin Teşvik Edilmesi

Genel Görünüm: Ulusal yenilik sisteminin bütünselliği içerisinde bilgi, uygulama ve piyasayı yeni bir şekilde harmanlayarak ele alan girişimcilik faaliyetlerinin doğasında bulunan belirsizliklerin azaltılmasına destek sağlayan Kamu Kurumları, aynı zamanda, enerji alanında benzer işlevi gerçekleştirmektedir. Bu doğrultuda, Şekil 3’ün birinci sütununda verilen aktörler mevcut hizmetleriyle enerji alanını da yararlandırmaktadır. TÜBİTAK TEYDEB destek programları kapsamında enerji alanında Ar-Ge ve yenilik projeleri için verilen destek miktarı ve dağılımı raporda incelenmiştir. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı’nın yürüttüğü San-Tez programı kapsamında ise enerji sektörüne ilişkin projeler

⁷ İşlevsel dinamikler (functional dynamics) yaklaşımı, yenilik sistemlerinin iyi işlemesi için gerçekleştirmesi gereken temel dinamikleri tanımlayan mantıksal bir yaklaşımdır. Literatürde dayandığı temel makaleler Bergek, A. et al. “Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis.” Research Policy 37 (2008) 407-429 ve M. Hekkert et al. “Functions of innovation systems: A new approach for analyzing technological change,” Technological Forecasting and Social Change 74 (2007) 413-432 olup OECD tarafından yürütülmekte olan ülke incelemelerinde ulusal yenilik sistemi değerlendirmesi için ayrıca benimsenmiştir.

bulunmaktadır.⁸ KOSGEB'in geliştirilmesinden sorumlu olduğu KOBİ sektörleri arasında ise dolaylı olarak enerji ve yenilenebilir enerji teknolojilerini içerebilecek "elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretim ve dağıtım" (NACE Kodu 35) alanı bulunmaktadır. DTM'nin İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi (İGEME) ise ülkemizin yenilenebilir enerji teknolojileri ve hizmetleri sektöründeki ihracat potansiyelini değerlendirmektedir.⁹ TTGV çevre teknolojileri, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji destekleri kapsamında uygulama ve yatırım projelerine destek sağlamaktadır. Yukarıdaki destek ve hizmetlere ilaveten çeşitli banka kredileri (ancak Ar-Ge ve yenilik boyuttu olmaksızın) enerji tasarrufuna ve yenilenebilir enerjiye yönelik yatırım kredileri sunmaktadır.

Diğer yandan, sürdürülebilir kalkınmaya hizmet eden Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri için çok katmanlı piyasa başarısızlıklarının bir dünya gerçeği olduğu bir ortamda¹⁰ özellikle enerji sektörüne yeni giren yenilikçi firmaların sayı ve çeşitliğinin desteklenmesi (ör. enerji alanına yeni yaklaşımlar getirebilen yenilikçi KOBİ'ler,¹¹ akademik ortağı bulunan firmalar, mühendislik firmaları vb.) önem taşımaktadır. Bilgi, uygulama ve piyasayı yeni birleşimlerle ele alan girişimcilik faaliyetlerinin enerji alanında teşvik edilmesi ve yerli teknolojilerin üretilmesi, büyük bir enerji pazarı olan ülkemizin ithal enerji teknolojilerle dolmasının önlenmesi için stratejik öneme sahiptir.

3.2.2. Bilginin Üretimi

Genel Görünüm: Ulusal yenilik sistemimizin en temel işlevlerinden birini ifade eden bilginin üretimi, kamu araştırma kurumlarının, üniversitelerin ve özel sektörün Ar-Ge faaliyetlerini ve sanayide piyasa bilgisiyle birleşen üretim ve tasarım faaliyetlerini kapsamaktadır. Bu anlamda enerji alanının çeşitli dallarına göre bilginin üretiminde aktif olan kamu, yüksek öğretim ve özel sektör kurumları Ar-Ge ve yenilik destek programları verilerine dayanarak bilgi notunun "Proje Bazında Araştırma Yetkinliğimizin Değerlendirilmesi" bölümünde incelenmektedir.

Şekil 3'e kurumsal olarak bakıldığında, enerji araştırmalarında odak noktası olan TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsü'nün stratejik iş birimleri "ileri enerji teknolojileri" ve "güç elektroniği ve kontrol teknolojileri" olarak belirlenerek çalışma alanları içerisinde batarya (enerji depolama) teknolojileri, yakıt pili teknolojileri, gaz teknolojileri, yakma ve gazlaştırma teknolojileri, güç elektroniği teknolojileri ve araç teknolojileri bulunmaktadır. Disiplinlerarası bir araştırma alanı olan enerji alanında TÜBİTAK MAM Kimya Enstitüsü'nün ise Sodyum Bor Hidrür (SBH) üretimine yönelik çalışmaları ve pilot tesisi bulunmaktadır. TÜBİTAK UZAY Enstitüsü'nün Avrupa elektrik bağlaşımlı şebekesine bağlanma amaçlı elektrik üretim ve iletim sistemleri için yaptığı projeler, elektrik üretim ve dağıtım sistemleri için kontrol (SCADA, Otomasyon) projeleri, elektrik iletim ve dağıtım sistemleri için planlama projeleri ile elektrik iletim sisteminde güç kalitesine yönelik Ar-Ge projeleri bulunmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) ile ilişkili araştırma enstitüsü olarak Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN) içerisinde enerji projeleri yürütülmektedir. Ayrıca, araştırma enstitüsü olmayıp Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri yürüten ve diğer Ar-Ge aktörleriyle işbirliği içerisinde olan ETKB'ye bağlı/ilişkili kuruluşlar hizmet ettikleri diğer işlevlerinin yanı sıra bu kapsamda değerlendirilebilmektedir. Örneğin, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü (TKİ) temiz kömür teknolojilerinden yararlanılması amacıyla Ar-Ge, ürün ve süreç geliştirme çalışmalarını belirlemekte ve ilgili aktörlerle işbirliği içerisinde çalışmaktadır. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) enerjinin ve enerji kaynaklarının verimli ve etkin kullanılmasına yönelik Ar-Ge projelerini koordine etmektedir. Ayrıca, Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Başkanlığı (TAEK), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK), Türkiye Elektrik İletimi Anonim Şirketi (TEİAŞ) ve Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ) dahil olmak üzere ETKB yapılanması içerisinde çeşitli kurumların Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri bulunmaktadır. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'na bağlı Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü ise Enerji Bitkilerini Araştırma Merkezi kurmaktadır. Çevre ve Orman Bakanlığı koordinasyonunda Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü hidroelektrik santrallerinden sorumludur.

⁸ Haziran 2010 itibarıyla sektör bazında yürütülen San-Tez projelerinin dağılımı toplam 192 projeden 10'unun enerji sektörünü ilgilendirdiği belirtilmiştir (BTYK 21. Toplantısı Gelişmelere İlişkin Değerlendirmeler, sayfa 57).

⁹ En önemli üretim ve ihracat alanımız ısı amaçlı güneş enerjisi sistemleri olarak değerlendirilmiştir. En büyük ihracat pazarımız 2009 verileriyle İspanya olmuştur. Portekiz, İtalya, Fas, Romanya ve Almanya diğer pazarlarıdır.

¹⁰ Foxon, T. Pearson, P. (2008) "Overcoming Barriers to Innovation and Diffusion of Cleaner Technologies: Some Features of a Sustainable Innovation Policy Regime." Journal of Cleaner Production, S148-S161.

¹¹ Literatürde çeşitli enerji geçişi (energy transition) makaleleri içerisinde yenilikçi KOBİ'ler vurgulanmaktadır.

Yüksek öğretim kurumları içerisinde ise enerji alanı ile ilgili en az 25 farklı Ar-Ge ve uygulama merkezinin kurulduğu tespit edilmiştir. Yayınlanan yönetmeliklere dayalı olarak belirtilen faaliyet konuları Ek'de verilmektedir. Bilginin üretimi için diğer önemli bir ortam teşkil eden özel sektör dâhil olmak üzere enerji alanında faaliyet gösteren kurumların üretkenliği ayrıca incelenmiştir. TGB'lerde ise "enerji ve çevre" alanında Ar-Ge faaliyeti gösteren firmaların olduğu belirtilmektedir. Ancak 5746 sayılı Ar-Ge Vergi Teşvik Yasası kapsamında enerji sektörü özelinde "Ar-Ge Merkezi Belgesi" alan mevcut Ar-Ge merkezinin olmadığı izlenmektedir. Hızla gelişen enerji sektöründe ülkemizin ivme kazanabilmesi için deneysel geliştirme ağırlıklı olarak ve diğer maliyet azaltıcı süreçler dahil olmak üzere Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin artırılması stratejik bir boyut teşkil edebilir.

3.2.3. Bilginin Yayılımı

Genel Görünüm: Ulusal yenilik sisteminin bütünselliği içerisinde üretilen bilginin yayılımı ve özümsemesine yönelik mevcut ortamlar, aynı zamanda enerji alanına hizmet etmektedir. Enerji alanı için özellikle ön plana çıkan ortamlar, bilgi yayılımını ikincil görevi olarak yerine getiren TÜBİTAK MAM içerisinde Enerji Enstitüsü ve enerji alanında çeşitli kongreler düzenleyen veya destek veren Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) olarak yer almaktadır. ETKB'ye bağlı veya ilgili diğer kuruluşlar ise alanlarında Ar-Ge ve yenilik eksenli bilgi yayılımına hizmet eden çeşitli faaliyetlerde bulunmaktadır. Enerji alanıyla kesişme noktaları bulunan diğer Bakanlıklar yine bilgi yayılım faaliyetlerine hizmet etmektedir (ör. Ulaştırma Bakanlığı'nın düzenlediği Ulaştırma Şurası içerisinde enerji konuları, melez araçlar, vb. yer almıştır). Kamu haricinde enerji alanında bilgi yayılımına hizmet eden diğer aktörler, ilgili yüksek öğretim kurumları (ve meslek kuruluşları gibi ilgili diğer paydaşlarla düzenledikleri kongreler, vb.) işbirliğinde bulunan yenilikçi firmalar, enerji alanı dahil ticaret fuarlarına yetki belgesi veren ve enerji meclisi bulunan TOBB, STK'lar olarak enerji alanı ile ilgili faaliyetler düzenleyen ve enerji sektöründe bilgi yayılımına hizmet eden mesleki kuruluşları (ör. Türkiye Makine Mühendisleri Odaları Birliği TMMOB), diğer STK'lar (ör. Türkiye Enerji Kongreleri düzenleyen Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi), yerel sanayi ve ticaret odaları ve organize sanayi bölgeleri içerisinde enerji alanıyla ilgili kümelenmeler/faaliyetler yer almaktadır. Özel sektör önderliğinde ise Enerji Platformu başlatılmıştır ancak öngörülen faaliyetleri aktif halde değildir. İŞBAP desteği alan ve sektör temsilcilerini, üniversiteleri ve ilgili kamu kuruluşlarını bir araya getiren Ulusal Fotovoltaik (FV) Teknoloji Platformu ise Türkiye'nin sanayi fotovoltaik yol haritasının hazırlanması için çalışmaktadır. Yine İŞBAP desteği alan Otomotiv Teknoloji Platformu'nun (OTEP) ise geliştirmekte olduğu Stratejik Araştırma Planı içerisinde çevreye verilen zararı ve enerji verimliliğini gözeten otomotiv teknolojilere yönelik çalışmaları bulunmaktadır. Bunun yanı sıra özel sektörde OSTİM Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Kümelenmesi firmaların üretim payını arttırmak ve yenilikçi ürünlerle yeni pazarlar edinmek amacıyla oluşturulmuştur. Yerli Enerji Teknolojileri Ar-Ge Platformu ise OSTİM YATIRIM öncülüğünde ETKB, EİE, EÜAŞ, TTGV ortaklığıyla kurulmuştur. Enerji alanı gibi disiplinlerarası bir alanda Ar-Ge ve yenilik projelerinde sektörler arası etkileşiminin teşvik edilmesi ve enerji alanına hizmet eden çeşitli disiplinleri bir döngüde buluşturabilecek faaliyetlerin ivme kazanması önem taşımaktadır.

3.2.4. Ar-Ge ve Yenilik Politikalarının Oluşturulması

Genel Görünüm: Türkiye Araştırma Alanı (TARAL) aktörlerinin Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerine ve ilgili yatırım seçimlerine yön verilmesini ifade eden bu işlev kamu ve piyasa tarafından verilen çeşitli yönlerin birleşik etkisinden doğmaktadır. Böylece, yüksek düzeyde BTYK tarafından kararlaştırılan ve enerji alanı dahil olmak üzere Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerine yön veren beklentilere ve öngörülere ilaveten bu işlev ilgili kurumların strateji planlarını, ilgili yönetmelikleri ve teşvikleri kapsamaktadır. Bu raporda Ar-Ge ve yenilik eksenli bulunan stratejiler Vizyon 2023, Dokuzuncu Kalkınma Planı, ETKB'nin Stratejik Planı ve enerji alanına yönelik ihtiyaçlar belirleyen tüm Bakanlıkların (T.C. ETKB, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ulaştırma Bakanlığı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ve Tarım ve Koy İşleri Bakanlığı'nın Kamu Araştırma Programları olarak verilmiştir. Kamu Araştırma Programları kapsamında ise enerji alanı dahil olmak üzere kamu kurumları Ar-Ge ve yenilik ekseninde "akıllı müşteri" olmaya başlamıştır. Diğer yandan, EİE sekiz Bakanlık dahil olmak üzere 16 üyesi bulunan Enerji Verimliliği

Koordinasyon Kurulu'nun (EVKK) sekreteryaya hizmetini yerine getirmektedir.¹² EİE ayrıca enerji verimliliği konusunda bilinçlendirme faaliyetleri yürütmekte ve toplumda enerji bilincine yön verilmesine hizmet eden "enerji yöneticisi" sertifikalarının verilmesinden sorumludur. Eğitim ve uygulama projesi olarak "EİE Enerji Verimli Bina" sı bulunmaktadır. Türkiye çapında yenilenebilir enerji kaynaklarının teknik potansiyeli ile ilgili yönlendirici bilgi olarak güneş, rüzgar ve hidroelektrik enerjisi potansiyeli atlasları (sırasıyla GEPA, REPA ve HEPA) yayınlanarak hizmete sunulmuştur. EİE'nin stratejik planında ise yurt genelindeki Ar-Ge projelerini yönlendirecek bir "Kritik Teknoloji Planı" hazırlanması ve bu plan kapsamındaki uygulamaların plan dönemi boyunca izlenmesi yer almaktadır. Ayrıca, EİE yıllık çağrılarında, ör. 2010 yılı "sanayide enerji verimliliği proje yarışması" bulunmaktadır. ETKB'ye bağlı/ilgili diğer kuruluşlarının stratejik planlarında ise MTA'da olduğu gibi ilgili faaliyetleri "ülke ihtiyaçları, yararı, güvenliği ve gelişen teknoloji doğrultusunda yürütülmesini sağlayacak tedbirleri almak ve teşviki için gerekli önerilerde bulunma" sorumluluğu bulunmaktadır. Diğer işlevlerin beraberinde aramaya yön verilmesi 2010/101 no.lu BTYK kararında belirtilen yararlar için önem taşımaktadır.

3.2.5. Piyasa Oluşumu

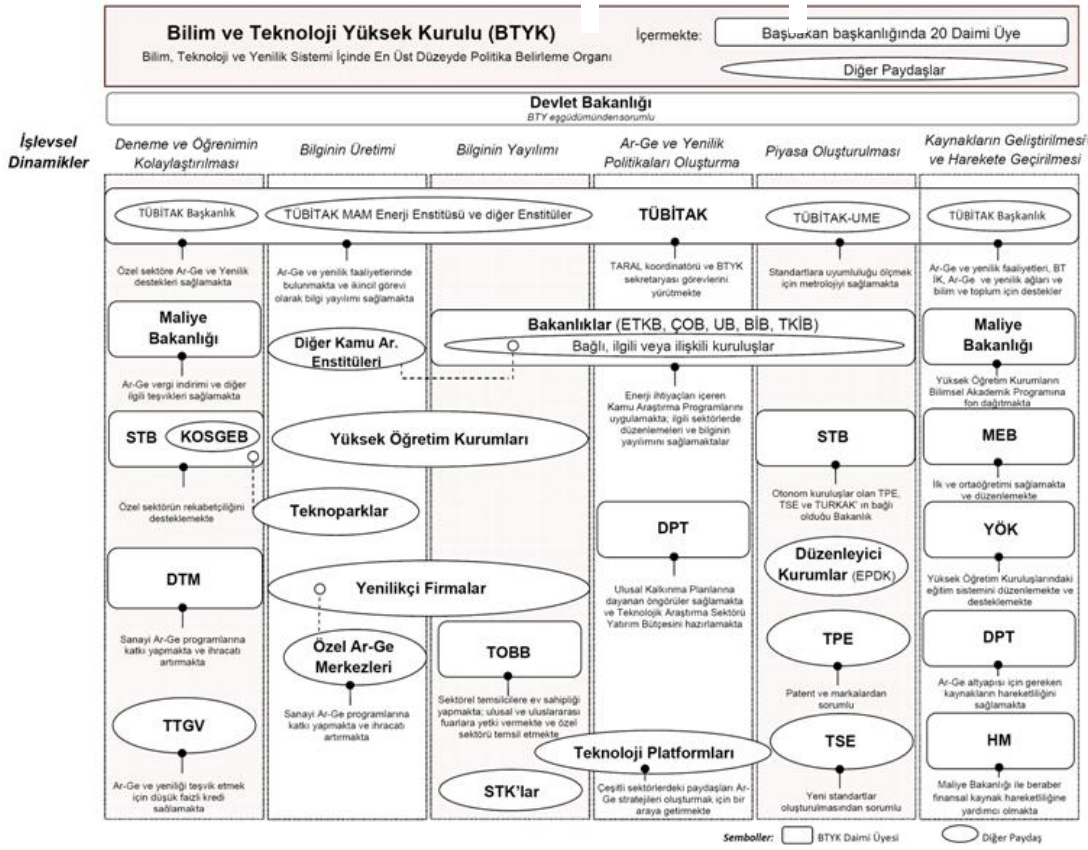
Genel Görünüm: Ekonomide Ar-Ge ve yenilik için ortamların oluşturulabilmesinde ve yapılmakta olan Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin ekonomiye aktarılabilmesi için standartların ve yönetmeliklerin rolü büyüktür. ETKB ve Bayındırlık ve İskan Bakanlığı dahil olmak üzere Bakanlıklar ilgili mevzuatlardan sorumludur. Enerji arzı ve enerji kullanımına ilişkin mevzuatlar arasında Enerji Verimliliği Kanunu (2007), Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği (2008) ve Elektrik Piyasası Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunu (2008) bulunmaktadır. Ayrıca, yenilenebilir enerji tesislerinin kurulabilmesi için lisans sürecini belirleyen "Rüzgar Enerjisine Dayalı Lisans Başvurularının Teknik Değerlendirilmesi Hakkında Yönetmelik" 2008 yılında yayınlanmıştır. Diğer yandan, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun" (2005) kapsamında yenilenebilir enerjilerden elektrik şebekesine girdi sağlanmasını teşvik eden "geri besleme tarifesi" düzenlenmiştir. Ancak Kanun değişikliği önerileri hazırlanmış olup tarife için yerli Ar-Ge ve yeniliğe dayalı teknolojileri teşvik eden bir düzenleme gerekliliği için öneriler de bulunmaktadır. Ayrıca, alanlarında "akıllı müşteri" olarak piyasa oluşumunu etkileyebilen Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş. Genel Müdürlüğü (BOTAŞ) ve Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) ve Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) Genel Müdürlükleri bulunmaktadır. Enerjiye özel genel düzenleyici kuruluş ise Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) dur. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM) piyasa oluşumuna hizmet etmektedir. Piyasa oluşturulması işlevinin diğer bir boyutu olan patent sistemi doğrultusunda Türk Patent Enstitüsü (TPE) genel olarak patent bilincinin yükselmesine yönelik faaliyetlerde bulunmaktadır. Ancak dünya karşılaştırmalarında enerji alanına ilişkin patent sayımızın yükseltilmesi için ayrı bir faaliyeti bulunmamaktadır. Standartların oluşturulmasından sorumlu TSE ise enerji teknolojileri dâhil çeşitli alanlar için standartlar oluşturmaktadır, ör. rüzgar türbinleri, ısı güneş enerji sistemleri ve jeotermal kaynaklarda verimlilik. TÜBİTAK ÜME'nin de fotovoltaiik ürünleri ve IEC standartları üzerinde çalışmaları bulunmaktadır. Yine piyasa oluşumu kapsamında enerji teknolojilerinin "öncü piyasalar" (lead markets) içerisinde ele alındığı ülke örneklerinin incelenmesinde yarar görülmektedir.¹³

¹² Enerji Verimliliği (EnVer) Kanunu kapsamında oluşturulan EVKK'nın üyeleri Bayındırlık ve İskan Bakanlığı (BİB), Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB), Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), Sanayi ve Ticaret Bakanlığı (STB), Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı (DPT), Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), Hazine Müsteşarlığı (HM), Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), Ulaştırma Bakanlığı (UB), Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Türkiye Belediyeler Birliği (TBB), İçişleri Bakanlığı (İB) ve Maliye Bakanlığıdır.

¹³ Danimarka rüzgar sanayisinin desteklenmesi amacıyla kooperatif sistemini uygulamaktadır. 2020 senesine kadar Eiffel Kulesini yüksekliğinin geçebileceği belirtilen Hvidovre kıyı ötesi (offshore) rüzgar türbini projesi dahil pek çok rüzgar projesi kooperatifler aracılığıyla desteklenmektedir. Kaliforniya ise benzer uygulamaları güneş enerjisi için uygulamaktadır (Sacramento "Solar Shares" programı kooperatif güneş çiftliklerine dayanmaktadır).

3.2.6. Kaynakların Geliştirilmesi ve Harekete Geçirilmesi

Genel Görünüm: İnsan kaynaklarının, maddi kaynakların ve altyapı gibi diğer tamamlayıcı kaynakların geliştirilmesi ve harekete geçirilmesini kapsayan bu işleve hizmet eden Şekil 3'deki aktörler aynı zamanda enerji alanında bu temel kaynakların değerlendirilmesine hizmet eden aktörlerdir. Bu kapsamda, TÜBİTAK birimleri, Maliye Bakanlığı, YÖK, DPT ve Hazine Müsteşarlığı aynı zamanda enerji alanının gelişimini desteklemiştir. Ayrıca, üniversitelerde enerji alanıyla ilgili yeni disiplinler arası lisans ve yüksek lisans programları açılmaya başlanmış, ör. Enerji ve Enerji Teknolojileri Anabilim Dalları, Enerji Mühendisliği Yüksek Lisans Programı vb. ve enerji alanı ile ilgili çeşitli merkezler kurulmuştur. Bazı merkezler DPT tarafından tematik uzmanlık merkezi olarak desteklenmiştir. Bunlara ilaveten özellikle finansal kaynaklar açısından ETKB, BOREN ve TKİ tarafından özel sektör, kamu ve üniversite işbirliğini güçlendirmek, üniversitelerde yapılan akademik bilginin ticarileşmesini sağlamak, kamu kurumlarının çalışma alan/sektörlerindeki gelişmeleri yönlendirmelerini desteklemek amacıyla fon sağlayan programlar başlatılmıştır. Buna ilaveten, toplumda, ilköğretimden olgun kariyere kadar ve özel sektörde enerji alanında farkındalık ve Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerini teşvik edecek çeşitli uygulamalar başlatılmıştır. Enerji alanında ilgili kaynakların geliştirilmesinde, sektörler arası insan kaynaklarının dolaşımının sağlanmasında ve geliştirilen kaynakların harekete geçirilmesinde "tetikleyici" nitelikte olan kurumlar arası yönetim mekanizmaları önem taşımaktadır.



Şekil 3. Türkiye'nin Ulusal Ar-Ge ve Yenilik Sistemi (Genel İçerisinde Enerji Alanı)

3.3. Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013)

Dokuzuncu Kalkınma Planı'nda "enerji ve ulaştırma altyapısının geliştirilmesi" ögesi ekonomik ve sosyal gelişme eksenlerinden rekabet gücünün artırılması hedefi altında değerlendirilmektedir. Temel amacı, "Ekonomik kalkınmanın ve sosyal gelişmenin ihtiyaç duyduğu enerjinin sürekli, güvenli ve asgari maliyetle temini" olarak verilmiştir. Ayrıca, "enerji talebi karşılanırken çevresel zararların en alt düzeyde tutulması, enerjinin üretimden nihai tüketime kadar her safhada en verimli ve tasarruflu

şekilde kullanılması” gerektiği belirtilmektedir. Plan’da belirtilen bu temel amacın gerçekleştirilmesini sağlayacak stratejik bir itici güç olarak enerji Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerini değerlendirmek mümkündür. Plan döneminde ise ekonomik ve sosyal kalkınmayla orantılı olarak birincil enerji talebinde yıllık ortalama yüzde 6,2 oranında artış öngördüğü ve birincil enerji talebinin (BTEB) 2006 yılında 96,56 Mtoe den 2013 yılında 147,4 Mtoe’ye ulaşabileceği belirtilmektedir.¹⁴ Ayrıca, Plan kapsamında enerji üreticisi ve tüketicisi ülkeler arasında “transit” ülke olarak jeostratejik konumumuza değinilmiştir.¹⁵

3.4. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı (2010-2014)

Stratejik Planda, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın temel değer ve ilkeleri arasında “yenilikçi ve öncü olma” değerinin “Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesi ve yeni teknolojik kullanımına öncülük edilmesi” açıklamasıyla yer aldığı görülmektedir. Plan içerisinde belirtilen stratejik amaçlar ise enerji arz güvenliliği, ülkemizin enerji alanında bölgesel ve küresel etkinliği, çevre, tabii kaynaklar ve kurumsal gelişim olarak verilmiştir. Enerji teknolojilerini ilgilendirebilen ilgili alt amaçlar ise Tablo 3’te verilmiştir. Esas enerji alanında Ar-Ge ve yenilik ile ilgili olarak 2010 yılında EN-AR programının uygulamaya konulacağı ve 2014 yılına kadar 50 milyon TL’lik destek sağlanacağı hedefi belirtilmiştir. Ayrıca, kurumda uzmanlık için “Enerji Akademisi’nin” oluşturulacağı ve Bakanlığa bağlı/ilgili Ar-Ge kuruluşlarının Ar-Ge yatırımlarının 2015 yılına kadar 2009 yılına göre %100 atırılacağı belirtilmiştir.¹⁶

Tablo 3. Stratejik Plan’ın Stratejik Hedefleri ve Enerji Teknolojilerini İlgilendirebilen İlgili Alt Amaçlar

Enerji Arz Güvenliği¹⁷
Yerli kaynaklara öncelik verilmek sureti ile kaynak çeşitlendirmesini sağlamak; yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzı içindeki payını arttırmak; enerji verimliliğini arttırmak; Petrol ve doğalgaz alanlarında kaynak çeşitliliğini sağlamak ve ithalattan kaynaklanan riskleri azaltacak tedbirleri almak
Ülkemizin Enerji Alanında Bölgesel ve Küresel Etkinliği
Jeostratejik konumumuzu etkin kullanarak, enerji alanında bölgesel işbirliği süreçleri çerçevesinde ülkemizi enerji koridoru ve terminali haline getirmek.
Çevre:¹⁸
Enerji ve tabii kaynaklar alanlarındaki faaliyetlerin çevreye olan olumsuz etkilerini en aza indirmek.
Tabii Kaynaklar
Tabii kaynaklarımızın ülke ekonomisine katkısını arttırmak; endüstriyel hammadde, metal ve metal dışı madenlerimizin üretimlerini artırarak yurt içinde değerlendirilmesini sağlamak.
Kurumsal Gelişim
Enerji ve tabii kaynaklar alanında yenilikçiliğin öncüsü ve destekleyicisi olmak

¹⁴ Elektrik talebinin de ağırlıklı olarak sanayi üretim ve hizmetler sektöründeki gelişmelere paralel olarak yılda ortalama yüzde 8,1 oranında daha hızlı artış göstereceği Dokuzuncu Kalkınma Planınca tahmin edildiği açıklanmıştır.

¹⁵ Öngörülen enerji miktarından ekonomiye ve sosyal gelişmeye daha çok katma değer yaratmanın yolu yine Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerine dayandığı ve enerji üreticisi ve tüketicisi ülkeler arasında “transit” ülke olmamızın yanı sıra ülkemizin bir “enerji üretim” merkezi olabilmesine katkı sağlayabileceği bu kapsamda önem arz etmektedir.

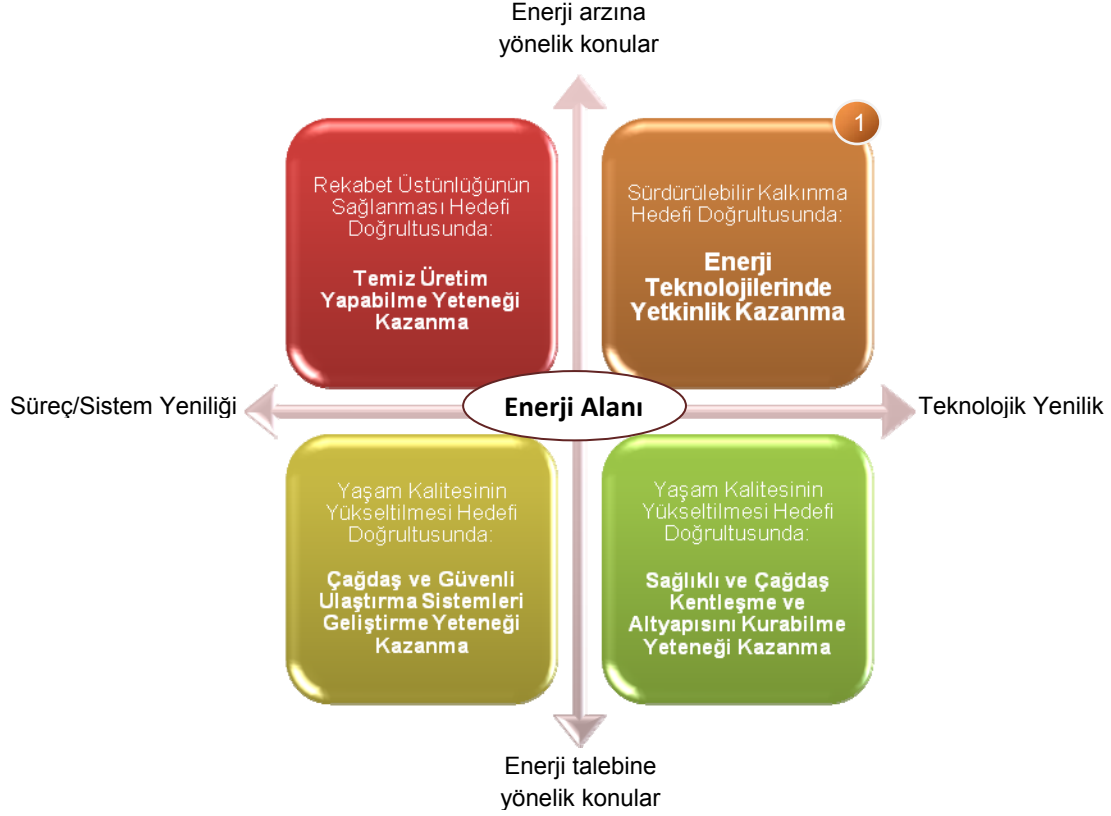
¹⁶ Bu gelişme, enerji alanında Ar-Ge ve yeniliği destekleyen politika harmanının yenilik zinciri boyunca ele alınmasına yönelik bir fırsat olarak değerlendirilebilir. Ancak ulaşılması istenen hedefler önem arz etmektedir.

¹⁷ Bu hedef altında, “Yerli linyitlerimizin kalitesine uygun teknolojilerinin yaygınlaştırılmasına, yeni kurulacak termik santrallerde yüksek verim ve birim başına düşük emisyon elde edecek çevrim teknolojilerinin kullanılmasına önem verilmesi” stratejisi linyitlerimizden daha temiz ve verimli enerji üretebilmek ögesi kapsamında değerlendirilebilir. Ayrıca, “yenilenebilir enerji kaynakları alanında teknoloji geliştirme çalışmalarına ağırlık verilecektir” denilmektedir.

¹⁸ Bu hedefin ilgili stratejileri altında, “artan enerji talebinin karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynakları, enerjinin etkin kullanımı, temiz kömür teknolojilerinin kullanımı” seçenekleri verilmektedir. Verilen diğer bir strateji, “su, atık su ve katı atık gibi çevre korumaya yönelik altyapı tesislerinin biyokütle/gaz potansiyellerinden yararlanması”dır.

3.5. TÜBİTAK Vizyon 2023 Çalışmaları

Şekil 4'te belirtildiği üzere, yatay ve disiplinler arası bir alan olarak enerji alanı Vizyon 2023'ün sosyo-ekonomik hedefleri doğrultusunda verilen teknoloji faaliyet konuları (TFK) nın dördünü kapsamaktadır:



Şekil 4. Vizyon 2023 İçerisinde Enerji Alanını İlgilendiren Öncelikli Teknolojik Faaliyet Konuları (TFK)

Bütüncül bir yaklaşımla Vizyon 2023'de enerji alanına bakıldığında, ilgili TFK'ların enerji arz ve talebine yönelik konular içerdiği ve bu konuların teknolojik yenilikten süreç ve sistem yeniliğine kadar uzandığı izlenmektedir. Alt öğeleriyle ve ayrıntılı açıklamalarıyla beraber ilgili TFK'ler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Vizyon 2023'de Enerji Alanının TFK'lerinin Ayrıntılı Açıklamaları ve İlgili Alt Öğeleri

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi Doğrultusunda:
Enerji Teknolojilerinde Yetkinlik Kazanma

Ülkemiz linyitlerinden daha temiz ve verimli enerji üretebilmek: Enerji ihtiyacımızı karşılamada yerli kaynakların kullanım oranının artırılarak enerji güvenilirliğinin sağlanması hedefi doğrultusunda, yerli kömürlerin uzun vadeli kullanımını mümkün kılacak daha temiz ve verimli yakma teknolojileri öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, başta *akışkan yatak teknolojileri* olmak üzere, *linyitlerin biyokütle ile birlikte yakılabileceği yanma teknolojileri*, yerli linyitlerin kalitesine uygun "*entegre gazlaştırma kombine çevrim teknolojileri*" nin ve "*kritik üstü*" (*süperkritik, ultrakritik*) *çevrim teknolojilerinde* yetkinlik kazanmak gereklidir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından (Hidrolik, Rüzgâr, Güneş) enerji üretebilmek; bunun için gerekli üretim sistemlerini geliştirebilmek: Enerjide dışa bağımlılığın ve çevresel etkilerin azaltılması hedefleri açısından, yenilenebilir enerji kaynaklarından azami ölçüde yararlanılmalıdır. Bu kapsamda, hidrolik kaynaklarımızın değerlendirilmesi için gerçekleştirilmesi gereken teknolojik aşama, küçük hidroelektrik santral teknolojilerinin geliştirilmesidir. 1 MW ve üzerindeki güç düzeylerinde ve ticari olarak rekabet edebilir rüzgâr santralleri ile kırsal yörelerde ve mobil uygulamalarda kullanılacak rüzgâr türbini / güneş pili melez santralleri geliştirilmesi; dönüşüm verimliliği yüksek ve ticari olarak rekabet edebilir fotovoltaiik pillerin geliştirilmesiyle, yerel ve mobil uygulamalarda güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi de teknolojik hedefler arasındadır.



"Gereksinim duyduğu enerjiyi, güvenli, güvenilir, ekonomik, verimli ve çevreye duyarlı teknolojilerle üretmek ve kullanmak; aynı zamanda uluslararası enerji pazarlarında yarışabilecek enerji teknolojileri geliştirerek uluslararası enerji yatırımlarında etkin rol almak."

Enerji Paneli'nin Öngörüsü

Alternatif enerji seçeneklerinden hidrojeni sürdürülebilir kaynaklardan üretebilmek ve hidrojen yakma teknolojileri geliştirebilmek: Elektrik gibi bir enerji taşıyıcısı olan hidrojene, geleceğin enerji sistemlerinde, ulaşım araçlarında doğrudan kullanılmasından, konvansiyonel gaz türbinlerinde ya da yakıt pillerinde yakılmasıyla elektrik enerjisi üretimine kadar farklı roller biçilmektedir. Hidrojen kullanımının çevreye zararlı salımların azaltılmasına katkısının yanı sıra, konvansiyonel fosil yakıt sistemlerinden yenilenebilir enerji sistemlerine geçişte de önemli roller üstlenmesi olası görülmektedir. Kısa vadede doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlardan reformer teknolojileriyle ya da biyokütlelen gazlaştırılmasıyla veya metanolden elde edilecek hidrojenin enerji sistemlerinde kullanılması ve gerekli altyapının oluşturulmasından sonra, geliştirilecek yeni elektrolitik süreçlerle su ve yenilenebilir kaynaklardan hidrojen eldesi gibi farklı hidrojen üretim teknolojileri de kullanıma girebilecek; bu da ideal hedef olan sıfır salımlı enerji üretimini mümkün kılacaktır.

Güç üretim tesislerinde, ulaşım araçlarında ve elektronik cihazlarda kullanılacak yakıt pilleri ve alternatif yakıtlara uygun araç teknolojileri geliştirebilmek: Yeni gelişmekte olan yakıt pillerinin, şu anda yüksek olan maliyet engelini aştıklarında, yüksek verimleri ve düşük çevreye zararlı salımları gibi avantajlarıyla yapı, sanayi ve ulaştırma sektörlerinde bugün kullanılmakta olan yakma sistemlerinin yerini alacakları öngörülmektedir. Bu alanda teknoloji geliştirme ve iyileştirme faaliyetleri, özellikle de ulaşım araçlarında kullanılacak yakıt pillerinin geliştirilmesi, ülkemize çok büyük bir rekabet üstünlüğü getirecektir. Hidrojeni yakıt olarak kullanan yakıt pilleri, iki önemli teknoloji alanının arakesitini oluşturmakta ve Türkiye için önemli bir fırsat alanı olarak görülmektedir. Elektronik cihazlarda kullanılacak yakıt pilleri üretimi de ülkemize, tüketici elektroniğinde pazar üstünlüğü sağlayacaktır.

Enerjinin depolanması ve güç sistemleri kontrolünde yetkinleşmek: Enerji depolama teknolojileri, rüzgâr ve güneş gibi sürekli olarak yararlanma imkânı olmayan yenilenebilir kaynaklardan bu kaynakların mevcut olduğu zamanlarda üretilen enerjinin depolanarak, kaynakların kesintiye uğradığı zamanlarda kullanılmasına olanak sağlayacak; böylece yenilenebilir enerjinin güvenilirliğini artırarak, kullanımını cazip hale getirecektir. Ayrıca enerji depolama sistemlerinin, iletim ve dağıtım şebekelerinde güç sistemleri kontrol teknolojileriyle birlikte kullanımı, şebeke güvenilirliğini artıracak ve şebekeden alınan elektrik enerjisinin kalitesini iyileştirecektir. Dünyada mevcut ve/veya gelişmekte olan elektrik enerjisi depolama sistemleri arasında özgül enerjisi yüksek Li-iyon pilleri, NiMH pilleri, süper kapasitörler ve süper iletkenlikli manyetik enerji depolama sistemleri (MDS) ülkemizin de yetkinlik kazanması gereken teknoloji alanlarıdır. Elektrik enerjisi iletimindeki kayıpları çok aza indiren yüksek Tc'li süper iletken teknolojileri ve doğru akım elektrik enerjisinin iletimi teknolojileri önemli bir gelecek vadeden güç kontrol teknolojileridir.

Nükleer enerji üretiminde yetkinleşmek: Sera gazı emisyonlarının azaltılması hedefi doğrultusunda temiz bir enerji kaynağı olan nükleer enerji alanındaki çalışmalar, önümüzdeki 20 yıllık dönemde yenilikçi ve yapısı itibarıyla kendinden güvenli reaktör (nesil IV) tasarımlarının olgunlaşarak uygulamaya geçmesini sağlayabilir. Nükleer enerjiji ileride ülkemizin güvenle kullanabileceği bir teknoloji haline getirebilecek bu çalışmaların dışında kalmak yerine, ülkemizin de nükleer enerji alanında yetenek kazanması ve yeni teknolojilerinin geliştirilmesi çalışmalarında kendine bir yer bulması doğru bir yaklaşım olacaktır.

Tablo 4. Vizyon 2023'de Enerji Alanının TFK'lerinin Ayrıntılı Açıklamaları ve İlgili Alt Öğeleri (Devamı)

<p>Rekabet üstünlüğünün sağlanması hedefi doğrultusunda: Temiz üretim yapabilme yeteneği kazanma¹⁹</p>
<p>Yüksek verimlilikte temiz üretim süreç, sistem ve teknolojileri geliştirebilmek: Temiz üretim teknolojileri verimliliği artıran, enerji, su, hammadde gibi üretim girdilerini en etkin şekilde kullanan; üretim sürecinde atık oluşumunun en aza indirilmesini, oluşan atıkların üretim yerinde çevreye zararsız hale dönüştürülmesini ve tercihan üretim süreçlerinde kullanılabilir şekilde geri kazanılmasını sağlayan teknolojilerdir. Ülkemiz sanayinin; yeni kurulacak sistemlerini mutlaka sürdürülebilir verimlilik modeline göre temiz teknolojilere dayalı şekilde tasarlaması ve kurması; var olan sistemlerini de atık üretmeyen ve enerji verimliliği yüksek yapıya kavuşturmak üzere dinamik bir şekilde iyileştirmesi; yenilenebilir veya biyolojik olarak parçalanabilir ambalaj malzemeleri üreten teknolojileri geliştirmesi gerekmektedir.</p> <p>Sanayi süreçlerinde enerji tasarrufu sağlayan teknolojiler geliştirebilmek: Enerji tüketimde verimlilik, ülkemiz enerji politikalarının sürdürülebilirliği açısından önemli olup; teknolojik gelişmeler ve bunların hayata geçirilmesinin yaratacağı kazanımlar, bir yandan hızla artan enerji talebinin azalmasını sağlarken, diğer yandan sanayi sektörlerindeki mal ve hizmet üretim maliyetlerini düşürecektir. Çok geniş bir yelpazeyi kapsayan bu alanda, özellikle petrokimya, kimya, gıda gibi sektörlerde uygulama bulan <i>proses entegrasyonu</i> ve <i>proses yoğunlaştırması</i> teknolojileri, damıtma ve buharlaştırma gibi yüksek enerjili sanayi süreçlerine alternatif oluşturan <i>membran</i>, <i>ters ozmos</i>, <i>dondurma-çözme kristalizasyonu</i> gibi teknolojilerin yanı sıra; <i>yüksek verimli ısı değiştiriciler</i>, <i>reküperatörlü brülörler</i>, <i>yüksek performanslı ısı pompaları</i> gibi teknoloji alanları da öncelikli olarak görülmektedir.</p>
<p>Yaşam Kalitesinin Yükseltilmesi Hedefi Doğrultusunda: Sağlıklı ve Çağdaş Kentleşme ve Altyapısını Kurabilme Yeteneği Kazanma²⁰</p>
<p>Yapıların enerji gereksinimlerini azaltmak ve yenilenebilir kaynaklardan sağlamak: Binaların enerji gereksinimlerinin yenilenebilir kaynaklardan sağlanmasını mümkün kılacak "binayla bütünleşik" yapı elemanı ve malzemelerinin; bina ısı kayıplarını azaltacak yeni ve daha etkin yalıtım malzemelerinin; aydınlatma harcamalarını en aza indirecek cam ve optik elyafların ve daha verimli aydınlatma cihazlarının geliştirilip maliyetlerinin düşürülmesini sağlayacak teknolojik faaliyetler, aynı zamanda ülkemize yurt dışında yeni pazar olanakları yaratmaya da adaydır.</p>
<p>Yaşam Kalitesinin Yükseltilmesi Hedefi Doğrultusunda: Çağdaş ve Güvenli Ulaştırma Sistemleri Geliştirme Yeteneği Kazanma²¹</p>
<p>Karayolu ulaşımı için akıllı araçlar ve akıllı yol sistemleri geliştirebilmek: Trafik kazalarının yüksek olduğu ülkemiz için, karayollarındaki güvenlik ve konforu artıracak akıllı araç sistemlerinin ve bunlara uygun yolların geliştirilmesi ile ilgili teknolojiler, başta can güvenliği olmak üzere yaşam kalitemizi etkilemektedir. Ayrıca trafik yoğunluğuna bağlı olarak fazla enerji ve zaman harcanması, ulaşım güzergâhlarındaki verileri değerlendirerek trafiği yönlendiren bilişim teknolojilerine dayalı sistemlerin kullanılması ile azaltılmalı; yeni yol kaplama malzemeleri ve yol onarım teknolojileri ile otopark sorununu çözmeye yönelik teknolojiler geliştirilmelidir.</p>

Not: Yukarıda belirtilen konular öncelikle teknolojik faaliyet konuları (TFK) ve onların alt öğeleri olup bu konuları gerçekleştirmekte önem taşıyan teknoloji alanlarının (TA) yol haritaları Vizyon 2023 içerisinde ayrıca mevcuttur.

Tablo 4'ten elde edilen bilgilerden görüldüğü üzere, enerji alanı Vizyon 2023 içerisinde farklı hedef ve ihtiyaçların karşılanmasına yönelik yoğun ilgi gören bir alandır. Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli ise öngörü oluşturma ve Delfi ifadelerinin değerlendirmesi sürecinde sorumluluğu olan 10 sosyo-ekonomik panelden birisini oluşturmuştur. Yukarıda belirtilen teknolojik faaliyetlerini özetleyici nitelikte olan Panel öngörüsü ise, "Gereksinim duyduğu enerjiyi, güvenli, güvenilir, ekonomik, verimli ve çevreye duyarlı teknolojilerle üretmek ve kullanmak, aynı zamanda uluslararası enerji pazarlarında yarışabilecek enerji teknolojileri geliştirerek uluslararası enerji yatırımlarında etkin rol almak" olarak verilmiştir. Vizyon 2023'ün öngörü öğesi olan bu hedefi, ülkemizin sosyo-ekonomik çarklarını döndüren tüm sektörlerinin

¹⁹ Temiz üretim, enerji alanının yanı sıra açıklamada belirtildiği üzere su ve gıda alanlarını da ilgilendirmektedir.

²⁰ Bu TFK altında diğer bir alt öğe olarak "Nitelikli konut yapımında yetkin olmak; mevcut yapıların güçlendirilmesi ve rehabilitasyonunu sağlamak; depreme güvenli yapı ve altyapı üretebilmek ve özel mühendislik yapıları tasarım ve üretiminde yetkin olmak" içerisinde kendi enerjisini üretebilen binaların (özellikle hastanelerin) de dünyada artarak önem kazandığı izlenilmektedir. Bu nedenle, öğenin enerji alanı ile sinerji yaratabileceği düşünülmektedir.

²¹ Aynı TFK altında diğer bir alt öğe olarak, "Raylı taşıma sistem ve teknolojilerini geliştirebilme yetkinliği kazanmak ve bu tür sistemlerin kritik parçalarını tasarlayıp üretebilmek" verilmiştir. Bu öğenin ulaşımda enerji tüketimini azaltan toplu taşımacılığı ilgilendirmesinden ve açıklamasında bahsi geçen frenleme sistemindeki kinetik enerjiden elektrik üreten "melez" sistemleri içerebileceğinden enerji teknolojileri ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

(sanayi, bina ve ulaşım) enerji gereksinimlerine yönelik olarak uyarlamak mümkün. Bu geleceğin gerçekleştirilmesi için böylece, sürdürülebilir bir enerji sistemine yönelim içerisinde ilgili sektörleri kapsayacak yenilikçi enerji Ar-Ge stratejilerine 2011-2016 dönemi için de taban oluşturabilmektedir.

3.6. TÜBİTAK 1007 Programı Çerçevesinde İlgili Bakanlıklarca Hazırlanan Kamu Araştırma Programları

Kamu ihtiyaçlarının Ar-Ge ve yenilik ile karşılanması amacıyla Ar-Ge ve yeniliğe dayalı kamu tedarikini geliştiren ve enerji alanı ile ilgili ihtiyaçlar belirten Kamu Araştırma Programları Tablo 5'te verilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere, enerji alanı ile ilgili kamu ihtiyaçları, proje konuları veya alanlar olarak önerilmiştir. Türkiye Ulusal Enerji ve Tabii Kaynaklar Araştırma Programı'nın 2023 vizyonunda ise "bilinen yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tamamından yararlanabilen, yeni enerji kaynaklarını belirleyerek harekete geçirebilen ve enerjiyi etkin ve verimli kullanan bir Türkiye" ifadesi yer almıştır. Farklı Programlarda enerji ihtiyaçlarının belirtilmesi alanının stratejik konumunu gösterirken, ihtiyaçların benzer yönlerinin yönetilmesi açısından Bakanlıklar-arası eşgüdümün gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Tablo 5. Enerji Alanında İlgili Bakanlıkların Kamu Araştırma Programları

Türkiye Ulusal Enerji ve Tabii Kaynaklar Araştırma Programı
Yerli kaynak potansiyeli ve kullanımının geliştirilmesi, temiz enerji teknolojileri, yeni teknolojiler ve alternatif enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları gibi önceliklerin karşılanması için kısa vadede önerilen projeler: yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırmak (ör. bitkisel atık kullanan kojenerasyon sisteminin geliştirilmesi, bitkisel hammaddelerden biyodizel üretim süreci geliştirilmesi, akışkan yataкта yakma teknolojileri), enerjinin etkin ve verimli kullanılması (ör. toprak kaynaklı ısı pompası kullanan ısıtma-soğutma amaçlı kompozit duvar panelinin araştırılması ve geliştirilmesi, termik santrallerin atık ısısından faydalanılarak bina ve sera ısıtılması potansiyelinin değerlendirilmesi, birleşik ısı ve güç sistemleri), enerji-çevre ilişkileri/zararlı emisyonları ve kirliliği azaltacak çevre teknolojileri, elektrik iletim şebekesi performansının iyileştirilmesi, elektrik üretim tesislerinde verimliliğin artırılması, doğal kaynakların ekonomiye kazandırılması ve işletme verimliliğinin artırılması, bor ve yerli kömürün niteliklerine uygun temiz yakma teknolojileri projeleridir. Uzun vadede: hidrojen ekonomisi, yenilenebilir enerji üretimini depolanması, süper iletken malzemeler, yerel enerji sistemleri, dalga ve akıntı enerjisi, nükleer enerji, uluslararası şebekeler ve karbondioksitin ayrılması olarak yer almaktadır.
Türkiye Çevre ve Ormancılık Kamu Araştırma Programı
Hava kalitesi araştırma alanı altında temiz üretim teknolojileri ve enerji ve yakıt politikalarına ihtiyaç duyulmuştur. Önerilen proje konuları, ör. hava kalitesi yönetim stratejilerinin oluşturulması, temiz yakma ve temiz üretim teknolojilerinin hava kirliliğinin olduğu bölgelerde kullanılabilirliğinin incelenmesi ve temiz enerji ve yakıt geliştirme ve bunların çevresel etkileri ile ilgili çalışmalardır. Atıklar araştırma alanı altında atık işleme teknolojileri ve atıklardan enerji ve yakıt üretimine ihtiyaç duyulmuştur. Önerilen proje konuları, ör. atık azaltım teknolojilerinin sanayi ve tüketim sektöründe yaygınlaştırılması, sanayi ve enerji sektöründeki tesislerde hava kirlenmesi kontrol sistemlerinin seçimi, evsel atık suların anaerobik arıtılabilirliğinin incelenmesi, arıtma çamurlarından enerji elde edilmesi, termal işlemlerle atık bertaraf ve enerji geri kazanımı, organik atıklardan (biyokütle, evsel katı atık, arıtma çamurları, çiftlik atıkları vb.) anaerobik çürütme yoluyla enerji ve biyoyakıt geri kazanımı/geri dönüşümü, kırsal alandaki küçük çiftlikler için sürdürülebilir biyogaz tesislerinin planlanması ve pilot ölçekte uygulanması, biyoreaktör depolama teknolojisinin uygulanabilirliğinin araştırılması ve biyokütle enerji üretimine yönelik tekniklerin geliştirilmesidir.
Ulusal Ulaştırma Kamu Araştırma Programı
Raylı taşımacılık araştırma alanı (önerilen proje konusu: hafif gövdeli yeni nesil yolcu vagonu tasarımı ve prototip üretimi), Kentiçi ulaşım araştırma alanı (enerji tasarrufu için önerilen proje konuları: kentiçi toplu taşıma sistemlerinin seçimi, kentiçi trafik sıkışıklığının sürdürülebilir hale getirilebilmesi ve çözüm yollarının araştırılması). Ayrıca, diğer ihtiyaçlar arasında "yeşil taşımacılık" bulunuyor. ²²

²² Kamu araştırma programları kapsamında açıkta kalan bir alanının "sürdürülebilir ulaşım" olduğu ve yeni enerji teknolojilerinin veya alternatif yakıt seçeneklerinin geliştirilmesi ilişkin proje önerilerin yer almadığı izlenmiştir.

Tablo 5. Enerji Alanında İlgili Bakanlıkların Kamu Araştırma Programları (Devamı)

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Kamu Araştırma Programı
<p>Stratejik hedefler içerisinde, enerji etkin-iklim duyarlı yerleşme/planlama stratejileri, kamu ve özel sektöre ait binalarda enerji verimliliğini artırıcı tedbirlerin alınması ve planlamaya ilişkin yetkilerin ulusal düzeyde sürdürülebilir yerleşme, kentleşme ve güvenli yapılaşma amacına yönelik olarak uyumlu kullanılması yer almaktadır. Önerilen proje konuları olarak: enerji etkin planlama ilke ve esaslarının oluşturulması, kırsal alanda alternatif enerji modellerinin araştırılması ve buna uygun yapı ve yerleşim modellerinin geliştirilmesi, kırsal alanlarda güneş enerjili sistemlerin kullanımına yönelik araştırma geliştirme projesi (Güneş-Kent Ar-Ge projesi), yenilenebilir enerji kaynak entegreli binalar, çevre dostu enerji politikası öncelikleri bazında teknik altyapı geliştirme projesi, kentlerde güneş ve doğal enerji potansiyelinin belirlenmesi, tüm binalarda ısı yalıtım sisteminin oluşturulması, doğal enerjilerin örgütlenme/yönlendirilmesi, ulusal yeşil bina değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi yer almaktadır.²³</p>
Türkiye Kamu Tarım Araştırma Programı
<p>Tarımda enerji giderlerinin azaltılması amacıyla seralarda jeotermal enerji kullanımının yaygınlaştırılması ve enerji kullanımı için yenilenebilir enerji kaynaklarının belirlenmesi.²⁴</p>

Diğer yandan, 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu gibi çeşitli mevzuatları ayrıca Ar-Ge ve yeniliği tetikleyebilecek yasal çerçeve içerisinde değerlendirmek mümkündür. Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi (2010-2020) içerisinde ise sera gazı salımı kontrolü altında enerji, ulaştırma ve sanayiye, Ar-Ge faaliyetlerin artırılmasına ve temiz üretimin teşvik edilmesine yönelik bazı hedefler yer almaktadır.²⁵

3.7. TÜBİTAK Tarafından Yürütülen/Koordine Edilen Araştırma Programları

TÜBİTAK tarafından desteklenen veya koordine edilen programlar içerisinde ilgili Ar-Ge ve yenilik projeleri incelendiğinde enerji kaynaklarının yararlı ısı, soğuk ve elektriğe dönüştürülmesinden sektörlerde tüketime kadar enerji değer zinciri boyunca Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin çeşitli düzeylerde bulunduğu Tablo 6'da görülmektedir. Tüm ARDEB grupları ve TEYDEB, 2003-2009 yılları arasında çeşitli enerji konularında toplam 194 sonuçlanan veya yürürlekte olan projeye yaklaşık 109,2 milyon TL destek sağlamaktadır.

²³ Yenilenebilir enerji kaynak entegreli binalar proje önerisi bazında kamu araştırma programında yer alırken enerjisini daha akılcı kullanan ve üreten "akıllı şehirlere" yönelik yenilik yaklaşımının eksik kaldığı izlenilmektedir.

²⁴ Türkiye Tarım Araştırma Programı içerisinde tarımsal atıklar özelinde biyoenerjinin elde edilmesi bulunmuyor.

²⁵ Yüksek Planlama Kurulu 2010/8 no.lu kararı ile Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesini kabul etmiştir.

Tablo 6. TÜBİTAK Tarafından Desteklenen veya Koordine Edilen Programlarda Enerji Alanı

Konular	TÜBİTAK ARDEB* (2003-2009)		TÜBİTAK KAMAG (2005-2009)***		TÜBİTAK TEYDEB (2003-2009)		AB ÇP (2003-2009)	
	Proje (Sayı)	Bütçe** (milyon TL)	Proje (Sayı)	Bütçe** (milyon TL)	Proje (Sayı)	Bütçe** (milyon TL)	Proje (Sayı)	Bütçe** (milyon TL)
Biyoenerji	7	4,0	2	6,6	8	2,5	2	1,4
Güneş Enerjisi	10	0,8	1	5,7	11	1,2	5	1,5
Hidroelektrik/HES	2	0,4	2	2,4	1	0,03	-	-
Jeotermal / Toprak Isısı	3	0,6	-	-	-	-	1	0,04
Rüzgâr Enerjisi	2	0,04	-	-	10	1,4	-	-
Melez Sistemler	4	0,2	-	-	-	-	-	-
Bor Madeni	-	-	-	-	-	-	-	-
Hidrojen/Yakıt Pilleri	33	7,6	-	-	11	2,1	7	2,6
Temiz Fosil Yakıtlar	1	0,03	3	23	-	-	-	-
Nükleer Enerji	-	-	-	-	-	-	-	-
Yakma Teknolojileri	2	0,1	-	-	6	0,7	-	-
Elektrik Şebekesi	5	0,5	1	23	15	2,6	3	0,2
Enerji Depolama	8	0,8	-	-	1	0,07	-	-
Karbon Emme/Depolama	-	-	1	0,4	-	-	-	-
Enerji Stratejileri	3	0,3	-	-	-	-	5	0,5
Enerji Geri Kazanımı	1	0,2	-	-	2	0,3	-	-
Enerji ve Ekserji Analizi	2	0,1	-	-	-	-	-	-
Enerji Verimliliği	3	1,1	-	-	17	2,7	1	0,2
Birleşik Isı ve Güç	-	-	2	6,7	2	0,5	4	2,2
Binalarda Enerji/Yeşil Binalar	1	0,1	-	-	3	1,2	3	1,4
Sanayide Enerji Verimliliği	2	0,3	2	8,7	1	0,2	2	0,8
Tarımda Enerji Verimliliği	1	0,04	-	-	1	0,1	-	-
Ulaştırımda Enerji Verimliliği	1	0,06	-	-	-	-	6	6
Toplam	91	17,2	14	76,5	89	15,6	39	16,8

* ARDEB grubu olan KAMAG projelerini içermemektedir, yandaki sütunda ayrıca verilmektedir. ** Cari fiyatlarla *** Projenin birden fazla enerji alanını ilgilendirmesi durumunda proje kapsamını en iyi verebilen alan saptanmıştır.

Tablo 7'de görüleceği üzere desteklenen ARDEB projeleri, çeşitli yenilenebilir enerji ve alternatif enerji teknolojilerine, üretilen enerjinin dağıtımı, iletimi ve depolanmasına ve sektörlerde enerjinin etkin kullanımına yönelik araştırmaları içermektedir. Ayrıca enerji kaynaklarının potansiyeline, enerji teknolojilerinin çevresel etkilerine ve sosyal boyutuna yönelik araştırma projeleri bulunmaktadır. Tablo 7'de kullanılan anahtar kelimelerinin açıklamaları tablo notları olarak ayrıca verilmiştir. Tablo 7'nin içerdiği verilere dayanarak enerji alanının ivme kazanması için ilgili araştırmaların pekiştirilerek enerji teknolojilerinin bütüncül olarak ele alınabileceği (yatay ve dikey bütünleşmeyle teknolojinin üretimi) ve sektörlerde yenilikçi uygulamalara yönelik araştırmalar değerlendirilebilir.

Tablo 7. 2000-2009 Yılları Arasında Enerji Alanında ARDEB Tarafından Desteklenen Projelerin Anahtar Kelimelere Göre Dağılımı (Proje Sayısı)²⁶

ARDEB Projesini Yürüten Kuruluş	Yenilenebilir Enerji					Alternatif Enerji/Diğer					Enerji Sistemi			Enerji Tasarrufu			Tüketen Sektörler				Toplam (Proje Sayısı)		
	Biyoenjerji	Güneş Enerjisi	Hidroelektrik/HES	Jeotermal / Toprak Isısı	Rüzgâr Enerjisi	Melez Sistemler	Bor Madeni	Hidrojen/Yakıt Pilleri	Temiz Fosil Yakıtlar	Nükleer Enerji	Yakma Teknolojileri	Elektrik Şebekesi	Enerji Depolama	Enerji Stratejileri	Enerji Geri Kazanımı	Enerji ve Ekserji Analizi	Enerji Verimliliği	Birleşik Isı ve Güç	Binalarda Enerji/Yeşil Binalar	Sanayide Enerji Verimliliği		Tarımda Enerji Verimliliği	Ulaştırımda Enerji Verimliliği
Abant İzzet Baysal Ün.		1																					1
Adnan Menderes Ün.															1								1
Afyon Kocatepe Ün.																			1				1
Akdeniz Üniversitesi	1																						1
Anadolu Üniversitesi						1					1												2
Atatürk Üniversitesi												1			1								2
Balıkesir Üniversitesi				1																			1
Başkent Üniversitesi			1																				1
Bilkent Üniversitesi							1																1
Boğaziçi Üniversitesi	2												1										3
Çanakkale 18 Mart Ün.													1										1
Çankaya Üniversitesi							1																1
Çukurova Üniversitesi												3											3
Doğu Akdeniz Ün.																					1		1
Dokuz Eylül Üniversitesi					1		1					1										1	4
Ege Üniversitesi*	1	5																	1				7

²⁶ TÜBİTAK KAMAG ve TÜBİTAK araştırma grupları tarafından desteklenmesine karar verilen SAN-TEZ projeleri, BOREN projeleri ve DPT projeleri bu tabloda verilmemiştir.

Tablo 7. 2000-2009 Yılları Arasında Enerji Alanda ARDEB Tarafından Desteklenen Projelerin Anahtar Kelimelere Göre Dağılımı (Proje Sayısı)²⁷ (Devamı)

ARDEB Projesini Yürüten Kuruluş	Biyoenjerji	Güneş Enerjisi	Hidroelektrik/HES	Jeotermal / Toprak Isısı	Rüzgâr Enerjisi	Melez Sistemler	Bor Madeni	Hidrojen/Yakıt Pilleri	Temiz Fosil Yakıtlar	Nükleer Enerji	Yakma Teknolojileri	Elektrik Şebekesi	Enerji Depolama	Enerji Stratejileri	Enerji Geri Kazanımı	Enerji ve Ekserji Analizi	Enerji Verimliliği	Birleşik Isı ve Güç	Binalarda Enerji/Yeşil Binalar	Sanayide Enerji Verimliliği	Tarımda Enerji Verimliliği	Ulaştırımda Enerji Verimliliği	Toplam (Proje Sayısı)
Erciyes Üniversitesi								1					1										2
Fatih Üniversitesi								1															1
Fırat Üniversitesi		1		1																			2
Gazi Üniversitesi								1			1												2
Gaziantep Üniversitesi								1															1
Gaziosmanpaşa Ün.													2										2
Gebze Yüksek Tek. Ens.								5															5
Hacettepe Üniversitesi												2											2
İTÜ	1		1			1		2			1		1										7
İstanbul Üniversitesi								4															4
İzmir Yüksek Tekno.Ens.				1																			1
Kırıkkale Üniversitesi		1																					1
Kocaeli Üniversitesi												1											1
Koç Üniversitesi														1									1
Marmara Üniversitesi		1						2															3
Melikşah Üniversitesi								1															1

²⁷ TÜBİTAK KAMAG ve TÜBİTAK araştırma grupları tarafından desteklenmesine karar verilen SAN-TEZ projeleri, BOREN projeleri ve DPT projeleri bu tabloda verilmemiştir.

Tablo 7. 2000-2009 Yılları Arasında Enerji Alanda ARDEB Tarafından Desteklenen Projelerin Anahtar Kelimelere Göre Dağılımı (Proje Sayısı)²⁸ (Devamı)

ARDEB Projesini Yürüten Kuruluş	Biyoenjerji	Güneş Enerjisi	Hidroelektrik/HES	Jeotermal / Toprak Isısı	Rüzgâr Enerjisi	Melez Sistemler	Bor Madeni	Hidrojen/Yakıt Pilleri	Temiz Fosil Yakıtlar	Nükleer Enerji	Yakma Teknolojileri	Elektrik Şebekesi	Enerji Depolama	Enerji Stratejileri	Enerji Geri Kazanımı	Enerji ve Ekserji Analizi	Enerji Verimliliği	Birleşik Isı ve Güç	Binalarda Enerji/Yeşil Binalar	Sanayide Enerji Verimliliği	Tarımda Enerji Verimliliği	Ulaştırımda Enerji Verimliliği	Toplam (Proje Sayısı)	
Mersin Üniversitesi				1					1															2
Niğde Üniversitesi	1																							1
Ondokuz Mayıs Ün.	1																							1
ODTÜ	1				1		1	4	1		1						2							11
Pamukkale Üniversitesi					1	2																		3
Sabancı Üniversitesi								4				1												5
Sakarya Üniversitesi															1									1
Süleyman Demirel Ün.		1																	1					2
Uşak Üniversitesi								1																1
Yeditepe Üniversitesi		1																						1
Yıldız Teknik Üniversitesi		1						3									1							5
Yüzüncü Yıl Üniversitesi								1																1
Toplam (Proje Sayısı)	8	12	2	4	3	4	1	34	2	0	3	5	9	3	1	2	3	0	1	2	1	1	101	

* Belirtilen projeler içerisinde TÜBİTAK İŞBAP desteğiyle koordine ettiği "Ulusal PV Teknoloji Platformunun Oluşturulması" projesi bulunmaktadır.

²⁸ TÜBİTAK KAMAG ve TÜBİTAK araştırma grupları tarafından desteklenmesine karar verilen SAN-TEZ projeleri, BOREN projeleri ve DPT projeleri bu tabloda verilmemiştir.

Tablo 7 Notları

Biyoenjerji: Biyokütle, biyogaz ve biyodizel alt dallarını içeren "biyoenjerji" nin elde edilmesine yönelik araştırmalar (Türkiye'de biyokütleden temiz enerji elde edilmesinin araştırılması, mikroalglerden biyodizelin elde edilmesi ve sera atıkları ile evsel arıtma çamurlarından biyogaz eldesi), havasız çürütme sistemlerine yönelik etkilerin araştırması, membran yöntemiyle biyogazdan karbondioksitin ayrıştırılması ve biyokütle yakan akışkan yataklı sistemlere yönelik araştırmaları içermektedir.

Güneş Enerjisi: Güneş enerjisinin kullanılabilir ısı veya elektrik enerjisinin çevrimine yönelik araştırmalar (güneş termal sistemler, güneş kuleleri, güneş hücreleri (fotovoltaik) ve parabolik yansıtıcılar), yapılarda güneş enerjisinin kullanımına (okul yapılarının iyileştirmelerinde güneş enerjisinden yararlanma uygulaması) ve depolanmasına (güneş duvarı, vb.) yönelik araştırmalar ve su arıtımında güneş enerjisinin kullanımına yönelik araştırmalar dahil edilmiştir.

Hidroelektrik: Su kaynaklarının enerji kaynağı olarak değerlendirilmesine yönelik araştırmalar dahil edilmiştir (ör. serbest akışlı hidrokinetik enerjiyi kullanan model türbin tasarımı ve akım ölçümleri olmayan akarsu havzalarında teknik hidroelektrik potansiyelin belirlenmesi).

Jeotermal Enerji: Jeotermal enerjiden yararlı ısı ve elektrik üretimine yönelik sistemlerin geliştirilmesine yönelik araştırmalar dahil edilmiştir (ör. jeotermal enerji kaynaklı bölgesel ısıtma sistemleri, ısıtılan seralardaki ısı değiştiricilerinin modellenmesi ve Türkiye'deki jeotermal enerji projelerinin değerlendirilmesi).

Rüzgar Enerjisi: Rüzgar enerjisinin değerlendirilmesine yönelik araştırmalar dahil edilmiştir (ör. rüzgar enerjisi dönüşüm sistemi, rüzgar enerjisinin yüksek binalara mimari entegrasyonu ve yenilenebilir enerji/rüzgar tesisleri için örnek yıldırımdan korunma sistemi).

Melez Sistemler: Ülkemizde bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarının melez sistemler içerisinde kullanımına yönelik araştırmalar (ör. fotovoltaik ve hidrojen yakıt hücreli melez sistemler, güneş-rüzgar melez sistemler). Bor: Bor madeninin değerlendirilmesine yönelik yaklaşık otuz proje bulunmaktadır (ör. bor ile katkılandırılmış malzemeler) ancak enerji boyutu olan tek proje dahil edilmiştir (ör. kimyasal buhar biriktirme yöntemi ile bor karbür üretimi).

Hidrojen/Yakıt Pilleri: PEM yakıt hücreleri için membranlar (ör. yeni tip polimer elektrolit membranlar, katalizör kaplı kompozit membranlar), malzemeler (ör. nanoparçacıklar), depolama yöntemleri, yakıt hücrelerinin ulaştırma sektöründe (ör. melez taşıtlarda) kullanımına ve güneş enerjisiyle hidrojen elektrolizine yönelik araştırmalar dahil edilmiştir.

Kömür/Temiz Kömür: Ülkemizin linyitlerinden temiz enerji üretimine yönelik araştırmaları içermektedir (ör. temiz kömür teknolojilerinden akışkan yatak yakma teknolojileri).

Elektrik Şebekesi: Elektrik şebekesinde elektrik üretimi, dağıtımı ve iletimine ve güç kalitesinin incelenmesine yönelik araştırmaları içermektedir (ör. sistem analizi/benzetim, dağıtılmış elektrik sistemlerinin incelenmesi).

Enerji Depolaması: Güneş enerjisinin depolanması dahil olmak üzere enerji depolama sistemlerinin tasarımına, analizine ve faz değişim maddelerinin incelenmesine yönelik araştırmaları içermektedir.

Enerji Geri Kazanımı: Atık ısının değerlendirilmesine yönelik araştırmalar (egzoz enerjisinden elde edilen buharın değerlendirilmesi) içermektedir.

Enerji Stratejileri: Yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaşmasına, enerji tedarik zinciri yöntemine ve nükleer enerjinin sosyal kabul sorununa yönelik araştırmaları içermektedir.

Ekserji Analizi: Enerji teknolojilerinin enerji ve ekserji açısından incelenmesine yönelik araştırmaları içermektedir (ör. ısı pompaları, rüzgar-güneş sistemleri).

Yakma Teknolojileri: Biyokütle ve kömürün akışkan yataklı yakıcılarda beraber yakılmasına ve akışkan yatakta ısı transferine yönelik araştırmalar dahil edilmiştir.

Birleşik Isı ve Güç: Enerji çevrim teknolojisi olarak birleşik ısı ve güç sistemlerinin geliştirilmesi öngörülmüştür.

Binalarda Enerji/Yeşil Binalar: Binalarda iklimlendirme süreçlerinde (ısıtma ve soğutma) ve elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kullanımına ve enerjinin etkin kullanımına yönelik araştırmaları içermektedir.

Sanayide Enerji: Sınai süreçlerde enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik araştırmaları içermektedir, ör. sanayide elektrik enerjisi optimizasyonu, güneş enerjisi destekli ısı pompalı bantlı kurutma sistemi. (Sanayide atık ısının değerlendirilmesine yönelik proje bulunmamaktadır).

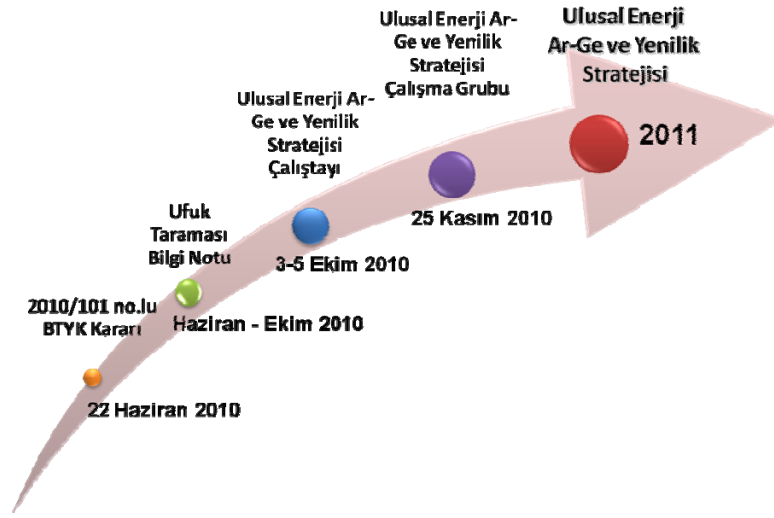
Tarımda Enerji: Tarımda enerji yakıt maliyetinin azaltılmasına yönelik sektörel araştırmaları içermektedir, ör. biyoenjerji piyasalarındaki gelişmelerin Türk tarım ve hayvancılık sektörleri üzerindeki etkileri. (Jeotermal enerjinin seralarda kullanımına yönelik araştırmalar jeotermal altında verilmiştir).

Ulaştırma: Çevreci lojistik, ulaştırma ve denizcilik sistemine yönelik araştırmaları içermektedir.

Enerji Verimliliği: Düşük enerji kullanımlı diğer sistemleri içermektedir (ör. enerji kullanımsız kablosuz algılayıcı ağların geliştirilmesi, enerji tasarruflu kimyasal ısı pompası uygulamaları ve MEMS tabanlı enerji üretimi).

4. Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Oluşturma Süreci

2023 yılına yönelik olarak bilim, teknoloji ve yenilik atılımımıza zemin oluşturan Bilim ve Teknoloji Politikaları Uygulama Planı (BTP-UP) 2005-2010 döneminde ülkemizin BTY kapasitesi önemli düzeyde artmıştır. Geliştirilen bu kapasite, Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi (UBTYS) 2011-2016 dönemi için ulaşabileceğimiz yeni ufuklar ve ivme kazanabileceğimiz yeni alanlar açmıştır. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 22 Haziran 2010 tarihinde gerçekleştirilen 21. toplantısında enerji, gıda ve su alanları ivme kazanmamız gereken yeni alanlar olarak belirlenmiş; strateji ve yol haritalarının geliştirilmesi ve ilgili hazırlıkları yapmak üzere Strateji Çalışma Grupları'nın oluşturulmasına karar verilmiştir. Karara ilişkin olarak Şekil 5'deki gibi bir planlama yapılmıştır.



Şekil 5. Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Oluşturma Süreci

4.1. Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Çalıştayı (3-5 Ekim 2010)

Bu kapsamda 3-9 Ekim 2010 tarihleri arasında enerji, su ve gıda alanlarında üç çalıştay gerçekleştirilerek oluşacak çalışma gruplarının çalışmalarına temel oluşturacak fikirlerin ilgili tüm paydaşlardan alınması kararlaştırılmıştır. Enerji Alanında Ulusal Ar-Ge ve Yenilik Stratejileri Çalıştayı akademisyenlerden, kamu ve özel sektör kurum/kuruluşları ile STK temsilcilerinden oluşan 59 kişilik bir grup ile 3-5 Ekim 2010 tarihleri arasında TÜBİTAK TÜSSİDE'nin Gebze'deki tesislerinde gerçekleştirilmiştir.

Çalıştayda katılımcılar tarafından ortak vizyon ifadesi ve Ar-Ge ve yenilik faaliyetleriyle elde edilebilecek sosyo-ekonomik ve çevresel kazanımlar belirlenmiştir:

Tablo 8. Çalıştayda Oluşturulan Vizyon İfadesi

Vizyon İfadesi
"Enerji teknolojileri alanında ürettiği bilgi ve geliştirdiği yenilikçi ürünler ile kaynaklarını etkin kullanan, çevre ve yaşam kalitesinden ödün vermeyen, küresel rekabet gücüne sahip bir Türkiye."

Tablo 9. Enerji Alanında Ar-Ge ve Yenilik Faaliyetlerinin Sosyo-Ekonomik ve Çevresel Kazanımları

Sosyo-Ekonomik ve Çevresel Kazanımlar
Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin artması sonucunda, daha verimli enerji kullanımının sağlanması, çevreye verilen zararın azaltılması ve gelecek nesillere daha fazla enerji olanaklarının bırakılması.
Ekonomik olarak daha ucuza enerji sağlanması.
Enerji üretim maliyetlerinin düşürülerek rekabet gücünün artırılması.
Enerji arz noktalarında mevcut enerji nitelik ve niceliklerinin, talep noktalarında gerekli enerji nitelik ve nicelikleri ile en iyi biçimde bağdaştırılarak; <ul style="list-style-type: none"> Karbon salınımlarının (çevre) Enerji tüketimlerinin (ekonomi, refah) azaltılarak katma değer-yetkin enerji paydasının artırılması
Ülke kaynaklarının en verimli ve sürdürülebilir şekilde yönetimi ile Türkiye için birinci derecede öneme sahip enerji arz güvenliğinin sağlanması.
Yerli enerji kaynaklarımızın araştırılıp geliştirilerek enerji üretimine kazandırılması.
Farklı sektörlerde enerji ile ilişkili olan gizli sınai potansiyelinin üretime yönlendirilmesi (ör: LCD panel→organik güneş pili; Cevher işleme (alüminyum jant)→c-Si (kristal silisyum) üretimi.
Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri uzun vadede enerji bağımsızlığını artıracığı için sivil iradenin egemenliğini güçlendirmesi.
Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri, özellikle yenilenebilir enerji alanında var olan nitelikli eleman ihtiyacının giderilmesi noktasında büyük bir adımın atılması.
Enerji üretimi alanında yenilenebilir enerjiye yapılacak yatırımların Ar-Ge ve Ür-Ge çalışmalarını tetiklemesi ve ülkemizde bu alanda istihdam olanağı sağlayarak işsizliğin azaltılması.
Ülkemizin enerji alanında dışa bağımlılığının en aza indirgenerek daha sürdürülebilir, verimli ve güvenli olmasının sağlanması.
Alternatif enerji teknoloji alanlarında gelişme sonucu hayat standartlarının yükselmesi ve çevresel fayda sağlanması.
Küresel ısınma ile önem kazanan ülkemiz yenilenebilir enerji kaynaklarının Ar-Ge ile sürdürülebilir ve güvenli kullanımı ve karbon salınımı gibi sorunlarının çözümü ile daha iyi konuma gelmesi.
Ulusal Ar-Ge ve yenilik stratejilerinin bir bütünlük içerisinde uygulanması ile dünya ölçeğinde rekabetçi koşullara uyum sağlamış küresel bir güç haline gelmesi.

Çalıştayda katılımcılar; işlevsel dinamikler bazında önceliklendirme yapmışlar ve enerji alanında her işlevsel dinamik bazında sorunları belirlemişlerdir. Enerji alanına yönelik işlevsel dinamiklerin önceliklendirmesi Tablo 10'da verilmiştir. Katılımcılar, ek olarak, belirlenen sorunlara ilişkin çözüm ve eylem önerileri geliştirmişlerdir.

Tablo 10. İşlevsel Dinamikler Sıralaması

İşlevsel Dinamiklerin Önem Sırası
Ar-Ge ve Yenilik Politikalarının Oluşturulması
Kaynakların Geliştirilmesi ve Harekete Geçirilmesi
Bilginin Üretimi
Girişimciliğin Teşvik Edilmesi
Bilginin Yayılımı
Piyasa Oluşumu

4.2. Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Çalışma Grubu

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun (BTYK) 21. Toplantısında alınan 2010/101 no.lu kararı gereği "Enerji, Su ve Gıda alanlarında Ulusal Ar-Ge ve Yenilik Stratejileri'nin hazırlanması amacıyla her bir alan için TÜBİTAK koordinasyonunda ilgili kamu, özel sektör ve akademiden uzmanların katılımıyla çalışma gruplarının oluşturulması" kararlaştırılmıştır. Bu karara istinaden, tüm paydaş sektörlerden (kamu, üniversite, sanayi ve sivil toplum kuruluşları) ilgili temsilcilerin yer aldığı bir çalışma grubu oluşturulmuştur. Çalışma Grubunda yer alan üyeleri aşağıda verilmiştir:

1. Prof. Dr. İskender YILGÖR, Koç Üniversitesi, TÜBİTAK Bilim Kurulu Üyesi
2. Hayati ÇETİN, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
3. Himmet PARMAKSIZ, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT)
4. Ahmet AYDIN, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)
5. Prof. Dr. Şener OKTİK, Muğla Üniversitesi
6. Prof. Dr. Yunus ÇENGEL, Yıldız Teknik Üniversitesi
7. Prof. Dr. Altuğ ŞİŞMAN, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü
8. Dr. Murat YILDIRIM, TÜPRAŞ
9. Doç. Dr. Fehmi AKGÜN, TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsü
10. Doç. Dr. Haydar LİVATYALI, TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsü

Çalışma Grubu tarafından Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejileri Çalıştayının çıktılarının değerlendirilmesi, enerji alanında önümüzdeki 5 yılın (2011-2016) araştırma gündeminin belirlenmesi, Ar-Ge ve Yeniliği tetikleyici/destekleyici mekanizma önerilerinin geliştirilmesi ve belirlenecek araştırma gündemi için yol haritasının oluşturulması çalışmaları gerçekleştirilecektir.

Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejileri Çalışma Grubu'nun ilk toplantısı 25 Kasım 2010 tarihinde yapılmıştır.

5. Ekler

5.1. Enerji Alanında Uluslararası Ar-Ge ve Yenilik Stratejileri Örnekleri

Dünya’da enerji güvenliği, küresel iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik gibi ihtiyaçlara cevaben enerji alanında uluslararası Ar-Ge ve yenilik strateji örnekleri değerlendirilmiştir. Önemli strateji örnekleri arasında, SET-Plan (Avrupa), Climate Change Technology Program (ABD), Cool Earth Innovation Energy Technology Program (Japonya) ve Road to our Green Future (G. Kore) bulunmuştur. Ayrıca, Ar-Ge ve yenilik yoluyla farklı ülkelerin gerçekleştirdiği veya gerçekleştirmekte olduğu senaryolar (ör. enerji bağımlılığından Ar-Ge ve yenilik yoluyla dönüşüm ve geleceğin enerji sistemlerine geçiş sağlama gibi senaryolar) ufuk taramasının diğer bir boyutu olarak bu bölümde incelenmiştir. Yenilik değer zinciri boyunca ülkelerin enerji teknolojilerinin teşviki için ortaya konulan politika harmanı ikincil boyutta değerlendirilmiştir.

5.1.1. Stratejik Enerji Teknolojileri (Strategic Energy Technologies-SET) Planı

Düşük karbonlu teknolojilerinin gelişme ve piyasaya geçiş hızını arttırmaya yönelik özel bir Ar-Ge ve yenilik stratejisi olmadıkça 2020 senesi için belirlenen bağlayıcı hedefleri gerçekleştirecek bir aracın ortaya konulmadığı kanısına dayanarak Avrupa’da SET Planı oluşturulmuştur. Düşük karbonlu geleceğe geçiş sağlamaya yönelik hedefler 2020 senesine kadar %20 enerji tasarrufu, enerji harmanı içerisinde %20 yenilenebilir enerji payı ve karbon salımlarında %20 azalma olarak belirlenmiştir. SET Planı, bu hedeflerin gerçekleştirilmesindeki darboğazların Ar-Ge ve yenilik yoluyla aşılmasını ve enerji alanına Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri için stratejik bir yaklaşımın oluşturulması gerekliliğini doldurmuştur. Yönetişim mekanizmasına yön veren hedefler ve teknoloji yol haritalarında bulunan konu başlıklarının özeti Tablo E-1’de verilmiştir.²⁹ Bu tabloda görüleceği üzere, belirli girişim alanında o alan için stratejik çerçevenin altını dolduracak mihenk taşları, stratejik amaçlar, teknolojik amaçlar, temel performans göstergeleri ve Ar-Ge ve yenilik yoluyla ulaşılabilecek sınırlı hedefler belirlenmiştir. Böylece, belirli bir enerji geleceğinin ulaştırılması için Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin anahtar niteliği yol haritalarınca verilmiştir.³⁰

Tablo E-1. SET-Planın Hedefleri İle Teknoloji Yol Haritalarının Özeti ve Odaklanılan Konular³¹

Rüzgar
<p>Mihenk taşları: Rüzgar türbinlerinde yeni sistem parçaları ve üretim süreçleri için 10 deneysel tesis ve 10 uygulama; Büyük çaplı türbin prototipleri; Yeni kıyı ötesi (off-shore) yapılar için 4 prototip; 2 sanal güç santrali işletme sitesi; Toplumsal benimsenme analizi³²; Rüzgar atlasının basımı; Yeni nesil rüzgar türbinlerine hizmet edecek standardizasyon. Stratejik amaç: Rüzgar enerji teknolojilerinin rekabetçiliğini iyileştirmek, kıyı ötesi ve derin suların potansiyelini kullanmak ve rüzgar enerjisinden elde edilen gücün şebekeye bütünleşmesini sağlamak. Teknolojik amaçların temel noktaları: Yatırım, işletme ve bakım maliyetlerini indirecek yeni türbin ve sistem parçaları; büyük çaplı türbin ve derin (>30m) sulara odaklanarak kıyı ötesi teknolojiler; değişken elektrik arzına uygun olarak şebekeyi bütünleşmesini sağlayacak teknikler; rüzgar enerjisinin piyasada yaygınlaşmasını destekleyecek kaynak değerlendirmesi ve mekânsal planlama. Temel performans göstergesi: rüzgar enerjisinden elektrik üretiminin ortalama %20 oranında daha ucuz olması. 2020 yılı sınırlı hedefi: %20 oranına kadar Avrupa elektriğini üretmesi.</p>

²⁹ Yol haritaları verilen bu başlıklar 6 Avrupa Sanayi Girişimini (EII) ve Akıllı Şehirler Girişimini temsil etmektedir. EII içerisinde yoğunlaştırılmış güneş enerjisi ve fotovoltaik için tek bir “Güneş Enerjisi” girişimi bulunmaktadır.

³⁰ Yol haritaları Vizyon 2023 içerisinde ilgili yol haritaları ile karşılaştırıldığında, “akıllı şehirler” gibi konular hariç benzer alanları içerse de, daha hedef odaklı olduğu ve uygulamaya yönelik hedefler içerdiği gözlemlenmektedir. Diğer gözlem ise, yol haritalarına yönelik bütçelerin önerilmesi ve mekanizma önerilerinin daha detaylı olmasıdır.

³¹ Verilen yol haritaları, jeotermal enerjisi, hidroelektrik, CCS hariç temiz kömür teknolojileri ve hidrojen enerjisi için yol haritaları içermiyor. Hidrojen enerji için ayrı bir Ortak Teknoloji Girişimi bulunurken özellikle jeotermal enerjiyi “akıllı şehirler” içerisinde bölge ısıtma ve soğutması için önemli bir seçenek olarak değerlendirmek mümkün.

³² Sosyal bilimlerin enerji teknolojilerinin olgunlaşma süreçlerini destekleyebileceğine dair bir örnek teşkil ediyor.

Tablo E-1. SET-Planın Hedefleri İle Teknoloji Yol Haritalarının Özeti ve Odaklanılan Konular (Devamı)

Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi (CSP)
<p>Mihenk taşları: Güneşten elektrığe çevrim verimliliğinin artırılması ve donanım ve işletim maliyetinin düşürülmesi; Su tüketiminin ve MW başına arazi kullanımının azaltılması; depolama ve melezleştirme performansının iyileştirilmesi. Stratejik amaç: Rekabet öncesi elverişli teknolojilere dayalı olarak ileri yoğunlaştırılmış güneş enerjisi güç santrallerin rekabetçiliğini ve piyasa geçişi için hazırlılığını göstermek. Teknolojik amaçların temel noktaları: Elektrik üretimi, işletimi ve bakım maliyetlerinin indirilmesi; işletim esnekliğinin ve enerji dağıtım yetkinliğini iyileştirmek (depolama ve melez sistemler aracılığıyla); çevre ve su kullanımı üzerindeki ayak izini azaltmak (çevre duyarlılığını iyileştirmek); ileri kavram ve tasarımlar (bunun için uzun vadeli Ar-Ge eylemleri). Temel performans göstergeleri: Güneşten elektrik çevrim verimliliğini görece olarak en az %20 arttırmak; depolama ve melezleştirme performansını en az %20 iyileştirmek; performanstan asgari düzeyde taviz vererek su tüketimini azaltmak; MW başına arazi kullanımını azaltmak. 2020 hedefi: %3 oranına kadar Avrupa elektrığını üretmesi (Kuzey Afrika'da planlanan projenin uygulanması durumunda bu oranın en az %10'a yükselebileceği belirtiliyor).</p>
Güneş Hücreli Fotovoltaikler
<p>Mihenk taşları: Sistem verimliliğinin artırılması; 1000 elektrikli aracın güneş enerjisi ile şarj edilmesi; 10 güneş şehri; 5 merkezi fotovoltaik güç santrali. Stratejik amaç: Fotovoltaik teknolojisini temiz, rekabetçi ve sürdürülebilir enerji teknolojisi olarak geliştirmek. Teknolojik amaçların temel noktaları: Fotovoltaik sistemlerden temin edilen enerjinin artırılması ve maliyetin indirilmesi; Fotovoltaik uygulamalardan elde edilen elektrığın şebekeye katkısını ve bütünleştirilmesini geliştirmek. Temel performans göstergeleri: Sistem maliyetini W_p başına 2 Avro altında tutmak; Genel çevrim verimliliğinin %23'ün, yoğunlaştırılmış PV lerin çevrim verimliliğini %35'in üstüne çıkarmak; sistem ömrünün uzatılması (modüller için > 40, batarya için >25 yıl). 2020 yılı sınaî hedef: Fotovoltaiklerin %12 oranına kadar Avrupa elektrığını üretmesi</p>
Akıllı Şebekeler
<p>Mihenk taşları: Güvenli kıyı ötesi yüksek voltajlı doğru akım (HVDC); yenilenebilir enerji kaynaklarının şebeke dengesini sağlamada olgunluğa erişmesi; Uzun vadeli elektrik şebekesi senaryoları ve mimarisi için yeni yazılımlar; piyasada olgunlaşmış tasarımlar. Stratejik amaç: Yenilenebilir enerji kaynaklarından %35 oranında elektrik üretmek ve dağıtmak, elektrik müşterilerine yüksek nitelikli elektrik sağlamak ve onları enerji verimliliğini faaliyetlerinde aktif katılımcılar haline getirmek ve ulaşımın elektrikleşmesi gibi yeni gelişmeleri öngörmek. Teknoloji hedeflerinin temel noktaları: şebeke teknolojilerinin esnekliğini ve güvenliliğini arttırmak; elektrik şebekelerinin uzun vadeli evrimine hazırlıklı olmak; elektrik müşterilerini enerji piyasasına ve enerji verimliliğinde aktif paydaşlar olarak katmak; yenilikçi piyasa tasarımlarını denemek. Temel performans göstergeleri: En az 1,5 milyon müşteriye dahil etmek; enerji arzının kalitesini iyileştirmek; pik-baz yük orantısını %5-10 oranında indirmek, müşterileri aktif talebe dahil etmek. 2020 hedefi: %35 oranında yenilenebilir enerji kaynaklarının "akılcı" olarak entegre edilmesi</p>
Biyoenjerji
<p>Mihenk taşları: En olgun teknolojiler için referans noktası niteliğinde güç santralleri; daha az olgun teknolojiler için sırasıyla pilot tesisler, uygulayıcılar ve ardından referans noktası niteliğinde güç santralleri. Stratejik amaç: Biyoenjerji çevrim teknolojilerinin biyokütle kaynaklarından geniş çaplı ve sürdürülebilir şekilde yararlanmasını hızlandırmak amacıyla tekno-ekonomik darboğazlarını gidermek. Teknolojik amaçların temel noktaları: Biyokütleden büyük çapta ve sürdürülebilir bir şekilde ileri düzey biyoyakıt ve yüksek verimli ısı ve güç üretimi için esnek termo-kimyasal (ör. lingo-cellulose) ve biyo-kimyasal yöntemlerle en elverişli teknolojilerin ve değer zincirlerin ticari açıdan en iyileşmesini sağlamak; biyokütle hammadde kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi, üretilmesi, yönetilmesi ve hasat edilmesine yönelik faaliyetlere katkıda bulunmak; biyoenjerji sanayisini 2020 sonrasında desteklemek amacıyla uzun vadeli Ar-Ge programı. Temel performans göstergeleri: yatırım maliyetlerinin kW başına 1500 Avro'nun ve elektrik üretimi maliyetinin kW başına 0.05 Avro'nun altında tutulması; biyoyakıt üretimi maliyetinin benzin eşdeğer litre başına 0.6 Avro'nun altında tutulması ve petrol rafineri maliyetleriyle yarışabilmesi.</p> <p>2020 sınaî hedefi: Rekabetçi, sürdürülebilir olarak toplam enerji payında %14 oranında yer alması</p>
Karbon yakalama ve depolama
<p>Mihenk taşları: En fazla 12 karbon yakalama ve depolama (CCS) uygulama tesisi; %40 verimliğe ulaşan CCS'ler; mevcut teknolojilerin kullanımıyla CCS zincirlerinin uygulanması; depolama sitelerinin atlası. Stratejik amaç: Rekabetçi olarak CCS teknolojilerinin kömür yakan güç santrallerinde ve karbon yoğun sektörlerde yaygın olarak kullanılması. Teknolojik amaçların temel noktaları: CCS teknolojilerinin tekno-ekonomik yapılabilirliğini kanıtlamak; daha verimli ve düşük maliyetli teknolojiler geliştirmek. Temel performans göstergesi: Yakalama, ulaşım ve depolama dahil olmak üzere güç santrallerinde CCS teknolojisinin maliyetini %30-40 oranında indirmek. 2020 sınaî hedefi: CCS tesislerinin rekabetçi olması.</p>

Tablo E-1. SET-Planın Hedefleri İle Teknoloji Yol Haritalarının Özeti ve Odaklanılan Konular (Devamı)

Fisyon Enerjisi ³³
Mihenk taşları: Prototip için konsorsiyum oluşturma; yakıt döngüsü için teknoloji seçimi ve tasarım sonuçları; ileri atom ayrılması için pilot tesis; prototipin 2020 senesinde geliştirilmesi. Stratejik amaç: 2040'da IV. nesil reaktörlerin ticari uygulamasını sağlamak. Teknolojik amaçların temel noktaları: Prototip hızlı reaktör teknolojilerinin tasarımına ilaveten alternatif teknolojilerin uygulanması; Prototip reaktörlerin tasarım ve işletimini destekleyecek altyapın iyileştirilmesi; Güvenlilik, radyoaktif korunum ve atık yönetimi gibi genişlenmiş diğer Ar-Ge konuları. 2040 hedefi: İlk prototiplerin piyasada rekabetçi olması
Akıllı Şehirler
Mihenk taşları: 100 yeni konut ve 100 yeni ticari binanın "sıfır enerji bina" olması; 2015 senesine kadar mevcut binaların teknolojik uyarlanmasına yönelik olarak kamu binalarının %50'sini kapsayabilen 5-10 şehir ve tüm bina sektörünün %50'sini kapsayabilen 5-10 öncül şehrin bulunması (ve bu şehirlerdeki yeni binaların "sıfır enerji" olması; Şehirlerde akıllı şebekelere yönelik 5-10 geliştirme ve piyasaya geçiş sağlama programı; Şehirlerde sürdürülebilir ulaştırmaya yönelik 10-20 deneme programı; alternatif yakıt araçlarının 10-20 şehirde denenmesi; 5-10 şehrin ısınma ve soğutma taleplerinin %50'sini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlama programı ve stratejisi; 5-10 şehirde düşük enerji binalarda ısınma ve soğutma taleplerinin %50'sini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlama programı/stratejisi. Stratejik amaç: Yerel düzeyde enerji ve iklim hedeflerini yapılabiliğini kanıtlayarak yaşam kalitesinin artabileceğini ve yerel ekonomilerin gelişebileceğini göstermek. Teknolojik amaçların temel noktaları: Binalar, enerji şebekeleri ve ulaştırma başlıklarına odaklanılmıştır. Temel performans göstergesi: Yenilenebilir enerji kaynaklarından ısınma maliyetinin GJ başına 15 Avro olması; akıllı bina ve akıllı şebekelerin bütünleşmesine yönelik 20 pilot uygulama; 20 şehirde belediyelere ait toplu taşıtlar filolarının %100 oranında alternatif/temiz yakıtlarla çalışması; 20 öncül şehirde düşük karbon ulaşım projelerinin olması. 2020 hedefi: 25-20 şehrin sürdürülebilir enerji yoluyla CO ₂ salımlarında %40 azalım sağlaması.

Not: SEC(2009) 1295 sayılı belgenin 9-52 sayfaları içerisinde elde edilen çeşitli bilgilere dayanarak hazırlanmıştır.

Yol haritalarının desteklenmesi için üç katmanlı bir yapının gerekliliği belirtiliyor. Bu yapıyı oluşturan katmanlı, yeni nesil enerji teknoloji gelişmelerinin önünü açmak amacıyla temel ve uygulamalı araştırma, pilot projeler, deneysel tesisler ve enerji yönetimine yönelik eniyileme yöntemleri dahil olmak üzere Ar-Ge programları, araştırmadan piyasaya geçişi aşamaları arasındaki teknoloji transferini sağlayacak uygulama (demonstrasyon) programı ve gelecek enerji sisteminin yapısını değiştirecek anahtar kavramların yapılabiliğini ve piyasada tekrar edilebilirliğini gösteren önlemlerdir. Bu boyutları destekleyen özel yapılar ise, enerji araştırmalarında önde gelen üniversite ve araştırma merkezlerinin ortaklığını ifade eden EERA ve sınıai girişimlerinin dayandığı ortak programlama mekanizması olarak verilebilir. Diğer yandan, akıllı şehirler alanı³⁴ hariç, Tablo E-1'de belirtilen alanların sektörlere yönelik tematik bir yaklaşım yerine teknoloji odaklı bir tutumun sergilendiğini izlenmektedir.³⁵

³³ Bu alan geleneksel fisyon araştırmaları dışında uranyumun enerji tayfindan daha çok yararlanabilen ve daha az radyoaktif atık yaratan dördüncü nesil reaktör ve hızlı nötron tasarımı kapsamında özellikle tutulmuştur. Atık yaratmayan füzyon enerjisine yönelik araştırmaların yol haritaları ise ITER projesi kapsamında yürütülmektedir.

³⁴ Alanın güncel bir eğilim olduğuna dair IEA'nın son yayınları arasında yenilenebilir enerji kullanımında önemli yol kat edebilen önde gelen şehirlerin iyi uygulama örneklerini veren "Renewable Energy Cities" yayını yer almıştır.

³⁵ Plan içerisinde iyileştirmeye açık bir alan olarak teknolojiler arasında sinerjilerin yaratılması (ör. ulaştırma sektöründe melez araçlar, yakıt pilleri ve biyoyakıt sinerjisi) gerekliliği belirtilmiştir. Benzer sinerjilerin yakalanmasında katkı sağlayabilecek tek girişim, mihenk taşı niteliğinde de en çeşitli hedefleri barındıran "akıllı şehirler" girişimidir. Bu girişim, geliştirilen teknolojilerin şehir uygulamalarında yer edinmesi ve enerjiyi talep eden bina ve ulaştırma sektörleri ile buluşma noktalarını içermesi açısından önem taşıdığı izlenmektedir. Ekonomik krize cevaben SET Planı dışında ise enerji alanını ilgilendiren uç tematik alanda kamu-özel sektör ortaklığı kurulmuştur (ulaşım: Green Car Initiative, binalar: Energy Efficient Buildings ve sanayi: Factories of the Future).

5.1.2. İklim Değişikliği Teknoloji (Climate Change Technology) Programı (CCTP)

Atmosferdeki sera gazı yoğunluğunu sabitleştirmeyi başarabilecek tek teknolojik çözümün olmadığı, bunun yerine enerji üretim ve kullanımını ilgilendiren geniş bir teknoloji harmanına yönelik gelişmelerin gerekliliğine cevaben Amerika'da CCTP programı oluşturulmuştur. Bu program içerisinde gerekli sera gazı azaltma miktarını karşılayabilmek için teknolojik ilerleme gerektiren dört temel alan belirlenmiştir. Bu alanlar, enerji zincirinde son kullanım verimliliği ve altyapısı, düşük ve sıfır karbon dioksit (CO₂) salımlı enerji arzı, CO₂ yakalama, depolama ve doğal ortamların emmesi ve diğer sera gazlarının azaltılması olarak verilmektedir. Programın hedefi, bu alanlar içerisinde mevcut Ar-Ge portföyünü tespit ederek bu alanların gelecek araştırma yönlerinin saptanması, stratejik amaçlara yönelik yeni girişimlerin başlatılması ve Ar-Ge portföyünün yönetilmesi olarak yer almaktadır. Programın en çarpıcı özelliği, on dört Bakanlığı içeren Bakanlıklar arası bir program olması ve gerekli teknolojik ilerlemenin kaydedilmesi için stratejik amaç düzeyinde temel bilimlerin ele alınmasıdır. Tablo E-2 zaman dilimlerine göre teknolojik alanlar için saptanan hedefleri ve temel bilimlerde ihtiyaç duyulan alanları özetlemektedir.

Tablo E-2. CCTP Programı Hedefleri ve Temel Bilimler ile Kritik Kesişimleri

Enerjinin Son Kullanımı
Ulaştırma, binalar, sanayi ve şebekeye yönelik olarak Kısa vadede: Melez ve fişe takılabilir elektrikli araçlar; kentsel tasarımın mühendis edilmesi; yüksek performanslı konutlar; yüksek verimli cihazlar; yüksek verimli içten yanmalı sistemler; yüksek sıcaklığa dayanıklı süper iletkenlik uygulamaları. Orta vadede: Yakıt pilli araçlar ve H ₂ yakıtı; düşük salımlı uçaklar; transistorlu aydınlatma; ultra verimli iklimleme sistemleri; akıllı binalar; enerji yoğun sanayilerde dönüşüm sağlayabilecek teknolojiler; yükün sabit tutulması için enerji depolaması. Uzun vadede: Mühendis edilmiş kentsel tasarımın yaygın kullanımı; enerjisini yöneten kentler ³⁶ ; sinai ısı, güç, süreç ve tekniklerin birleştirilmesi; süper iletkenli iletişim ve donatım. Temel bilimle kritik kesişme noktaları olarak nitelendirilen alanlar: ³⁷ Mekanik, kimyasal, elektrik ve manyetik özellikli malzemeler; Kimya (elektro-termo); membran ve ayırıcılar; yoğunlaştırılmış madde fiziği; kimyasal/biyo katalizörler; sanal model ve benzetim teknikleri, algılayıcılar.
Enerji Arzı
Kısa vadede: Tümlü gazlaştırma-kombine çevriminin yaygınlaşması; Durağan H ₂ yakıt pilleri; maliyet açısından rekabetçi güneş hücreleri; selülozik etanol uygulamaları; dağıtık elektrik üretimi. Orta vadede: FutureGen (temiz kömür) projesini olgunlaştırılması; kömür/biokütleden H ₂ birlikte üretimi; düşük rüzgar hızına uygun türbinler; ileri biyo rafinerileri; kent ölçeğinde güneş enerjisi; IV. nesil nükleer santraller; füzyon enerjisinin pilot uygulaması. Uzun vadede: Sıfır salımlı fosil enerji; geniş çapta yenilenebilir enerji kullanımı; H ₂ ve elektrik ekonomisi; biyo ilhamlı (bio-inspired) enerji ve yakıtlar; füzyon/füzyon güç santralleri. Temel bilimle kritik kesişme noktaları olarak nitelendirilen alanlar: Malzemeler; ısı transferi ve akışkanlar dinamiği; kimya (elektro-termo ve foto/radyasyon); membran ve ayırıcılar; yoğunlaştırılmış madde fiziği; nanobilim; jeoloji ve subilimi; biyolojik bilimler; benzetim; plazma.
CO ₂ Yakalama Depolama ³⁸
Kısa vadede: Yakma sonrası yakalama; geliştirilmiş hidrokarbon geri kazanımı; jeolojik havza değerlendirilmesi; toprak koruması (karbon emmeye yönelik). Orta vadede: Jeolojik depolamanın güvenli olması; CO ₂ taşıma altyapısı; arazi kullanımı; okyanusta CO ₂ etkileri. Uzun vadede: Başarılı CO ₂ depolamanın deneyimi; büyük çaplı karbon emme teknikleri. Temel bilimle kritik kesişme noktaları olarak nitelendirilen alanlar: Membran ve ayırıcılar; jeoloji/subilim; biyolojik bilimler; çevre bilimi, vb.

³⁶ Burada yer almasına rağmen enerjisini yöneten kentlerin ötesinde IEA'nın Aneks 49'una göre enerjinin yararlı iş potansiyelini (ekserjisini) yöneten kentler en güncel eğilim olarak öne çıkmaktadır, stratejimizde yararlı olabilir.

³⁷ Teknolojik ilerlemeye "en kritik" temel bilim dalları olarak nitelendirilen alanların yanı sıra sırasıyla önemli düzeyde katkı sağlaması beklenen, önemli düzeyde katkı sağlama potansiyelli olan ve katkısının daha az olması beklenebilen alanlar olarak verilmiştir. Bunun amacı, temel ve uygulamalı bilimler arasında bağ kurulmasıdır. Temel bilimler ayrıca kendi aralarında kesişme noktaları bulunan stratejik ve sıfır keşif amaçlı bilimlere ayrılmıştır.

³⁸ Planı'nın sera gazlarına yönelik olması nedeniyle doğal ortamın karbonu emme özelliği de bu başlık altında ele alınmıştır. Planda bahsedilmese de diğer bir "emme" (sequester) yöntemi olarak kömür santrallerinin CO₂ salımını borularla alglerin bu amaç için özel yetiştirildiği küme sahalarını besleyerek alglerin fotosentez ile bu salımları kendi besin kaynağına dönüştürmesi ve alglerin biyoyakıt olarak kullanılması gündem de olduğu bilinmektedir.

Tablo E-2. CCTP Programı Hedefleri ve Temel Bilimler ile Kritik Kesişimleri (Devamı)

Diğer Sera Gazları ³⁹
Kısa vadede: "Metan Gazından Piyasaya" (Methane to Markets) ⁴⁰ girişimi; ileri dondurma teknolojileri (hayvancılığın metan salımlarının azaltılmasına yönelik). Orta vadede: İleri çöplük gazı değerlendirme teknikleri; dizel motorlarda N ₂ O gazını azaltan katalizörler. Uzun vadede: Otomatik ayırma ve geri dönüşüm sağlayan bütünleşmiş atık yönetim sistemi; sıfır salımlı tarım. Temel bilimle kritik kesişme noktaları olarak nitelendirilen alanlar: membran ve ayırıcılar; jeoloji; biyolojik bilimler; benzetim.
Ölçme ve İzleme
Kısa vadede: Düşük maliyetli algılayıcılar. Orta vadede: Büyük çaplı, güvenli veri depolama sistemi, doğrudan ölçüm. Uzun vadede: Bütünleşmiş ölçme ve izleme algılayıcılar. Temel bilimle kritik kesişme noktaları olarak nitelendirilen alanlar: malzemeler; membran ve ayırıcılar; biyolojik bilimler; çevre bilimi

Ayrıca, enerji alanında enerjinin üretiminde, depolanmasında ve kullanımında bir dönüşüm sağlayacak yaratıcı "kutu dışı" teknolojilerin yeterince desteklenmediği kanısına dayanarak daha önceden savunma araştırmaları için DARPA olarak bulunan kuruluşun benzeri enerji alanında İleri Araştırma Ajansı (ARPA-E) olarak kurulmuştur. Enerji ithalatının azaltılması ve enerji tayı boyunca verimliliğinin artırılması gibi yüksek yarar ama yüksek risk içeren teknolojilere yönelik ilk çağırısı 2009'da başlatılmış ve ardından, hedeflenen "enerji dönüşümü" sağlayabilecek aşağıdaki tematik çağrılarda bulunmuştur:

Binaların soğutma yükünün azaltılmasına yönelik alternatif soğutma teknolojileri; melez ve elektrikli araçlarda elektrik enerjisiyle daha uzun menzil sağlayabilecek yeni nesil, enerji yoğunluğu çok yüksek ve düşük maliyetli batarya teknolojileri; elektriğin yaklaşık %50'sinin yerli ve ucuz kömürden üretilmesine karşın ileri karbon yakalama teknolojileri için yenilikçi malzeme ve süreçler; kesintili enerjinin esnek bir şekilde depolanmasını sağlayacak şebeke ölçeğinde enerji depolama prototipleri; yüksek voltajlı ara yüzleri için malzemeler; fotosentez özelliği olan mikroorganizmaların sıvı yakıtların üretimi için enerji kaynağı haline getirilmesi.

Yukarıdaki temaların çoğu "sağlayıcı" teknolojiler olarak nitelendirilebilirken, program yapısı itibariyle araştırma ve prototip geliştirme aşamaları arasındaki teknolojik ve araştırmanın piyasaya geçmesine engel olan ticarileşme boşluklarının "translational" araştırmayla doldurulması burada hedef edinilmiştir. Diğer bir gelişme olarak yine benzer (güneşten yakıt eldesi, binalarda enerji verimliliği ve batarya ve enerji depolaması) temalarda elverişli erken araştırmaların özel sektöre devredebilecek teknolojiler haline getirilmesi için "Enerji Yenilik Nüveleri" oluşturulmuştur. "Öncül Enerji Araştırmaları Merkezleri" ise sorular halinde ifade edilen büyük ihtiyaçlara (challenges) cevaben, örneğin "canlı nesnelere enerji üretme kabiliyetlerini taklit edebilen nano ölçekli yeni teknolojiler nasıl geliştirilebilir?" sorusu altında teknolojik hamlelerin yapılabilmesi ve bilimsel darboğazların giderilmesi için küçük araştırma gruplarını bir araya getirmektedir. İlgili merkezler, "bio-inspired" yaklaşımıyla güneşten yakıt eldesi, yeni nesil fotovoltaikler ve malzemeler, çok işlevli nanoyapılar ve ligno selüloz gibi alanlarda oluşturulmuştur.⁴¹

5.1.3. Enerji Alanında Ar-Ge ve Yenilik Stratejilerinin Örnek Senaryoları

Tablo E-3'te verilen çeşitli dünya örneklerinden görüldüğü üzere, enerji alanında Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerine dayalı olarak gerçekleştirilen veya gerçekleştirilmekte olan enerji senaryoları ülkelerin sosyo-ekonomik dinamiklerine ve yerli kaynaklarına göre şekillenmektedir. Aşağıda "senaryolar" olarak nitelendirilen örnekler enerji güvenliliği ve ekolojik çağdaşlaşma gibi temalara odaklandığı izlenebilir.

³⁹ Planda sera gazları ele alındığı için metan gazının havacılık sektöründe yoğun olmasına yönelik bazı araştırma konuları bulunuyor. Ancak burada önemli olan, metan gazının bir enerji kaynağı olarak kullanılmasıdır.

⁴⁰ Methane to Markets kamu-özel sektör ortaklığı girişimidir. Başlatılan bu girişim içerisinde Brezilya ve Çin dahil olmak üzere uluslararası katılım bulunmaktadır. Diğer girişimler, temiz kömür için FutureGen girişimidir. Ancak girişimler içerisinde yenilenebilir enerji özelliğinde bir girişimin bulunmaması bu Planın eleştirilen noktası olmuştur.

⁴¹ Tüm merkezlerin detaylı açıklamaları "Energy Frontier Research Centers" (2010) yayınında bulunmaktadır.

Tablo E-3. Çeşitli Ülkelerin Enerji Alanında Ar-Ge ve Yenilik Senaryoları

Danimarka	<p>%99 oranında enerji bağımlılığından dönüşüm sağlanması: Danimarka 1970'li yıllarda %99 oranında dışa bağımlı iken ülkesinde bol olan rüzgar enerjisine ve enerji tasarrufu için birleşik ısı ve güç uygulamalarına Ar-Ge ve yenilik yoluyla yönelmiştir. Yenilik değer zincirini kapsayan çeşitli enerji programlarının⁴² ve "teknolojik olmayan yenilik" olarak tanımlanabilen uygulamalarının etkisi olduğu belirtilmektedir. Teknolojik olmayan yenilik olarak kıyı ötesi rüzgar türbinleri dahil olmak üzere vatandaşlarının pay alabildikleri "rüzgar çiftlikleri" verilebilir. Bugün Danimarka enerji ihracatının %10'unu enerji sektöründen yapmaktadır ve "akıllı enerji sistemleri" alanına yönelmiştir. Yine rüzgar açısından zengin İrlanda ise bu örneği takip ederek enerji bağımsızlığını hedeflemektedir.</p>	
	Hollanda	<p>Geleceğin sürdürülebilir enerji sistemine geçiş sağlanması: Hollanda enerji sisteminin yapısını daha sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulmasını hedeflemektedir. Bu dönüşümü gerçekleştirebilmek için Ar-Ge ve yeniliğe dayalı olarak enerji alanında geçiş yönetimi (transition management)⁴³ uygulamaya başlamıştır. Stratejisinin detayı aşağıda verilmiştir.</p>
	Güney Kore	<p>Ekonomik krize karşı büyüme motoru: Güney Kore küresel ekonomik krize karşı temiz teknolojileri yeni "büyüme motoru" olarak tanımlamıştır. G8 gibi uluslararası platformlarda yeşil büyümeyi teşvik etmesinin yanı sıra temiz teknolojilerinin ülkesinde yeni iş sahaları açacağını ve bu yenilik dalgasında rekabetçi olacağını öngörmüştür.</p>
	Almanya	<p>Yenilik zincirinin "ekolojik çağdaşlaşma" için harekete geçirilmesi: Ar-Ge faaliyetlerinin enerji alanında güçlü olmasının yanı sıra Almanya geliştirdiği teknolojileri piyasaya sürecektir teşvik mekanizmaları tasarlayarak enerji paradigmasını değiştirmeye başlamıştır. Dünya'da güneş şehri olarak bilinen Freiburg aslen Fraunhofer ISI'nin merkezi ve ilgili özel sektör kuruluşlarının şehridir.⁴⁴</p>

Yukarıda tanıtilen "enerji geçişi" senaryosu, Hollanda'nın enerji alanındaki toplumsal yenilik gündemini (stratejisini) ifade eden ulusal Enerji Yenilik Gündemi'nin odak noktasındadır.⁴⁵ Bu strateji, yüksek enerji fiyatları, çevre sorunları ve enerji ithalatına artan bağımlılık gibi endişelerinin daha sürdürülebilir bir enerji teminine geçiş sağlanması için bir fırsat yarattığı değerlendirilerek hazırlanmıştır. Ulusal ihtiyaçlardan fırsat yaratma eğilimini izleyen bu stratejide öngörülen hedefler, 2020 yılına kadar enerji harmanı içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının %20'lik bir paya sahip olması, yılda %2 oranında enerji tasarrufu sağlanması ve 2020 yılına kadar sera gazlarının 1990 yılına göre %30 azaltılmasıdır. Saptadığı diğer hedefler ise, küresel enerji piyasasında Ar-Ge ve yenilik aktörlerinin konumunun güçlendirilmesi ve yenilikçi girişimcilerin enerji sektöründe teşvik edilmesi olarak yer alıyor. Stratejinin başta gelen özelliği, sadece belirli enerji teknolojilerini odağında alan Ar-Ge ve yenilik stratejilerinden farklı olarak tematik yaklaşımıyla yeni gelişmelere açık, daha esnek bir yapı üzerine inşa edilmesidir.

Hollanda'nın uzun vadeli hedeflerine yönelik olarak tematik yaklaşımıyla stratejinin ilk dönemi (2008-2012) için seçilen tematik ve disiplinler arası olarak nitelendirilebilen alanlar Tablo E-4'te verilmektedir.

⁴² Burada hedefler üzerinde odaklanıldığı için bu hedefleri destekleyen mekanizmaların ayrıntılı verilmemiştir.

⁴³ "Enerji geçişi" ve yönetimi aynı zamanda "Sussex Energy Group" tarafından ayrıntılı incelenerek raporlanmıştır

⁴⁴ Elektrik şebekesine geri besleme tarifelerini başarıyla uygulayan bir ülke olarak Almanya güneş panelleri kullanımında son yıllarda bir "patlama noktasına" gelmiştir. Güneş enerjisi ile ilgili 1970'li yıllarda başlayan Freiburg şehrinde ise bugün binaların çatılarında toplam 13,000 m² alanda güneş panelleri bulunmaktadır. Güneş teknolojisi üreten ve aynı zamanda ürettiği araştırmaları ticarileştirebilen Freiburg başarı örneği sayılabilir.

⁴⁵ Bu strateji ayrıca "Societal Innovation Agenda on Energy" olarak geçmektedir. Ülkenin ihtiyaçları üzerinde doğrudan inşa edilen bu strateji bizim hedeflediğimiz ihtiyaç odaklı yaklaşıma en yakınlık gösteren stratejidir.

Tablo E-4. “Enerji Alanında Toplumsal Yenilik Gündemi” Kapsamındaki Tematik Alanlar⁴⁶

Yeşil Hammaddeler
Güçlü olan tarım sanayini, kimyasal ve lojistik sektörlerini “biyo-based” ekonomi içerisinde eş-üretimli bir yaklaşımla ele alınması ve yeşil hammaddelerin her kısmının biyo-rafineriler aracılığıyla değerlendirilmesi öngörülmüştür. ⁴⁷ Kapsamı: biyokütlenin sürdürülebilir olarak üretilmesi ve geliştirilmesi; ulaştırma yakıtlarının, kimyasalların, elektriğin ve ısının birleşik üretimi; doğal gaz altyapısında sentetik doğal gaz kullanımı; yeşil hammaddelerin gıda/enerji dışı yenilikçi uygulamalarda değerlendirilmesi; mevcut kimyasal ürün ve süreçlerin sürdürülebilirliğini artırabilmesi. 2020 hedefleri: ulaştırma sektöründe biyoyakıtın en az %10 olması; biyokütleyle dayalı olarak 500MW ek elektrik ve ısı kapasitesi; ikinci nesil biyoyakıt teknolojilerinin geniş çapta kullanımı.
Yeni Gazlar
Mevcut doğal gaz altyapısının geleceğin daha sürdürülebilir ve hesaplı bir enerji sistemi içerisinde “çözüm ortağı” haline dönüştürülmesi ve Hollanda'nın en yenilikçi gaz ülkesi olması öngörülmüştür. Bunun geçiş yolları doğal gazın daha verimli ve “anamlı” kullanılması, doğal gazın yeşil gaz, sentetik gaz, hidrojen ve kömür gazlaştırması ile değiştirilmesi ve uygun olduğunda doğal gazın karbon salımlarının yakalanması ve depolanması olarak belirtilmiştir. Kapsamı: yapıt çevrede enerji tasarrufu (yoğunlaştırıcı ısı depolaması dahil); dağıtılmış enerji üretimi / mikro ölçekli birleşik ısı ve güç; biokütleden yeşil gaz elde edilmesi / hidrojen; karbon yakalama ve depolama; dağıtılmış altyapı. 2020 hedefleri: %8-12 oranında doğal gazı yerine yeşil gazın kullanılması; karbon depolama için iki büyük çaplı uygulama projelerinin başlatılması; ikamet ve ticari amaçlı binaların ısı ve soğutma yüklerinin %10'un güneş kazanları, ısı pompaları, jeotermal ısı ve biyo birleşik ısı ve güç tarafından karşılanması.
Sürdürülebilir Elektrik Arzı ⁴⁸
Sürdürülebilir elektrik arzının gerçekleştirilmesi öngörülmüştür. Kapsamı: kıyı ötesi rüzgar enerjisi; güneş fotovoltaik; biyoelektrik; merkezi elektrik/güç altyapısı; dağıtık (decentralized) altyapısı. 2020 hedefleri: yarım milyon evin güneş fotovoltaik ve ısı pompaları gibi sürdürülebilir enerji kullanması, kıyı ötesi rüzgar enerjisinin artırılması (6000MW) ve uluslararası arenada güneş enerjisi sanayinin güçlendirilmesi.
Sürdürülebilir Ulaştırma
Sürdürülebilir, iklim nötr yakıtlar kullanabilen verimli ulaştırma sisteminin geliştirilmesi öngörülmüştür. Kapsamı: Melez araçlar, hidrojen ile çalışan araçlar, gaz ve biokütleyle dayalı araçlar; akıllı ulaştırma sistemleri ve toplu taşımacılık içerisinde araç erişiminin bireysel ihtiyaçlara cevap verebilmesi. 2020 hedefleri: araç salımlarının km başına 80 gram olması; orta verimli yeni arabaların her 30 içinde bir olması, vb.
Zincir Verimliliği
Değer zincirlerin eniyilemesiyle önemli düzeyde enerji tasarrufu öngörülmüştür. Kapsamı: tarımda zincir verimliliği; süreç yoğunlaştırması; sürdürülebilir kağıt üretimi zinciri; sınıai birleşik ısı ve gücün yaygınlaştırılması; sınıai atık ısının kullanılması. 2020 hedefleri: kağıt sanayinde enerji tüketiminin yarıya inmesi.
Yapıt Çevre
Yeni binaların iklim nötr (yılda tükettiği enerji miktarının karbonu kadar yenilenebilir enerjiden ürettiği enerjiyi şebekeye geri verebilen binalar) ⁴⁹ olması ve mevcut binaların enerji tüketiminin en az 100 PJ kadar azaltılması öngörülmüştür. Kapsamı: mevcut binalarda enerji geri kazanımının artırılması; iklim nötr yeni binaların piyasada hız kazanması. 2020 hedefleri: jeotermal, ısı ve soğukun yer altı sularında depolanması, vb.
Seranın Enerji Kaynağı Olması ⁵⁰
Çiçekçilik sektöründe fosil yakıtla dayalı enerji kullanımının azaltılması, bitkilerin iklim nötr şekilde yetiştirilmesi ve seraların ısı ve elektrik üretim merkezlerine dönüşmesi öngörülmüştür. Kapsamı: Güneş enerjisi; ısı; biyoyakıt; düşük enerji bitkilerin yetiştirilmesi; ışık; sürdürülebilir elektrik. 2020 hedefi: çiçekçilik sektörünün 1990 senesine göre karbon salımlarını %30 oranında 2020'e kadar azaltması.

⁴⁶ Toplumsal Yenilik Gündeminin bulunduğu diğer alanlar, su, güvenlik, sağlık bakımı ve eğitimi olarak verilmiştir.

⁴⁷ Ar-Ge ve yenilik günlerimizde verildiği gibi sektörleri bir “döngüde buluşturma” örneği olarak nitelendirilebilir.

⁴⁸ Enerji sisteminde elektrik arzının yanı sıra termal enerji arzı bulunmaktadır ve geleceğin enerji sistemlerinde ikisinin daha çok bütünleşeceği (elektrik, ısı ve hatta soğukun eş-üretimi) çeşitli literatürlerde öngörülmektedir.

⁴⁹ İklim nötr binaların yanı sıra enerji natür (net-zero) binalar ve kentler uluslararası arenada ilgili görmektedir

⁵⁰ Hollanda için önemli olan çiçekçilik alanı ülke dinamikleri dikkate alınarak tematik alan olarak belirlenmiştir.

Enerji Yenilik Gündemi kapsamında ayrıca, belirli bir geçiş (transition) yolunun başarı derecesi sadece teknolojik üstünlüklere bağlı olmadığı, aynı zamanda teknolojiyi içeren yenilik sistemine bağlı olduğu belirtilerek yenilik sistemi yaklaşımının benimsendiği açıklanmıştır. Buna göre, yenilik sistemlerini tanımlayan temel işlevsel dinamiklere göre darboğazlar saptanmış ve tematik hedeflere yönelik olarak gerekli adımların nasıl atılacağına ve görev dağılımının nasıl olacağına dair geçiş yolları planlanmıştır.⁵¹ Yenilik sistemi yaklaşımını ön plana çıkartan bu örnek üzerinden çeşitli iyi uygulama örneklerinin çıkartılması mümkündür. Ayrıca, enerjinin diğer alanlar ile kesiştiği noktaların bulunduğu (ör. tarım: biyokütle, sanayi: kimya, kağıt, su, ulaştırma: araçlarda enerji ve eğitim) belirtilmiştir. Burada belirtilen çeşitli dünya örneklerinin farklı yollarıyla aydınlatıcı olabileceği düşünülmektedir.⁵²

5.1.4. Sürdürülebilir Ekonomik Büyümeye Yönelik Stratejiler İçerisinde Enerji

Enerji alanı, enerji teknolojilerine odaklanan çeşitli Ar-Ge ve yenilik stratejilerine ilaveten sürdürülebilir ekonomik büyümeye yönelik diğer stratejiler içerisinde ele alınmaktadır. Bu stratejiler, GSYİH artarken insan ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerin beraberinde arttığı alışı gelinen ekonomik büyüme yerine GSYİH ve çevre sorunları arasındaki ilişki yönünü tersine çevirebilen bir ekonomik büyümeyi hedeflemektedir.⁵³ Bu olguya enerji alanından bakıldığında, ekonomik büyüme için gerekli olan enerji kaynaklarının insan ve çevre sağlığı üzerindeki baskıları artırmayacak şekilde temin edilmesi olarak uyarlanması mümkündür. Ancak tüm yönleriyle sürdürülebilirliği tam olan bir ekonomik büyüme için temiz enerji teknolojilerde dahi “teknoloji kullanıcı” konumu yerine “teknoloji üretici” konumunun teşvik edilmesinde Ar-Ge ve yenilik sisteminin işlevselliği hayati öneme sahip olduğu göz ardı edilemezdir.⁵⁴

Bunun bir örneği, Güney Kore'nin ekonomik krize karşı hazırladığı Ulusal Strateji ve Beş Yıllık Planı'nın sosyo-ekonomik kalkınma ekseninde “yeşil büyüme” kavramının bulunmasıdır. Toplumla yeni anlaşma (new deal) çerçevesinde ekonomik krizden sürdürülebilir ekonomik büyüme amacıyla temiz teknolojiler için altyapı, Ar-Ge ve eğitimin ön plana çıkarıldığı bu planının üç temel hedefi ve alt strateji yönleri Tablo E-5'te verilmektedir. Bu hedeflerin çoğu enerji alanı ile ilgili olup silikon dayalı güneş hücreleri, biyo-enerji, yüksek verimli yakıt pilleri ve kömür gazlaştırma teknolojileri gibi teknolojilerle G. Kore'nin ilgili sektörlerdeki küresel piyasa payının beş yıl içerisinde %8 olmasının hedef alındığı belirtilmiştir. Bu yönelim G. Kore için bir fırsat oluşturabilirken, özellikle Tablodaki en son hedefi ile beraber yorumlandığında burada diğer ülkelere teknoloji transferi hedeflendiği ayrıca izlenilmektedir.⁵⁵

⁵¹ İzlenen yaklaşımın içerisinde geçiş yollarının gerçekleştirilmesine yönelik uygulama gündemleri saptanmıştır.

⁵² Japonya'nın Eko-Towns girişimi ve Finlandiya'nın “Sürdürülebilir Kentler” girişiminden ayrıca bahsedilecektir.

⁵³ GSYİH ve çevre sorunları arasındaki ilişki yönünün tersine çevrilmesi literatürde “ekonomik ayrışma” (economic decoupling) olarak geçmektedir, örneğin OECD 2002 “Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth.” Enerji çözümleriyle Växjö şehrinin ekonomik ayrışma örneği ise bilinen örneklerdir biridir.

⁵⁴ G. Kore dahil çeşitli ülkeler ilgili enerji teknolojilerinde Ar-Ge ve yenilik yatırımlarını artırırken özellikle Kyoto sonrasında karbon salım hedeflerini azaltmadaki hükümlülüklerin yerine getirilmesi için diğer ülkelere bu teknolojileri ihraç etme potansiyeli algılanarak hareket edilmektedir. Ancak “yeşil büyüme” kavramı dünyada benimsenecek bir biçime sokulurken bunun bir “teknoloji üreticisi” olarak gerçekleştirilmesi önemli bir boyuttur.

⁵⁵ Japonya ise “Düşük Karbon Sorumluluğu Olan Toplum” stratejisinde bir Japonya modelinden söz etmektedir. Bu model içerisinde teknoloji transferi potansiyelli sezilerek Japonya tarafından öne sürüleceği belirtilmektedir.

Tablo E-5. Güney Kore'nin Ulusal Strateji ve Beş Yıllık Planı'nın Başlıkları⁵⁶

İklim değişikliği ve enerji bağımsızlığı
Sera gazı salımlarının azaltılması
Fosil yakıt kullanımının ve enerji bağımlılığının azaltılması
Küresel iklim değişikliğine uyum sağlanması
Çevre duyarlı yeni büyüme motorlarının oluşturulması
Yeşil teknolojilerin geliştirilmesi
Sanayinin yeşil teknolojiye geçişi ve yeşil sanayinin desteklenmesi
Endüstriyel yapıda iyileştirmeye gidilmesi
Yeşil ekonomi için yapısal temel oluşturulması
Yaşam kalitesinin ve uluslararası konumunun güçlendirilmesi
Suyun ve toprağın temizlenmesi ve yeşil ulaşım altyapısının kurulması
Yeşil teknolojilerin günlük kullanıma yayılması
Yeşil büyüme konusunda uluslararası düzeyde rol model olunması

OECD Yeşil Büyüme Stratejisi ise kavramın teknolojik ilerleme, iş imkanı ve yetenek gelişimi açısından yararlarını belirtirken, temiz teknolojilere has çeşitli piyasa başarısızlıklarının olduğu ayrıca vurgulanmaktadır. Bu başarısızlıkları azaltabilecek mekanizmalar içerisinde fiyatlandırma değişiklikleri ve "Ar-Ge, yenilik ve teknoloji uyarlama" stratejileri önerilmektedir. Temiz teknolojileri destekleyecek araçlar içerisinde hem arz hem de talebi kapsayan araçların gerekliliği belirtilirken, yeşil büyüme kavramı öne sürülerek diğer ülkelerin "teknoloji kullanıcısı" konumu üzerinden yararlanılması istenildiği olarak içerisindedir. Böyle bir toplu duruma karşı ülkelerin ulusal Ar-Ge ve yenilik stratejileri yine farklı bir boyutla önem kazanmaktadır. Enerji alanı özelinde Ar-Ge ve yenilik stratejileri, enerji ithalatının azaltılması, enerji bağımsızlığının artırılması ve teknolojisi üreten bir konuma gelinmesi için gereklidir.

⁵⁶ Kaynak: Road to Our Future: Green Growth

5.2. Enerji Alanında Faaliyet Gösteren Yüksek Öğretim Kurumları ve İlgili Alanları

Enerjiyle İlgili Merkez	Yenilenebilir Enerji				Sektörlerde Enerji Kullanımı					Alternatif Enerji				Verimlilik için Diğer						
	Güneş	Rüzgâr	Jeotermal	Hidroelektrik	Biyoenerji	Sanayi	Yeşil Binalar	Ulaştırma	Tarım	Enerji Stratejileri	Melez Sistemler	Bor	Yakıt Hücreleri	Hidrojen	Nükleer	Enerji Depolama	Enerji Geri Kazanım	Ekserji Analizi	Elektrik Şebekeleri	Birleşik Isı ve Güç
On Dokuz Mayıs Üniversitesi Temiz Enerji Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi
On Sekiz Mart Üniversitesi: Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi
Adnan Menderes Üniversitesi Jeotermal Enerji Uygulama ve Araştırma Merkezi
Afyon Kocatepe Üniversitesi Güneş ve Rüzgâr Enerjisi Uygulama ve Araştırma Merkezi (GURAM)
Doğu Akdeniz Üniversitesi Enerji Araştırma Merkezi
Dokuz Eylül Üniversitesi: Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi (JENARUM)
Dumlupınar Üniversitesi Alternatif Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi
Başkent Üniversitesi: Sürdürülebilir Enerji Sistemleri Araştırma Merkezi (SESAM)
Boğaziçi Üniversitesi: Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi
Çukurova Üniversitesi Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (UZAYMER)
Ege Üniversitesi: Güneş Enerjisi Enstitüsü**
Ege Üniversitesi: Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi
Gazi Üniversitesi: Temiz Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi (TEMENAR)
Gebze Yüksek Teknoloji Üniversitesi: Rüzgâr Enerjisi Araştırma Merkezi
Hacettepe Üniversitesi: Yeni ve Temiz Enerji Uygulama Araştırma Merkezi (YETAM)
Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi
İstanbul Teknik Üniversitesi: Enerji Enstitüsü
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi
Marmara Üniversitesi: Yeni Teknolojiler Araştırma ve Uygulama Merkezi (YTAM)
Muğla Üniversitesi: Temiz Enerji Kaynakları Ar-Ge Merkezi (MÜTEK)
Orta Doğu Teknik Üniversitesi: Güneş Enerjisi Araştırma Merkezi (GÜNAM)*
Orta Doğu Teknik Üniversitesi: Mimarlık Araştırma Tasarım Planlama ve Uygulama Merkezi (MATPUM)
Okan Üniversitesi: Ulaştırma Teknolojileri ve Akıllı Otomotiv Sistemleri Uygulama ve Araştırma Merkezi
Özyeğin Üniversitesi: Enerji, Çevre ve Ekonomi Merkezi
Pamukkale Üniversitesi: Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi (EAUM)
Süleyman Demirel Üniversitesi: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi
Süleyman Demirel Üniversitesi Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi
TOBB ETÜ Enerji Araştırmaları Merkezi

Notlar

* DPT Tematik Uzmanlık Merkezleri kapsamında kurulmuştur. Enerji ile ilgili diğer uzmanlık merkezleri TÜBİTAK MAM Hibrid Araç Teknolojileri Mükemmeliyet Merkezi, TÜBİTAK MAM Elektrik Enerjisi Depolama Teknolojileri Ar-Ge Merkezi ve TAEK Hızlandırıcı Merkezi'dir. Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi kapsamında enerji alanıyla ilgili araştırmalar mevcuttur. (BTYK 21. Toplantısı Gelişmelere İlişkin Değerlendirmeler, Tablo 51-3 kullanılmıştır).

** Mesleki Yeterlilik Kurumu (MYK) ve Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü arasında "Yenilenebilir Enerji Kaynakları" alanına ilişkin mesleklerin standardının belirlenmesi amacıyla işbirliği protokolü imzalanmıştır.

5.3. Enerji Alanında Faaliyet Gösteren Kamu Araştırma Kurumları ve İlgili Alanları

Enerjiyle ilgili Merkez	Yenilenebilir Enerji					Sektörlerde Enerji Kullanımı					Alternatif Enerji				Verimlilik için Diğer					
	Güneş	Rüzgâr	Jeotermal	Hidroelektrik	Biyoenjeri	Sanayi	Yeşil Binalar	Ulaştırma	Tarım	Enerji Stratejileri	Melez Sistemler	Bor	Yakıt Hücresi	Hidrojen	Nükleer	Enerji Depolama	Enerji Geri Kazanım	Ekserji Analizi	Elektrik Şebekeleri	Birleşik Isı ve Güç
TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi																				
	•	•			•		•				•	•	•	•		•	•		•	•
TÜBİTAK Uzay																				
		•																	•	
TÜBİTAK UME																				
	•																			
BOREN																				
											•	•								
Birleşmiş Milletler Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi (ICHET)																				
												•	•							

5.4. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) Uygulama Anlaşmaları ve Türkiye

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) nın çeşitli enerji teknolojilerine yönelik 42 aktif uygulama (implementing) anlaşması bulunuyor. Her bir anlaşma, belirli teknolojilerin araştırma, geliştirme ve piyasa geçişine yönelik kolaylaştırıcı faaliyetlerde bulunmakla hükümlü olarak ilgili çalışma gruplarının kurulmasını veya mevcut çalışma gruplarının resmîyet kazanmasını sağlamaktadır. Türkiye'nin IEA üye ülkesi olarak taraf olduğu 9 uygulama anlaşmasının konuları, ülkemizin özel ilgi duyduğu alanların önemli bir kısmını yansıtabilmektedir. Bütün anlaşmalar içerisinde önemli bir pay alan ortak bir konu ise, yenilik değer zincirinin sonunda belirli teknolojilerin piyasaya geçiş sağlamada karşılaşılabileceği engellerin aşılmasına yönelik bilgi paylaşımıdır.⁵⁷

⁵⁷ Bu konunun ele alındığı bir ortamda ülkemizin Ar-Ge ve yenilikle geliştireceği enerji teknolojileriyle ilgili yenilik değer zincirlerinde "teknoloji tüketimi" konumundan "teknoloji üreticisi" konumuna gelmesi önem taşımaktadır.

Tablo E-6: Türkiye'nin Taraf Olduğu IEA Uygulama Anlaşmaları'nın Ön Görevleri

Bina ve Kent Sistemlerinde Enerji Tasarrufu (ECBCS): Anlaşmanın öngörevi, yenilik ve araştırma aracılığıyla enerji verimi ve tasarrufuna ilişkin teknolojileri ve süreçleri sağlıklı, düşük salımı olan ve sürdürülebilir bina ve kent sistemleri için geliştirilmesi ve bu sistemlerle bütünleşmesinin sağlanması. ⁵⁸
Melez ve Elektrikli Araçlar (HEV): Temiz hava, iklim değişikliği ve enerji çeşitlendirme hedeflerine ulaşmada melez ve elektrikli araç kullanımı hakkında ulusal ve yerel yönetimlere bilgi sunulması. ⁵⁹
Yenilenebilir Enerji Teknolojileri Yayılımı: Üye ülkelerde yenilenebilir enerji teknoloji kullanımının önemli düzeyde artırılmasına yönelik olarak yayılım sorunları konusunda eşgüdüm sağlanması, kamu ve özel sektör ortaklık önerilerinin oluşturulması ve alanla ilgili toplumsal farkındalığın artırılması.
Biyoenerji: Gelecekte enerji arzına önemli düzeyde katkı sağlayabilecek, çevreye duyarlı, toplum tarafından kabul gören ve maliyeti rekabetçi olan biyoenerji üretiminin ve kullanımının hızlandırılması.
Fotovoltaik Güç Sistemleri: Yakın gelecekte güneş hücreli sistemlerle güneş enerjisinin önemli düzeyde yenilenebilir enerji kaynağı olabilmesi için ülkeler arası işbirliği çabalarının geliştirilmesi.
İleri Yakıt Pilleri: Alandaki anlayışın geliştirilmesi için erimiş karbon, sabit oksit ve elektrolit yakıt pilli sistemlere yönelik Ar-Ge ve sistem analizi için eşgüdümlü program ve bilgi paylaşımının yer alması.
Enerji Depolama: Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı ve enerji tasarrufu için stratejik bir teknoloji olarak alanda Ar-Ge, uygulama ve diğer sistemlere bütünleşmesinin teşvik edilmesi.
Jeotermal: Jeotermal enerjinin kullanımına ilişkin çevresel yararlarının saptanması, yeni teknolojilerin eşgüdümle geliştirilmesi ve bilgi yayılımının gerçekleştirilmesi amacıyla ilgili faaliyetlerde bulunulması.
Hidrojen Üretimi ve Kullanımı: Hidrojeni doğrudan güneşten üreten sistemler, düşük sıcaklıklı metal hidratlar ve oda sıcaklığında depolama için karbon nanoyapılar dahil olmak üzere ilgili faaliyetler.

Kuruluş olarak IEA'nın yanı sıra 26 Ocak 2010 tarihinde kurulan Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) ve yenilenebilir enerji özelinde uluslararası bir ajansın kurulmasında rolü olan Dünya Yenilenebilir Enerji Konseyi (WCRE) bulunmaktadır. Türkiye dahil olmak üzere 75 ülkenin imzasıyla kurulan IRENA, dünyada yenilenebilir enerji teknolojilerinin yayılmasını hızlandırmayı ve sürdürülebilir ve güvenli bir enerji arzına geçişinin sağlanmasını hedeflemektedir. Yenilenebilir enerji teknolojilerini destekleyici ortamın yaratılması amacıyla IRENA kapsamında, çerçeve koşulları, kapasite geliştirme, finansal araçlar ve enerji tasarrufuyla ilgili önemler hakkında iyi uygulama örnekleri paylaşılacaktır.

⁵⁸ Bu anlaşmanın alt görev grupları: enerji verimli kentler; binalarda mikto-üretim ve ilgili enerji teknolojileri; net-sıfır enerji binalar; ikamete ayrılmış binaların düşük enerji binalara dönüştürülmesi; yüksek performanslı bina ve kentler için düşük ekserji sistemleri (low exergy systems for high performance buildings and communities) dir.

⁵⁹ Bu anlaşmanın alt görev grupları şöyle yer almaktadır: bilgi aktarımı; melez araçlar; temiz şehir araçları; elektrokimyasal sistemler; elektrik döngüleri; ağır hizmet araçlarında melez teknolojiler; araçlar için yakıt pilleri.

TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı

Atatürk Bulvarı No:221 06100
Kavaklıdere / Ankara

Tel: (312) 467 3659
Faks: (312) 467 3659
e-posta: politikalar@tubitak.gov.tr