

enerji [d]evrimi

TÜRKİYE'NİN SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ GÖRÜNÜMÜ



GREENPEACE

Paydaşlar

Greenpeace Uluslararası

tarih Mayıs 2015

proje Yöneticisi & lider

yazar Sven Teske, Greenpeace Uluslararası

Greenpeace Uluslararası

Sven Teske

Greenpeace Türkiye

Hilal Atıcı, İbrahim Çiftçi

Türkiye'deki araştırmacı

Dr. Zümrüt İmamoğlu, Araştırma Görevlisi, Betam (Bahçeşehir Üniversitesi Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Merkezi); BETAM Osmanpaşa Mektebi Sokak No:4-6; 34353 Beşiktaş, İstanbul, Türkiye +90 212 381 5961

araştırma&yardımcı yazarlar

Genel modelleme: DLR, Institute of Engineering Thermodynamics, Department of Systems Analysis and Technology Assessment, Stuttgart, Germany: Dr. Thomas Pregger, Christof Husenbeth, Dr. Tobias Naegler
Ulaşım: DLR, Institute of Vehicle Concepts, Stuttgart, Germany: Dr. Stephan Schmid, Johannes Pagenkopf, Benjamin Frieske
Verimlilik: Utrecht University, The Netherlands: Wina Graus, Katerina Kermeli
Fosil Yakıt Kaynak Değerlendirmesi: Ludwig-Bölkow Systemtechnik, Munich, Germany; Dr. Werner Zittel

İstihdam: Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney: Jay Rutovitz and Laura Wynne

Grid technology: energynautics GmbH, Langen/Germany; Dr.Thomas Ackermann, Rena Ruwahata, Nils Martensen

editör Alexandra Dawe, Rebecca Short, Crispin Aubrey (temel doküman).

tasarım onehemisphere, Sweden, www.onehemisphere.se

tasarım uygulama oğuzhan erdurak

bağlantılar sven.teske@greenpeace.org, ibrahim.ciftci@greenpeace.org

“Çocuklarımızın gözlerinin içine bakıp ne söyleyeceğiz?”

Elimizde fırsat varken cesur davranmadığımızı mı, yoksa teknolojimiz olsa da vizyonumuzun eksik kaldığını mı?”



fotoğraf FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELLERİ, TÜRKİYE.

önsöz



Enerji erişimi ve kullanımı yüzyıllardır dünya çapında ekonomik kalkınmanın en önemli etmenlerinden biri olmuştur. Bu zamana dek, fosil yakıtların sınırlı arzı ya da hidroenerji için gerekli su gibi kullanılabilirliği en nihayetinde sınırlı olan enerji türleri; enerji kullanımında ciddi uzun dönem kısıtlama olarak düşünülmüştür. Son birkaç on yıl içinde, enerji kullanımından ve diğer insan aktivitelerinden oluşan karbon emisyonunun atmosferde birikmesiyle iklim değişikliğine neden olduğunun farkına varılması, gezegenin iklimini korumak için gereklilik teşkil eden diğer bir esasın, kullanabildiğimiz enerji türlerinde ve miktarında kısıtlamaya gitmek olduğunu anlamamızda öncülük etti.

Her ne kadar küresel karbon emisyonu ve küresel ısınmanın hızı arasındaki kesin niceliksel ilişki hakkında belirsizlikler olsa, fazlaca kötümser senaryoların yanında iyimser senaryolar da ortaya çıksa da; gerçek şu ki, karbon emisyonunun ve diğer sera gazlarının iklim değişikliğine neden olduğu makul şüphenin ötesinde. Tabii ki "temiz" enerjiyi tercih etmek için başka nedenler de var, örneğin sağlık problemlerine yol açan hava ve su kirliliğini önlemek gibi. İklim değişikliği, bu gibi geleneksel ve haklı kaygıların üstüne, evrensel ve oldukça zorlayıcı bir problem olarak yerleşiyor.

Bu düşünceler neden Türkiye ve Türkiye'nin kalkınma görünümü için önemli ?

içeriğe bir bakış

önsöz
giriş
özet

4
10
12

1 iklim ve enerji politikası 15
2 enerji [d]evrimi kavramı 20

3 enerji [d]evrimini uygulamak 32
4 gelecekte enerji temini için senaryolar 38

Dünyanın tamamı radikal ve kapsamlı bir enerji devrimine başlamak zorunda. Er ya da geç, önemli büyüklükteki tüm ülkeler bu devrime katılmak zorunda olacak. Gezegen, ölçsüz iklim değişikliğinden kurtarılmak zorunda. Özellikle gençler, çocukları ve torunlarının iklimin düzgün bir yaşama ve ilerideki ekonomik kalkınmaya imkan vermeye devam edeceği bir dünyada yaşamalarını sağlayacak politika ve eylemler talep edecekler. Tüm ülkeler gezegeni kurtarmak ve bunu yaparak, kendi geleceklerini korumaya yönelik bu çabaya ortak olacaklar. Detaylar gelecek on yıllar beraber ortaya çıkacak; bir tartışma ve üstlenilen hareketler ve onların hızları üzerine müzakereler olacak. Ancak hiçbir ülke bu hareketin dışında kalamayacak.

Bir enerji devrimi için kabul edilmiş bu ihtiyaca bakıldığında, temiz enerjiye yönelik adım adım ancak kararlı bir biçimde ilerlemeyi önceden planlayan ve uygun teknolojileri kullanmayı öğrenmenin yanısıra en iyi mevzuat ve fiyat politikalarını kullanmakta ehil hale gelmeyi başaran ülkeler geç kalanlara göre avantajlı olacaklar. Onlar erken davranarak ani ve yıkıcı değişimlerden kaçınabilecekler ve enerji devrimiyle nasıl ilişkilendireceğini bilerek rekabetçi üstünlük geliştirecekler, belki de iyi ekonomik ve finansal geridönüşler yaratacak icatlarla kendilerine katkı sağlayacaklar.

Türkiye için sürdürülebilir enerji bakış açısı üzerine hazırlanan bu rapor, bu genel arka plana dayanarak hazırlanmış nitelikte. Rapor, her zamanki referans senaryosunu, önümüzdeki 35 yıl içinde Türkiye’de enerji tüketiminin kararlı bir şekilde temiz yenilenebilir enerjilere ilerleyeceği “enerji devrimi” senaryosuyla kıyaslıyor. Rapor, pek çok ülkede kullanılabilirliği kanıtlanmış teknikleri baz alarak, zengin bir bilgilendirme, analiz ve perspektif çalışması içeriyor. Tabii ki bazı varsayımlar ve parametreler herhangi bir örnek modellemede olduğu gibi sorgulanabilir. Örneğin, enerji devrimi senaryosu, Türkiye’de enerji kullanımında karbon emisyonu şu an kişi başı 3.7 ton iken, 2050 itibarıyla 0,6 tona düşürmeyi hedefliyor. Bu oldukça iddialı bir senaryo ancak dünya çapında tüm kaynaklardan, enerjiden ve diğerlerinden, ortalama kişi başı emisyonu 2 ton olarak hedefleyen uluslararası modellerle aynı doğrultuda. Elbette dünya bu

hedefe ulaşmak için olağan üstü efor sarfetmek zorunda kalacak.

Rapor aynı zamanda, nükleer enerji kullanımının sakıncalı olduğunu da göz önünde bulunduruyor. Nükleer enerji etrafındaki güvenlik endişeleri ciddi bir biçimde azaltılmadığı sürece ve radyoaktif nükleer atıkların uzun süreli depolanma problemi çok daha ikna edici bir şekilde çözülmediği sürece, nükleer enerji, sürdürülebilir enerji geleceğinin sorgulanan bir parçası olarak kalacak. Bu konuda tartışmalar devam edecek ancak ilginç ve önemli olan, enerji devrimi senaryosunun önerisi, Türkiye’nin enerji ihtiyacını nükleer enerji olmadan karşılayabilecek oluşu.

Rapora göre oldukça açık olan şu ki, enerji verimliliğini geliştirmek için önemli bir potansiyel var- karbon emisyonu ve kirliliği azaltmak için maliyeti olmayan bir araç- ve gelecek on yıllar içinde toplam enerji tüketiminde rüzgarın potansiyeli olduğu kadar güneş payı (fotovoltaik ve CSP) için de geniş bir potansiyel yer alıyor. Bu kaynakların verimli kullanımı tabii ki akıllı şebekeler, uygun tarifeli alım garantisi ve daha genel olarak karbon emisyonunun bedelini bütünüyle yansıtan bir enerji fiyatlandırması gerektirecek. Biyokütle ve jeotermal enerji de sürdürülebilir enerji geleceğine katkıda bulunacak.

Verimli, temiz, sürdürülebilir bir enerji sektörü, hızla ve etkili olarak büyüyen bir Türkiye ekonomisinin bir anahtar bileşeni olmak zorunda olacaktır. Enerji verimliliği, Türkiye endüstrisinin daha iyi ödemeler dengesi ve daha geniş rekabet gücü kazanmasına katkı sağlayacaktır. Yerli yenilenebilirler bağli olarak gelişen daha fazla enerji bağımsızlığı Türkiye’nin dış politikası için avantaj sağlayacaktır. İklim değişikliğiyle savaşmakta; ileriye yönelik, öncü bir rol Türkiye’nin dünya çapında önderlik gösterebilecek yeteneğini ve güvenilirliğini artıracaktır.

Kemal Derviş*

MAYIS 2015

5 **Türkiye’nin enerji [d]evrimi senaryosundan temel sonuçlar** 55

6 **istihdam projeksiyonları** 65

7 **enerji [d]evrimi Türkiye’nin su kaynaklarını korur** 77

8 **ulaşım** 80

9 **sözlük ve ekler** 87

* Brookings Enstitüsü Başkan Yardımcısı ve Küresel Ekonomi ve Kalkınma Direktörü, Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi ve Merkator Initiative Yönetim Kurulu Üyesi, Türkiye Ekonomiden Sorumlu Eski Bakanı, and UNDP Eski Başkanı.

İÇERİK

önsöz			
giriş	10		
özet	12		
1 iklim ve enerji politikası	15		
1.1 birleşmiş milletler iklim konvansiyonu	16		
1.2 uluslararası enerji politikası	16		
1.3 Türkiye enerji politikası	16		
1.4 yenilenebilir enerji hedefleri	18		
1.5 enerji sektöründeki politika değişiklikleri	19		
1.5.1 enerji [d]evrimini uygulamanın en verimli yolu: Tarifeli alım garantisi	19		
2 enerji [d]evrimi kavramı	20		
2.1 anahtar prensipler	21		
2.2 "3 adımlı uygulama"	22		
2.3 yeni elektrik şebekesi	25		
2.3.1 hibrit sistemler	26		
2.3.2 akıllı şebeke	27		
2.3.3 süper şebeke	29		
2.3.4 ana yük blokları gelişimi	29		
3 enerji [d]evrimini uygulamak	32		
3.1 yenilenebilir enerji projesi planlama temelleri	33		
3.2 yenilenebilir enerjinin finansal temelleri	34		
3.2.1 yenilenebilir enerjiler için yatırım ve finansmanın önündeki engeller	36		
3.2.2 yenilenebilir enerjiye yatırım engelleri nasıl aşılır?	37		
4 enerji temini için gelecek senaryoları	38		
4.1 senaryo geçmişi	40		
4.1.1 yenilenebilir ısıtma teknolojileri için durum ve gelecek öngörülleri	40		
4.2 nüfus gelişimi	40		
4.3 ekonomik büyüme	40		
4.3.1 Türkiye gsyih öngörülleri	41		
4.4 petrol ve gaz fiyat öngörülleri	42		
4.5 CO ₂ emisyonlarının maliyeti	42		
4.6 verimli fosil yakıt üretimi ve karbon yakalama ve depolama (CCS) için maliyet öngörüsü	42		
4.7 yenilenebilir enerji teknolojileri için maliyet öngörülleri	43		
4.7.1 fotovoltaikler (pv)	44		
4.7.2 konsantre güneş elektriği (csp)	44		
4.7.3 rüzgar gücü	45		
4.7.4 biyoyakıt	45		
4.7.5 jeotermal	46		
4.7.6 okyanus enerjisi	46		
4.7.7 su gücü	47		
4.7.8 yenilenebilir enerji maliyetlerinde gelişim özeti	47		
4.8 yenilenebilir ısıtma teknolojileri için maliyet öngörülleri	48		
4.8.1 ısı güneş teknolojileri	48		
4.8.2 derin jeotermal uygulamaları	48		
4.8.3 ısı pompaları	48		
4.8.4 biyokütle uygulamaları	48		
4.9 fosil yakıtlara son verilmesi için varsayımlar	49		
4.9.1 petrol üretimi azaltım varsayımları	49		
4.9.2 kömür üretimi azaltım varsayımları	49		
4.10 inceleme: greenpeace'in geçmişe dair senaryo öngörülleri	50		
4.10.1 küresel rüzgar endüstrisinin gelişimi	50		
4.10.2 küresel fotovoltaik endüstrisinin gelişimi	52		
4.11 enerji [d]evrimi senaryosu diğer senaryolarla nasıl karşılaştırılır?	54		

fotoğraf GREENPEACE VE NASA DESTEKLİ BAĞIMSIZ BİLİMİNSANLARI, GRÖNLAND'DAKİ BUZ TABAKASININ ARTMAKTA OLAN ISIYA KARŞI HASSASİYETİNİ GÖSTEREN ÖLÇÜMLERİNİ TAMAMLADI.



5	Türkiye'nin enerji [d]evrimi senaryosunun ana sonuçları	55	8	ulaşım	80
5.1	sektöre göre enerji talebi	56	8.1	enerji [d]evrimi senaryosunda ulaşım sektörünün geleceği	81
5.2	elektrik üretimi	58	8.2	ulaşımında enerji tüketimini azaltmak için teknik ve davranışsal önlemler	82
5.3	elektrik üretiminin gelecek maliyetleri	59	8.2.1	adım 1: ulaşım talebinde azaltım	82
5.4	güç sektöründe gelecek yatırımları	59	8.2.2	adım 2: ulaşım yönteminde değişiklikler	83
5.5	ısıtma temini	60	8.2.3	adım 3: verimlilik gelişmeleri	84
5.6	ısıtma sektöründe gelecek yatırımları	61	8.3	hafif hizmet araçları	85
5.7	ulaşım	62	8.3.1	CO ₂ emisyonu gelişimi öngörüsü	85
5.8	CO ₂ emisyonları gelişimi	63	8.3.2	araç sektöründe dağılım projeksiyonu	85
5.9	öncelikli enerji tüketimi	63	8.3.3	teknoloji karışımı projeksiyonu	85
5.10	yatırım maliyetleri	64	8.3.4	ulaşımında yenilenebilir enerji	86
6	istihdam öngörülleri	65	8.4	sonuç	86
6.1	çalışmaları değerlendirme metodolojisi	66	9	sözlük ve ekler	87
6.1.1	genel bakış	66	9.1	sıklıkla kullanılan terimler ve kısaltmalar	88
6.1.2	sınırlamalar	68	9.2	sektörlerin tanımı	88
6.1.3	istihdam faktörleri	68		senaryo sonuçları	89
6.1.4	kömür, gaz ve yenilenebilir teknoloji ticareti	69			
6.1.5	bilinçlenme seviyesini artırma - olumsuz faktörler	69			
6.2	enerji sektöründe gelecekteki istihdam	70			
6.3	yenilenebilir ısıtma sektöründe istihdam	72			
6.3.1	güneş ısıtmasında istihdam	72			
6.3.2	jeotermal ve ısı pompası ısıtmasında istihdam	72			
6.3.3	biyokütle ısı tedariginde istihdam	72			
6.4	yenilenebilir elektrik: istihdam, üretim ve kapasiteler	73			
6.4.1	hidroelektirik sektöründe istihdam	73			
6.4.2	ısı güneş gücünde istihdam	73			
6.4.3	biyokütle sektöründe istihdam	74			
6.4.4	fotovoltaik güneş enerjisinde istihdam	74			
6.4.5	rüzgâr enerjisinde istihdam	74			
6.5	fosil yakıtlar ve nükleer enerji - istihdam, üretim ve kapasiteler	75			
6.5.1	kömürde istihdam	75			
6.5.2	gaz, petrol ve dizelde istihdam	75			
6.5.3	nükleer enerjide istihdam	75			
7	enerji [d]evrimi Türkiye'nin su kaynaklarını korur	77			
7.1	enerji [d]evriminin su için faydaları	78			
7.2	su etki değerlendirmesi: metodoloji ve varsayımlar	79			

şekiller listesi

1	şekil 1.1	türkiye enerji politikasının zaman çizelgesi	17	6	şekil 6.1	referans ve enerji [d]jevrimi senaryolarına göre enerji sektöründeki istihdam	70
2	şekil 2.1	merkezi üretim sistemleri orijinal enerji girdisinin üçte ikisinden fazlasını ziyan eder	22		şekil 6.2	teknolojiye göre 2010 ve 2030'daki enerji sektörü istihdam rakamları	71
	şekil 2.2	merkezileşmemiş bir enerji geleceği	23	7	şekil 7.1	su için enerji kullanımı	78
	şekil 2.3	enerji [d]jevrimi için akıllı-şebeke vizyonu	28		şekil 7.2	ısı güç için enerji kullanımı	79
	şekil 2.4	avrupa genelinde günlük elektrik kullanımının taban ve tavan değerlerini gösteren tipik bir yük eğrisi	30	8	şekil 8.1	her ulaşım şekli için Türkiye'nin son enerji kullanımı 2010/2050 – enerji [d]jevrimi senaryosu	81
	şekil 2.5	gelişen şebeke yaklaşımı	30		şekil 8.2	2009 ve 2050 için stok ağırlıklı yolcu taşımacılığı enerji yoğunluğu	83
3	şekil 3.1	yenilenebilir enerjilerin geri dönüş özellikleri	34		şekil 8.3	enerji [d]jevrimi senaryosunda ortalama (stok ağırlıklı) yük taşımacılığı	83
	şekil 3.2	yenilenebilir enerji projelerinin risk unsurlarına bakış	35		şekil 8.4	enerji [d]jevrimi senaryosunda, teknolojilere göre, 2050'ye dek küçük, orta ve büyük kamyonlar için zaman içerisindeki araç stoğunun gelişimi	86
	şekil 3.3	yenilenebilir enerji projelerinin yatırım aşamaları	35		şekil 8.5	enerji [d]jevrimi senaryosunda, yakıt çeşitlerine göre, 2050'ye dek, arabalar için, zaman içerisindeki araç stoğunun gelişimi	86
	şekil 3.4	yenilenebilir enerji yatırımlarında başlıca engeller	37				
4	şekil 4.1	yenilenebilir enerji teknolojilerinde yatırım maliyetleri nasıl değişecek?	47				
	şekil 4.2	fosil yakıtlar ile yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminde maliyetler nereye gidecek?	47				
	şekil 4.3	1950'den 2011'e küresel petrol üretimi ve 2050 yılı projeksiyonu	49				
	şekil 4.4	kömür senaryosu: yılda %2 baz düşüş ve yeni projeler	49				
	şekil 4.5	rüzgar enerjisi: kısa dönem öngörüsüne karşı gerçek piyasa gelişimi – küresel kapasite artışı	50				
	şekil 4.6	rüzgar enerjisi: 2030'a kadar uzun vadeli piyasa projeksiyonları	51				
	şekil 4.7	fotovoltaik: kısa dönem öngörülerine karşı gerçek piyasa gelişimi – küresel kapasite artışı	52				
	şekil 4.8	fotovoltaik: 2030'a kadar uzun vadeli piyasa projeksiyonları	53				
5	şekil 5.1	referans ve enerji [d]jevrimi senaryolarına göre toplam son enerji talebi	56				
	şekil 5.2	enerji [d]jevrimi senaryosuna göre sektörel (elektrik) talep gelişimi	57				
	şekil 5.3	enerji [d]jevrimi senaryosuna göre sektörel (ulaşım) talep gelişimi	57				
	şekil 5.4	enerji [d]jevrimi senaryosuna göre sektörel (ısıtma) talep gelişimi	57				
	şekil 5.5	referans ve enerji [d]jevrimi senaryosuna göre yenilenebilir elektrik üretim kapasitesi	58				
	şekil 5.6	her iki senaryodaki toplam elektrik tedarik ve özel elektrik üretim maliyetleri	59				
	şekil 5.7	yatırım payları-referans senaryosuna karşı enerji [d]jevrimi senaryosu	59				
	şekil 5.8	referans ve enerji [d]jevrimi senaryolarında ısıtma sağlama yapısı	60				
	şekil 5.9	referans ve enerji [d]jevrimi senaryolarında yenilenebilir ısı üretimi teknolojilerine yatırım	61				
	şekil 5.10	referans ve enerji [d]jevrimi senaryolarında ulaşım için son enerji tüketimi	62				
	şekil 5.11	küresel: referans ve enerji [d]jevrimi senaryolarında birincil enerji tüketimi	63				
	şekil 5.12	enerji [d]jevrimi senaryosunda sektörlere göre CO ₂ emisyonu gelişimi	63				



tablolar listesi

2	tablo 2.1	enerji santrali değer zinciri	24	6	tablo 6.1	metodolojiye genel bakış	67
					tablo 6.2	Türkiye için 2013 analizinde kullanılan istihdam faktörleri	68
3	tablo 3.1	mevcut yenilenebilir enerji piyasası pratikte nasıl çalışır?	33		tablo 6.3	Türkiye'de üretilen kömürün tüketim oranları	69
	tablo 3.2	yenilenebilir enerji yatırımında engellerin sınıflandırılması	36		tablo 6.4	teknoloji maliyeti düşüş faktörleri	69
					tablo 6.5	enerji sektöründeki toplam istihdam	70
4	tablo 4.1	nüfus gelişimi projeksiyonu	40		tablo 6.6	referans ve enerji [d]evrimi senaryolarında teknolojiye göre enerji sektöründeki istihdam	71
	tablo 4.2	GSYİH gelişme tahminleri	41		tablo 6.7	güneş ile ısıtma: kapasite, elde edilen ısı ve doğrudan ilgili işler	72
	tablo 4.3	fosil yakıt ve biyokütle fiyatlarının gelişim projeksiyonları 2010 (avro cinsinden)	41		tablo 6.8	jeotermal ve ısı pompası ile ısıtma: kapasite, elde edilen ısı ve doğrudan ilgili işler	72
	tablo 4.4	UNFCCC Ek-B ve Ek-B dışı ülkeler için karbon emisyonu maliyet geliştirme varsayımları	42		tablo 6.9	biyokütle ile ısıtma: yakıt tedarikinde doğrudan ilgili işler	72
	tablo 4.5	seçilmiş yeni enerji santrali teknolojileri için verimlilik ve yatırım maliyetleri gelişimi	43		tablo 6.10	hidro: kapasite, üretim ve doğrudan ilgili işler	73
	tablo 4.6	fotovoltaik (PV) maliyet varsayımları	44		tablo 6.11	ısıtma güneş gücü: kapasite, üretim ve doğrudan ilgili işler	73
	tablo 4.7	yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi (CSP) maliyet varsayımları	44		tablo 6.12	biyokütle: kapasite, üretim ve doğrudan ilgili işler	74
	tablo 4.8	rüzgar enerjisi maliyet tahminleri	45		tablo 6.13	güneş fotovoltaikleri: kapasite, üretim ve doğrudan ilgili işler	74
	tablo 4.9	biyokütle maliyet tahminleri	45		tablo 6.14	rüzgar enerjisi: kapasite, üretim ve doğrudan ilgili işler	74
	tablo 4.10	jeotermal maliyet tahminleri	46		tablo 6.15	fosil yakıtlar ve nükleer enerji: kapasite, üretim ve doğrudan ilgili işler	75
	tablo 4.11	okyanus enerjisi maliyet tahminleri	46	8	tablo 8.1	önlemler ve göstergelerden seçki	82
	tablo 4.12	hidroelektrik maliyet tahminleri	47				
	tablo 4.13	Isıtma teknolojileri için beklenen yatırım maliyetleri gidişatına genel bakış (Avro/KW)	48	9	tablo 9.1	çevirim unsurları – fosil yakıtlar	88
	tablo 4.14	Endojen model sonuçlarına karşılık gelen modellere ekzojen olan varsayımlara dayanan örnek senaryoların temel parametrelerine genel bakış	54		tablo 9.2	çevirim unsurları – farklı enerji birimleri	88
					tablo 9.3-9.17	Türkiye senaryo sonuçları	90
5	tablo 5.1	referans ve enerji [d]evrimi senaryolarına göre yenilenebilir elektrik üretim kapasitesi	58				
	tablo 5.2	referans ve enerji [d]evrimi senaryolarında yenilenebilir ısıtma kapasitesi	60				
	tablo 5.3	referans ve enerji [d]evrimi senaryolarında yenilenebilir ısıtma üretim kapasiteleri	61				
	tablo 5.4	referans ve enerji [d]evrimi senaryolarında modlara göre ulaşımındaki enerji talebi	62				
	tablo 5.5	referans ve enerji [d]evrimi senaryolarında elektrik üretimi ve yakıt maliyeti tasarrufları için yatırım maliyetleri	64				
	tablo 5.7	referans senaryosuna kıyasla enerji [d]evrimi senaryosundaki ısıtma üretimi ve yakıt maliyet tasarrufu için birikmiş yatırım maliyetleri	64				

giriş

“TÜRKİYE'NİN ENERJİ MODELİ SÜRDÜRÜLEBİLİR DEĞİLDİR. EKONOMİK BÜYÜME KALKINMANIN TEK GÖSTERGESİ SAYILAMAZ.”



fotoğraf TÜRKİYE'DE YEREL BİR BİNADAKİ GÜNEŞ ENERJİSİ PANELLERİ

Türkiye’de 2014, 301 kişinin canını alan ve civarındaki pekçok ailenin yaşamlarını sonsuza dek değiştiren Soma madeni trajedisi ile hatırlanacak. Ancak, çok az insan bizi felakete sürükleyen enerji politikaları olduğunu görebildi ve daha bile azı enerjimizi üretmenin başka bir yolu olup olmadığı sorusunu gündeme getirebildi. Toplumun kutuplaşması, insanların daha fazla politika konuşmasına ama yaşamlarımızın kalitesini nasıl düzelterceğimiz hakkında gitgide daha az konuşmasına neden oluyor. Bu arada, hava kirliliği, temiz su eksikliği ve iklim değişikliğinin nedenlerini derinleştiren artan miktarda felaketler nedeniyle çok sayıda insan erkenden ölüyor. Diğer pekçokları ise, en düşük ücretlerle, yaşamları boyunca taşıyacakları ölümcül hastalıkları umursamayarak madenlerde çalışmaya zorlanıyor.

Türkiye’nin enerji modeli sürdürülebilir değildir. Ekonomik büyümeyi ilerlemenin tek göstergesi olarak koymak bir gerekçe olamaz. Bu enerji sistemi, yalnızca yaşam kalitemizi düşürmekle kalmıyor, gıdaya ulaşma yetimizi de azaltıyor ve daha fazla hava ve su kirliliği getirerek toprak ana ile sağlıklı ilişkimizi de bozuyor; ayrıca ekonomide daha fazla açık olmasına, fosil ve nükleer yakıt ithalatına daha fazla bağımlı olmamıza yol açıyor.

Bu rapor, bir şansımız olduğunu kanıtlıyor. Enerji politikalarını, yaşam kalitemizden ve ekonomiden ödün vermeden daha ekonomik uygulanabilir seçenekler ile değiştirebiliriz. Bu gerçekçi hayali yaratmakta üç temel prensip önemli rol oynar:

fotoğraf İSPANYA'DA GUADALAJARA'DAKİ MARANCHON RÜZGAR TÜRBİNİ ÇİFTLİĞİ 104 JENERATÖRÜ İLE AVRUPA'NIN EN BÜYÜĞÜDÜR. YILLIK OLARAK 590,000 İNSANA YETECEK KADAR, 208 MEGAWAT ELEKTRİK ÜRETİR.



İlki "daha az daha çoktur". Enerji verimliliği ile, enerjiye olan ihtiyacımız ile ekonomik büyümeyi ayırıştırabiliriz. Hem bireysel hem de endüstriyel enerji faturalarımızı düşürebilir ve daha iyi amaçlar için milyarlarca dolar tasarruf edebiliriz.

İkinci prensip, "önce dengeli temiz enerji". Eğer yenilenebilir enerji kaynaklarına erişimimizi dengeli bir karışım içinde önceliğe alırsak, kirlilikten kaçınabilir ve insanların su ve gıdaya ulaşımını koruyabiliriz. Bu, yalnızca rüzgar ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından birine odaklanmayacağımız ama hepsini birden ekonomi ve toprak ananın bize sunduğu zenginlikler arasındaki dengeyi koruyarak yapacağımız anlamına gelir. Yeni bir sistemde, yenilenebilirler sözde "baz yük" yaklaşımının aksesuarları değildirler. Baz yük yaklaşımı önce enerji üretimini tehlikeli ve kirliliğe nükleer ve kömürden sağlar, sonra da müşterileri yaratmak için ihtiyacı yaratır. Başka bir zihniyette ise yenilenebilirler önce gelir ve yalnızca esnek fosil yakıtlar ile, sadece gerektiğinde desteklenebilirler. Bu bizim, iklim değişikliğinin en tehlikeli etkilerinden sakınmamıza yardımcı olacaktır.

Üçüncü prensip ise "insanların gücü". Büyük enerji şirketleri/ kamu hizmetleri için bu ürkütücüdür, özellikle de Almanya'da "energiewende" ile yaşanan tecrübeyi gözlemledikten sonra. İnsanlar yalnızca pasif enerji müşterileri olarak görülmezler. Aktif müşteriler ve akıllı şebeke sistemleri sayesinde aktif üreticiler olabilirler.

Enerji [d]evrimi dünyada halihazırda gerçekleşiyor. Buradaki soru "Türkiye lider mi yoksa takipçi mi olacak?". Unutmayalım ki ikincisi ekonomi için de bizim yaşamlarımız için de çok daha fazlasına mal oluyor. Bu rapor, referans senaryosu altında bugüne kadar yaptığımız gibi devam edersek enerji sistemimizin neye benzeyeceği ile enerji [d]evrimi yolunu seçersek ekonomik tutkularımızdan taviz vermeden nasıl daha iyi görüneceğinin karşılaştırmasını gösteriyor.

İbrahim Çiftçi
İKLİM VE ENERJİ BİRİMİ
GREENPEACE TÜRKİYE

Sven Teske
İKLİM VE ENERJİ BİRİMİ
GREENPEACE ULUSLARARASI

HAZİRAN 2015

özet

“BU ZORLU GÖREVİN ÖLÇEĞİ, BİR YANDAN EKONOMİK BÜYÜMEYİ KORURKEN, DİĞER YANDAN DA ENERJİYİ ÜRETME, TÜKETME VE DAĞITMA YÖNTEMLERİMİZDE TOPYEKÛN DEĞİŞİKLİK YAPMAYI GEREKTİRİYOR.”



fotograf RÜZGAR TÜRBİNLERİ VE FENER, EGE DENİZİ, BOZCAADA, TÜRKİYE

Uzmanlar, iklim değişikliğinin en kötü etkilerini önlemek için, enerji tüketme ve üretme biçimimizde köklü bir dönüşümü derhal başlatmamız ve gelecek 10 yıl içinde bunları çoktan uygulamaya koymuş olmamız gerektiği konusunda mutabıktır.¹ Bu zorlu görevin ölçeği, bir yandan ekonomik büyümeyi korurken, diğer yandan da enerjiyi üretme, tüketme ve dağıtma yöntemlerimizde topyekûn değişiklik yapmayı gerektiriyor. Bu enerji [d]evrimi'nin ardındaki beş temel prensip ise şunlar olmalıdır;

- Yenilenebilir çözümler uygulamak, özellikle de dağıtılmış (ademi merkezîyetçi) enerji sistemleri ve şebeke yayılımı
- Çevrenin doğal sınırlarına saygı göstermek
- Kirlî, sürdürülemez enerji kaynaklarından aşamalı olarak vazgeçmek
- Kaynakların kullanımında daha fazla eşitlik yaratmak
- Ekonomik büyüme ile fosil yakıt tüketimini ayırıştırmak

Güç ve ısının son kullanım noktasına yakın üretildiği merkezileşmemiş enerji sistemlerinde, dağıtımdaki şebeke yüklenmeleri ve enerji kayıpları azalır. Büyük miktarlardaki açık deniz rüzgar enerjisini ve yoğunlaştırılmış güneş enerjisini taşıyabilmek için akıllı etkileşimli şebekeler ve iletim şebekeleri gibi “iklim altyapısı” yatırımları şarttır. Yenilenebilir mikro şebeke kümeleri inşa etmek, özellikle de uzak bölgelerde yaşayan insanlar için, dünyada halen elektriğe erişemeyen yaklaşık iki milyar insana sürdürülebilir elektrik sağlayabilmek adına temel bir araç olacaktır.

Metodoloji

Bu rapor iki senaryonun karşılaştırılması temeline dayandırıldı. referans senaryosu, eğer halihazırdaki enerji politikasıyla ekonomik etmenler ve trendler aynı şekilde devam ederse geleceğimizin nasıl görüldüğünü detaylı olarak tarif etmektedir. Raporla kullanılan enerji konusundaki temel verilerin dayanağı olarak

Uluslararası Enerji Ajansı'nın (UEA) tahminleri esas alındı. GSYİH büyüme öngörülerini Bahçeşehir Üniversitesi Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Merkezi (BETAM) temin etti. Sağlanan veriler daha sonra Alman Uzay Enstitüsü (DLR) tarafından hazırlanan UEA tahminlerini 2050 yılına dek genişletebilen bir modele yerleştirildi. Bu modellemeden alınan veriler, BETAM araştırmacıları tarafından ve Boğaziçi Üniversitesi'nden Seyfettin Gürsel ve Ali Kerem Samsel yönetiminde kontrol edildi. Enerji [d]evrimi senaryosu, referans senaryosuna dayanarak, GSYİH ve nüfus artışı öngörülerini aynı tutularak, DLR tarafından geliştirildi. Gerçeklik kontrolü, yine BETAM uzmanları (kilit ekonomik ve işgücü verileri), Ali Kerem Samsel (enerji öngörülerini verileri) ve Greenpeace uzmanları (sosyal ve politik veriler) tarafından yapıldı. Bu raporda yalnızca iki farklı enerji yolunun gerçekleşme olasılıkları değerlendirilmedi. Aynı zamanda, bu iki farklı yolun gelecekte yol açacağı yakıt maliyetleri, sağlayacağı iş imkânları ve enerji sektöründeki su kullanımı ihtiyaçları da hesaplandı.

Türkiye için enerji [d]evrimi - temel sonuçlar

Yenilenebilir enerji kaynakları 2012'de Türkiye'nin birincil enerji ihtiyacının %10'unu karşılamıştır. Ana kaynak daha çok ısıtma alanında kullanılan biyokütledir.

Elektrik üretiminde yenilenebilir enerjiler yaklaşık %27 ve ısıtma arzı için ise %15.3 oranında katkıda bulunurken, çoğunlukla biyokütle, jeotermal ısıtma pompaları ve güneş termal toplayıcıları da giderek artan oranda buna dahil olmaktadır. Bugün ana enerji temininin %90'ı hâlâ fosil yakıtlardan gelmektedir.

Enerji [d]evrimi senaryosu, alışılmadık petrol kaynakları olmaksızın, acilen gerekli olan CO₂ azaltımı hedefine ulaşarak ve nükleer devre dışı bırakarak, sürdürülebilir enerji teminine doğru izlenmesi gereken gelişme yollarını tarif eder. Enerji [d]evrimi senaryosunun sonuçlarına aşağıdaki önlemler sayesinde ulaşılabilir;

referans

1 YENİLENEBİLİRLER ÖZEL RAPORU, KISIM 1, MAYIS 2011.

fotoğraf ALMAN ŞİRKETİ NORDEX TARAFINDAN ROSTOCK LİMANINDA KURULMUŞ BİR TEST RÜZGAR TÜRBİNİ (N90 2500). 2.5 MW KURULU GÜCE SAHİP BU RÜZGAR TÜRBİNİ, AÇIKDENİZ KOŞULLARINDA TEST EDİLMİŞTİR. TÜRBİNİN İÇİNDE ÇALIŞAN İKİ TEKNİSYEN...



- **Enerji talebini frenlemek:** Nüfus gelişimi, GSYİH artışı ve enerji yoğunluğu üzerine yapılan projeksiyonları birleştirmek, Türkiye'nin nihai enerji talebinde yaşanacak gelişmeleri daha net şekilde görünür kılar. Referans senaryosu dahilinde toplam nihai enerji talebi 2050 yılında yüzde 92 oranında artarak, halihazırdaki 3,359 PJ/yıl'dan 6,438 PJ/yıl seviyesine yükselecektir. Enerji [d]levrimi senaryosunda ise nihai enerji talebi, halihazırdaki tüketim ile karşılaştırıldığında %25 gibi çok daha düşük bir artış gösterecek ve 2050 yılında dek 4,184 PJ/yıl'a ulaşacaktır.
- **Elektrik talebini kontrol etmek:** Enerji [d]levrimi senaryosunda, ekonomik büyüme nedeniyle, artan yaşam standartları ve ulaşımında elektrik kullanımının yayılması ile hem endüstri hem konut sektörlerinde ve ulaşım da dahil olmak üzere servis sektöründe elektrik talebinin artması beklenmektedir. Yıllık toplam elektrik talebi 2050 yılına dek 193 TWh/yıl'dan 397 TWh/yıl'a yükselecek. Referans senaryosu ile karşılaştırıldığında, endüstri, konut ve servis sektörlerindeki verimlilik önlemleri, yaklaşık 132 TWh/yıllık bir üretimden kaçınma imkânı sağlar. Böyle bir düşüşe, tüm talep sektörlerinde, özellikle eldeki en iyi teknolojilerin ve yüksek verimlilikteki elektronik aygıtların kullanılmasıyla ulaşılabilir.
- **Isıtma talebini azaltmak:** Isıtma ve soğutma sektörlerinde sağlanabilecek verimlilik kazanımları çok daha yüksektir. Enerji [d]levrimi senaryosunda, ısıtma ve soğutma talebinin 2040'a dek kuvvetlice ve izleyen dönemde kısmen artması beklenir. Referans senaryosu ile karşılaştırıldığında, 2050'ye dek 783 PJ/y'ye denk gelen tüketim miktarı, verimlilik kazanımları ile engellenir. Mevcut konut binalarında yapılacak enerjiye yönelik ıslah, düşük enerji tüketimi standartlarının tanıtılması ve yeni binalar için "pasif iklimlendirme" ile birlikte yüksek verimlilikteki havalandırma sistemlerinin sonucu olarak, gelecekte çok daha düşük enerji talebi ile aynı konfor ve enerji servislerinin keyfini sürmek mümkün olacak.
- **Elektrik üretimi:** Elektrik tedarik sektörünün gelişimi dinamik olarak büyüyen yenilenebilir enerji piyasası ve elektrikte yenilenebilir kaynakların payının artmasıyla şekillenmektedir. Bu durum enerji [d]levrimi senaryosundaki nükleer enerji üretiminden kaçınma ve şebeke istikrarı için ihtiyaç duyulan fosil yakıtlı enerji santrallerinin sayısını azaltma imkânı tanıyacaktır. 2050 yılında Türkiye'de üretilen enerjinin %90'ı yenilenebilir kaynaklardan elde edilecek. "Yeni" yenilenebilirler – temel olarak rüzgâr, jeotermal ve fotovoltaik – toplam elektrik üretiminin %68'ini sağlayacak. Yenilenebilir elektrik üretiminin payı 2023'e dek %47'ye ve 2030'a kadar %65'e ulaşmış olacak. Sisteme katılan yenilenebilirlerin kapasitesi, 2030'a dek 83 GW ve 2050'ye dek 156 GW olacak. 2020'ye dek rüzgâr ve fotovoltaik, yenilenebilir kaynakların büyüyen piyasa payının ana kaynakları olacak. 2020 yılında sonra, rüzgâr ve fotovoltaiklerin büyümesi devam ederken biyokütle, ısıl güneş enerjisi ve jeotermal enerjiden gelen elektrik de katılacak. Enerji [d]levrimi senaryosu değişken güç üretimi kaynaklarının (Fotovoltaik, rüzgâr ve okyanus) 2030'a kadar %26 ve 2050'ye kadar %42 olmak üzere büyük bir paya sahip olmasına öncülük edecek. Böylece akıllı şebekelerin genişletilmesi, talep tarafı yönetimi (DSM) ve elektrikli araçların artan payından gelen depolama kapasitesi, daha iyi şebeke

entegrasyonu ve güç üretimi yönetimi için kullanılacak.

- **Elektrik üretiminin gelecekteki maliyetleri:** Enerji [d]levrimi senaryosundaki yenilenebilir teknolojilerin tanıtılması, referans senaryosu ile karşılaştırıldığında, elektrik üretiminin gelecekteki maliyetini 2018'e kadar arttıracak. Ancak bu fark 2020'ye dek kWh başına 1 €cent'ten daha az olacak. Konvansiyonel fosil yakıtların yüksek fiyatları ve elektrik üretiminin daha düşük CO₂ yoğunluğu nedeniyle 2023'den itibaren elektrik üretiminin maliyetleri ekonomik anlamda enerji [d]levrimi senaryosunun lehinde olacak ve birim elektrik (kWh) maliyetleri 2050'ye dek referans senaryosundakilerin 4.3 €cent altında kalacak.
- **Gelecekteki elektrik faturası:** Diğer yandan, referans senaryosu altında, talepteki kontrol edilmeyen büyüme, fosil yakıt fiyatlarındaki bir artış ve CO₂ emisyonlarının maliyeti, toplamda elektrik tedarik maliyetlerinin, enerji [d]levrimi senaryosundaki 43 milyar Euro ile karşılaştırıldığında, bugünkü yıllık 22 milyar Euro'dan 2050'de 63 milyar Euro'ya yükselmesi ile sonuçlanıyor. Enerji [d]levrimi senaryosu yalnızca Türkiye'nin CO₂ azaltım hedeflerine uymakla kalmaz, aynı zamanda enerji maliyetlerinin sabitlenmesine ve toplum üzerindeki ekonomik baskının rahatlamasına da yardımcı olur. Artan enerji verimliliği ve enerji tedarikinde yenilenebilir kaynakların ağırlığının artırılması, elektrik tedarik maliyetlerinin referans senaryosunda verilenden %27 daha düşük olmasını sağlar.
- **Elektrik üretim yatırımlarının geleceği:** Enerji [d]levrimi senaryosunun gerçekleşmesi için ihtiyaç duyulan yatırım tutarı 397 milyar Euro'dur (ekonomik ömrünü tamamlamış tesislerin yerine yapılacak yatırımlar da buna dahildir). Bu rakam yaklaşık yılda 9.9 milyar Euro veya referans senaryosunda verilen rakamın (240 milyar Euro) 157 milyar Euro fazlası anlamına geliyor. Referans senaryosuna göre, 2050 yılına dek konvansiyonel enerjilere yapılan yatırım %47'lere ulaşırken yenilenebilir enerjilere yatırımın payı yaklaşık %53 olacak. Ancak enerji [d]levrimi senaryosunda, Türkiye tüm yatırımlarının neredeyse %92'sini yenilenebilir kaynaklı projelere çevirecek. 2030 yılına kadar elektrik üretim yatırımlarındaki fosil yakıt payı, temel olarak doğal gaz çevrim santrallerinde yoğunlaşacak.
- **Yakıt maliyetinden tasarruf:** Yenilenebilir enerjinin hiçbir yakıt maliyeti olmadığından, enerji [d]levrimi senaryosundaki yakıt maliyeti tasarrufları 2050'ye dek 280 milyar Euro'ya ya da yılda 7 milyar Euro'ya ulaşır. Toplamdaki yakıt tasarrufları böylece referans senaryosu ile karşılaştırıldığında toplam ek yatırımların %178'ini karşılar. Kömür ve gaz maliyetleri ulusal ekonomiler üzerinde bir yük olmaya sürdürürken, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı yatırımlar 2050 yılı sonrasında da hiçbir ilave fosil yakıt maliyeti olmaksızın elektrik üretimine devam edecektir.
- **Isı tedarigi:** Bugün yenilenebilir kaynaklar, Türkiye'nin ısıtma ve soğutma alanındaki enerji talebinin %15'ini karşılamaktadır ki, bunun büyük miktarı biyokütle kullanımından gelir. Özellikle yenilenebilir soğutma teknolojileri (örn; güneş enerjili soğutma) ve yenilenebilir prosesli ısı üretimi için gereken dinamik bir gelişmeyi garantilemek adına, bu işe adanmış destek araçları gerekir. Enerji [d]levrimi senaryosunda, yenilenebilir enerjiler, Türkiye'nin toplam ısıtma talebinin 2030'da %52'sini ve

2050'de %87'sini karşılar. Gelişmekte olan yaşam standartları ve ekonomik büyümeye karşın, alınacak enerji verimliliği önlemleri, halihazırda artmakta olan ısıtma ve soğutma amaçlı enerji talebinin 2050 yılında %25 oranında azalmasına yardımcı olur (referans senaryosuna kıyasla). Endüstriyel sektörde, güneş kolektörleri, jeotermal enerji (ısıtma pompaları dahil) ile beraber yenilenebilir kaynaklardan sağlanan elektrik ve hidrojen de giderek artan bir şekilde fosil yakıt ateşlemeli sistemlerin yerine geçiyor. Mevcut konvansiyonel uygulamalarda kömür ve petrolden doğal gaz geçiş, CO₂ emisyonlarında daha fazla düşüşe öncülük ediyor.

- **Isıtma sektörüne yönelik yatırımların geleceği:** Enerji [d]jevrimi senaryosunda, ısıtma ve soğutma sektörleri, ısıtma teknolojilerinin halihazırda yatırım stratejilerinde büyük düzeltmelere ihtiyaç duyacaktır. Özellikle güneş termal ve güneş soğutma ile jeotermal ve ısı pompalama teknolojileri (eğer bu potansiyel ısı sektörü ayağında değerlendirilecekse) kurulumlarında devasa yatırımlara ihtiyaç duyarlar. Günümüzde bu teknolojiler pratikte Türkiye'de yok. Yenilenebilir ısıtma teknolojileri, düşük teknoloji biyokütle fırınlarından ve saydam olmayan güneş kolektörlerinden, çok donanımlı (sofistike) arttırılmış jeotermal sistemlere ve güneş soğutma sistemlerine kadar fazlasıyla çeşitlidir. Dolayısıyla yalnızca yaklaşık olarak hesaplanabilir ki, toplamda enerji [d]jevrimi senaryosu, 2050 yılına dek yenilenebilir ısıtma teknolojilerine yaklaşık 358 milyar Euro yatırıma ihtiyaç duymaktadır (santrallerin ekonomik yaşam süreleri dolduktan sonra yenileri için gereken yatırımlar da dahil) – bu da yılda yaklaşık 9 milyar Euro eder.
- **Enerji sektöründe istihdamın geleceği:** Enerji [d]jevrimi projeksiyonlarının her aşamasında Türkiye enerji sektöründeki istihdam ihtiyacı çok daha fazladır. Her iki senaryoda da kömür sektöründeki son 10 yıllardaki düşüş devam etmektedir. Enerji [d]jevrimi senaryosunda, yenilenebilir enerjilerdeki güçlü gelişme kömürdeki istihdam kayıplarını tazmin eder ve genel enerji sektöründeki iş imkânları artar. İstihdam, 2020 yılında 2012 yılındakine göre 42,000 yeni iş ve %17'lik artışla 126,000'e ulaşır. Sonrasında enerji [d]jevrimi senaryosu istihdam yaratmaya devam eder ve 2030'da 133,000 ile 2012 seviyelerinin %58 üzerinde kalmaya devam eder. Referans senaryosunda da istihdam miktarı artar ancak bu artış daha düşük bir seviyededir. 2020'de 102,000'e ulaşır ve 2030'da 98,000'e düşer. Yenilenebilir enerji, 2030 yılına dek enerji istihdamının %74'ünü karşılar. Burada en büyük pay biyokütle (%29) ve solar ısıtmaya ait olacaktır.
- **Ulaşım:** Türkiye için temel bir hedef, insanları daha küçük arabalar kullanmaları için teşvik etmektir. Ek olarak ulaşım, özellikle de gitgide büyüyen metropollerde, tren, hızlı tramvay ve otobüsler gibi verimli yöntemlere geçiş hayati önem taşıyor. Ulaşım yöntemlerindeki bu değişikliklerle fosil yakıt fiyatlarının artışı referans senaryosunda öngörülen araba satışlarındaki müthiş artış düşürüyor. Nüfus artışı, GSYİH büyümesi ve yüksek yaşam standartlarından dolayı, ulaşım sektöründen gelen enerji talebinin, enerji [d]jevrimi senaryosunda 2050 yılında %39 oranında artarak 1,000 PJ/yıl'a, yani bugünkü seviyenin (721 PJ/yıl) 279 PJ/yıl daha üzerine çıkması bekleniyor. Ancak 2050'de verimlilik önlemleri ve yöntem değişiklikleri, referans senaryosu (1,785 PJ/yıl) ile karşılaştırıldığında %44 oranında tasarruf sağlar. Hibrit, fişli hibrit ve akülü-elektrikli

trenler ile oldukça yüksek verimlilikteki tahrik teknolojisi, çok yüksek verimlilik kazanımları getirecek. 2030'a dek, enerji [d]jevrimindeki ulaşım sektörünün toplam enerji talebinin %15'ini, 2050'de ise %44'ünü, elektrik sağlayacak.

- **Birincil enerji kaynakları tüketimi:** Enerji [d]jevrimi senaryosu altında birincil enerji kaynaklarına yönelik talep yüzde 15'lik artışla, bugünkü 4,956 PJ/yıl seviyesinden, 5,682 PJ/yıl seviyesine yükselecek. Referans senaryosu ile karşılaştırıldığında, enerji [d]jevrimi senaryosuna göre 2050'de toplam enerji talebi %37 kadar azaltılacak (Referans senaryosundaki değer 2050'de 9,095 PJ'dir). Enerji [d]jevrimi senaryosu mümkün olduğunca hızlı bir şekilde kömür ve petrolü bırakmayı amaçlar. Bu amacı gerçekleştirmek esas itibarıyla kömür santrallerinin yerini yenilenebilir kaynaklara dayalı tesislerin alması ve ulaşım sektöründeki petrol türevi yakıt motorların yerine çok verimli elektrikli araçların hızla devreye girmesi sayesinde mümkündür. Bu da toplam birincil enerji tüketiminde yenilenebilir kaynakların payının 2030'da %45 ve 2050'de %79 olmasına yol açar. Referans senaryosunun aksine enerji [d]jevrimi senaryosunda Türkiye'de hiçbir nükleer enerji santrali kurulmayacak.
- **CO₂ emisyonlarının gelişimi:** Referans senaryosuna göre, Türkiye'nin CO₂ emisyonları 2012 ile 2050 arasında %75 artarken, enerji [d]jevrimi senaryosunda 2012'deki 278 milyon ton seviyesinden 59 milyon ton seviyesine düşecek. Yıllık kişi başı emisyon rakamları da 3.7 tondan 0.7 tona gerileyecek. Nükleer enerji üretiminden kaçınmaya ve artan enerji talebine rağmen elektrik sektöründeki CO₂ emisyonları düşecek. Uzun vadede verimlilik kazanımları ve araçlarda yenilenebilir enerji kullanımının artması, ulaşım sektöründeki emisyonları da aşağı çekecek. Elektrik sektörü, %28'lik CO₂ payı ile 2050 yılında en büyük emisyon kaynağı olacak. Türkiye'nin CO₂ emisyonları, 2050'ye kadar 1990'daki rakamların %54 altında kalacaktır.

Politika değişiklikleri

Enerji [d]jevrimini gerçekleştirmek ve tehlikeli iklim değişikliğinden kaçınmak için, Greenpeace, GWEC ve EREC, enerji sektöründe aşağıdaki politikaların ve eylemlerin uygulamaya sokulmasını talep etmektedir:

1. Fosil yakıtlar ve nükleer enerji için alım garantisi anlaşması dahil tüm teşviklerin kaldırılması
2. Emisyon üst sınırı ve emisyon ticareti yoluyla enerji üretiminin dış (sosyal ve çevresel) maliyetlerinin telafisi
3. Tüm enerji tüketim alanlarında, binalarda ve araçlarda sert verimlilik standartlarının mecburi kılınması
4. Yenilenebilir enerji ve birleştirilmiş ısı ve güç üretimi için yasal bağlayıcılığı olan hedefler oluşturulması
5. Elektrik piyasalarının, yenilenebilir kaynaklara dayalı üretimin lisanslama ve şebekeye öncelikli erişim garantisiyle yeniden yapılandırılması
6. Yatırımcılar için tanımlanmış ve sabit geri dönüşlerin sağlanması, örneğin tarife garantisi planları sunulması
7. Daha çevreci ürün bilgisi sağlayabilmek için daha iyi etiketleme ve ifşa mekanizmaları uygulanması
8. Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği için araştırma ve geliştirme bütçelerinin arttırılması

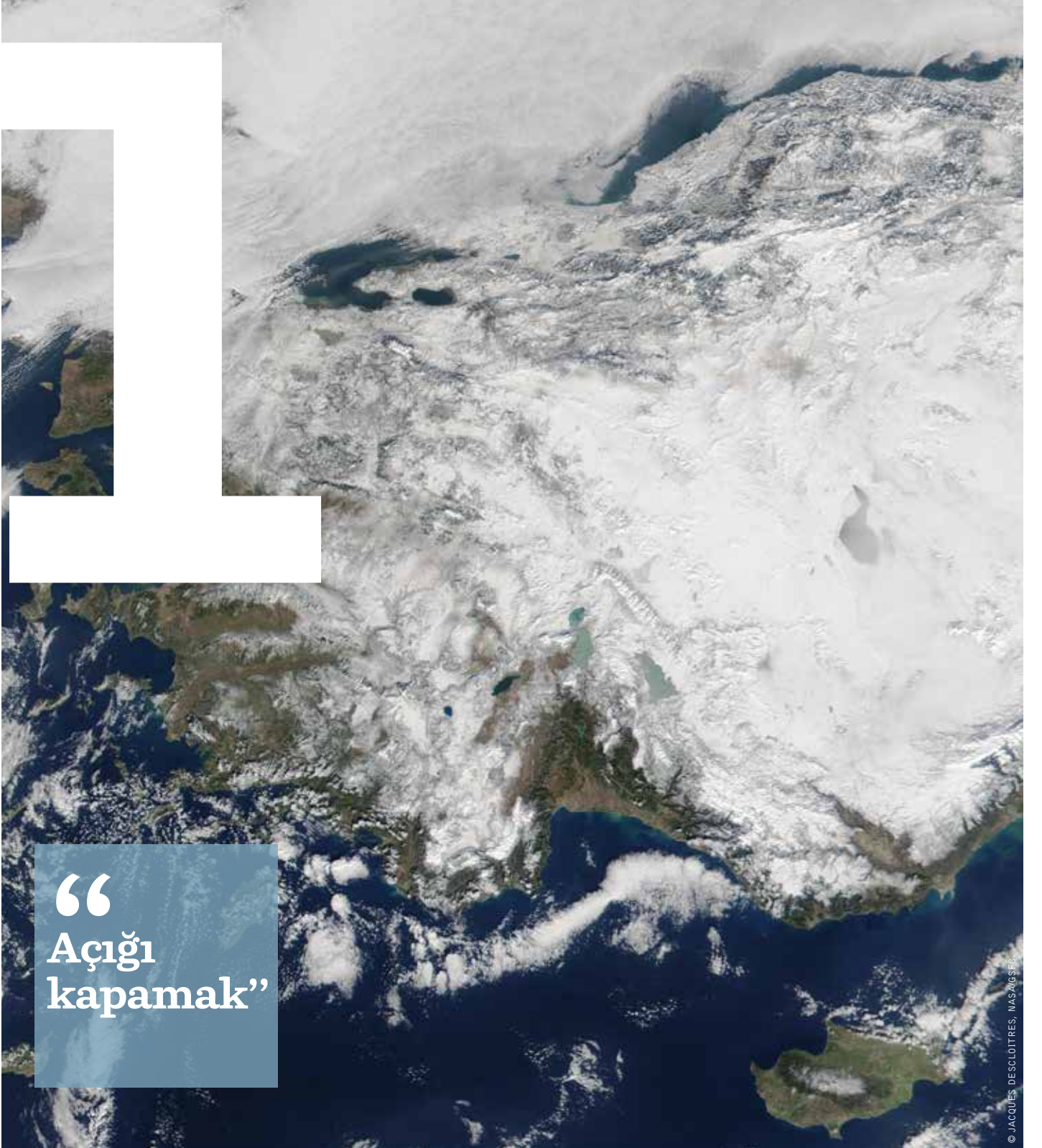
iklim ve enerji politikası

UNFCC VE KYOTO PROTOKOLÜ
ULUSLARARASI ENERJİ POLİTİKASI

TÜRKİYE ENERJİ POLİTİKASI

YENİLENEBİLİR ENERJİ
HEDEFLERİ

ENERJİ SEKTÖRÜNDE POLİTİKA
DEĞİŞİKLİKLERİ



“
Açığı
kapamak”

fotoğraf TÜRKİYE’NİN DAĞLIK OLAN ARAZİLERİ ÇOĞUNLUKLA KARLA KAPLI. FOTOĞRAFIN ÜST ORTASINDAN SAĞ ÜST KISMINA KADAR UZANAN KUZEYDEKİ KÜRE SİRADAĞLARI’NIN KARLA KAPLI TEPELERİ GÖRÜLÜYOR. KUZEY KIYI ŞERİDİNE PARALEL UZANAN DAĞLAR KARADENİZ’E AÇILIR. AYRICA SAĞ ALTTA, KIBRIS ADASI DA GÖRÜLÜYOR.

Eğer iklimi korumak için acilen ve hemen eyleme geçmezsek, iklim değişikliği kaynaklı tehditlerin geri dönüşü mümkün olmayacak. İklim politikasının amacı küresel ısı artışını, endüstri öncesi seviyelerin 2°C üstüyle sınırlamak olmalıdır. Bu hedeflere ulaşmak için enerji sistemimizde değişiklik yapabilmemize yetecek çok az zamanımız var. Bu demektir ki küresel emisyonlar tepe noktasına ulaşmak ve en geç gelecek 10 yılın sonunda düşmeye başlamak zorunda. İleriye dönük tek yol, atmosferdeki sera gazı emisyonlarında hızlı bir azalmadır.

1.1 Birleşmiş Milletler İklim Konvansiyonu

1992 BM İklim Değişikliği Çerçeve Konvansiyonu'nun imzacı tarafları, iklim değişikliğinin yol açtığı küresel tehditleri kabul ederek 1997'de Kyoto Protokolü anlaşmasına vardılar. Protokol 2005 başlarında yürürlüğe girdi. Taraflar, anlaşmanın iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için görüşmeler yapmak üzere devamlı olarak bir araya geliyor. Yalnızca önde gelen endüstrileşmiş bir ülke, ABD, protokolü onaylamadı. 2011 yılında ise Kanada protokolden ayrılmaya niyetini duyurdu.

UNFCCC'nin (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi) 195 üyesinin, 2009 yılında Kopenhag'da iddialı ve adil emisyon azaltımlarına yönelik yeni bir iklim değişikliği anlaşması ortaya çıkaracakları varsayılıyordu. Ne yazık ki bu konferansta böyle bir anlaşmaya varma isteği başarısızlığa uğradı.

2012'de Durban'daki Taraflar Konferansı'nda, 2015 yılına dek yeni bir anlaşma hazırlamak üzere anlaşmaya varıldı. Ayrıca 2012 sonunda ikinci bir taahhüt dönemi başlatmak üzere de anlaşmaya varıldı. Ancak Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın 2020 için iklim eylemi başlıkları üzerine incelemesi gösteriyor ki, iklim değişikliğini tersine çevirmek için bilimin talep ettikleri ile ülkelerin yapmayı planladıkları arasında hâlâ çok büyük bir boşluk var. Hükümetler tarafından önerilen azaltım başlıkları, büyük ihtimalle, küresel ısınmanın, endüstri öncesi seviyelerin en az 2.5 ila 5 derece üzerine çıkmasına yol açacak.² Bu da demek oluyor ki, IPCC'nin (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) Beşinci Değerlendirme Raporu'nun ardından 2015'de yapılacak yeni anlaşmanın, 2020'ye dek ısı artışının 2°C'nin altında kalacağı bir yol planı çıkarması gerekiyor.

kutu 1.1: Kyoto Protokolü ne yapar?

Kyoto Protokolü, 193 ülkenin (imzacının) sera gazı emisyonlarını 1990 seviyelerinin %5.2 oranında azaltmalarını taahhüt eder. Bu azatımlara 2008-2012 yıllarında ulaşılması hedefleniyordu. Protokol bünyesinde pek çok ülke ve bölge, ulusal ve bölgesel azaltım hedeflerini hazırladı. Örneğin, Avrupa Birliği'nin taahhüdü toplamda %8 azaltım. AB bu hedefe ulaşılabilmesi için ayrıca yenilenebilir enerjinin payını da 2010 yılına kadar %6'dan %12'ye çıkarmak üzere de bir hedef koydu.

Böyle bir anlaşma aşağıdaki koşulları garantilemelidir:

- Endüstrileşmiş ülkeler emisyonlarını, 1990 seviyeleri ile karşılaştırıldığında 2020 yılına dek ortalama olarak en az %40 azaltmalıdırlar.
- Endüstrileşmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkelere, iklim değişikliğine uyum sağlayabilmeleri, ormanlarını koruyabilmeleri ve enerji devriminin bir parçası olabilmelerini sağlamak amacıyla yeni oluşturulan Yeşil İklim Fonu kapsamında, yılda en az 140 milyar dolar fon sağlamalıdırlar.
- Gelişmekte olan ülkeler, 2020 yılına dek öngörülen gelişimleri ile karşılaştırıldığında sera gazı emisyonlarını %15-30 arasında azaltmalıdırlar.

1.2 Uluslararası enerji politikası

Şu anda, yenilenebilir enerji santrallerinin, eski nükleer ve fosil yakıt tesisleriyle rekabet etmek zorunda kaldığı ama aynı seviyede olmadığı pek çok enerji piyasasında bir çarpıklık mevcuttur.

Çünkü tüketiciler ve vergi mükellefleri orijinal yatırımların kâr ve amortismanını çoktan ödemiş olduklarından, bu santraller sıradışı bir maliyette çalışıyorlar.

Piyasadaki çarpıklıkla başedebilmek için politik eyleme ihtiyaç var. Yenilenebilir enerji teknolojileri ancak bu sayede hak ettikleri gibi rekabet edebilirler. Tüm dünyada hükümetler elektrik piyasalarını serbestleştirirken, yenilenebilir enerjinin gitgide artan rekabetçiliği, bunlara yönelik talebin daha fazla artmasına öncülük etmelidir. Ancak politik destek olmadıkça yenilenebilir enerji dezavantajlı ve marjinal olmaya devam edecek. Çünkü onlarca yıl boyunca konvansiyonel teknolojilere çok büyük miktarda finansal, politik ve yapısal destek verilmiş durumda. Bu nedenle de yenilenebilir kaynakları geliştirmek güçlü politik ve ekonomik uğraşlar gerektirecektir. Örneğin yenilenebilir kaynaklara dayalı üretim yatırımlarına, 20 yıla varan sürelerle yasalar aracılığıyla sabit fiyat tarifelerinin garanti edilmesi gibi. Yenilenebilir enerji ayrıca sürdürülebilir ekonomik büyümeye, yüksek kalitede işlere, teknolojinin gelişimine, küresel rekabete ve ar-ge çalışmaları ile endüstriyel gelişmelerin öncülüğüne de katkıda bulunacaktır.

1.3 Türkiye enerji politikası

Türkiye'nin uzun vadeli planlamaya çok az önem verirken hızla gelişen bir enerji piyasası mevcut. Enerji için gereken yakıtın %88'i ithal edildiğinden, ülke fazlasıyla dışa bağımlıdır. Elektrik üretimi ve ısıtma amaçlı doğal gaz kullanımı bunun oldukça büyük bir payını oluşturmaktadır.

Ülkenin ekonomik durumu ile yerel rezervler olan kömür ve hidroelektrik potansiyeli nedeniyle, Türkiye'de elektrik 1980'lere kadar esas itibarıyla bu iki yakıttan elde edildi. 1987'de Türkiye, yıllık 500 milyon m³ ile doğal gaz müşterisi oldu. 2000'lerde ise doğal gaz kullanımı dramatik bir şekilde artarak 2008 yılında 36,8 milyar m³ seviyesine ulaştı.

fotoğraf DANİMARKA, KOPENHAG'A YAKIN MIDDLEGRUNDEN'DEKİ BİR AÇIK DENİZ RÜZGAR ÇİFTLİĞİ İÇİN BİR KISMI KURULMUŞ RÜZGAR TÜRBİNLERİ.



Ankara ve İstanbul'da hava kirliliğiyle mücadele etmek amacıyla, sözde "temiz yakıt" doğal gaz, ısıtma amaçlı kullanılmaya başlandı. Özellikle yakın gelecekte enerji sıkıntısı yaşanacağı tartışması yeni doğal gaz boru hattı projelerini gündeme getirdi ve Aralık 97'de Rusya ile Mavi Akım Anlaşması imzalandı.

Mavi Akım ve çok büyük miktarda doğal gaz için "al ya da öde" anlaşması ile beraber gelen, Turusgas anlaşmalarını takiben, yerel/uluslararası enerji şirketleri, 1990'ların sonuna dek yap işlet devret veya yap işlet modelleri ile çok sayıda doğal gaz kombine çevrim santralleri inşa ettiler. Ve bu şirketlere, üretecekleri elektrik için devlet tarafından fiyat ve alım garantisi sağlandı.

2002'ye gelince, doğal gaz kullanımını endüstri ve konutsal ısıtma olmak üzere ayırıştırarak şekilde bir politika benimsendi ve büyük şehirlere yüksek-basınçlı iletim hatları yapılmaya başladı. Bugün, bu hatların uzunluğu yaklaşık 11,400 km'dir.

Türkiye'deki doğal gaz ile ilgili genel kanı, bu yakıtın elektrik üretimi için son kaynak olması gerektiğidir. En pahalı yakıt olması ve fiyat istikrarı veya yakıt temini üzerinde ülkenin hiçbir kontrolünün bulunmaması, doğal gazdan elektrik üretimini basit anlamda mantıksız hale getirmektedir. Muhteşem doğal gaz rezervlerine sahip Rusya bile rezervlerini elektrik üretimi için kullanmıyor. Enerji politikaları, çoğunlukla da enerji ithalatı ve doğal gazın buna büyük katkısı nedeniyle, Türkiye'yi bir bütçe açığına soktu.

Diğer yandan Türkiye, son yıllarda, son on yılda kaydedilen

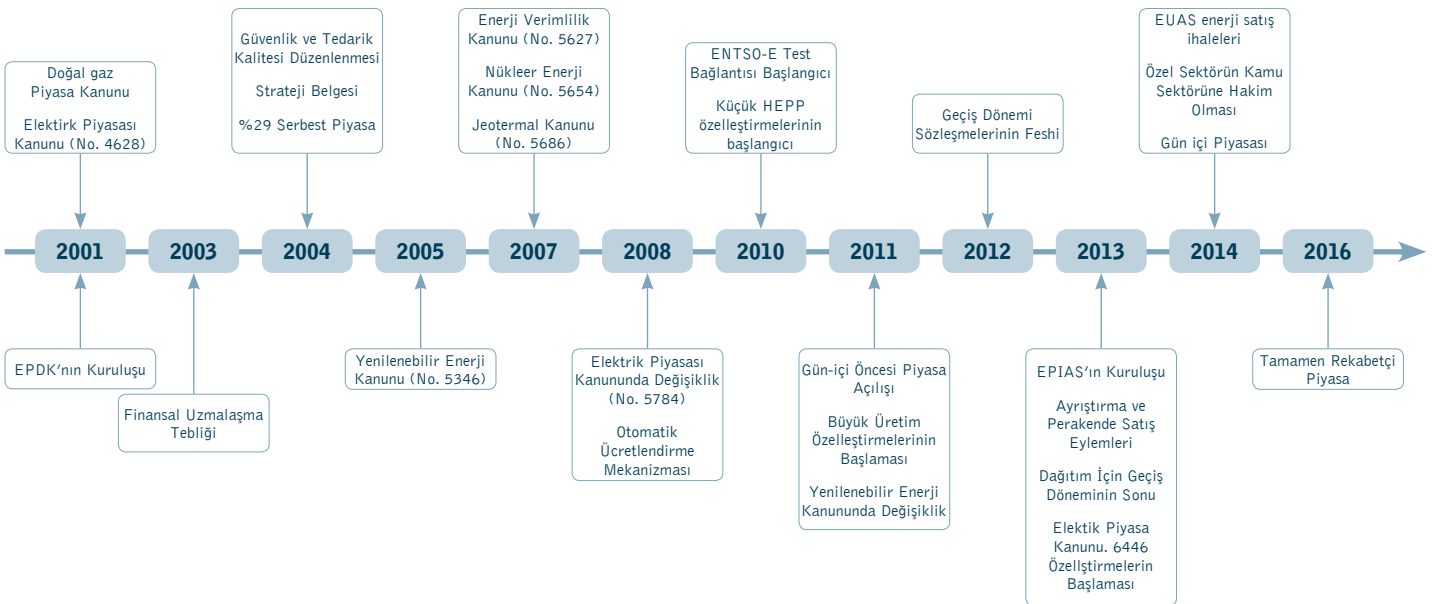
ekonomik büyümesine paralel olarak dünyanın en hızlı büyüyen enerji piyasalarından biri haline geldi. Bu süreçte özelleştirme programı (elektrik üretimi yatırımları gelecek birkaç yıl içinde tamamlanmak üzere kurulurken, elektrik dağıtımı tamamen özelleştirildi), ülkenin enerji sektörüne oldukça fazla rekabetçi bir yapı getirdi. Enerji Bakanlığı'na göre, 2023'e dek, Türkiye'nin enerji talebini karşılaması istenen yatırımların toplam miktarı, yaklaşık 120 milyar USD, yani geçen on yıldaki yatırımların toplam miktarının iki katından fazlası olarak tahmin ediliyor.

Aşağıdaki çizelge³ Türkiye enerji piyasasının gelişimini göstermektedir. EPDK'nın (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) kurulması ile başlayıp bunu takip eden özelleştirme aşamaları ve enerji ile ilgili her yasayı içerir.

Uzun vadeli enerji planlamasına çok az özen gösterilmesine karşın, Türk hükümetinin 2023'e, Cumhuriyet'in kuruluşunun yüzüncü yılına dair tutkulu vizyonu, Türkiye'deki enerji sektörü için gösterişli hedefler içeriyor. Bu hedeflerin içinde;

- Kurulu gücü 120,000 MW'a yükseltmek
- Yenilenebilirlerin payını yüzde 30'a çıkarmak
- Hidroelektrik kullanımını en üst düzeye getirmek
- Rüzgâr enerjisi gücünün kurulu kapasitesini 20,000 MW'a çıkarmak
- 600 MW'lık jeotermal ve 3000 MW'lık güneş enerjisi santrali kurmak

şekil 1.1: Türkiye enerji politikasının yol haritası



not

EPIAS'IN KURULUMUYLA BAŞLAYAN VE GÜN-İÇİ PİYASAYLA TAKİP EDEN SÜREÇ HALEN TAMAMLANMADI.

referans

3 EHE ENERJİ SEKTÖRÜ : YATIRIMCILAR İÇİN HIZLI BİR TUR, DELOITTE TÜRKİYE, KASIM 2013.

kaynak

EHE ENERJİ SEKTÖRÜ : YATIRIMCILAR İÇİN HIZLI BİR TUR, DELOITTE TÜRKİYE, KASIM 2013.

- İletim hatlarının uzunluğunu 60,717 km'ye uzatmak
- 158,460 MVA'lık bir güç dağıtım birimi kapasitesine ulaşmak
- Akıllı şebeke kullanımını arttırmak
- Doğal gaz depolama kapasitesini 5 milyar m³'e yükseltmek
- Bir enerji borsası oluşturmak
- Nükleer elektrik santralleri kurdurtmak (2023'te işletmede iki, inşa halinde bir nükleer santral)
- 18,500 MWh kapasiteli kömüre dayalı elektrik santralleri inşa etmek⁴

Türkiye'nin enerji politikasının ayrıca hesaba kattığı şey; toplam kurulu kapasitenin 2023 yılına dek iki katına çıkmasının beklenmesidir. Yenilenebilir enerji payının artmasını öngörmesine karşın, nükleer ve fosil yakıtlar hâlâ bu stratejide ana omurgayı oluşturmaktadır. Türkiye'nin şu anki cari açığının çoğunun doğal gaz kaynaklı olduğu düşünülmekte ve açığın azaltılması planlanmaktadır;

Kömürlü termik santrallerin önümüzdeki 10 yıl için gündemin büyük bir kısmını kaplaması beklenmektedir. 2023 yılına ilişkin 12 resmi hedeften biri 18,500 MW kömür santrali inşa etmektir ve yatırımın her aşaması için kurulması beklenen 90 proje mevcuttur. Ancak hâlâ, şu anki cari açığı azaltmak için yerel kömür rezervlerini kullanma planının tersine, bu projelerin 34 tanesi (ki bunlar toplam önerilen tesislerin kurulu gücünün neredeyse yarısına denk gelmektedir) ithal kömüre dayalıdır.

Nispeten güçlü bir piyasa yarattıktan sonra, Türkiye uzun zamandır planlanan **nükleer projeleri** hızlandırdı ve Rusya ile 4,800 MW'lık nükleer reaktörlerin kurulumunu içeren bir ülkelerarası anlaşma imzaladı. Nükleer Santral Projesi Rusya tarafından Türkiye'de (Akkuyu) yapılacak. Akkuyu ile birlikte, Japon Hükümeti ile de başka bir anlaşma imzalandı ve şu anda Japon Parlamentosunda onaylanması bekleniyor. Türkiye'de şu anki tarifeli alım garantisi yalnızca yenilenebilirleri kapsamına karşın, nükleer tesis anlaşması, uzun vadeli elektrik alım anlaşması ile beraber imzalanmıştır. Anlaşma, kwh başına 12.35 USD sent olmak üzere 15 yıllık bir alım garantisi sunmaktadır. Bu miktar, şu anki spot market elektrik fiyatından yaklaşık %40-50 daha yüksektir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin enerji bağımlılığı ve uzun vadeli bir vizyonu olmadan hızla büyüyen piyasası büyük ihtimalle önümüzdeki yıllarda ülkeyi etkileyecek.

Planlanan ithal kömürlü termik santraller ve enerji verimliliği ile yenilenebilirler bu kadar az önem verilmesi nedeniyle enerjide dışa bağımlılık aynı kalacaktır. İklim değişikliği ve çevresel etki değerlendirmede kümülatif etkinin göz ardı edilmesi, hem iklim hem de Türkiye insanı üzerinde sağlıktan yerel ekonomilere geniş bir alanda geri dönüşü olmayan etkiler yapacak.

1.4 Yenilenebilir enerji hedefleri

Giderek artan sayıda ülke sera gazı emisyonlarını azaltmak ve enerji güvenliğini arttırmak için yenilenebilir enerji hedeflerini oluşturdu. Genellikle kurulu güç veya enerji tüketiminin yüzdesi olarak ifade edilen bu hedefler, yenilenebilir enerjilerin dünya çapındaki payını arttırmak adına da önemli hızlandırıcılardır.

Ancak elektrik sektöründe yatırım ufku 40 yıla kadar olabilir. Bu nedenle yenilenebilir enerji hedeflerinin etkili olabilmeleri için de kısa, orta ve uzun vadeli adımları ve yasal bağlayıcılıkları olmalıdır. Ayrıca yenilenebilir elektrik üretimi için tarife garantileri gibi teşvik edici mekanizmalarla da desteklenmelidir. Yenilenebilir enerji oranlarında gözle görülür bir artış elde edebilmek için, hedeflerin her teknoloji (rüzgar, güneş, biyokütle vs) için yerel potansiyele uygun olarak belirlenmesi ve belirlenen miktarı yerine getirebilmek için becerileri ve imalat altyapısını geliştirecek politikalar ile tamamlanmalıdır.

Rüzgâr ve güneş endüstrilerinin verileri gösteriyor ki yenilenebilir enerji sektöründe %30-35 oranında bir büyümeyi muhafaza etmek mümkün. Avrupa Fotovoltaik Endüstri Kurumu (European Photovoltaic Industry Association)⁵, Avrupa Isıl Gücü Endüstri Kurumu (The European Solar Thermal Power Industry Association)⁶, Küresel Rüzgar Enerjisi Konseyi (Global Wind Energy Council)⁷ ve Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi (European Renewable Energy Council), Greenpeace ile birlikte 1990'dan beri bu temiz enerji endüstrilerinin gelişimini Küresel Görünüm serisinde belgeledi ve 2020 ile 2040'a dek bir büyüme öngördü.

referanslar

4 [HTTP://WWW.INVEST.GOV.TR/EN-US/SECTORS/PAGES/ENERGY.ASPX](http://www.invest.gov.tr/en-us/sectors/pages/energy.aspx)

5 "SOLARGENERATION IV", EYLÜL 2009.

6 "GLOBAL CONCENTRATED SOLAR POWER OUTLOOK - WHY RENEWABLES ARE HOT!" MAYIS 2009.

7 "GLOBAL WIND ENERGY OUTLOOK 2008", EKİM 2008.

fotoğraf JAPONYA FUKUSHIMA'DAN TANIKLAR, KANAKO NISHIKATA VE İKİ ÇOĞUĞU KAITO VE FUU. VE TATSUKO OGAWARA, WENDLAND'DEKİ KLENNOW'DA BİR RÜZGAR ÇİFTLİĞİNİ ZİYARET EDİYOR.



1.5 Enerji sektöründe politika değişimleri

Greenpeace ve yenilenebilir enerji endüstrisi, yenilenebilir kaynaklara geçişi teşvik etmek adına yapılması gereken politika değişiklikleri konusunda ortak bir gündem paylaşıyorlar.

Ana talepler şunlardır:

1. Fosil yakıtlar ve nükleer enerji için alım garantisi anlaşması dahil tüm teşviklerin kaldırılması
2. Emisyon üst sınırı ve emisyon ticareti yoluyla enerji üretiminin dış (sosyal ve çevresel) maliyetlerinin telafisi
3. Tüm enerji tüketim alanlarında, binalarda ve araçlarda sert verimlilik standartlarının mecburi kılınması
4. Yenilenebilir enerji ve birleştirilmiş ısı ve güç üretimi için yasal bağlayıcılığı olan hedefler oluşturulması
5. Elektrik piyasalarının, yenilenebilir kaynaklara dayalı üretimin lisanslama ve şebekeye öncelikli erişim garantisiyle yeniden yapılandırılması
6. Yatırımcılar için tanımlanmış ve sabit geri dönüşlerin sağlanması, örneğin tarife garantisi planları sunulması
7. Daha çevreci ürün bilgisi sağlayabilmek için daha iyi etiketleme ve ifşa mekanizmaları uygulanması
8. Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği için araştırma ve geliştirme bütçelerinin artırılması

Geleneksel enerji kaynakları, 2010 yılındaki teşviklerden tahminen 409 milyar\$⁸ pay alarak fazlasıyla çarpıtılmış piyasalara yol açtı. Teşvikler, enerji fiyatını yapay olarak düşürür, yenilenebilir enerjileri piyasanın dışında bırakır ve rekabet içinde olmayan teknolojileri ve yakıtlarını destekler. Fosil yakıtlar ve nükleer güce yönelik doğrudan ve dolaylı teşvikleri elemek, enerji sektörü içinde, herkese eşit fırsat verme yolunda ilerlememize yardımcı olacaktır. Eğer piyasalar, sera gazı kirliliğinden kaynaklanan iklim tahribatı pahasına satın alınmış olmasalar, yenilenebilir enerji özel koşullara ihtiyaç duymaz. Kirlenici teknolojilere verilen teşvikler, ekonomik olduğu kadar çevresel olarak da zararlı olduklarından ahlaksızcadır. Geleneksel elektrik üretiminden teşvikleri kaldırmak, yalnızca vergi mükelleflerinin parasını kurtarmakla kalmaz, ayrıca dramatik bir şekilde yenilenebilir enerji desteğine duyulan ihtiyacı da azaltır.

1.5.1 Enerji [d]evrimini uygulamanın en etkili yolu: (sabit) tarifeli alım garantisi yasaları

İster geleneksel ister yenilenebilir enerji olsun, enerji altyapısını planlamak ve yatırım yapmak, on yıllar içerisinde güvenilir bir politik çerçeveye ihtiyaç duyar.

Etkin bir tarifeli alım garantisi yasası için temel ihtiyaçlar:

İster geleneksel ister yenilenebilir enerji olsun, enerji altyapısını planlamak ve yatırım yapmak, on yıllar içerisinde güvenilir bir politik çerçeveye ihtiyaç duyar.

1. **Yatırımcı için uzun vadeli güvence:** Yatırımcı, yatırım süresi boyunca santral kendini geri ödeyene dek enerji politikasının sabit kalacağını bilme ihtiyacı duyar. Yatırımcılar yaptıkları yatırımdan "iyi" bir geri dönüş beklerler ve iyi bir dönüşün evrensel bir tanımı olmadığından, bu büyük çoğunlukla ülkenin enflasyon oranına bağlıdır. Örneğin Almanya'da yıllık yaklaşık %2'lik bir enflasyon oranı vardır ve bir yatırımın finansal sektör tarafından beklenen minimum geri dönüşü %6 ila %7'dir. %10 ila %15'lik geri dönüşlere ulaşmak son derece iyi ve %20'nin üzerindeki oranlar ise şüpheli olarak görülür.
2. **Finansörlere uzun vadeli güvence:** Yatırımları destekleyecek finansörler, güç santrallerinden elde edilen elektrik veya ısının, yapılan yatırıma "iyi" bir geri dönüşü (ROI) garantileyecek ölçüde bir fiyata piyasada satılıp satılamayacağını öğrenmek ister. Eğer geri dönüş yüksekse, finans sektörü bu yatırımı finanse edecektir. Geri dönüş, diğer yatırımlara göre düşükse o zaman finans kurumları bu yatırıma yanaşmayacaktır.
3. **Şeffaf planlama süreci:** Şeffaf bir planlama süreci, proje geliştiriciler için, planlanan projeyi yatırımcıya veya kamu otoritelerine satabilmeleri adına bir anahtardır. Lisanslama süreci baştan sona açık ve şeffaf olmalıdır.
4. **Şebekeye erişim:** Şebekeye adil bir erişim yenilenebilir güç santralleri için zorunludur. Eğer şebekeye erişim mümkün değilse veya maliyeti çok yüksek ise proje inşa edilmeyecektir. Bir güç santralini çalıştırabilmek için, yatırımcıların burada üretilecek elektriği güvenilir bir şekilde şebekeye satıp satamayacağını bilmesi şarttır. Eğer belirli bir güç santralinin (örneğin bir rüzgar çiftliği) şebekeye öncelikli erişimi yoksa, başka güç santrallerinden çok fazla ikmal varsa veya şebekede tıkanıklık durumu varsa işletmecisi tesisi kapatmak zorunda kalabilir. Bu ayarlama, projenin finansal durumunu büyük riske sokar veya hiç finanse edilmez ya da geri dönüşü düşürecek bir "risk primi"ni beraberinde getirir.

referans

8 "IEA WORLD ENERGY OUTLOOK 2011", PARIS KASIM 2011, BÖLÜM 14, SAYFA 507.

enerji [d]evrimi kavramı

2

TEMEL İLKELER

“3 ADIM UYGULAMASI”

YENİ ELEKTRİK ŞEBEKESİ



“akıllı kullanım, üretim ve dağıtım, bu kavramın özünde vardır”

fotoğraf SOLDA VAN GÖLÜ. UZUNLUĞU 120 KM VE GENİŞLİĞİ 80 KİLOMETREDİR. DAĞLARDAN GELEN AKARSULARLA BESLENMEKTEDİR, ANCAK BUHARLAŞMA DIŞINDA BİR ÇIKIŞ YOLU YOKTUR. TUZ VE MİNERALLERİN OLUŞUMU ÖYLESİNE YOĞUNDUR Kİ, SULARINDA SADECE BİR TÜR BALIK YAŞAYABİLMEKTEDİR. VAN GÖLÜ'NÜN SAĞINDA İRAN SINIRLARI İÇİNDE YER ALAN URUMİYE GÖLÜ YER ALMAKTADIR. URUMİYE GÖLÜ SİĞİR VE DİP TORTULARI VAN GÖLÜ'NÜN DERİN SİYAH SULARIYLA KARŞILAŞTIRILDIĞINDA SULARINA TURKUAZ BİR RENK VERİR. HER İKİ GÖLÜN KUZEYİNDE İSE ERMENİSTAN'IN SEVANA GÖLÜ YER ALMAKTADIR.



Uzmanlar, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini önlemek için, enerji tüketme ve üretme biçimimizde köklü bir dönüşümü derhal başlatmamız ve gelecek on yıl içinde bunları çoktan uygulamaya koymuş olmamız gerektiği konusunda mutabıktır.⁹ Bu zorlu görevin ölçeği, bir yandan ekonomik büyümeyi korurken, diğer yandan da enerjiyi üretim, tüketim ve dağıtım yöntemlerimizde topyekûn değişiklik yapmayı gerektiriyor. Yıkıcı etkilerin yaşanmaması için küresel ısınma artışını 2°C nin altında sınırlayabilmemizi böyle bir devrimden başka hiç bir şey sağlayamaz. Bu bölümde, 2005 yılında yayınlanan ilk enerji [d]evrimi senaryosundan itibaren senaryo modellemenin temelini oluşturan enerji [d]evrimi kavramının başlıca ilke ve stratejileri açıklanmaktadır. Ancak, teknolojiler geliştikçe, yeni teknik ve ekonomik olanaklar ortaya çıktıkça bu kavram sürekli olarak geliştirilmektedir.

Mevcut elektrik üretimi ağırlıklı olarak, karbondioksit üreten ve birincil enerji girişinin çoğunu israf eden, büyük tesislerde fosil yakıt yakılarak gerçekleştiriliyor. Elektrik, şebeke içerisinde dolaştırıldıkça ve yüksek iletim voltajından, yerel veya ticari tüketiciler için uygun bir seviyeye indirildikçe enerji kaybı daha çok olur. Sistem kesintiye uğramaya açıktır: Yerel hava koşulları veya teknik nedenlerle oluşan, hatta kasıtlı yapılan hatalar hızla üst üste eklenir ve yaygın elektrik kesintilerine neden olur. Bu eski moda yapılandırma içinde hangi elektrik üretim teknolojisi kullanılırsa kullanılsın, kaçınılmaz olarak bu sorunların bir kısmı veya tamamı er geç yaşanacaktır. Bu sebeple enerji [d]evriminin özünde, enerjinin hem üretim hem de dağıtım yöntemleriyle ilgili değişiklikler vardır.

2.1 Temel ilkeler

Enerji [d]evrimi beş temel ilkeye bağlı kalarak gerçekleştirilebilir:

1. Doğal sınırlara saygılı olmak – bu yüzyılın sonuna kadar fosil yakıtların saf dışı bırakılması. Doğal sınırlara saygı göstermeyi öğrenmek zorundayız. Atmosferin emebileceği karbonun miktarı sınırlıdır. Her yıl 30 milyar tona denk düşen karbon yayıyor, kelimenin tam anlamıyla gökyüzünü dolduruyoruz. Jeolojik kömür kaynakları bize birkaç yüzyıl daha yetecek yakıtı temin edebilir. Fakat biz onu hem yakıp, hem de güvenli limitler içinde tutmaya devam edemeyiz. Petrol ve kömür rezervi geliştirme çalışmalarına son verilmelidir.

Küresel enerji [d]evrimi senaryosu 2050 yılına kadar enerji bağlantılı CO₂ emisyonlarını maksimum 3.5 Gigatona (Gt) indirmeyi ve yine 2050'ye kadar fosil yakıtların %80'ini saf dışı bırakmayı hedefler.

2. Hakkaniyet ve enerjiye adil erişim. Doğal sınırlamalar olduğu sürece fayda ve maliyetlerin topluluklar, uluslar ve günümüz ile gelecek arasında adil şekilde dağıtılması gerekir. Bir uçta dünya nüfusunun üçte birinin elektriğe erişimi yokken, diğer uçta en ileri düzeyde sanayileşmiş ülkeler kendilerine düşen paydan çok daha fazlasını kullanıyor. En yoksul toplulukların maruz kaldığı iklim değişikliği etkileri, büyük küresel enerji eşitsizliği nedeniyle şiddetleniyor. İklim değişikliği konusunda çözümler bulacaksak, ilkelerden biri eşitlik ve adalet olmalıdır ki, enerji hizmetlerinden (aydınlatma,

ısınma, elektrik ve ulaşım gibi), kuzeyden güneye, zenginden fakire, herkes yararlanabilsin. Ancak bu şekilde gerçek enerji güvenliği ve insan sağlığı ile refahı için hakiki koşulları yaratabiliriz.

Küresel enerji [d]evrimi senaryosu, teknik açıdan mümkün olduğu anda enerji eşitliğini sağlamayı hedefler. 2050 itibarıyla yıllık ortalama kişi başına düşen emisyon 0.5 ila 1 ton CO₂ olmalıdır.

3. Temiz, yenilenebilir çözümler uygulamak ve enerji sistemlerini tek merkezli olmaktan çıkarmak. Bir enerji sıkıntısı yok. Yapmamız gereken tek şey, mevcut teknolojileri ve enerjiyi etkin ve verimli şekilde kullanmak. Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği önlemleri hazır, güvenilir ve giderek daha da rekabetçi. Rüzgâr, güneş ve diğer yenilenebilir enerji teknolojileri son on yıldır pazar büyümesinde çift haneli sayılara ulaştı.¹⁰

İklim değişikliği ne kadar gerçekse, yenilenebilir enerji sektörü de bir o kadar gerçektir. Sürdürülebilir, merkezileşmemiş enerji sistemleri daha az karbon salımına yol açar, daha ucuzdur ve ithal yakıta daha az bağımlıdır. Daha fazla istihdam yaratırlar ve yerel toplulukları güçlendirirler. Merkezileşmemiş sistemler daha güvenli ve daha verimlidir. Enerji [d]evrimi de bunu yaratmayı hedeflemelidir.

“TAŞ DEVRİ TAŞ BİTTİĞİ İÇİN SON BULMADI VE PETROL DEVRİ DE DÜNYADAKİ PETROL TÜKENMEDEN ÇOK DAHA ÖNCE SONA ERECEK.”

Şeyh Zeki Yamani, Eski Suudi Arabistan Petrol Bakanı

Yeryüzü ikliminin kontrol dışına çıkmaması için dünya fosil yakıt rezervlerinin – kömür, petrol ve gaz – çoğunun yeraltında kalması gerekiyor. Hedefimiz insanlığın dünyanın doğal sınırları içinde yaşamasıdır. Hedefimiz insanların küçük gezegenimizin doğal limitleri içinde yaşamaya devam etmesini sağlamaktır.

4. Büyüme ile fosil yakıt kullanımını birbirinden ayırmak. Başta gelişmiş ülkelerde olmak üzere, ekonomik büyümeyle fosil yakıt kullanımı birbirinden tamamen ayrılmış olmalıdır. Ekonomik büyümenin fosil yakıtların daha fazla yakılmasına dayandırılması varsayımı tamamen yanlıştır. Ürettiğimiz enerjiyi çok daha verimli şekilde kullanmalı, temiz ve sürdürülebilir büyüme için yenilenebilir enerjiye geçmeli ve fosil yakıtlardan hızla uzaklaşmalıyız.

5. Kirli, sürdürülemez enerjinin saf dışı bırakılması. Kömür ve nükleer enerjiyi saf dışı bırakmalıyız. Emisyonlar ekosistemleri ve insanları gerçek ve güncel bir tehlikeye maruz bırakırken kömür santrallerini inşa etmeye devam edemeyiz. Nükleer enerji iklim değişikliğiyle mücadele etmeye herhangi bir şekilde yardımcı olabileceği gibi davranarak sayısız nükleer tehdidi ateşlemeye devam edemeyiz. Nükleer enerjinin enerji [d]evriminde bir rolü yoktur.

referanslar

- ⁹ IPCC – YENİLENEBİLİRLER ÖZEL RAPORU, BÖLÜM1, MAYIS 2011
¹⁰ REN 21, YENİLENEBİLİR ENERJİ STATÜ RAPORU 2012, HAZİRAN 2012.

2.2 "3 adım uygulaması"

2009 yılında yenilenebilir enerji kaynakları dünyanın birincil enerji talebinin %13'ünü karşılıyordu. Ağırlıklı ısıtma için kullanılan biyokütle, ana yenilenebilir enerji kaynağıydı. Elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payı %18 idi. Birincil enerji arzının yaklaşık %81'i bugün hâlâ fosil yakıtlardan temin ediliyor.¹¹

Şimdi önümüzdeki on yıl içinde enerjide ve enerji sektöründe önemli yapısal değişiklikleri gerçekleştirme zamanı. ABD, Japonya ve Avrupa Birliği gibi sanayileşmiş ülkelerde birçok enerji santralinin emekliliği yaklaşıyor. Çalışır durumdaki santrallerin yarısından fazlası 20 yaşının üzerinde. Diğer yandan Çin, Hindistan, Güney Afrika ve Brezilya gibi gelişmekte olan ülkeler, genişleyen ekonomilerinin oluşturduğu enerji taleplerini karşılamaya çalışıyor.

Enerji sektörü önümüzdeki 10 yıl içinde yeni elektrik talebini nasıl karşılayacağına, fosil ve nükleer yakıtlara mı, yoksa verimli bir yenilenebilir enerji kullanımına mı yöneleceğine karar verecek. Enerji [d]evrimi senaryosu, dünyanın ihtiyaçlarını karşılamak üzere, yenilenebilir enerji ve birleşik üretim (kojenerasyon) eşliğinde enerji verimliliği için bir politika ve teknik model ortaya koyuyor.

Hem yenilenebilir enerji, hem de birleşik üretim büyük ölçekte tek merkezlilikten uzaklaşarak daha küçük birimlere bölünmek, küresel enerji talebinin genelinden daha hızlı büyümek durumunda. Her iki yaklaşım da eski üretim teknolojilerinin yerini almak ve gelişmekte olan ülkelerin ihtiyaç duyduğu ilave enerjiyi temin etmek zorundadır.

Enerji [d]evrimi'nin altyapısını oluşturmak için bir geçiş aşaması gerekir. Çünkü fosil ve nükleer yakıt üzerine kurulu büyük ölçekli bir enerji sisteminden, birdenbire tamamen yenilenebilir bir enerji tedarik sistemine geçmek mümkün değildir. Bir yandan yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesine sıkı sıkıya bağlıyken, diğer yandan uygun büyüklükteki kojenerasyon

santrallerinde kullanılan konvansiyonel doğal gazın geçiş yakıtı olarak değer taşıdığı ve enerji altyapısının uygun maliyetlerle tek merkezlilikten çıkarılması için bize bir yol sunduğundan farkındayız. Yaz sıcaklıklarının artmasıyla birlikte, ısı ve enerjinin yanında ısı-ateşlemeli soğurma soğutucuları kullanarak soğutma kapasitesi de sağlayan trijenerasyon, emisyonların azalmasını başarmak için değerli bir araç haline gelecek. Enerji [d]evrimi, mevcut enerji besleme yapısını, sürdürülebilir bir sisteme çevirmek için bir gelişme yolu tasarlıyor.

1.Adım: Enerji verimliliği ve eşitlik. Enerji [d]evrimi, enerji verimliliği için mevcut potansiyelden iddialı bir şekilde yararlanır. Yeniliklerin sürekli olacağını varsayarak, gelecekte kullanılabilir bulduğu en iyi güncel uygulamalara ve teknolojilere odaklanır. Enerji tasarrufu esas olarak şu üç sektör arasında eşit bir biçimde dağıtılır: Endüstri, ulaştırma ve evsel/iş. Enerji [d]evrimi'nin temel felsefesi kullanımdan kaçınmak değil, akıllı kullanımdır.

En önemli enerji tasarrufu seçenekleri, gelişmiş ısı yalıtımı ve bina tasarımı, süper verimli elektrikli cihazlar ve sürücüler, eski elektrikli ısıtma sistemlerinin yenilenebilir ısı üretimi sistemleriyle (güneş kolektörleri gibi) değiştirilmesi, eşya ve yolcu trafiğinde kullanılan araçların enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Şu anda sanayileşmiş ülkeler enerjiyi en verimsiz şekilde kullanıyorlar. Oysa bilgi ve eğlence elektroniğinden ya da evlerindeki konfordan bir şey kaybetmeden tüketimlerini büyük ölçüde azaltabilirler. Küresel enerji [d]evrimi senaryosu, gelişmekte olan ülkelerin enerji taleplerini karşılayabilmek için OECD ülkelerinin yapacağı enerji tasarrufuna dayanır. Nihai hedef, önümüzdeki yirmi yıl içinde küresel enerji tüketimini stabilize etmek. Aynı zamanda dünya çapında daha verimli kullanılan arzın, daha adil dağıtılmasına doğru kayarak, "enerji eşitliği" yaratılması da amaçlanıyor.

Birincil enerji talebinde referans senaryoya kıyasla çarpıcı bir azalma sağlamak (aynı GSYİH ve nüfus gelişimi koşullarında), saf dışı kalan nükleer enerjiyi ve fosil yakıtların tüketiminin

şekil 2.1: Merkezi üretim sistemleri, orijinal enerji girdilerinin üçte ikisinden fazlasını kaybeder



referans

11 2011 IEA DÜNYA ENERJİ GÖRÜNÜMÜ, PARIS, KASIM 2011.

fotoğraf NAN'AO'DA BULUNAN NAN RÜZGÂR TARLASINDAKİ RÜZGÂR TÜRBİNLERİ. GUANGDONG, ÇİN'İN EN İYİ RÜZGÂR KAYNAĞINA SAHİP EYALETLERİNDEN BİRİDİR VE HALİHAZIRDA BİRKAÇ ENDÜSTRİYEL ÖLÇEKTE RÜZGÂR ÇİFTLİĞİNE EV SAHİPLİĞİ YAPAR.



azalmasını telafi etmek için, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji tedarik sistemi genelinde ciddi bir paya ulaşmasını sağlamak açısından can alıcı bir ön şarttır.

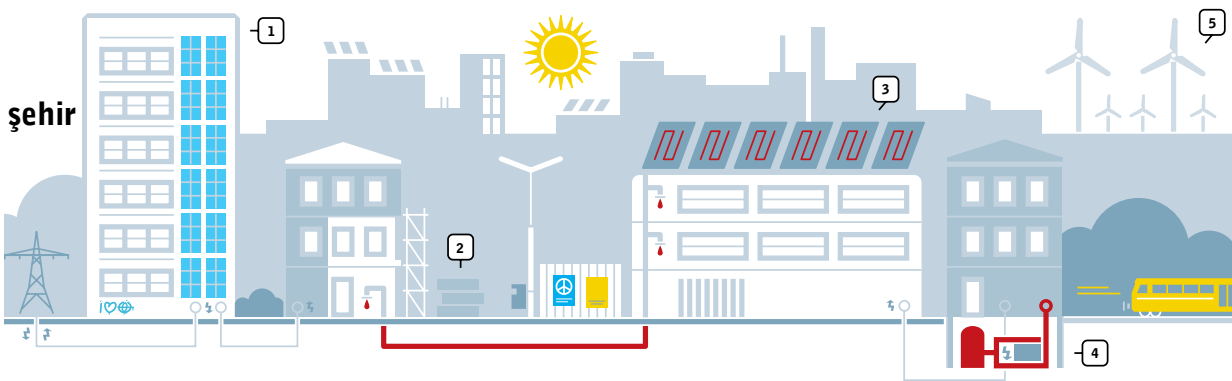
2. Adım:Yenilenebilir enerji [d]evrimi. Merkezileşmemiş enerji ve büyük ölçekli yenilenebilirler. Enerji [d]evrimi senaryosu, daha yüksek yakıt verimliliği elde etmek ve dağıtımda meydana gelen kayıpları azaltmak için merkezileşmemiş enerjiyi (Dağıtık Enerji) yoğun olarak kullanır. Bu terim, kullanılacağı noktada veya yakınlarında üretilen enerji anlamına gelir.

Dağıtık enerji, yüksek voltajlı aktarım sistemleri yerine, evleri ve ofisleri besleyen yerel bir dağıtım ağı sistemine bağlıdır. Enerji üretimi tüketicilere daha yakın olduğu için yanma sürecinde gerçekleşen herhangi bir ısı atığı yakındaki binalara borularla aktarılabilir. Bu, kojenerasyon (bileşik üretim) veya bileşik ısı-güç olarak da bilinen bir sistemdir. Bu da, geleneksel merkezi fosil yakıt elektrik santrallerindeki gibi sadece bir kısmının değil, gaz gibi bir yakıt için tüm giriş enerjisinin kullanıldığı anlamına gelir.

Merkezileşmemiş enerji, örneğin ısı pompaları, güneş ısı panelleri veya biyokütle ısıtması gibi ortak ağlardan tamamen ayrı, tek başına çalışan sistemleri de içerir. Tüm bunlar ev kullanıcılarına sürdürülebilir, düşük emisyonlu ısıtma sağlamak için ticarileştirilebilir. Bazıları, merkezi olmayan enerji teknolojilerini "yıkıcı" buluyorlar çünkü günümüzün elektrik piyasasına ve sistemine uymuyor. Ancak, uygun değişikliklerle bunlar hızla

şekil 2.2: merkezileşmemiş enerjinin geleceği

VERİMLİLİK TEDBİRLERİ VE SIFIR EMİSYON GELİŞMELERİYLE BİRLEŞTİRİLEREK MERKEZİLEŞMEMİŞ ŞEKİLDE UYGULANAN MEVCUT TEKNOLOJİLER, BURADA DA GÖRÜLDÜĞÜ GİBİ DÜŞÜK KARBON TOPLULUKLARI DOĞURABİLİR. ENERJİ, HEM ISI (BAZEN DE SOĞUTMA), HEM DE ELEKTRİĞİN ETKİN KOJENERASYON TEKNOLOJİLERİ KULLANILARAK ÜRETİLMESİYLE BİRLİKTE YEREL AĞLAR ÜZERİNDEN DAĞITILIR. BU, BİNA İLE BÜTÜNLEŞİK OLAN ENERJİ ÜRETİMİNİ TAMAMLAR. ENERJİ ÇÖZÜMLERİ, HEM KÜÇÜK ÖLÇEKTE HEM DE TOPLUM ÖLÇEĞİNDE YEREL FIRSATLARDAN DOĞAR. BURADA GÖSTERİLEN ŞEHİR - DİĞERLERİ ARASINDA- RÜZGÂR, BİYOKÜTLE VE HİDRO KAYNAKLAR KULLANIR. İHTİYAÇ DUYULDUĞUNDA DOĞAL GAZ DA HAYLİ ETKİN BİR ŞEKİLDE KULLANILABİLİR.



- 1. FOTOVOLTAİK GÜNEŞ CEPHELERİ,** OFİS BİNALARINDA VE APARTMANLARDA DEKORATİF BİRER UNSUR OLACAK. FOTOVOLTAİK SİSTEMLER DAHA REKABETÇİ OLACAKLAR VE GELİŞTİRİLMİŞ TASARIM, MİMARLARIN BU SİSTEMLERİ DAHA YAYGIN ŞEKİLDE KULLANMALARINI SAĞLAYACAK.
- 2. RENOVASYON,** GELİŞTİRİLMİŞ ISI YALITIMI, YALITILMIŞ PENCERELER VE MODERN HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ İLE ESKİ BİNALARIN ENERJİ TÜKETİMİNİ %80'E KADAR AZALTABİLİR.

- 3. SOLAR TERMAL KOLEKTÖRLER,** HEM KENDİLERİ HEM DE KOMŞU BİNALAR İÇİN SICAK SU ÜRETİR.
- 4. ETKİN TERMAL GÜÇ (KOJENERASYON - CHP) İSTASYONLARI** ÇEŞİTLİ ÖLÇÜLERDE OLACAK. MÜSTAKİL BİR EVİN MAHZENİNE MONTE EDİLEBİLECEK VEYA BÜTÜN BİR YAPI KOMPLEKSİNE YA DA APARTMAN BLOKLARINA, AKTARMA ESNASINDA HİÇBİR KAYIP YAŞAMADAN ENERJİ VE ISI DESTEĞİ VEREBİLECEK.
- 5. ŞEHİRLER İÇİN TEMİZ ELEKTRİK** DAHA UZAK MESAFELERDEN DE SAĞLANACAK. AÇIK DENİZ RÜZGÂR PARKLARININ VE ÇÖLLERDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ İSTASYONLARININ MUAZZAM BİR POTANSİYELİ VAR.

fotoğraf İSVİÇRE, İTTİGEN BERN'DE BİYOGAZ TESİSİ BULUNAN BİR ÇİFTLİKTEKİ İNEKLER. ÇİFTÇİ PETER WYSS ÇİFTLİĞİNDEKİ FAALİYETLERİ BİYOGAZ TESİSİNDE İNEK GÜBRESİNDEN TEMİN ETTİĞİ YEŞİL ELEKTRİK, SIVI GÜBRE VE ATIK GIDA ÜRETİMİYLE GERÇEKLEŞTİRİYOR.



hizmet tedarikçisi hareket etmeye doğru yönelecek. Ayrıca enerji santrallerinin çoğunluğu herhangi bir yakıt beslemesi gerektirmeyeceğinden, madencilik ve diğer yakıt üretimi şirketleri stratejik önemlerini yitirecekler. Enerji [d]evrimi bünyesindeki yapılanmanın geleceğinde kamu hizmeti şirketleri statülerini kaybederken, rüzgâr türbini üreticileri gibi git gide daha çok sayıda yenilenebilir enerji şirketinin proje geliştirme, kurulum, işletme ve bakım hizmetlerine dahil olmasına şahitlik edeceğiz. Yenilenebilir proje geliştirme yolunda hareket etmeyen geleneksel enerji tedarik şirketleri ise ya pazar paylarını kaybedecek ya da tamamen piyasanın dışında kalacaklar.

Sürdürülebilir, temiz enerjilerin rolü. İklim değişikliğinden kurtulabilmek adına yapılması gereken dramatik emisyon azaltımlarına ulaşabilmek için, 2050 yılına dek OECD ülkelerinde yaklaşık %80 olmak üzere, yenilenebilir enerjide muazzam bir yükseliş olması gerekmektedir. Hem fosil yakıtlarla nükleer enerjinin yerine geçirilebilmesi, hem de küresel büyüme için gereken ölçek ekonomilerini yaratabilmesi için, yenilenebilir enerji hedeflerinin çok fazla arttırılması gereklidir. Enerji [d]evrimi senaryosunda, güneş kolektörleri, güneş ocakları ve biyoenerjinin modern biçimleri gibi çağdaş yenilenebilir kaynaklar, verimsiz, geleneksel biyokütle kullanımının yerine geçecek.

3.Adım: Optimize entegrasyon – 7/24 yenilenebilirler.

Yenilenebilir enerjinin, enerji [d]evrimi senaryosunda yenilenebilir enerji için oldukça yüksek bir pay öngörülüyor. Dolayısıyla, bu ölçekteki bir yenilenebilir payına uyum sağlayabilmesi için enerji sisteminin de tamamen dönüşmesi gerekecek. Evlerimize ve fabrikalarımıza elektrik taşıyan kablo ağları ile bu ağlar üzerindeki alt-istasyonlar (yükseltme, indirme ve dağıtım trafoları, şalt sahaları), devasa yüklerde çalışan ve "baz yük" elektrik temin eden büyük, merkezi üretim santralleri için tasarlanmıştır. Yenilenebilir enerji, şimdiye kadar enerji karışımının ek bir parçası olarak görüldü ve şebekenin teknik koşullarına uyum sağlaması gerekti. Eğer enerji [d]evrimi senaryosu gerçekleştirilecekse, mevcut şebekelerin teknik şartlarının da değişmesi gerekecek.

Yenilenebilir enerji çoğunlukla doğal kaynaklara dayandığı ve bu kaynaklar da günün her saat diliminde mevcut olmadığı için, bazı eleştirilenler bu kaynakların enerji talebinin büyük kısmını karşılamak için uygun olmadığını söylüyorlar. Bazı ülkelerdeki mevcut uygulamalar, bu eleştirilerin yanlışlığını çoktan ispatlamış durumda.

Akıllı teknolojilerle enerji kullanım şekilleri yönetilebilir. Bu teknolojiler sayesinde günün hangi saatlerinde ne kadar enerji talep edildiği/edileceği izlenerek esnek bir tedarik planlanabilir, sağlanabilir. Daha iyi depolama alternatifleri kullanılarak müşteriler "sanal piller" oluşturacak şekilde gruplanabilir. Bu alandaki mevcut ve gelişmekte olan çözümleri kullanarak, yıkıcı iklim değişikliğini önlemek için ihtiyaç duyduğumuz yenilenebilir enerjinin geleceğini güvence altına alabiliriz. 7/24 yenilenebilir enerji, teknik ve ekonomik olarak mümkün. Sadece her şeyin ilerlemesine ve "ışıkları açık tutmaya devam etmek" için doğru politika ve ticari yatırımların yapılmasına ihtiyaç var.¹² Şebekelerin işleyişine daha fazla uyum sağlamak, daha da büyük

miktarda yenilenebilir kapasitesinin sisteme eklenmesini sağlayacaktır.

Merkezileşmemiş enerjiyi desteklemek için gereken şebeke değişimi. Dünyadaki pek çok şebekenin ortasında, yüksek gerilimli alternatif akım (AC) enerji hatlarına ve gücü son tüketiciye taşıyan daha küçük dağıtım ağlarına bağlı olan büyük enerji santralleri vardır. Yaklaşık 60 yıl önce tasarlanan ve planlanan merkezi şebeke modeli, hem şehirlere, hem de kırsala büyük faydalar getirdi. Yine de aktarım esnasında kaybolan enerji sebebiyle sistem oldukça mürşif. Yenilenebilir enerji üzerine inşa edilmiş, bazıları değişken miktarda elektrik enerjisi verecek pek çok küçük jeneratöre (üretim birimine) gereksinim duyan bir sistemin, yeni bir mimariye ihtiyacı olacak. Akıllı bir şebekenin genel konsepti, enerjiyi kullanıcılar arasında etkin bir şekilde paylaşmak üzere enerji arz ve talebindeki dalgalanmaları dengelemektir. Talebi yönetmek için alınacak yeni önlemler ve depolama ihtiyaçları için hava tahminleri yapmak, gelişmiş iletişim ve kontrol teknolojileri, elektriği etkin biçimde iletmeye yardımcı olacak.

Teknoloji fırsatları. 2050 yılına kadar enerji sisteminde yapılacak değişiklikler, bilgi, iletişim ve teknoloji (ICT) sektörleri için çok büyük iş fırsatları yaratacak. Akıllı bir şebekeye çeşitli kaynaklarla çok farklı noktalardan elektrik sağlanır. Böyle bir şebekenin yönetimi, çokça veri toplanmasına ve analiz edilmesine dayanır. Akıllı şebekeler veriyi hızla iletebilen ve topladıkları bilgiye hızla yanıt verebilen yazılım, donanım ve veri ağlarına gereksinim duyar. Bazı önemli ICT oyuncularını dünya genelinde enerji şebekelerini daha akıllı hale getirmek için yarışıyor ve yüzlerce firmanın akıllı şebekelerle dahil olması mümkün. Enerji yönetimi ve izlemesi için ürün ve hizmetler sunan çok sayıda IT şirketi var. IBM, Fujitsu, Google, Microsoft ve Cisco bunlara dâhil. Bunlar ve telekomünikasyon ile teknoloji sektörünün diğer devleri, şebekeyi daha akıllı yapacak ve bizi temiz enerjinin geleceğine daha hızla taşıyacak güce sahipler. Greenpeace, bu teknolojileri gerçeğe dönüştürmek için IT sektörüne baskı yapmak üzere "Cool IT" kampanyasını başlattı.

2.3 Yeni elektrik şebekesi

Gelecekte elektrik santralleri daha küçük olacak ve şebeke geneline dağıtılacak. Bu daha verimlidir ve uzun mesafe aktarımı sırasında yaşanan enerji kayıplarını önler. Büyük yenilenebilir enerji santrallerinden de bir miktar yoğunlaştırılmış güç beslemesi olacak. Avrupa'nın Kuzey Denizi'nde şimdiden inşa edilen devasa rüzgâr tarlaları ve Güney Avrupa'ya enerji üretmek için geniş alanlarda kurulması planlanan yoğunlaştırıcı güneş aynaları, geleceğin büyük jeneratörleri için verilebilecek örnekler. Önümüzdeki zorlukları aşmak için, hem yeni teknolojileri, hem de enerji arz ve talebi arasındaki dalgalanmaları dengeleyecek yeni ağ işletmesi yollarını kapsayan bir yenilikçi elektrik şebeke mimarisine ihtiyaç olacak. Bu yeni mimarinin temel unsurları mikro şebekeler, akıllı şebekeler ve etkili bir büyük ölçekli süper şebekedir. Bu üç sistem tipi birbirlerini destekleyecek ve birbiriyle bağlantılı olacak. (Bkz. Şekil 2.3, sayfa 28)

referans

12 BURADA ALTI ÇİZİLEN ARGÜMANLAR VE TEKNİK ÇÖZÜMLER, AVRUPA YENİLENEBİLİR ENERJİ KONSEYİ/GREENPEACE'İN "YENİLENEBİLİRLER 24/7: İKLİMİ KURTARMAK İÇİN GEREKLİ ALTYAPI" (KASIM 2009) RAPORUNDA DAHA DETAYLI OLARAK ANLATILMIŞTIR.

Kutu 2.2: Tanımlar ve teknik terimler

Elektrik şebekesi, elektriği üretim santralinden son kullanıcıya taşımak için kullanılan tüm kablolar, trafolar ve altyapının tamamına verilen ortak isimdir.

Mikro şebekeler yerel güç ihtiyaçlarını karşılar. İzleme ve kontrol altyapısı, dağıtım ağlarının içine gömülüdür ve yerel enerji üretim kaynaklarını kullanır. Örneğin bir ada veya küçük bir kırsal kasabada güneş panelleri, mikro türbinler, yakıt hücreleri, enerji verimliliği ve yükü yönetmek için kullanılan bilgi/iletişim teknolojisi kombinasyonu mikro şebeke için bir örnek olabilir.

Akıllı şebekeler bir bölgedeki talebi dengeler. "Akıllı" bir elektrik şebekesi merkezileşmemiş yenilenebilir enerji kaynakları ile kojenerasyonu birbirine bağlar ve gücü yüksek verimlilikle dağıtır. Elektrik şebekesindeki gelişmiş kontrol ve yönetim teknolojisi türleri, genel olarak yürütme verimliliğini de artırabilir. Örneğin akıllı elektrik sayaçları gerçek zamanlı kullanımı ve maliyetleri gösterir, böylece büyük enerji kullanıcıları şebeke operatörünün sinyaliyle elektrikleri kapatarak veya kısarak, yüksek enerji maliyetinden kaçınmış olur.

Süper şebekeler büyük enerji yüklerini bölgeler arasında taşır. Bu, (tipik olarak HVDC teknolojisine dayanan) büyük arz ve taleplerin olduğu ülkeler veya bölgeler arasında bağlantı anlamına gelir. Kuzey Denizi'ndeki tüm büyük yenilenebilir tabanlı güç santrallerinin birbirine bağlanması buna örnek olarak verilebilir.

Baz yük. Şebekeye her zaman kesintisiz olarak asgari seviyede güç sağlanmasını ifade eder. Bu kesintisiz güç geleneksel

olarak kömür ya da nükleer enerjiden temin edilir. Enerji [d]evrimi buna meydan okur ve kömür ve nükleerin yerine, baz yük talebini karşılamak için geniş bir bölgede bir araya getirilmiş bir dizi "esnek" enerji kaynaklarına bel bağlar. Şu anda "baz yük" nükleer ve kömür santralleri için iş modelinin bir parçasıdır; bunlarda gerekli olsa da, olmasa da operatör 24 saat elektrik üretebilir.

Sınırlanmış güç. Ücretsiz rüzgâr veya güneş kaynaklarından üretilen elektrikte yerel bir fazlalık olduğunda, gerek başka yerlere transfer edilemediği (darboğazlar), gerekse şebekeye erişim önceliği bulunan ancak esnek olmayan nükleer ve kömür santralleriyle rekabet ettiği için kapatılma zorunluğunu ifade eder. Teknoloji elverdiğinde, sınırlanmış gücün depolanması da mümkündür.

Değişken enerji. İklimle bağlı olarak rüzgâr veya güneş enerjisiyle elektrik üretimidir. Bazı teknolojiler, örneğin yoğunlaştırılmış güneş enerjisine ısı depolamayı ekleyerek, değişken enerji yükünü sevkedilebilir hale getirir.

Sevkedilebilir. Depolanabilen ve ihtiyaç duyulması halinde talebin yüksek olduğu bölgelere "sevkedilebilen" bir tür güçtür (örneğin gaz ateşlemeli güç santrali veya hidroenerji santrali).

İnterkonektör. Elektrik şebekesinin farklı parçalarını birbirine bağlayan bir iletim hattıdır. Yük eğrisi gün boyunca sergilenen tipik elektrik örüntüsüdür; dış hava sıcaklıklarına ve veri geçmişine bakılarak tahmin edilebilir iniş çıkışlara sahiptir.

Düğüm. Şebekeye yerel tedarik beslemesi de yapılabilen, bölgeler ya da ülkeler arasındaki elektrik şebekesi bağlantı noktasıdır.

2.3.1 Hibrit (melez) sistemler

Gelişmiş ülkelerde şebekeler nüfusun yaklaşık %100'üne enerji ulaştırırken, gelişmekte olan dünyadaki pek çok kırsal bölge, güvenilir şebekelere veya örneğin tek başına çalışan dizel jeneratörlerden elde edilen kirletici elektriğe güveniyor. Bu aynı zamanda küçük topluluklar için oldukça pahalıdır.

Gelişmiş ülkelerde benimsenen şebeke genişletme yaklaşımı, potansiyel elektrik kullanımının düşük olması ve mevcut şebekeye olan uzak mesafeler nedeniyle gelişmekte olan ülkelerin kırsal bölgeleri için çoğunlukla ekonomik bir çözüm değil.

Hibrit (melez), karışımli kaynaklarla yenilenebilir enerji sistemlerine dayalı elektrikleştirme genellikle hem en ucuz, hem de en az kirlilik yaratan alternatiftir. Hibrit sistemler, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını bir şarj regülatörü aracılığıyla, üretilen elektriği depolayabilen ve ana güç kaynağı gibi hareket edebilen bir pile bağlarlar. Yedek kaynağı tipik olarak bir fosil yakıttan gelir; örneğin bir rüzgâr-pil-dizel veya güneş-pil-dizel sisteminde olduğu gibi.

Bunun gibi merkezileşmemiş hibrit sistemler daha güvenilirdir: Tüketiciler yenilikçi teknolojiler aracılığıyla bunların işleyişine

dâhil olabilirler ve yerel kaynakları en iyi şekilde kullanabilirler. Ayrıca bunlar, büyük ölçekli altyapılara daha az bağımlıdırlar ve özellikle kırsal alanlarda daha hızlı inşa edilebilir ve daha hızlı bağlanabilirler.

Bu tip yenilenebilir hibrit sistemler kurmak isteyen nispeten yoksul kırsal topluluklarda finansman sıklıkla bir sorun olabilir. Greenpeace'in finansman modeli "(Sabit) Tarifeli Alım Garantisi Destek Mekanizması" finansal paketin uluslararası yatırım desteği için uygun büyüklüğe erişmesi amacıyla projelerin bir araya toplanmasını sağlar. Örneğin Pasifik bölgesinde, bir takım adalar, Maldivler gibi toptan bir ada devleti ve hatta birkaç ada devleti için enerji üretimi projeleri bir araya getirilerek tek bir proje paketi oluşturulabilir. Böylelikle OECD ülkeleri nezdinde finanse edilmeye değer büyüklükte uluslararası bir proje ortaya çıkabilir. Proje planlaması açısından bu toplulukların sürece doğrudan dâhil olmaları esastır.

2.3.2 Akıllı şebekeler

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin mevcut güç sistemlerine entegre edilmesi görevi, ister büyük merkezi ağlar, ister ada sistemleri olsun, dünyadaki tüm güç sistemlerinde benzerdir.

fotoğraf GEMASOLAR SADECE GÜNEŞ ENERJİSİ ÜRETEBİLİR. 15 MWE'LİK BİR SANTRAL KULESİDİR. ENERJİ ALIMI VE DEPOLAMASI İÇİN ERİMiŞ TUZ TEKNOLOJİLERİ KULLANIR. 16 SAATLİK ERİMiŞ TUZ DEPOLAMA SİSTEMİ, 24 SAAT BOYUNCA GÜÇ TEMİN EDEBİLİR. 8,769 SAAT ÜZERİNDEN 6,570 TAM SAAT EŞDEĞERİNDE ÇALIŞIR. FUENTES DE ANDALUCÍA SEVILLE, İSPANYA.



Güç sistemi operasyonunun temel amacı elektrik üretimi ve tüketimi arasındaki dengeyi sağlamaktır. Mevcut üretimin her zaman talebi karşılayacağından emin olmak için ileriye dönük kapsamlı planlama yapmak gereklidir. Arz ve talebi dengelemenin yanı sıra, güç sisteminin aynı zamanda şunları yapabildiği gerekmektedir:

- Ek teknik donanım gerektirebilecek tanımlanmış güç kalitesi standartlarını –voltaj/frekans– karşılaması ve
- Örneğin bir üretim ünitesi hatası veya aktarım sisteminde arıza nedeniyle meydana gelecek ani güç kesintileri gibi aşırı durumlarda ayakta kalabilmesi.

Yenilenebilir enerjiyi akıllı şebeke kullanımıyla birleştirmek, baz yük güç konseptinden uzaklaşarak esnek ve sevk edilebilir yenilenebilir enerji santralleri karışımına doğru ilerlemek anlamına gelir. Akıllı bir şebekede esnek enerji sağlayıcılarından oluşan bir portföy (güneş artı gaz, jeotermal, rüzgar ve talep yönetimi), hem gece hem de gündüz herhangi bir elektrik kesintisi yaşatmadan, elektrik ihtiyacını karşılayabilir.

Akıllı şebeke nedir? Yenilenebilir güç teknolojileri şimdiye kadar çoğunlukla voltaj frekansı ve reaktif güç gibi meseleleri ele alan şebeke kurallarına uyum göstererek, teknik performansını mevcut ağların ihtiyaçlarına göre ayarlamaya çalışarak gelişme gösterdi. Ancak güç sistemlerinin kendilerini değişken üretimin ihtiyaçlarına daha iyi uyarlamasının zamanı geldi. Bu da değişken yenilenebilir güç dalgalanmalarını takip edecek kadar esnek hale gelmeleri gerektiği anlamına gelir. Örneğin, depolama sistemlerini devreye sokarak ve/veya talep yönetimiyle talebi düzenleyerek.

Geleceğin güç sistemi, kısmen dağıtım ağı içinde, kısmen de açık deniz rüzgâr parkları gibi büyük güç santrallerinde toplanmış güneş panelleri, rüzgâr türbinleri ve diğer yenilenebilir üretim santralleri gibi on binlerce üretim biriminden meydana gelecek. Üretim varlıklarının çokluğu ve güç akışında sürekli farklılığa yol açan değişken güç üretiminin yüksek payı, güç sistemi planlamasını daha da karmaşık hale getirecek.

Akıllı şebeke teknolojisi, güç sistemi planlamasında gerekli olacak. Günlük tahmin ve sistem dengelemesini etkin şekilde destekleyerek çalışacak, hava tahminiyle birleştirilerek ağın durumu ve üretim üniteleri hakkında gerçek zamanlı bilgi sunacak. Aynı zamanda sistemin zirve yapan talebi karşılayabilmesini garantileyecek, dağıtım ve iletim varlıklarının daha iyi kullanılmasını sağlayacak, böylelikle de ağ uzatma ihtiyaçlarını asgari düzeyde tutacak. Neredeyse tamamıyla yenilenebilir enerji kaynakları üzerine kurulu bir güç sistemini geliştirmek için bütünüyle yeni bir güç sistemi mimarisine ihtiyaç var ki bunun ortaya çıkması için daha pek çok çalışmanın yapılması gerekiyor.¹³ Şekil 2.3, akıllı şebeke teknolojisi kullanan geleceğin yenilenebilir temelli güç sistemlerinin ana unsurlarını basitleştirilmiş bir grafik çalışmasıyla gösteriyor. Değişken yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik sistemine büyük ölçekli entegrasyonunu mümkün kılan bir dizi seçenek mevcut. Akıllı şebekelerin bazı özellikleri şunlar olabilir:

Elektrik talebi zamanlamasının ve seviyesinin yönetilmesi. Bazı büyük endüstriyel tüketicilere uygulandığı gibi, fiyatlandırma şemalarında değişiklikler yapılması, tüketicileri yoğun tüketim dönemlerinde kullanımı azaltmaya veya tamamen durdurmaya finansal olarak teşvik edebilir. Hatta Norveçli bir enerji tedarikçisi özel ev kullanıcısı olan müşterilerini, bir kısa mesaj göndererek elektriği kapatmaya davet ediyor. Her bir ev kullanıcısı buna katılmak isteyip istemediğine önceden karar verebiliyor. Almanya'da talebin yüksek olduğu dönemlerde çamaşır makinelerinin gece kullanıldığı ve buzdolaplarının geçici olarak kapatıldığı esnek zamanlı tarife deneyleri yürütülüyor.

İletişim teknolojilerinde gelişmeler. Örneğin İtalya'da sayaçları uzaktan okumaya ve hem müşteriyi, hem de hizmet bilgisini kontrol etmeye yarayan 30 milyon "akıllı sayaç" kuruldu. Buzdolapları, bulaşık makineleri, çamaşır makineleri, depolama ısıtıcıları, su pompaları ve havalandırma gibi pek çok ev tipi elektrikli ürün veya sistem, geçici olarak kapatılarak veya çalışma zamanları yeniden planlanarak yönetilebilir. Böylece diğer amaçlar için kullanılacak elektrik yükü serbest bırakılır ve yenilenebilir kaynaklardaki çeşitlilik ile uyumlu hale gelir.

Sanal Enerji Santralleri (VPP) yaratmak. Sanal enerji santralleri bir dizi gerçek güç santrali (örneğin güneş, rüzgâr ve hidro) ile güç sistemi içinde merkezileşmemiş, bilgi teknolojisi kullanan depolama seçeneklerini birbirine bağlar. Üç Alman şirketi tarafından geliştirilen Bileşik Yenilenebilir Enerji Santrali, VPP için gerçek hayattan verilebilecek bir örnek olabilir.¹⁴ Bu sistem, Almanya coğrafyasında yayılmış olan 11 rüzgâr enerjisi santralini, 20 güneş enerjisi santralini, biyokütle temelli dört kojenerasyon santralini ve bir pompalı hidroelektrik santralini birbirine bağlar ve kontrol eder. VPP, rüzgâr türbinlerinin ve güneş modüllerinin ne zaman elektrik üreteceğini kontrol eder (ve hava tahminleri ile tüketim öngörüsünde bulunur). Biyogaz ve pompalı depolama üniteleri ya kısa vadeli dalgalanmaları dengelemek için gerekli olan elektriği temin etmek ya da onu geçici olarak depolayarak, farkı telafi etmek için kullanılırlar.¹⁵ Bu kombinasyon talebi karşılayacak yeterli elektriği sağlar.

Elektrik depolama seçenekleri. Pompalı HES'ler, su kaynaklı elektriği (su cinsinden) depolamak için en sağlam yöntemdir. Su, maliyetin düşük olduğu veya elektriğin az kullanıldığı zamanlarda alçak irtifadan yüksek irtifadaki rezervuara pompalanır. Depolanmış su, elektrik talebinin yüksek olduğu dönemlerde türbinler aracılığıyla serbest bırakılır. Su yüzeyindeki buharlaşmadan doğan ve dönüşme esnasında meydana gelen kayıplar dikkate alındığında, yüksekteki rezervuara pompalamak için kullanılan elektrik enerjisinin kabaca %70 ila %85'i suyun serbest bırakılmasıyla birlikte geri kazanılabilir. Pompaj depolama santralleri, enerji sistemi yükünün saniyeler içinde gerçekleşen değişikliklerine de karşılık verebilir. Pompaj depolama tüm dünyada onlarca yıldır başarıyla kullanılmaktadır. Avrupa Birliği 2007 yılında toplam elektrik kapasitesinin %5'ini temsil eden 38 GW pompaj depolama kapasitesine sahipti.

referanslar

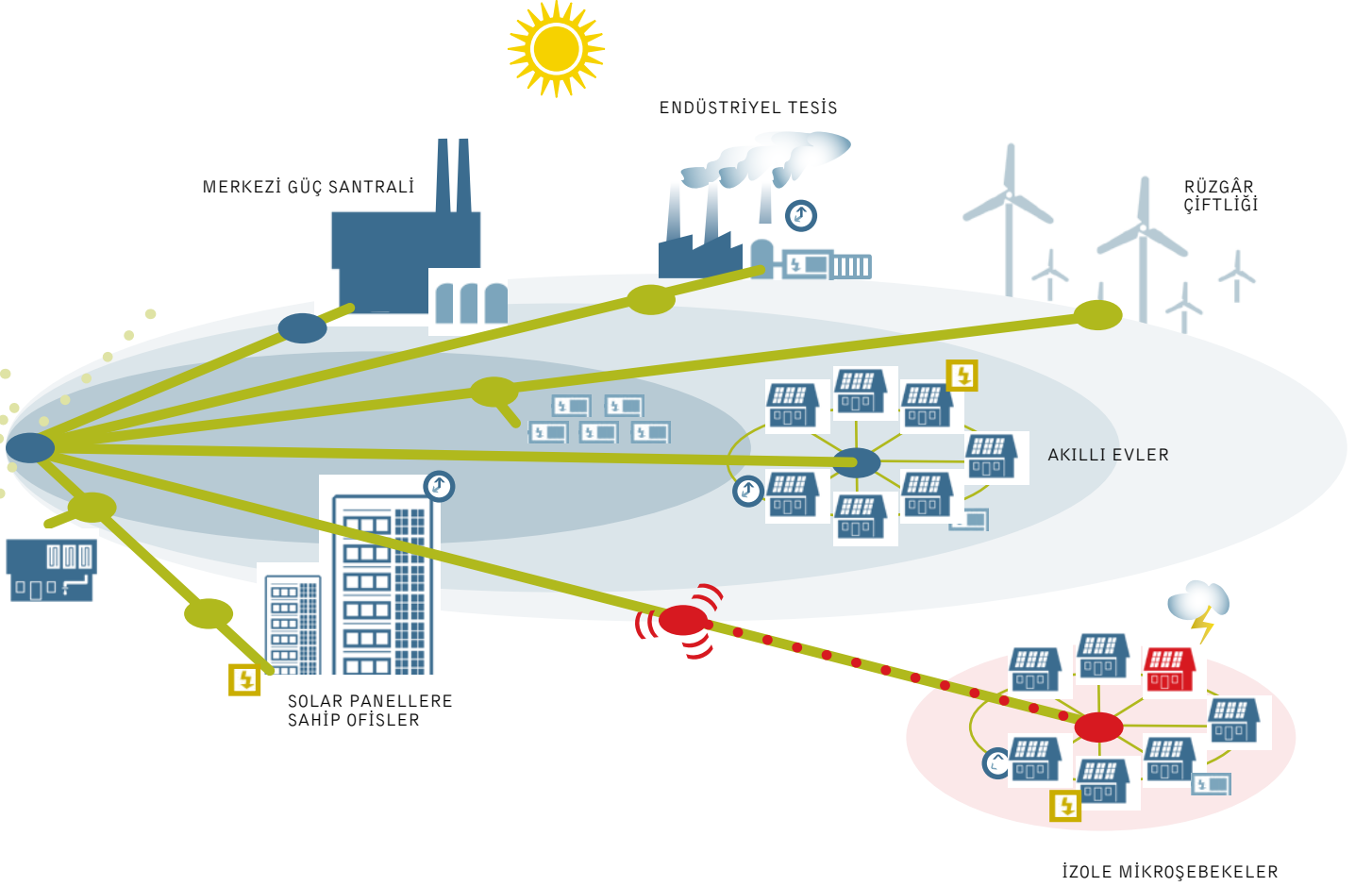
¹³ BU ADRESTE BULUNAN ECOGRID FAZ 1 ÖZET RAPORUNA DA BAKINIZ: [HTTP://WWW.ENERGINET.DK/NR/RDONLYRES/8B1A4A06-CBA3-41DA-9402-B56C2C288FB0/ECOGRIDDK_PHASE1_SUMMARYREPORT.PDF](http://www.energinet.dk/NR/RDONLYRES/8B1A4A06-CBA3-41DA-9402-B56C2C288FB0/ECOGRIDDK_PHASE1_SUMMARYREPORT.PDF).

¹⁴ BKZ. [HTTP://WWW.KOMBIKRAFTWERK.DE/INDEX.PHP?ID=27](http://www.kombikraftwerk.de/index.php?id=27).

¹⁵ BKZ. [HTTP://WWW.SOLARSERVER.DE/SOLARMAGAZIN/ANLAGE/JANUAR2008_E.HTML](http://www.solarserver.de/solarmagazin/anlage/januar2008_e.html).

ŞEKİL 2.3: ENERJİ DİJİTALİZASYONU İÇİN AKILLI-ŞEBEKE VİZYONU

GELECEĞE BAKIŞ – KENDİ KENDİNİ KONTROL EDEBİLEN VE İYİLEŞTİREBİLEN ENTEGRE MİKROŞEBEKELER AĞI



İŞLEMCİLER
MİKROSANİYELER İÇİNDE ÖZEL KORUYUCU ŞEMALARI UYGULAMAYA KOYARLAR.

SENSÖRLER (“AKTİVE EDİLMİŞ”)
– DALGANMALARINI VE BOZUKLUKLARI TESPİT EDER, VE İZOLE EDİLMESİ GEREKEN ALANLAR İÇİN SİNYAL VEREBİLİR.

SENSÖRLER (“BEKLEME” HALİNDE)
– DALGANMALARINI VE BOZUKLUKLARI TESPİT EDER, VE İZOLE EDİLMESİ GEREKEN ALANLAR İÇİN SİNYAL VEREBİLİR.

AKILLI ALETLER
FREKANS DALGANMALARINA TEPKİ OLARAK SİSTEMİ KAPATABİLİR.

TALEP YÖNETİMİ
PARA TASARRUFU SAĞLAMAK İÇİN DÜŞÜK TALEP ZAMANLARINDA KULLANIMI ÖZENDİRİR.

JENERATÖRLER
KÜÇÜK JENERATÖRLER VE GÜNEŞ PANELLERİ ŞEBEKE ÜZERİNDEKİ GENEL TALEBİ AZALTABİLİR.

DEPOLAMA
TALEBİN DÜŞÜK OLDUĞU ZAMANLARDA ÜRETİLEN ENERJİ, DAHA SONRA KULLANILMAK ÜZERE PİLLERDE STOKLANABİLİR.

ŞEBEKEDKİ BOZUKLUKLAR.



Araçtan Şebekeye (V2G – Vehicle-to-Grid). Elektrikli “depolamanın” bir başka yolu da, onu elektrikli araçların ihtiyacını doğrudan karşılayacak şekilde kullanmak. Enerji [D]evrimi senaryosuna göre elektrikli arabalar ve kamyonların sayısının önemli ölçüde artması bekleniyor. Araçtan-Şebekeye (V2G) kavramı, örneğin, yenilenebilir enerji üretimi fazlası olduğu zamanlarda şarj edilebilen ve yükselen talep kapasitesini karşılamak veya güç sistemine gerekli yan hizmet desteğini vermek üzere park halindeyken deşarj edilebilen piller ile donatılmış arabalara dayanır. Talebin zirve yaptığı zamanlarda arabalar genellikle ana yük merkezlerine yakın yerlere, örneğin fabrikaların dışına park edilir ve böylelikle herhangi bir ağ sorunu da yaşanmaz. V2G kavramı içinde ICT teknolojisi kullanılarak, ilgili elektrik piyasalarına elektrikli arabaları katacak ve şarj/deşarj aktivitelerini ölçecek bir Sanal Enerji Santrali kurulabilir. 2009 yılında Bornholm’un Danimarka Adası’nda elektrikli arabaları enerji sistemine dahil etmek üzere altyapıyı test etmek ve geliştirmek için EDISON demonstrasyon projesi başlatıldı.

2.3.3 Süper şebeke

Greenpeace 7/24 Yenilenebilirler (2010) ve Şebekeler Savaşı (2011) simülasyon çalışmaları, Avrupa’nın pek çok bölgesinde düşük güneş ışınları ve rüzgar azlığı gibi ekstrem durumların çok sık görülmediğini fakat yine de zaman zaman yaşanabildiğini gösterdi. Büyük miktarlarda yenilenebilir enerji bulunsu bile, enerji sistemi bu tür bir olayla başa çıkmaya uygun biçimde tasarlanmalı. Yeni kara ve deniz süper şebekeleri inşa etmek bunu başarmanın temel unsurudur.

Enerji [d]evrimi senaryosu tüm üretimin yaklaşık %70’inin, tüketim merkezlerinin yakınına yerleştirildiğini ve yakın çevreye dağıtıldığını varsayar. Geriye kalan %30, büyük açık deniz rüzgâr tarlaları veya büyük güneş santralleri dizileri gibi geniş ölçekli yenilenebilir üretim olacak. Örneğin bir Kuzey Denizi Süper Şebekesi, İngiltere, Fransa, Almanya, Belçika ve Norveç’i bağlayarak yenilenebilir enerjinin tüm Kuzey Denizi boyunca verimli şekilde entegre edilmesini sağlayabilir. Rüzgâr tarlalarından elde edilen gücü tüm bölgeye yayarak, çok yüksek veya çok alçak akım dönemleri, göz ardı edilebilir zaman aralıklarına kadar daraltılabilir. Bir bölgenin rüzgâr gücü üretimindeki ani bir iniş, yüzlerce kilometre uzakta bile olsa başka bir alandaki yüksek üretimle dengelenebilir. Bir yıl içinde, Kuzey Denizi’ndeki 68.4 GW kurulu açık deniz rüzgar kapasitesinin, tahmini 247 TWh elektrik üretmesi mümkün olacak.¹⁶

2.3.4 Baz yük bloklarının gelişimi

Genellikle, baz yük olarak anılan kömür ve nükleer santralleri, çoğu zaman tüketicilerin ne kadar ihtiyaç duyduklarından bağımsız olarak maksimum kapasitede faaliyet gösterirler. Talep düşük olduğunda, güç israf edilir. Talep yüksek olduğunda, yedek olarak ek gaza ihtiyaç duyulur.

Ancak kömür ve nükleer elektrik santralleri rüzgârlı günlerde kapatılamazlar. Bu yüzden sistem üzerindeki aşırı yüklenmeyi engellemek için rüzgâr türbinleri kapatılır. Son küresel ekonomik kriz, enerji talebinde bir düşüşü tetikledi ve rüzgar operatörlerine jeneratörlerinin kapatılmasının söylenmesiyle birlikte, nükleer

kutu 2.3: baz yük enerji santrallerine ihtiyacımız var mı?¹⁷

Rüzgâr ve güneş gibi bazı yenilenebilir santrallerden gelen enerji, gün içinde ve hafta boyunca değişkenlik gösterir. Bazıları bu durumu üstesinden gelinemez bir sorun olarak görür çünkü şimdiye kadar sürekli aynı seviyede olacak bir enerji temini için kömür veya nükleerden faydalandık. Kirletici ve karbon yoğunluklu enerji sisteminden uzaklaşırken, mevcut politikanın saptanmasında hangi yönetim veya altyapı tipini seçeceğimizi ve hangi enerji karışımından yana olacağımızı belirlemede zorlanıyoruz. Bazı önemli gerçekler şunlardır:

- Elektrik talebi öngörülebilir şekilde dalgalanır.
- Akıllı yönetim büyük elektrik kullanıcılarında işe yarayabilir. Pik taleplerin sistem üzerinde yarattığı yük, günün başka bir zamanına, geceye kaydırılır.
- Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik ileri şebeke teknolojileri kullanılarak depolanabilir, ihtiyaç duyulan yerlere çeşitli şekillerde “dağıtılabilir”.

Rüzgâr açısından zengin olan Avrupa ülkeleri yenilenebilir ve konvansiyonel enerji arasındaki çatışmaları zaten yaşıyor. Rüzgârın ve güneşin bolca şebekelere bağlı olduğu İspanya’da, doğal gaz elektrikli arz ve talep arasındaki boşlukta artık bir köprü vazifesi görüyor. Bunun sebebi, gaz santrallerinin, örneğin düşük elektrik talebi veya yüksek rüzgâr üretimi olduğu zamanlarda kapatılabilmesi veya düşük seviyede çalıştırılabilmesi. Biz ağırlıklı olarak yenilenebilir enerji sektörüne doğru hareket ettikçe, gaz santralleri yüksek talebe veya düşük yenilenebilir üretime karşı bir yedek olacak. Rüzgâr türbininden elde edilen bir kWh, gaz santralinden elde edilen bir kWh’in yerine geçer, ayrıca karbondioksit emisyonlarından da kaçınılır. Termal güneş santralleri (CSP), jeotermal, hidro, biyokütle ve biyogaz gibi yenilenebilir elektrik kaynakları, doğal gaz ihtiyacını yavaş yavaş saf dışı bırakabilir. (Daha fazlası için bkz. Bölüm 2.4 – Örnek durum çalışması) Gaz santralleri ve boru hatları ileride biyogaz taşınması için dönüştürülür.

gibi esnek olmayan baz yük gücü ve özellikle rüzgar enerjisi gibi değişken yenilenebilir enerjiler arasında sistem çatışması ortaya çıktı. Kuzey İspanya ve Almanya’daki bu rahatsız karışım zaten şebeke kapasitesinin sınırlarını gösteriyor.

Eğer Avrupa yenilenebilirlerin gelişiminin yanı sıra nükleer ve kömür gücüne de destek vermeye devam ederse, daha fazla çatışma ortaya çıkacak ve ortaya verimsiz, şişirilmiş bir şebeke çıkacak.

Yenilenebilir enerji, karşısına yığılan tüm dezavantajlara rağmen eski santrallerin karlılıklarını zorlamaya başladı. Bir rüzgâr türbini, inşaat maliyetlerinden sonra neredeyse bedavaya ve hiç

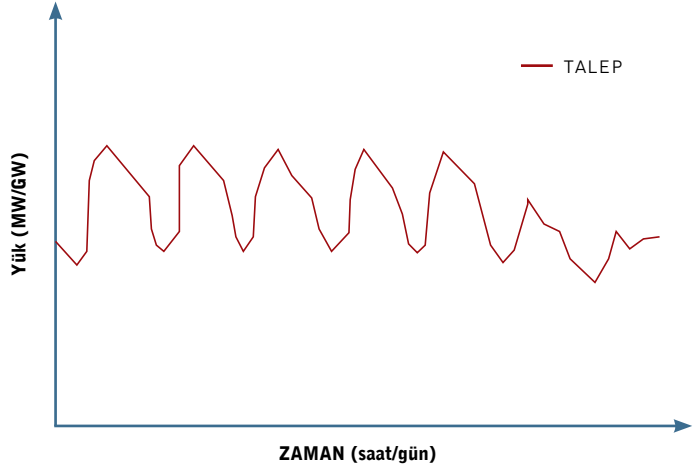
referanslar

¹⁶ GREENPEACE “KUZEY DENİZİ ELEKTRİK ŞEBEKESİ [D]EVİRİMİ” RAPORU. EYLÜL 2008.

¹⁷ ŞEBEKE SAVAŞLARI, GREENPEACE INTERNATIONAL, ŞUBAT 2011.

yakıt tüketmeden elektrik üretir. Bu esnada, kömür ve nükleer santraller pahalı ve yüksek derecede kirlenici yakıtlar kullanır. Nükleer santraller çalışır halde tutulurken, rüzgâr türbinlerinin kapatıldığı yerlerde bile konvansiyonel enerji sağlayıcılar endişelidir. Üretim fazlası, herhangi bir malda olduğu gibi piyasada fiyat düşüşüne sebep olur. Bu da enerji piyasalarında nükleer ve kömürü etkiler. Önümüzdeki yıllarda şebekelere erişim konusunda daha yoğun çatışmalar olmasını bekliyoruz.

şekil 2.4: Avrupa genelinde günlük elektrik kullanımının taban ve tavan değerlerini gösteren tipik bir yük eğrisi

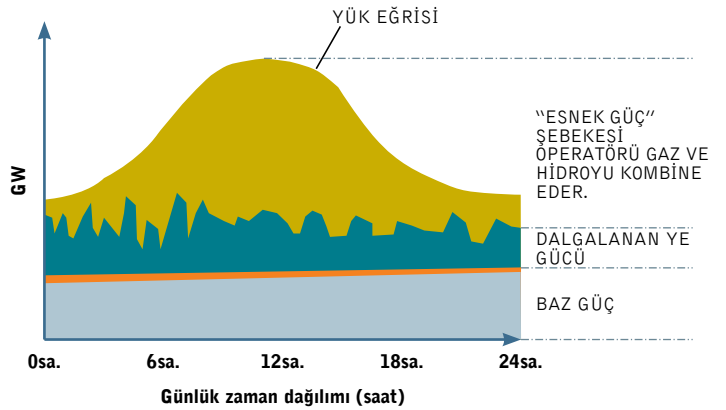


şekil 2.5: şebekelere gelişen yaklaşım

Mevcut tedarik sistemi

- Dalgalanan yenilenebilir enerjinin düşük payları
- "Baz yük" grafiğinin altındaki sabit bir çubuktur.
- Yenilenebilir enerji "değişken" bir kat oluşturur çünkü güneş ve rüzgâr seviyeleri gün içinde değişiklik gösterir.
- Talep doğrultusunda açılıp kapatılabilen doğal gaz ve su kaynaklı elektrik. Hava tahmini ve akıllı şebeke yönetimi ile sürdürülebilirdir.
- Bu düzenleme ile yenilenebilir enerji için %25 oranında bir alan açılmış olur.

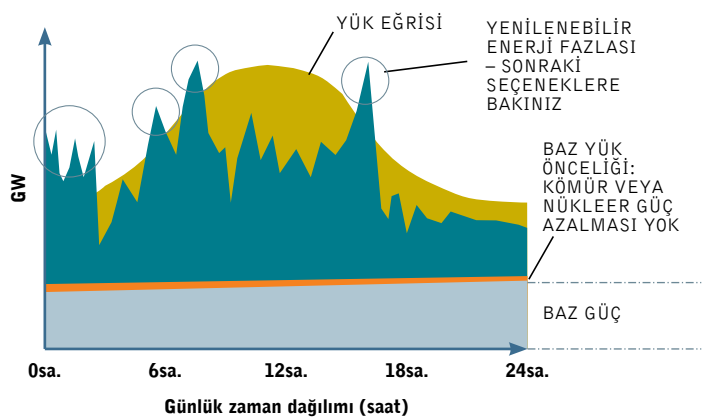
İklim değişikliği ile savaşabilmek için %25'lik yenilenebilir elektrikten daha fazlası gerekmektedir.



%25'ten fazla dalgalanan yenilenebilir enerji tedarik sistemi > baz yük önceliği

- Bu yaklaşım yenilenebilir enerjiyi dahil eder fakat önceliği baz yüke verir
- Yenilenebilir enerji, kaynaklar büyüdükçe günün bazı zamanlarında talebi geçecek ve güç fazlası yaratacaktır.
- Bu durum bir noktada, gücü depolayarak, bölgeler arasında hareket ettirerek, gün içinde talebi değiştirerek veya yenilenebilir enerji kaynaklarını yoğunluk zamanlarında kapatılarak aşılabilir.

Yenilenebilirler, karışımın %50'sini aştıklarında işlemez ve karışımın %90-100'ü kadar yenilenebilir enerji sağlayamaz.



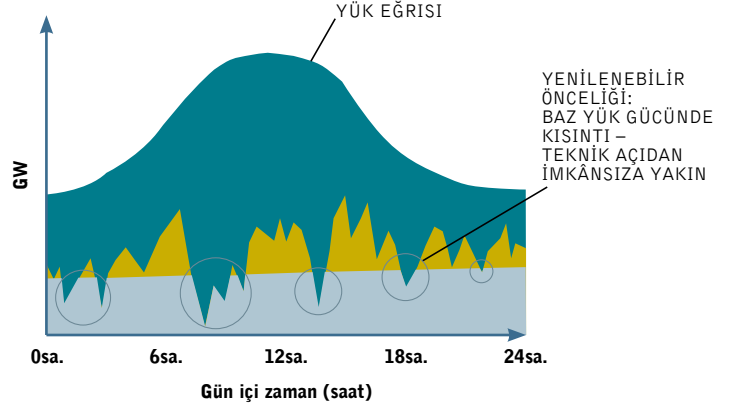
fotoğraf GREENPEACE BOMA'DA BİR GÜNEŞ ENERJİSİ ATÖLYESİ AÇIYOR. BİR CEP TELEFONU GÜNEŞ ENERJİSİ İLE ÇALIŞAN ŞARJ CİHAZINDAN BESLENİYOR.



şekil 2.5: şebekelere gelişen yaklaşım devam

Yüzde 25'den fazla dalgalanan yenilenebilir enerjiler ile tedarik sistemi – yenilenebilir enerji önceliği

- Bu yaklaşım yenilenebilirleri ekler ama önceliği temiz enerjiye verir
- Eğer yenilenebilir enerji şebekeye öncelikli verilirse, baz yük gücünü "kesintiye" uğratır
- Teorik olarak, nükleer ve kömür, azaltılmış kapasite ile çalışmalı veya en üst seviyede üretim olduğunda (çok güneşli veya rüzgarlı) tamamen kapatılmalıdır
- Nükleer ve kömür-CCS santrallerinde güç çıkışındaki değişikliklerin hız, ölçek ve sıklık konusunda teknik ve güvenlik sınırları vardır.

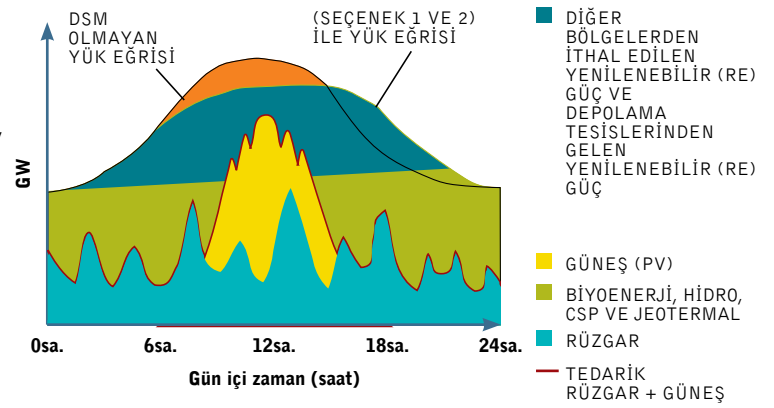


Teknik olarak zor, bir çözüm değil.

Çözüm: %90'ın üzerinde yenilenebilir enerji temini ile en uygunlaştırılmış sistem

- %100 yenilenebilirlerin depolama, diğer bölgelere elektrik iletimi ile beraber işlediği tamamen optimize edilmiş bir şebeke, yönetim ve kısıntıyı ancak gerektiğinde talep eder.
- Talep tarafı yönetimi (DSM) etkin bir şekilde en yüksek üst sınırı harekete geçirir ve bir gün içindeki elektrik kullanımının eğimini "düzleştirir".

İşe yarar!



Greenpeace araştırmasının kilit sonuçlarından biri, gelecek onyıllarda geleneksel güç santrallerinin, baz yük modunda gitgide daha az yeri olacağıdır. Elektrik şebekesine rüzgar ve fotovoltaikten gelen çeşitli üretimlerin giderek yayılmasıyla, sistemin geride kalan parçası daha çok "yük izleme" modunda çalışmak zorunda kalacak ve talep ile üretim arasındaki acil boşluğu dolduracak. Bunun anlamı, daha fazla sayıda kaynak türünden üretilen elektrik şebekeye eklendikçe, nükleer ve kömür gibi baz yük tesisleri ekonomisinin de öncelikli olarak değişeceği.

enerji [d]evriminin uygulanması

YENİLENEBİLİR ENERJİ PROJE
PLANLAMA TEMELLERİ

YENİLENEBİLİR ENERJİ
FİNANSMAN TEMELLERİ



“

Yenilenebilir
enerjilere
yatırım yapmak,
geleceğe yatırım
yapmaktır.”

© NASA IMAGE CREATED BY JESSE ALLEN

fotoğraf GÖREME MİLLİ PARKI VE CİVARI, KAPADOKYA, TÜRKİYE.



3.1 Yenilenebilir enerji proje planlama temelleri

Yenilenebilir enerji piyasası, kömür, gaz ve nükleer enerji piyasasından çok daha farklı çalışır. Aşağıdaki tablo, mevcut piyasa durumunda yenilenebilir enerji projelerine "sahadan işletim santraline kadar" on adımda genel bir bakış sunar. Bu adımlar her bir yenilenebilir enerji teknolojisi için benzerdir,

ancak adım 3 ve adım 4 rüzgâr ve güneş projeleri için özellikle önemlidir. Gelişmekte olan ülkelerde hükümet ve daha çok da kamu kuruluşları doğrudan veya dolaylı olarak proje geliştiricilerin sorumluluklarını alabilir. Proje geliştirici, aynı zamanda devletin sahip olduğu kamu kuruluşlarının bir alt bölümü olarak da çalışabilir.

tablo 3.1: mevcut yenilenebilir enerji piyasası pratikte nasıl çalışır?

ADIM	NE YAPILACAK?	KİM?	GEREKEN BİLGİ/POLİTİKA VE/VEYA YATIRIM ÇERÇEVESİ
ADIM 1: Konum tanımlaması	Santraller için (örneğin rüzgâr türbinleri) en iyi konumun belirlenmesi; teknik ve ticari verilere, çevre koruma konularına ve yerel toplulukların olası hassasiyetlerine özellikle dikkat edilmesi	P	Muhtemel konumların belirlenmesi için kaynak analizi Adım 10'a ulaşıldıktan sonra politikaların hâlâ işleyişte olduğundan emin olmak için politik istikrar Üretilen yenilenebilir enerjinin, şebeke içinde güvenilir bir tarifeye kullanıldığından emin olmadan süreç başlamaz.
ADIM 2: Arazinin hukuk kapsamında güvence altına alınması	Uygun yerlerin arazi sahiplerinden satın alınarak veya kiralanarak güvence altına alınması	P	Şeffaf planlama, uygun izin ve yetkiler
ADIM 3: Sahanın potansiyelinin belirlenmesi	Konuma özel kaynakların (örneğin birim yüksekliklerdeki rüzgârın ölçülmesi) bağımsız uzmanlar tarafından analiz edilmesi (Bağımsız uzmanlardan alınan veriler yatırımcıların risk değerlendirmesi için bir gereklilik olduğundan bu adım proje geliştirici tarafından yapılmayacaktır.)	P + M	Yukarıya bkz.
ADIM 4: Teknik planlama / mikrokonumlandırma	Uzmanların en iyi performansa ulaşmak adına parametreleri geniş bir yelpazede ele alması ve teknoloji için optimum konfigürasyonları veya konumları geliştirmesi	P	Yukarıya bkz.
ADIM 5: İzin süreci	Gerekli tüm araştırmaların organize edilmesi, gerekli belgelerin bir araya getirilmesi ve tüm izin sürecinin izlenmesi.	P	Şeffaf planlama, uygun izin ve yetkiler
ADIM 6: Şebeke bağlantısı planlaması	Elektrik mühendislerinin optimum şebeke bağlantı konseptini gerçekleştirmek için şebeke operatörleriyle birlikte çalışması	P + KHK	Şebekeye öncelikli erişim Üretilen elektriğin tamamının şebekeyi besleyeceğinin garanti edilmesi
ADIM 7: Finansman	Tüm proje hazır olduğunda ve yıllık tahmini üretim (kWh/yıl olarak) hesaplandığında, tüm izinler işleme girdiğinde ve toplam finansman konsepti (toplam yatırım ve kâr tahmini dâhil) geliştirildiğinde, proje geliştiricinin bir kredi için başvurması ve/veya tüm projeyi satmak üzere finans kurumları ile irtibata geçmesi	P + Y	Uzun vadeli enerji alım sözleşmesi. Şebekeye öncelikli ve zorunlu erişim. Konum özelinde analiz (muhtemel yıllık üretim)
ADIM 8: İnşaat	İnşaat mühendislerinin tüm inşaat aşamasını düzenlemesi (Bu, proje geliştirici veya başka biri tarafından mühendislik, tedarik ve inşaat şirketi ve yatırımcının mali desteği ile yapılabilir.)	P + Y	Şebeke operatörü ile sözleşme imzalanması Yatırımcı ile sözleşme imzalanması
ADIM 9: Operasyon başlangıcı	Elektrik mühendislerinin, santralin şebekeye bağlandığından emin olması	P + KHK	Şebekeye öncelikli erişim (kesintileri önlemek için)
ADIM 10: İş ve operasyon yönetimi	Güç santrallerinin/çiftliklerinin çalışma ömürleri boyunca -sahibi için- optimum teknik ve ticari operasyonu	P + KHK + Y	İyi teknoloji ve bilgi (Maliyet tasarrufu yaklaşımı ve "kopyala + yapıştır mühendislik" uzun vadede daha pahalı olacaktır)

3.2 Yenilenebilir enerji finansmanı temelleri

İsviçreli RE Private Equity Partners, yenilenebilir enerji altyapı yatırımı konusuna bir giriş yaptı (Eylül 2011) ve finansman perspektifinden bakarak yenilenebilir enerji projelerinin fosil yakıt tabanlı enerji varlıklarından farklarını açıkladı:

- Yenilenebilir enerji projeleri, konvansiyonel enerji üretimine ve diğer altyapı varlıklarına kıyasla daha kısa yapım sürelerine sahip. Yenilenebilir enerji projelerinin kurulma süreleri, kısıtlı hızlandırma sürelerine sahip ve konvansiyonel güç santrallerinin on yıl süren inşaatlarına kıyasla bir ile üç yıl arasında değişiyor.
- Yenilenebilir Enerji Yönetmeliği, yenilenebilir enerji üreticilerine sevki önceliği verdi. Bu ilke çerçevesinde, şebeke operatörleri genellikle yenilenebilir enerji santrallerini şebekelerine bağlamaya, üretilen tüm yenilenebilir elektriği perakendeciler veya diğer yetkili kuruluşlar için satın almaya mecburlar.
- Yenilenebilir projeleri diğer enerji üretimi varlıklarına veya başka altyapı varlıklarına kıyasla daha düşük operasyonel karmaşıklık gösterir. Kara rüzgârı ve güneş (fotovoltaik) projelerinin takip kayıtları özellikle başarılı, ancak biyokütle ve açık deniz rüzgâr santralleri için tam olarak aynı durumdan bahsetmek mümkün değil.
- Yenilenebilir enerji projeleri, tipik olarak borç ve öz kaynak karışımından oluşan, rücu edilemeyen bir finansmana sahip. Proje finansmanı geleneksel kurumsal kredinin aksine varlık değeri veya şirketin geçmişteki finansal performansına değil, faiz ve borç geri ödemeleri için gelecekteki nakit akışına güvenir. Proje finansmanı genellikle projenin %70 ila %90'ını kapsar, yatırımcıya rücu olmaz ve ideal durumda sözleşmelerdeki temel mutabakatların süresi ile eşleşir.
- Yenilenebilir enerji tipik olarak öngörülebilir nakit akışına

sahiptir ve yakıt fiyatlarındaki dalgalanmalara tabi değildir çünkü birincil enerji kaynağı genellikle ücretsizdir. Sözleşme ile garantilenmiş yenilenebilir üretim santrallerinin işletme ve bakım tarifeleri, ortalama kurulum maliyetleri gibi, yüksek kâr payları ve öngörülebilir nakit akışlarına olanak tanır.

- Yenilenebilir elektrik ücretlendirme mekanizmaları, her ne kadar teşvik programları durumdan duruma değişse de, genellikle bir takım enflasyon endeksleri içerir. Örneğin bazı AB tarifeleri tüketici fiyat endekslerine bağlıdır ve yıllık olarak ayarlanabilir (İtalya örneği). Belirli enflasyon korumalarının bulunmadığı bazı projelerde (örneğin Almanya) düzenleyici çerçeve, enerji fiyatının garanti edilen tarifeden daha yüksek olması durumunda spot piyasada enerji satışına izin verir.
- Yenilenebilir enerji santrallerinin uzun, kullanışlı bir ömürlerinin olması beklenir (20 yıldan fazla). İletim hatlarının genellikle 40 yılın üzerinde ekonomik bir ömrü vardır. Yenilenebilir varlıklar genellikle kamu hizmeti kurumlarıyla imzalanan uzun süreli sözleşmelerle desteklenir ve hem devlet desteği hem de üretici garantilerinden faydalanır.
- Yenilenebilir enerji projeleri çekici ve istikrarlı gelir kaynakları sağlar ancak ekonomik döngüyle arasında gevşek bir bağ vardır. Proje sahiplerinin yakıt fiyatlarındaki volatilité ile başa çıkmaları gerekmez ve projeler nispeten güvenli gelirler ve genellikle limitli piyasa riskleri olan yüksek operasyon marjlarında çalışırlar.
- Yenilenebilir enerji üretiminin yaygın gelişimi elektrik ağı için önemli yatırımlar gerektirecektir. Bölüm 2'de de tartışıldığı gibi, gelecekteki ağlar (akıllı şebekeler) giderek artan, merkezi olmayan, yenilenebilir enerjinin dalgalı arzına uyumlu olacaktır. Ayrıca, tedarikçilerin ve/veya dağıtıcı şirketlerin, elektrik şebekelerine dijital ağ cihazları gömerek daha sofistike hizmetler sunması beklenmektedir.

şekil 3.1: yenilenebilir enerjilerin geri dönüş özellikleri



fotoğraf 63 M²LİK BÜYÜK BİR GÜNEŞ SİSTEMİ, İSVİÇRE'DE CELERİNA'DAKİ BİR OTELİN ÇATISINDAN YÜKSELİYOR. ÜRETİCİNİN SICAK SU ÜRETMEŞİ, ISITMA SİSTEMİNE TAKVİYE YAPMASI VE YILDA 6000 LT PETROLDEN TASARRUF ETMESİ BEKLENİYOR. BÖYLECE, CO₂ EMİSYONLARI VE ŞİRKETİN HARCAMALARI AZALTILABİLİR.



Risk değerlendirmesi ve tahsisi proje finansmanının merkezinde yer alır. Buna göre, proje yapılandırması ve beklenen geri dönüş, doğrudan projenin risk profiliyle bağlantılıdır. Yenilenebilir enerji varlıklarına yatırım yapılacağı zaman dikkate alınması gereken dört ana risk faktörü şunlardır:

- **Mevzuatla ilgili riskler**, kanunlarda ve yönetmeliklerde olumsuz değişikliklere, sakıncalı tarife ayarlamalarına ve değişikliklerine veya sözleşmelerin ihlal edilmesine işaret eder. Yenilenebilir enerji devlet politikalarına tabi olan tarife planlarına dayandığı sürece, yasa değişikliklerine karşı savunmasız kalacaktır. Ancak düzenleyici yargı, coğrafyalar ve teknolojiler arasında çeşitlendirilmiş yatırımlar yapmak, bu riskleri azaltmaya yardımcı olabilir.
- **İnşaat riskleri**, bir malın gecikmeli veya pahalı teslim edilmesi, sözleşmenin taraflarından birinin borcunu veya faizini zamanında ödemekten kaçınması veya bir tasarım/mühendislik hatası ile ilgilidir. İnşaat riskleri yenilenebilir enerji projeleri için daha nadir görülen risklerdir çünkü bu projeler, nispeten daha basit bir tasarıma sahiptir. Ancak yüksek kaliteli ve denenmiş anahtar teslimi yapan ortaklar ile kanıtlanmış teknolojiler ve köklü malzeme tedarikçileriyle işbirliği yaparak ve inşaat ve güvence garantileri üzerinde anlaşarak inşaat riskleri hafifletilebilir.

- **Finansman riskleri**, bir varlığın mali yapısına uygun olmayan borç kullanılmasına işaret eder. Kalkındırma unsurunun kötüye kullanımını, faiz oranında dalgalanmaya maruz kalınmasını ve daha az elverişli koşullarda yeniden finanse etme ihtiyacını içerir.
- **Operasyonel riskler**, ekipman yetersizliği, karşı tarafın hatalarını ve birincil enerji kaynağının (örneğin rüzgâr, ısı, radyasyon) azalmasını içerir. Yenilenebilir varlıklar için tahmin edilenden daha düşük bir kaynak, gelirlerin ve kârlılığın düşük olmasıyla sonuçlanır ve bu risk işletmeye zarar verebilir. Örneğin, son yıllarda Kuzey Avrupa'daki anormal rüzgâr rejimleri bazı durumlarda kapsama oranlarının ihlal edilmesi ve bazı projelerin hissedarlarına temettü ödemekte zorlanmasıyla sonuçlandı.

şekil 3.2: yenilenebilir enerji projeleri için genel risk faktörleri



kaynak
SWISS RE PRIVATE EQUITY PARTNERS.

şekil 3.3: yenilenebilir enerji projelerinin yatırım aşamaları



kaynak
SWISS RE PRIVATE EQUITY PARTNERS.

3.2.1 Yenilenebilir enerjiler için yatırım ve finansmanın önündeki engelleri aşmak

tablo 3.2: yenilenebilir enerji yatırımında engellerin sınıflandırılması

KATEGORİ	ALT KATEGORİ	ÖRNEK ENGELLER
Finansman engelleri	Maliyet engelleri	Üretilecek yenilenebilir enerjinin maliyeti Pazar hataları (örneğin yetersiz karbon fiyatı) Enerji fiyatları Teknik engeller Rekabetçi teknolojiler (gaz, nükleer, CCS ve kömür)
	Yetersiz bilgi ve deneyim	Olduğundan daha yüksek hesaplanmış riskler Deneyimli yatırımcı eksikliği Deneyimli proje geliştirici eksikliği Bazı ülkelerde finans sektörlerinin zayıflığı
	Finansal yapı	Ön yatırım maliyetleri Borç ve öz kaynak maliyetleri Baskı Risk seviyeleri ve finans ufku Öz kaynak/kredi/tahvil seçenekleri Yatırım için güvenlik
	Proje ve sanayi ölçeği	Göreceli küçük sanayi ölçeği Daha küçük proje ölçeği
	Yatırımcı güveni	Uzun vadeli politikaya güven Kısa vadeli politikaya güven Yenilenebilir enerji piyasasına güven
Diğer yatırım engelleri	Devletin yenilenebilir enerji politikası ve kanunu	Yenilenebilir enerji hedefleri Sabit fiyat garantisi Çerçeve kanun istikrarı Yerel içerik kuralları
	Sistem entegrasyonu ve altyapı	Şebekeye erişim Enerji altyapısı Genel ulusal altyapı kalitesi Enerji piyasası Üreticiler ve kullanıcılar arasındaki sözleşmeler
	Mevcut teknolojilerin kilitlemesi	Diğer teknolojilere sübvansiyonlar Şebeke kilitlemesi Becerilerin kilitlemesi Lobicilik gücü
	İzin ve planlama düzenlemeleri	Elverişlilik Şeffaflık Kamu desteği
	Devletin ekonomik pozisyonu ve politikası	Para politikası - örneğin faiz oranları Maliye politikası - örneğin vergiler ve kemer sıkma Kur riskleri Uluslararası ticaret tarifeleri
	Nitelikli insan kaynakları	Eğitim kursları eksikliği
	Ulusal yönetim ve hukuk sistemi	Siyasi istikrar Rüşvet Hukuk sisteminin sağlamlığı Dava riskleri Fikri mülkiyet hakları Kurumsal farkındalık

Yenilenebilir enerjiler bazı ülkelerde nispeten güçlü büyümesine rağmen, bu alanda istenen kalkınma ölçeğine ulaşmak için gereken hızlı yükselişin önünde hâlâ engeller var. Greenpeace'in kaynak taraması¹⁸ ve yenilenebilir enerji sektörü finansörleri ve geliştiricileri ile yaptığı röportajlar doğrultusunda tanımladığı yenilenebilir enerji yatırımında temel engeller Şekil 3.4'te gösterilmiştir.

Pek çok ülkede yenilenebilir enerji gelişiminin önündeki engeller, geniş bir kategoride ortak olarak mevcut, ancak engellerin doğası önemli ölçüde birbirinden farklı. Yerel düzeyde, siyasi ve politik destek, şebeke altyapısı, elektrik piyasaları ve planlama yönetmeliklerinde yeni projeler için anlaşmaya varılması gerekiyor.

fotoğraf SOVARANI KOYAL, ELLIA ADASI'NDA SAT'TA YAŞAYAN VE DENİZ SEVİYESİNİN YÜKSELMESİNDEN ETKİLENEN PEKÇOK İNSANDAN BİRİ: "BUGÜNLERDE BURADA ÇOK YOĞUN SELLER OLUYOR. DENİZ SEVİYESİ VE ISI YÜKSELİYOR. BURADA YAŞAYAMAYIZ, SICAKLIK DAYANILMAZ HALE GELİYOR. PLASTİK BİR ÖRTÜ ALDIK VE EVİMİZİ ONUNLA KAPLADIK. ÖNÜMÜZDEKİ MÜSONDA KURU KALABİLMEK İÇİN VÜCUDUMUZU DA PLASTİK İLE SARACAĞIZ. SADECE BİRKAÇ KEÇİMİZ VAR AMA NEREDE OLDUKLARINI BİLMİYORUZ. AYRICA İKİ ÇOCUĞUMUZ VAR VE ONLARI BESLEYEMİYORUZ."



Yatırımları geride tutan şey politik destek mekanizmalarının yokluğundan ziyade politik belirsizlik. Yatırımcılar kısa vadede kuralların değiştirilmeden kalacağından ve yenilenebilir enerji hedeflerine uzun dönemde ulaşabileceklerinden emin değiller.

Yatırımcıların risk alma konusunda ihtiyatlı davranması, yatırım maliyetlerini yükseltiyor. Finansmana erişim zorluğu, yenilenebilir enerji proje geliştiricilerinin önünde bir engel oluşturuyor. Yatırımcılar ve proje geliştiriciler arasındaki bilgi ve deneyim eksikliği, daha küçük şirket ve projelerin katılımı ve önlerindeki maliyet engellerinin yüksekliği buna katkıda bulunan faktörler arasında. Şebekeye erişim ve şebeke altyapısı da yine geliştiricilerin önündeki başlıca engellerden. Çünkü pek çok ülkede, proje geliştirme aşamasında, ileride üretecekleri elektriğin tamamını satabileceklerinden emin değiller.

Hem devlet hem de özel kamu hizmeti kuruluşları, piyasa ve politika güçleri, merkezi kömür ve nükleer enerji elektrik piyasaları aracılığıyla ve şebekede "mevcut durumu" koruyarak yenilenebilir enerjinin bloke edilmesine katkıda bulunuyorlar, yenilenebilir taraftarı iklim koruma yasaları karşısı lobicilik yapıyorlar.

Önümüzdeki yıllarda üstesinden gelineceğinden emin olunmasına rağmen, yenilenebilir enerjinin bazen rakiplerine kıyasla daha yüksek maliyetle üretilebilmesi de hâlâ bir engel teşkil ediyor. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve İklim Değişikliği Azaltımı Özel Raporu (SRREN) yatırımların önündeki en önemli engelin maliyetler olduğunu vurguluyor¹⁹ ve bu engel var olduğu sürece, yenilenebilir enerji rekabetçi olmak adına hükümetlerin politika müdahalelerine yaslanma ihtiyacı duyacaktır ki bu da yatırımcılara ek riskler doğurur. Ancak şunu da hesaba katmak gerekir ki, dünyanın bazı bölgelerinde belirli yenilenebilir teknolojileri

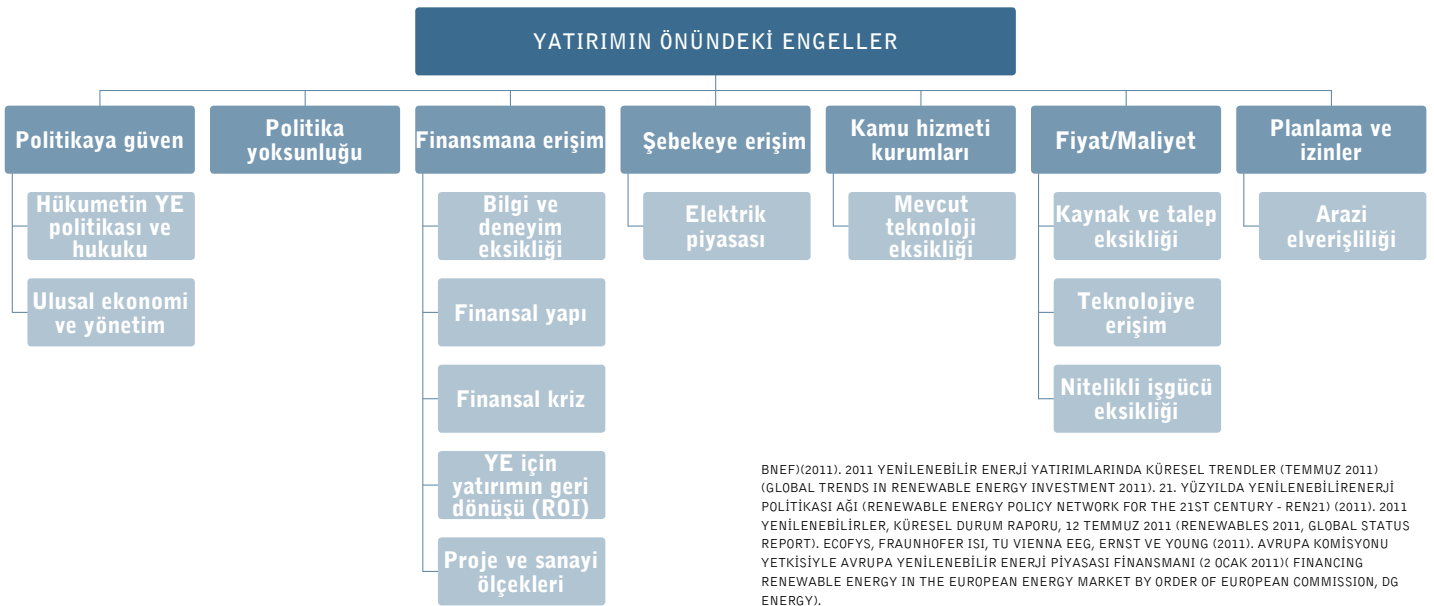
piyasanın mevcut enerji fiyatları ile büyük ölçüde rekabetçidir (örneğin Avrupa'daki kara rüzgârı).Güçleri ve doğaları yargı sistemine bağlı olarak büyük oranda değişkenlik gösterse de, planlama ve izin konularındaki endişeler önemlidir.

3.2.2 Yenilenebilir enerji için yatırım engelleri nasıl aşılır

Bir enerji [d]evrimi'ne tanık olmak için politik önlemler, finans, şebeke ve gelişimden oluşan bir bileşim gerekir. Özetle:

- Tüm ülkelerde ve bölgelerde yenilenebilir enerji için ek ve gelişmiş politik destek mekanizmaları gerekir.
- Mevcut politika mekanizmalarında güven yaratmak, özellikle de kısa dönemde, onları güçlendirmek kadar önemlidir.
- Geliştirilmiş politika mekanizmaları, özellikle daha uzun süreli gelir destekleri sunarak ve gelir güvenliğini artırarak, finansman maliyetlerini de düşürebilir.²⁰
- Finansman erişimi, özel yatırımcıların daha aktif olmasının yanı sıra devletlerin ve kalkınma bankalarının da kredi garantileri ve yeşil bonolar gibi çözümleri uygulamasıyla artırılabilir.
- Şebeke erişimi ve altyapı ihtiyaçlarının akıllı, dağıtılmış şebekelere yapılacak yatırımlarla iyileştirilmesi gerekir.
- Yenilenebilir enerji teknolojilerinin maliyetlerinin düşürülmesi doğrudan endüstrinin gelişmesini ve araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin artırılmasını gerektirecektir.
- Yerel düzeyde planlama ve izin sağlanması yoluyla yenilenebilir enerji için daha yumuşak bir yol haritasının oluşturulması gerekir.

şekil 3.4: yenilenebilir enerji yatırımında başlıca engeller



BNEF(2011). 2011 YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINDA KÜRESEL TRENDLER (TEMMUZ 2011) (GLOBAL TRENDS IN RENEWABLE ENERGY INVESTMENT 2011). 21. YÜZYILDA YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKASI AĞI (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY - REN21) (2011). 2011 YENİLENEBİLİRLER, KÜRESEL DURUM RAPORU, 12 TEMMUZ 2011 (RENEWABLES 2011, GLOBAL STATUS REPORT). ECOFYS, FRAUNHOFER ISI, TU VIENNA EEG, ERNST VE YOUNG (2011). AVRUPA KOMİSYONU YETKİSİYLE AVRUPA YENİLENEBİLİR ENERJİ PİYASASI FİNANSMANI (2 OCAK 2011) (FINANCING RENEWABLE ENERGY IN THE EUROPEAN ENERGY MARKET BY ORDER OF EUROPEAN COMMISSION, DG ENERGY).

referanslar

- 18 HÜKÜMETLERARASI İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ PANELİ (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC) (2011). YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ HAFİFLETME ÖZEL RAPORU (SPECIAL REPORT ON RENEWABLE ENERGY SOURCES AND CLIMATE CHANGE MITIGATION - SRREN) (25 HAZİRAN 2011). BİRLEŞMİŞ MİLLETLER ÇEVRE PROGRAMI (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP). BLOOMBERG YENİ ENERJİ FİNANSI (BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE -

- 19 İHÜKÜMETLERARASI İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ PANELİ (2011)(INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC). YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ HAFİFLETME ÖZEL RAPORU 15 TEMMUZ 2011, CHP 11, S. 24 (SPECIAL REPORT ON RENEWABLE ENERGY SOURCES AND CLIMATE CHANGE MITIGATION - SRREN)

- 20 İKLİM POLİTİKASI GİRİŞİMİ (2011): YENİLENEBİLİR PROJELERİNİN FİNANSMANINDA POLİTİKANIN ETKİLERİ: ÖRNEK DURUM ÇALIŞMASI ANALİZİ, 3 EKİM 2011 (CLIMATE POLICY INITIATIVE (2011).

geleceğe yönelik bir enerji tedarik senaryosu

SENARYONUN ARKA PLANI
NÜFUS GELİŞİMİ
EKONOMİK BÜYÜME

PETROL VE GAZ FİYAT TAHMİNLERİ
CO₂ EMİSYONU MALİYETLERİ
VERİMLİ FOSİL YAKIT ÜRETİMİ VE
CCS İÇİN MALİYET TAHMİNLERİ

YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ
İÇİN MALİYET TAHMİNLERİ
FOSİL YAKITLARIN DEVRE DIŞI
BIRAKILMASI İÇİN VARSAYIMLAR

DEĞERLENDİRME: GREENPEACE'İN
GEÇMİŞTEKİ SENARYO PROJELERİ
EİDİ SENARYOSU DİĞER
SENARYOLAR İLE NASIL KIYASLANIR



“

sürdürülebilir
bir enerji
tedarik
sistemine
doğru”

fotoğraf İSTANBUL METROPOLÜ, KARADENİZ’İ MARMARA VE EGE ÜZERİNDEN AKDENİZ İLE BİRLEŞTİREN DAR, 20 MİL UZUNLUĞUNDAKİ BOĞAZIÇI’NE EV SAHİPLİĞİ YAPIYOR.

© NASA



İklim değişikliği karşısında azalan enerjinin temini için, teoriden eyleme geçmek uzun vadeli bir bakış açısı gerektirir. Enerji altyapısını oluşturmak zaman gerektirir; yeni enerji teknolojilerinin gelişmek için zamana ihtiyacı vardır. Politika değişikliklerinin etkili olması genellikle uzun yıllar alır. Dünyanın pek çok bölgesinde fosil yakıttan yenilenebilir enerjilere geçiş yaklaşık yirmi yıl süren ek yatırımlar ve daha yüksek tedarik maliyetleri gerektirir. Ancak, gitgide daha pahalı, az bulunur ve ithal edilir yakıtların kullanımının azalmasıyla birlikte uzun vadede büyük ekonomik faydalar sağlayacaktır. Enerji ve çevreyle ilgili konularda mücadele gerektirecek herhangi bir analiz, bu nedenle en az yarım yüzyıl öncesinden düşünölmeye başlanmalıdır.

Senaryolar, karar vericilere geniş bir bakış sağlamak ve geleceğin enerji sistemini şekillendirmekte ne kadar ileriye gidebileceklerini göstermek için muhtemel yol haritalarını çıkartmak zorundadır. Dünyanın her bölgesi için gelecekteki enerji tedarik sisteminin mümkün olan türlü yol haritalarını göstermek üzere iki senaryo kullanılmıştır:

- **Referans senaryosu**, mevcut eğilimlerin ve politikaların devamlılığını yansıtır.
- **Enerji [d]evrimi senaryosu**, bir dizi çevresel politika hedefine ulaşmak için tasarlanmıştır.

Türkiye için referans senaryosu hükümet projeksiyonlarına, varolan enerji santrallerine ve planlanan ya da önerilen enerji santrali geliştirme projelerine dayanır. Bu araştırma Yenilenebilir Enerji (IEO)/ Varşova Enstitüsü'nü temel alır ve D.L.R. tarafından enerji modelleme yazılımına uygulanmıştır. Referans senaryosunda, Türkiye'de bir enerji borsası oluşacağı ve bu nedenle merkezi kömür enerjisi üretiminin hâkim olmaya devam edeceği, dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajsız kalacağı öngörülmüştür.

Bu durum enerji [d]evrimi senaryosu ile karşılaştırma yapmak için bir temel oluşturuyor. Enerji [d]evrimi senaryosunun ortalama küresel sıcaklığı +2°C'nin altında tutmak için, 2050 yılına kadar dünya çapındaki enerji kullanımından doğan karbondioksit emisyonlarını yıllık 4 gigaton'un altına düşürmek gibi temel bir hedefi vardır. İkinci bir amaç da nükleer enerjinin küresel olarak devre dışı bırakılmasıdır. Greenpeace tarafından 2007, 2008 ve 2010 yıllarında yayınlanan enerji [d]evrimi senaryoları, "temel" ve "gelişmiş" senaryoları içermektedir. Daha iddiasız hedef ise 2050 yılına kadar yıllık 10 gigaton CO₂ emisyonu idi. Ancak 2012 yayını, ilki 2010 yılında yayınlanan daha iddialı "gelişmiş" enerji [d]evrimi senaryosuna odaklanır.

Bu karbondioksit emisyon azaltma hedefi Türkiye için, enerji [d]evrimi senaryosunun ana varsayımını oluşturan karbon bütçesine denk gelir. Senaryo, hedefe ulaşmak adına eldeki en iyi teknoloji uygulamasını kullanarak, enerji verimliliğinin büyük potansiyelinden tümüyle faydalanmak üzere önemli bir çaba sarf etmeyi içerir. Aynı zamanda, tüm maliyet-etkin yenilenebilir enerji kaynakları, biyoyakıtların üretimi kadar ısı ve elektrik üretimi için de kullanılır. İstihdam ve GSYİH büyüme parametreleri genel çerçevesi, referans senaryodan farklılık göstermez.

Sanayide ve "diğer sektörlerde" elektrik ve yakıt kullanımındaki verimlilik, teknik verimlilik potansiyelleri ve enerji yoğunluklarına

dayanarak, tutarlı bir yaklaşımla tamamıyla yeniden değerlendirildi. Sonuç olarak ortaya çıkan tüketim yolu daha önceki basımlardaki projeksiyonlara yakındır. Yeni enerji [d]evrimi senaryosunda bir temel fark, CO₂ azaltımına ulaşabilmek adına daha iyi teknolojiler geliştirmek için daha fazla çabayı kapsamasıdır.

Sürüş modellerindeki bir değişim ve verimli motora sahip araçların daha hızlı yayılması ile elektrikli ve tak-çalıştır (plug-in) hibrit araçların 2025'den sonra toplam araç parkında daha yüksek bir paya sahip olması nedeniyle ulaşım sektörünü etkileyen talep daha düşüktür (2008 ve 2010'daki temel senaryo ile karşılaştırıldığında). Bu senaryo, biyoyakıtların fosil yakıtlardan daha yüksek miktarda sera gazı emisyonlu ayak izine sahip olabileceğine işaret eden son bilimsel raporların ardından özel araçlarda daha az biyoyakıt kullanımı içermektedir. Biyoyakıtlar için, gıda üretimi ile rekabetten ve ormansızlaştırmadan kaçınmak adına gerekli olan hiçbir küresel sürdürülebilirlik standardı henüz yoktur.

Yeni enerji [d]evrimi senaryosu, yenilenebilirlerin müthiş ve çeşitli potansiyeli sayesinde, elektrikten ısıtmaya yenilenebilirlerin kullanımına dönüleceğini de öngörmektedir. Yenilenebilirlerin müthiş ve çeşitli potansiyeli sağ olsun. Isıtma sektörü ile ilgili varsayımlar, merkezi ısı kullanımında hızlı bir büyüme ve endüstride süreç (proses) ısısı için daha fazla elektrik içerir. Ayrıca daha fazla jeotermal ısı pompaları dahil edilmiştir. Bu durum, ulaşımında elektrikli arabaların daha fazla paya sahip olması ile birleştiğinde toplamda daha fazla elektrik talebine yol açar. Güneş ve jeotermal ısıtma sistemlerinde daha hızlı bir artış da tahmin edilmektedir. Elektroliz ile elde edilen hidrojen ve yenilenebilir elektrik bu senaryoda, 2025'ten sonra ulaşım sektöründe, biyoyakıtlara ve yenilenebilir elektriğin doğrudan kullanımına ek olarak, üçüncü yenilenebilir yakıt olarak tanımlanmıştır. Hidrojen ayrıca yenilenebilirlerden gelen elektrik için bir kimyasal depolama aracı olarak da uygulanır ve endüstriyel yakma süreçlerinde ve ısı ve elektrik tedariği için bileşik üretimde (kojenerasyon) kullanılır. Aynı zamanda kısa süreler için elektriğe dönüştürülerek de kullanılır. Hidrojen üretimi yüksek enerji kayıplarına neden olabilir. Bununla birlikte biyoyakıtın limitli potansiyeli ve muhtemelen depolanmış elektrikli (pil, batarya) mobilite, üçüncü bir yenilenebilir seçeneğini gerekli kılar. Alternatif olarak, yenilenebilir hidrojen, ekonomik faydalara (depolama maliyetlerine karşılık ek kayıplar), teknolojiye ve ulaşım sektöründeki piyasa gelişimine (yanmalı motorlara karşılık yakıt hücreleri) bağlı olarak sentetik metana veya sıvı yakıtlara dönüştürülebilir.

Tüm sektörlerde, yenilenebilir enerji sektöründeki²¹ en son piyasa gelişimi projeksiyonları dikkate alınmıştır. Elektrikli araçların hızlı girişinin, akıllı şebekelerin hayata geçirilmesi ve süper şebekelerin hızlı yayılımı ile birleşmesi, dalgalanan yenilenebilirlerin(fotovoltaik ve rüzgar) yüksek oranda kullanıma sokulmasını sağlar. Küresel senaryoda, yenilenebilir enerji 2020'nin hemen ardından küresel enerji tedariğinin %30'unu aşacaktır. Türkiye için enerji [d]evrimi senaryosu yenilenebilir enerjinin 2020'den önce Türkiye'nin enerji tedariğinin %25'ini geçeceğini göstermektedir.

referans

21 BKZ. AVRUPA YENİLENEBİLİR ENERJİ KONSEYİ-EREC (2050'Yİ YENİDEN DÜŞÜNMEK), KÜRESEL RÜZGAR ENERJİSİ KONSEYİ,-GWEC, EPIA ET AL.

Yeni enerji [d]evrimi senaryolarında biyokütle elektrik santralleri ve büyük hidroelektrik santraller, ekolojik sürdürülebilirlik nedenlerinden dolayı sınırlı kalmaya devam ediyorlar.

Bu senaryolar hiçbir şekilde geleceği öngördüğünü iddia etmez; onlar sadece geniş çaplı olası "gelecek" ihtimallerinde iki potansiyel gelişim yolunu tanımlar ve kıyaslar. Enerji [d]evrimi senaryoları iddialı oldukları hedefleri ve enerji tedarik sistemimizi tam anlamıyla sürdürülebilir olarak değiştirmek için elimizin altındaki seçeneklere ulaşmak adına gerekli eylemleri ve çabaları göstermek üzere tasarlanmıştır.

4.1 Senaryonun arka planı

Bu rapordaki senaryolar, Alman Havacılık Merkezi'nin (DLR) bir parçası olan Teknik Termodinamik Enstitüsü, Sistem Analizi grubunun Greenpeace ve Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (GWEC) tarafından ortaklaşa oluşturulmuştur. Tedarik senaryoları, daha önceki enerji [d]evrimi çalışmalarında benimsenen MESAP/PlaNet simülasyon modeli kullanılarak hesaplandı.²² Yeni enerji talebi projeksiyonları Hollanda'daki Utrecht Üniversitesi tarafından 2012'de enerji verimliliği önlemlerinin geleceğine dayanan analizlerden geliştirildi. Daha önceki basımlarda hesaplanan ve Greenpeace'in sürdürülebilirlik standartlarına göre değerlendirilen biyokütle potansiyeli, Alman Biyokütle Araştırma Enstitüsü tarafından 2009'da geliştirilmiş ve tedbirli yaklaşım ilkesine uymak için daha da düşürülmüştür. Araba teknolojilerinin geleceğe yönelik gelişim yolları, 2012'de Araç Kavramları Enstitüsü'nde (DLR), Greenpeace Uluslararası için hazırlanan özel bir rapora dayanmaktadır. Son olarak Sürdürülebilir Gelecekler Enstitüsü (ISF) enerji [d]evrimi ve referans senaryolarının istihdam etkilerini analiz etti.

4.1.1 Yenilenebilir ısıtma teknolojileri için durum ve gelecek tahminleri

EREC ve DLR, mevcut yenilenebilir ısı teknolojisi piyasaları, piyasa tahminleri, maliyet projeksiyonları ve teknoloji geliştirme durumu hakkında detaylı bir araştırma yaptı. Maliyet projeksiyonları gibi teknoloji seçeneği de bu yeni enerji [d]evrimi senaryosu için girdi bilgisi olarak kullanıldı.

4.2 Nüfus gelişimi

Gelecekteki nüfus gelişimi enerji senaryoları yapılandırmasının önemli bir faktördür çünkü nüfusun büyüklüğü enerji talebinin büyüklüğünü ve bileşimini, ekonomik büyüme ve kalkınma üzerindeki etkisi ile doğrudan etkiler. Enerji [d]evrimi senaryoları nüfus gelişimi için Polonya projeksiyonunu kullanır.

tablo 4.1: nüfus gelişimi projeksiyonu

(MİLYON KİŞİ)

	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Türkiye	73	77	81	84	87	90	92

kaynak TÜİK – TURKSTAT (2011).

4.3 Ekonomik büyüme

Ekonomik büyüme enerji talebi için önemli bir yönlendiricidir. 1971 yılından bu yana, Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla'nın (GSYİH) genelindeki her %1'lik artışa, birincil enerji tüketiminde %0,6'lık artış eşlik etti. Enerji talebi ve GSYİH büyümesindeki ayrışma bu nedenle bir enerji devriminin ön koşuludur. Geçmişte yapılandırılan pek çok küresel enerji/ekonomi/çevre modeli, tahmin ve kalibrasyonlarda ülkeleri ortak para biriminde buluşturmak için piyasa döviz kurlarına güvendi. Bu yaklaşım son yıllarda önemli tartışmalara konu oldu ve ve satınalma gücü paritesi (Purchasing Power Parity - PPP) döviz kurları formunda bir seçenek yarattı. PPP, ticari ve ticari olmayan ürün ve hizmetlerden oluşan bir sabit sepetin farklı para birimlerinden sabit maliyetlerini kıyaslar ve yaşam standardının tabana yayılmasını ölçer. Enerji talebinin ana yönlendiricisini analiz etmek veya ülkeler arası enerji yoğunluğunu kıyaslamak için bu önemlidir.

PPP değerlendirmeleri, ulusal gelir ve ürün ticareti ve ulusal fiyat indeksleri istatistiklerine kıyasla hâlâ göreceli olarak belirsizlik içermesine rağmen, senaryo gelişimi için daha iyi bir temel sağladığı kabul edilir.²³ Böylece WEO 2011'deki tüm ekonomik gelişme verileri, satın alma gücü paritesine dayalı GSYİH'ı ifade eder. Ancak WEO 2011 sadece 2035 yılına kadar olan zaman dilimini kapsadığı için, enerji [d]evrimi senaryosunun 2035-2050 projeksiyonları kendi tahminlerimize dayanmaktadır.

2009 yılı başındaki finansal kriz nedeniyle, temel büyüme eğilimleri hemen hemen aynı şekilde devam etmesine rağmen, GSYİH büyüme tahminleri bir önceki çalışmaya kıyasla önemli ölçüde azalmıştır. Tüm bölgelerde GSYİH büyümesinin önümüzdeki yıllarda giderek yavaşlaması bekleniyor. Dünya GSYİH'nın 1971-2007 yıllarındaki %3.1'lik büyümesine kıyasla, 2009-2030 döneminde %3.8 büyümesi bekleniyor ve bunu tüm modelleme dönemi süresince ortalama yıllık %3.1 ile yapması öngörülmüyor. (2009-2050) Çin ve Hindistan'ın diğer bölgelerden daha hızlı büyümesi ve onları Ortadoğu, Afrika, OECD üyesi olmayan Asya ve Doğu Avrupa/Avrasya'nın takip etmesi bekleniyor. Çin ekonomisi olgunlaştıkça büyümesi yavaşlayacaktır fakat yine de 2020'lerin başlarında PPP bakımından dünyanın en büyüğü olacak. Avrupa'daki GSYİH (AB 27) 2050 yılına dek olan projeksiyon süresinde yıllık %1.6 civarında büyüyeceği varsayılmaktadır.

referanslar

²² "ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ: SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR DÜNYA ENERJİSİNE BAKIŞ", GREENPEACE INTERNATIONAL, 2007, 2008 VE 2010.

²³ NORDHAUS, W, "KÜRESEL EKONOMİK-ÇEVRESEL MODELLERDE ALTERNATİF ÇIKTI TEDBİRLERİ: SATIN ALMA PARİTESİ YA DA PİYASA DÖVİZ KURLARI?", IPCC İÇİN HAZIRLANAN RAPOR: EMİSYON SENARYOLARI UZMAN TOPLANTISI, US-EPA WASHINGTON DC, OCAK 12-14, 2005.

fotoğraf YANGIN SÖNDÜRME EKİPLERİ 21 NİSAN 2010'DA AÇIK DENİZ PETROL PLATFORMU DEEPWATER HORIZON'DA ALEV KALINTILARIYLA SAVAŞIYOR. BİRDEN FAZLA SAHİL KORUMA BÖTÜ, HELİKOPTERİ VE UÇAĞI DEEPWATER HORIZON'IN 126 KİŞİLİK MÜRETTEBATINI KURTARMAK İÇİN HAREKETE GEÇTİ.



4.3.1 Türkiye'nin gsyih öngörülleri

Türkiye için, OECD, IMF ve Dünya Bankası gibi dünyanın sayılı ekonomik kuruluşlarının birkaç GSYİH projeksiyonu mevcuttur. Eldeki özellikleri ve gözlemleri değerlendirirken, BETAM gelecekteki değerlendirme için Türkiye ekonomisindeki potansiyel büyümeye dair bazı öngörülleri ortaya çıkardı:

- Sermaye kuvvetlendirme ve likiditesi
- Yatırım hacmi ve yurtiçi tasarruflar / cari işlemler açığı
- İşgücü
- Toplam Faktör Verimliliği (TFP)

BETAM GSYİH öngörüllerini iki farklı senaryoda, üç farklı süreçte üretti. Dışsal olarak çeşitlilik gösteren iki farklı senaryo TFP büyümesi için kullanıldı. İlk senaryo, istikrarlı makroekonomik çerçeveyi ve yenilikçi hükümetleri varsayar, diğer senaryo ise tam tersini: bunların hiçbiri hiçbir süreçte yoktur. Zaman içerisinde herhangi bir kombinasyonun yaşanabileceği ve büyüme yönteminin yalnızca bir senaryoyu izlemek durumunda olmadığı göz önünde bulundurulurak; enerji [d]evrimi senaryosu için bu iki GSYİH öngörüsünün bir ortalaması kullanılmıştır.

tablo 4.2: gsyih gelişme tahminleri

(ORTALAMA YILLIK BÜYÜME ORANLARI)

BÖLGE	2009-2020	2020-2035	2035-2050	2009-2050
DÜNYA	%4.2	%3.2	%2.2	%3.1
OECD Amerika	%2.7	%2.3	%1.2	%2.0
OECD Asya Okyanusya	%2.4	%1.4	%0.5	%1.3
Avrupa (AB 27)	%2.1	%1.8	%1.0	%1.6
Türkiye	%5.1	%2.8	%1.8	%2.9
Doğu Avrupa/Avrasya	%4.2	%3.2	%1.9	%3.0
Hindistan	%7.6	%5.8	%3.1	%5.3
Çin	%8.2	%4.2	%2.7	%4.7
OECD olmayan Asya	%5.2	%3.2	%2.6	%3.5
Latin Amerika	%4.0	%2.8	%2.2	%2.9
Orta Doğu	%4.3	%3.7	%2.8	%3.5
Afrika	%4.5	%4.4	%4.2	%4.4

kaynak 2009-2035: IEA WEO 2011 VE 2035-2050: DLR, KİŞİSEL İLETİŞİM(2012) TÜRKİYE PROJEKSİYONLARI İÇİN BETAM

tablo 4.3: fosil yakıt ve biyokütle fiyatlarının gelişim projeksiyonları 2010 (avro cinsinden)

FOSİL YAKITLAR	BİRİM	2000	2005	2007	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Ham petrol ithalatı													
Geçmiş fiyatlar (WEO'dan)	varil	29	42	63	98	65							
WEO "450 ppm senaryosu"	varil					65	80		80	80	80		
WEO Mevcut Politikalar	varil					65	88		88	112	116		
Enerji [d]evrimi 2012	varil					65	93		93	126	126	126	126
Doğal gaz ithalatı													
Geçmiş fiyatlar (WEO'dan)	GJ												
Amerika Birleşik Devletleri	GJ	4.20	1.94	2.71		3.84							
Avrupa	GJ	3.10	3.77	5.27		6.55							
Japonya LNG		5.11	3.79	5.30		9.61							
WEO 2011 "450 ppm senaryosu"	GJ												
Amerika Birleşik Devletleri	GJ					3.84	5.15		6.98	7.32	6.81		
Avrupa	GJ					6.55	8.21		8.56	8.47	8.21		
Japonya LNG						9.61	10.39		10.48	10.57	10.57		
WEO 2011 Mevcut Politikalar	GJ												
Amerika Birleşik Devletleri	GJ					3.84	5.33		6.72	7.32	7.86		
Avrupa	GJ					6.55	8.56		10.39	11.00	11.35		
Japonya LNG						9.61	11.09		12.40	12.92	13.27		
Enerji [d]evrimi 2012	GJ												
Amerika Birleşik Devletleri	GJ					3.84	7.03		10.39	12.06	13.61	15.18	19.89
Avrupa	GJ					6.55	11.77		15.08	16.17	17.30	18.45	21.82
Japonya LNG						9.61	13.42		17.07	18.31	19.55	20.79	24.64
OECD buhar kömürü ithalatı													
Geçmiş fiyatlar (WEO'dan)	ton	34.76	41.38	57.93	100.96	81.93							
WEO 2011 "450 ppm senaryosu"	ton					81.93	82.76		68.69	61.24	56.27		
WEO 2011 Mevcut Politikalar	ton					81.93	86.89		93.51	96.00	97.65		
Enerji [d]evrimi 2012							104.85		134.31	141.51	150.04	164.69	170.73
Biyokütle (katı)													
Enerji [d]evrimi 2012	GJ												
OECD Avrupa	GJ			6.21		6.46	6.88		8.04	8.38	8.51	8.63	8.81
OECD Asya Okyanusya ve Kuzey Amerika	GJ			2.76		2.85	2.94		3.39	3.61	3.77	3.94	4.36
Diğer bölgeler				2.27		2.35	2.68		3.14	3.35	3.61	3.86	4.10

kaynak IEA WEO 2009 ve 2011 VARSAYIMLARI VE 2035-2050: DLR, EKSTRAPOLASYON (2012).

4.4 Petrol ve gaz fiyat öngörülleri

Küresel petrol fiyatlarının son dönemdeki dramatik dalgalanmaları fosil yakıtların projeksiyonlarında biraz yükselmeye yol açtı. Avrupa Birliği Komisyonu'nun 2004 "yüksek petrol ve gaz fiyatı" senaryosuna göre, örneğin, varil başına petrol fiyatının 2030 yılında 28 Avro olacağı kabul edilir. IEA'nın WEO 2011'de 2035 yılı için daha yakın tarihlerde yaptığı petrol fiyatı projeksiyonları, 450 ppm senaryosunda 80 Avro/varil ile mevcut politikalar senaryosunda 116 Avro/varil arasında değişiyor.

2007'deki ilk enerji [d]jevrimi senaryosu çalışması yayımlandığında, petrol o günlük fiyatıyla ilk kez 83 Avro/varil rakamına ulaştı ve 2008'de 116 Avro/varil'in üzerine çıkarak bir rekor kırdı. Petrol fiyatları yine Eylül 2008'de 83 Avro/varil'e, Nisan 2010'da 66 Avro/varil'e gerilemesine rağmen, 2012'nin başlarında 91 Avro/varil'in üzerine çıktı. Böylece, IEA Mevcut Politikalar Senaryosu'ndaki projeksiyonların hâlâ fazla muhafazakâr olduğu düşünülebilir. Petrolün küresel talebindeki artışı hesaba katarak, fosil yakıtlar için IEA WEO 2011 "Mevcut Politikalar" incelemesinin 2050 çıkarımlarına kıyasla biraz daha yüksek bir fiyat artışı göstereceği varsayımında bulunduk. (Bkz. Tablo 4.3)

Doğal gaz tedariki, boru hattı altyapısının durumuyla kısıtlı olduğundan, bu emtia için bir dünya piyasası fiyatı yoktur. Dünyanın pek çok bölgesinde gaz fiyatı doğrudan petrol fiyatına bağlıdır. Bu nedenle gaz fiyatlarının 2050'ye kadar 20-25 Avro/gigajoul'e (E/GJ) yükseleceği varsayılıyor.

4.5 CO₂ emisyon maliyetleri

CO₂ indirim hesaplamalarının elektrik üretim maliyet hesaplarına dâhil edilmesi gerekir. Emisyon maliyeti projeksiyonları, enerji fiyatlarından daha belirsizdir ve gelecek tahminleri çalışmalarda çok geniş olarak ele alınmıştır. Diğer projeksiyonların CO₂ maliyet tahminleri, enerji [d]jevrimi çalışmalarının içerdiği (57 €2010/tCO₂) (25) CO₂ emisyonlarının toplam dış maliyet tahminlerinden daha yüksekti. Küresel enerji [d]jevriminin 2010 versiyonunda yer alan CO₂ maliyet tahminleri daha muhafazakârdı (42 €2008/t). CO₂ maliyetleri, Kyoto Protokolü Ek B'ye dâhil olmayan ülkelere 2030 yılı sonrası için uygulandı.

tablo 4.4: UNFCCC Ek-B ve Ek-B dışı ülkeler için karbon emisyonu maliyet geliştirme varsayımları

(NZS2010/AC0)

ÜLKELER	2010	2015	2020	2030	2040	2050
Ek-B ülkeleri	0	11	19	30	42	57
Ek-B dışı ülkeler	0	0	0	30	42	57

referanslar

- 24 KREWITT, W., SCHLOMANN, B., FOSİL YAKIT ENERJİ KAYNAKLARINDAN ELEKTRİK ÜRETİMİ İLE YENİLENEBİLİR ENERJİLERDEN ÜRETİLEN ELEKTRİK DİŞ MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI. ALMAN FEDERAL ÇEVRE, DOĞA KORUMA VE NÜKLEER GÜVENLİK BAKANLIĞI, BERLİN 2006.
25 GREENPEACE ULUŞLARARASI BRİFİNG: "KARBON YAKALAMA VE DEPOLAMA", GOERNE, 2007.
26 ABANADES, J C ET AL., 2005, SYF. 10.

4.6 Verimli fosil yakıt üretimi, karbon yakalama ve depolama (CCS) için maliyet tahminleri

Günümüzde kullanılan gaz, linyit ve petrol gibi yakıt enerjisi teknolojileri için daha ileri maliyet azaltma potansiyelleri olduğu farz ediliyor. Piyasa gelişiminin ileri bir aşamasında oldukları için maliyet indirim potansiyeli limitlidir ve indirim esas olarak verimlilik artışı yoluyla gerçekleşecektir.²⁵

Teknolojinin hâlâ gelişmekte olmasına rağmen, fosil yakıt kullanımının iklim değişikliğinde yarattığı etkiyi azaltmak için karbon yakalama ve depolama (CCS) potansiyeliyle ilgili çok spekülasyon var.

CCS, yanmadan önce veya sonra fosil yakıtlardan CO₂ yakalamak ve onu denize veya toprağın altına "depolamak" (etkin şekilde imha edilmesi) anlamına gelir. Halihazırda CO₂ yakalamanın üç farklı yöntemi bulunur: "yanma-öncesi", "yanma sonrası" ve "oksijenli yanma". Fakat gelişimi şu an çok erken bir aşamasında ve CCS —en iyi ihtimalle- 2020'den önce uygulanmayacak ve muhtemelen 2030 yılına kadar olası bir verimli hafifleme seçeneği olarak ticari açıdan tutarlılık sergileyemeyecek.

CCS için maliyet tahminleri, elektrik santrali modeli, teknoloji, yakıt maliyetleri, projenin yeri ve büyüklüğü gibi faktörlere bağlı olarak önemli ölçüde değişebilir. Fakat kesin olan bir şey vardır: CCS pahalıdır. Güç istasyonunu ve karbonu taşımak ve depolamak için gerekli altyapıyı oluşturmak önemli bir fon gerektirir. IPCC'nin CCS özel raporundaki maliyetler, yakalanan CO₂'i²⁶ ton başına 12-62 Avro olarak ölçer. Oysa 2007 ABD Enerji Departmanı raporu karbon yakalama sistemlerini en modern santrallere kurmanın, maliyetleri neredeyse iki katına çıkartacağını buldu.²⁷ Bu maliyetlerin elektrik fiyatını %21 ila %91 artıracığı tahmin ediliyor.²⁸

CO₂'nin depolama alanlarına taşınması için boru hattı ağlarının da kurulması gerekiyor. Bunun önemli bir sermaye gerektirmesi muhtemeldir.²⁹ Maliyetler, taşınacak CO₂'in hacmi kadar, boru hattı uzunluğu, korozyona dayanıklı çeliğin üretimi ve çapı gibi bazı faktörlere de bağlı olarak değişecektir. Yerleşim birimlerine yakın veya bataklık ya da kayalık araziler gibi zor alanlara inşa edilen boru hatları daha pahalıdır.³⁰

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) boru hatları için taşınan ton başına CO₂ için 0.8 ila 6.6 avro arası bir maliyet aralığı tahmin eder. Amerika Birleşik Devletleri Kongre Araştırma Hizmetleri raporlarından biri, ABD'nin Midwestern bölgesindeki 11 millik bir boru hattının sermaye maliyetini 5 milyon Avro olarak hesapladı. Aynı rapor, Kuzey Carolina'da özel bir devletlerarası boru hattı ağının, ülkenin bu bölümündeki jeolojik uygunluk potansiyelinin limitli olması sebebiyle 4 milyar Avro'dan daha yukarıda bir maliyetinin olacağını tahmin eder.³¹ IPCC tarafından yapılan depolama ve sonraki izleme ve

27 ULUSAL ENERJİ TEKNOLOJİ LABORATUVARLARI, 2007.

28 RUBIN ET AL., 2005A, SYF. 40.

29 RAGDEN, P ET AL., 2006, SYF 18.

30 HEDDLE, G ET AL., 2003, SYF 17.7.

31 PARFOMAK, P & FOLGER, P, 2008, SYF 5 VE 12. 12.

32 RUBIN ET AL., 2005B, SYF 4444.



tablo 4.5: seçilmiş yeni enerji santrali teknolojileri için verimlilik ve yatırım maliyetleri gelişimi

ENERJİ SANTRALİ		2009	2015	2020	2030	2040	2050
Kömür yakıtlı yoğuşmalı enerji santrali	Maksimum verimlilik (%)	45	46	48	50	52	53
	Yatırım maliyetleri (€2010/kW)	1,085	1,046	1,029	1,004	987	953
	CO ₂ emisyonları ^{a)} (g/kWh)	744	728	697	670	644	632
Linyit yakıtlı yoğuşmalı enerji santrali	Maksimum verimlilik (%)	41	43	44	44.5	45	45
	Yatırım maliyetleri (€2010/kW)	1,278	1,219	1,192	1,167	1,141	1,116
	CO ₂ emisyonları ^{a)} (g/kWh)	975	929	908	898	888	888
Doğal gaz kombine çevrim	Maksimum verimlilik (%)	57	59	61	62	63	64
	Yatırım maliyetleri (€2010/kW)	587	569	556	530	503	477
	CO ₂ emisyonları ^{a)} (g/kWh)	354	342	330	325	320	315

kaynak

WEO 2010, DLR 2010 a)CO₂ emisyonları sadece santral çıktılarını referans alır. Kullanım ömrü emisyonları hesaba katılmamıştır.

doğrulama maliyeti tahminleri 0.4 – 6.6/tCO₂ (depolama için) ve 0.1-0.25/tCO₂ aralığında değişir. Bu nedenle CCS toplam maliyeti önemli bir engel olabilir.³²

Yukarıdaki nedenlerden dolayı, CCS güç santralleri ekonomik analize dâhil değildir.

Tablo 4.5, gelecekteki fosil yakıtlı elektrik üretim teknolojilerinin ekonomik ve teknik varsayımlarını özetler. WEO 2010 tahminlerine dayanarak, gelecekteki teknik yeniliklerin, gelecekteki maliyet yatırımları artışına engel olmayacağını varsayıyoruz çünkü hammadde maliyetleri ve teknik karmaşıklık artmaya devam edecek. Ayrıca, fosil yakıt fiyatlarında beklenen artış, elektrik santrali verimliliğindeki iyileştirmelere galip gelecek ki bu da elektrik üretim maliyetlerini önemli ölçüde yükseltecektir.

4.7 Yenilenebilir enerji teknolojileri için maliyet tahminleri

Günümüzde var olan farklı yenilenebilir enerji teknolojilerinin hepsi farklı olgunluk, maliyet ve gelişme potansiyellerine sahiptir. Oysa su kaynaklı enerji onlarca yıldır büyük çapta kullanılıyordu, biyokütle veya okyanus enerjisinin gazlaşması gibi başka teknolojiler ise henüz piyasa olgunluğuna erişmek için kendi yollarını bulmak zorunda. Rüzgâr ve güneş enerjisi gibi bazı yenilenebilir kaynaklar doğaları itibarıyla şebeke ağı ile koordinasyon gerektiren değişken bir ikmal sağlar. Ama her ne kadar birçok durumda yenilenebilir enerji teknolojileri "dağıtılıyor" olsa da (üretimleri yerel olarak gerçekleşir ve kullanıcıya ulaştırılır) gelecekte açık deniz rüzgâr çiftlikleri, fotovoltaik güç santralleri veya yoğunlaştırılmış güneş enerji istasyonları gibi büyük ölçekli uygulamalara sahip olabiliriz.

Farklı teknolojilerin kendilerine özgü avantajlarını kullanarak, birbirlerine bağlayarak ve onları adım adım mevcut tedarik yapısına entegre ederek geniş seçenek yelpazesini piyasa olgunluğuna ulaşacak şekilde geliştirmek mümkün. Bu yaklaşım, ısıtma ve güç üretimi ile ulaştırma yakıtları provizyonuna, çevre dostu tamamlayıcı bir portföy sağlayacaktır.

Bugün kullanılan yenilenebilir teknolojilerin pek çoğu piyasa gelişiminin oldukça erken bir safhasındadır. Sonuç olarak, elektrik, ısı ve yakıt maliyetleri, yenilenebilirlerin rekabet

ettikleri konvansiyonel sistemlere göre genellikle daha yüksektir. Konvansiyonel enerji üretiminin çevresel ve sosyal maliyetlerinin de piyasa fiyatlarına yansımadığını hatırlatmak gerekir. Gene de, konvansiyonel teknolojilerin aksine, teknik ilerlemeler, üretimde iyileştirmeler ve büyük ölçekli üretimlerle maliyetlerin azalması bekleniyor. Maliyet gelişiminin zaman içindeki dinamik eğilimleri, onlarca yıla yayılan senaryoların hassas ekonomik gelişim stratejilerinin belirlenmesinde can alıcı bir rol oynar.

Öğrenilmiş eğriler, uzun vadeli gelişmeleri belirlemek için, belli teknolojilerin maliyetlerinin, kümülatif ürün hacimleriyle bağıntılı olarak nasıl değiştiğini yansıtmak üzere hesaplamaları şekillendirmek için kullanıldı. Birçok teknoloji için, öğrenme faktörü (ya da ilerleme oranı) yeterince olgunlaşmamış sistemler için 0.75 ile 0.95 arasında, köklü teknolojiler için ise bundan daha yüksektir. 0.9'luk bir öğrenme faktörü, teknolojinin kümülatif çıkışının kendini her ikiye katlayışında, maliyetlerin %10'luk bir düşüş göstermesinin beklendiği anlamına gelir. Deneysel veriler, örneğin, rüzgar enerjisi öğrenme faktörü İngiltere'de 0.75 ve daha gelişmiş bir piyasa olan Almanya'da 0.94 iken, fotovoltaik güneş modüllerinin geçtiğimiz 30 yıl içinde 0.8 ile neredeyse sabit olduğunu gösteriyor.

Yenilenebilir teknolojilerin enerji [d]evrimi senaryosuna göre gelecekteki maliyet tahminleri, öğrenme eğrisi çalışmalarının yorumundan elde edilir. Lena Neij ve diğerlerinin 33 yeni teknoloji öngörülerini ve yol haritası çalışmaları analizi, Avrupa Komisyonu tarafından fonlanan NEEDS projesi (New Energy Externalities Developments for Sustainability) 34 ya da IEA Enerji Teknolojisi Perspektifleri 2008 (IEA Energy Technology Perspectives 2008), Nisan 2010'da yayımlanan Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi projeksiyonları ("2050'yi Yeniden Düşünmek") ve yenilenebilir enerjinin farklı sektörlerindeki uzmanların tartışmaları gibi örnekler mevcuttur.

referanslar

³³ NEIJ, L, GELECEKTEKİ ENERJİ ÜRETİMİ TEKNOLOJİLERİN MALİYET GELİŞİMLERİ: DENEYİM EĞRİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA VE TAMAMLAYICI AŞAĞIDAN-YUKARIYA DEĞERLENDİRMELERİ, ENERJİ POLİTİKASI 36, (2008), 2200-2211.

³⁴ WWW.NEEDS-PROJECT.ORG.

4.7.1 Fotovoltaikler (PV)

Dünya fotovoltaik (PV) piyasası son yıllarda, yılda %40'ın üzerinde büyüme gerçekleştirdi ve elektrik üretimine önemli bir katkı sağlamaya başladı. Fotovoltaikler dağıtık/merkezi yapıları, kırsal çevredeki kullanım esneklikleri ve maliyet düşürmedeki büyük potansiyelleri nedeniyle önemlidirler. Fotovoltaik endüstrisi kurulum fiyatlarını neredeyse yarısına indirerek bu potansiyeli son birkaç yılda daha da çok kullanır oldu. Son gelişmeler enerji verimliliğini artırarak ve malzeme kullanımını azaltarak mevcut modülleri ve sistem bileşenlerini geliştirmeye odaklandı. PV ince film (alternatif yarı iletken malzemeler kullanarak) ya da boya duyarlı güneş pilleri gibi teknolojiler hızla gelişiyor ve büyük bir maliyet düşürme potansiyeli sunuyor. Hücre kalınlığı hızla azalırken (son beş yılda 230 mikrondan 180 mikrona), 30 yıllık kanıtlanmış ömrü ile olgun bir teknoloji olan kristal silikon hücre ve modül verimliliğini (yılda %0.5) devamlı olarak artırıyor. Ticari modül verimliliği, silikon kalitesi ve fabrikasyon sürecine bağlı olarak %14 ila %21 arasında değişir.

PV modüllerin teknik öğrenme oranının yüksek olduğunu gösteren öğrenme faktörü, kurulu kapasitenin her iki katına çıkışında, %20 oranında düşen maliyetiyle son 30 yılda oldukça sabitti. Enerji DİJEVRİMİ senaryosuna göre 2030 ve 2040 yılları arasında küresel kurulu gücü ve yıllık 2,600 TWh'lık elektrik üretimini varsayarak, üretim maliyetlerinin (bölgeye bağlı olarak) 4-8 €cent/kWh olmasını bekleyebiliriz. Önümüzdeki 5-10 yıl boyunca PV elektriği, dünyanın pek çok bölgesinde perakende elektrik fiyatlarıyla ve 2030 itibarıyla fosil yakıt maliyetleriyle rekabet edecektir. Bu çalışmadaki maliyet verileri Tablo 4.6'da gösterilmiştir. Uzun vadede, PV yatırımının enerji tedarik sistemine entegre olmasının %25'e kadar olan ek maliyetleri hesaba katılmıştır (yerel piller ve yükleme ve üretim yönetimi önlemleri tahmini).

tablo 4.6: fotovoltaik (PV) maliyet varsayımları

PV YATIRIMININ %25'İNE KADAR ŞEBEKE ENTEGRASYONU İÇİN EK MALİYETLER DÂHİL.

SENARYO	2009	2015	2020	2030	2040	2050
ENERJİ DİJEVRİMİ						
Yatırım maliyetleri (€/kWp)	2,817	1,200	950	850	780	750
O & M maliyetleri (€/kWp)	40	29	16	11	11	11

O & M = İşletme ve bakım

4.7.2 Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi (CSP)

Güneş termal enerji "yoğunlaştırma" istasyonları (CSP) sadece doğrudan güneş ışığı kullanabilir ve bu nedenle çok güneşli yerlere muhtaçtır. Güney Avrupa bu teknoloji için yerel talebi fazlasıyla aşan bir teknik potansiyele sahiptir. Çeşitli güneş termal teknolojilerinin daha büyük geliştirme ve maliyet düşürme beklentileri vardır. "Fresnel" kolektörleri çok daha basit olan tasarımlarıyla ek maliyet düzeltmeleri için bir seçenek olarak kabul edilir. Merkezi alıcı sistemlerinin etkinliği daha sonra gaz ve buhar karışımı bir türbini çalıştırmak için 10,000 C° ısıya kadar sıkıştırılmış hava üreterek artırılabilir.

Termal depolama sistemleri CSP elektrik jeneratörleri için maliyetleri azaltacak bir yoldur. İspanyol Andasol 1 santrali, örneğin, 7.5 saat kapasitesi olan molten tuz deposu ile donatılmıştır. Daha yüksek düzeyde tam yük çalışma işlemi, bir termal depolama sistemi ve büyük bir kolektör alanı kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu daha yüksek yatırım maliyetlerine neden olsa da, elektrik üretim maliyetini düşürür.

İşletmenin modu ve ışınım seviyesine bağlı olarak, uzun vadeli gelecekte elektrik üretim maliyetlerinin 6-10 cent/kWh ulaşması bekleniyor. Bu, önümüzdeki birkaç yıl içinde hızlı bir piyasa girişi olacağını varsayar. Bu çalışma için kabul edilen ve Tablo 4.7'de gösterilen CSP yatırım maliyetleri, günde 12 saate kadar yükselen depolama kapasitesi maliyetlerini ve yılda maksimum 6,500 tam yük saatlerine ulaşarak 3 katına kadar çıkan ek güneş alanlarını içerir.

tablo 4.7: yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi (CSP) maliyet varsayımları

ISI DEPOLAMA VE EK GÜNEŞ ALANLARI MALİYETLERİ DÂHİL

SENARYO	2009	2015	2020	2030	2040	2050
ENERJİ DİJEVRİMİ						
Yatırım maliyetleri (€/kWp)	8,667	6,501	5,000	4,334	3,982	3,630
O & M maliyetleri (€/kWp)	335	260	200	173	159	145

O & M = İşletme ve bakım

fotoğraf LELYSTAD-HOLLANDA'DA BİR KAMYON BİYOKÜTLE ENERJİ SANTRALİNE YENİ BİR TALAŞ YÜKÜ BOŞALTIYOR.



4.7.3 Rüzgâr enerjisi

Rüzgâr enerjisinin dinamik gelişimi kısa bir süre içinde gelişen bir küresel piyasa oluşumuyla sonuçlandı. Avrupa'da uygun politika teşvikleri küresel rüzgâr piyasasının ön eylemleriydi. Rüzgâr enerjisi teknolojisindeki talep patlaması her şeye rağmen tedarik kısıtlamalarına yol açtı. Bunun bir sonucu olarak, yeni sistemlerin maliyetleri arttı. Rüzgâr türbini endüstrisi, üretim kapasitesini sürekli olarak genişletiyor, ancak, bu sayede tedarik zincirinde oluşan darboğazları da önceden çözümlüyor. Piyasa gelişim projeksiyonlarını, öğrenme eğrisi analizlerini ve sanayinin beklentilerini hesaba kattığımızda, rüzgâr türbinleri yatırım maliyetlerinin 2050 yılına kadar karada %25 ve açık deniz santrallerinde %50 azalacağını varsayıyoruz.

4.7.4 Biyokütle

Ucuz atık materyaller yoluyla kaybolan ahşap israfından, daha pahalı enerji ürünlerine uzanan bir yelpazede yayılan hammaddenin bugünkü bedeli, enerji için biyokütle kullanımı ekonomisinin en önemli faktörüdür. Buna uygun şekilde, enerji üretim maliyetleri spektrumu da genişler. En ekonomik seçeneklerden birisi, bileşik ısı-güç enerjisi santrallerinde (CHP) ve ısı kombinli buhar türbininde atık ahşap kullanımınıdır. Öte yandan, geniş bir uygulama alanı olan katı biyokütlenin gazlaştırılması, hâlâ nispeten pahalıdır. Uzun vadede, mikro CHP ünitelerinde ve gaz-ve-buhar enerji santrallerinde ahşap gazı kullanımının en uygun elektrik üretim maliyetlerini sağlaması bekleniyor. Tahılların etanole çevrilmesi ve kolza metil ester'den (RME) yapılan "biodizel" in iklim avantajları tartışmalı olsa da son yıllarda, örneğin Brezilya, ABD ve Avrupa'da artan bir önem kazandı. Biojenik sentez gazlarından sentetik yakıtlar elde etme süreçleri de daha önemli bir rol oynayacaktır.

Latin ve Kuzey Amerika'da, Avrupa'da ve Geçiş Ekonomilerinde, sabit ev aletleri ya da ulaştırma sektöründe modern teknolojilerin büyük bir kullanılma potansiyeli var. Uzun dönemde, diğer bölgeler biyokütle kullanımı orman artıkları, endüstriyel ağaç artığı ve saman kullanımına güvenirken, Avrupa ve Geçiş Ekonomileri enerji tahıllarından elde ettiği biyokütle potansiyelinin %20 ila %50'sini gerçekleştirebilir. Özellikle Latin Amerika, Kuzey Amerika ve Afrika'da gittikçe artan bir artık potansiyeli mevcut olacak.

Orta Doğu ve tüm Asya bölgeleri gibi diğer bölgelerde de artan biyokütle kullanımı, çoğunlukla düşük kullanılabilirliği veya zaten yüksek bir geleneksel kullanımı olduğu için, kısıtlandı. Ayrıca, modern ve daha etkili teknolojilerin kullanımı, iç mekân hava kirliliğinin azaltılması ve geleneksel biyokütle kullanımıyla bağıntılı mevcut ağır iş yüklerinin hafifletilmesiyle şu anki kullanımından daha sürdürülebilir olacak, olumlu etkiler yaratacak.

tablo 4.8: rüzgar enerjisi maliyet tahminleri

YATIRIMIN %25'İNE KADAR ŞEBEKE ENTEGRASYON EK MALİYETLERİ DÂHİL.

SENARYO	2009	2015	2020	2030	2040	2050
ENERJİ DİJEVRİMİ						
Açık deniz rüzgâr türbini						
Yatırım maliyetleri (€/kWp)	4,875	3,500	2,200	1,800	1,600	1,500
O & M maliyetleri (€/kWp)	173	155	122	99	94	81
Kara rüzgâr türbini						
Yatırım maliyetleri (€/kWp)	1,422	1,125	975	967	972	1,016
O & M maliyetleri (€/kWp)	51	42	41	42	44	46

O & M = İşletme ve bakım

tablo 4.9: biyokütle maliyet tahminleri

SENARYO	2009	2015	2020	2030	2040	2050
ENERJİ DİJEVRİMİ						
Biyokütle enerji santrali						
Yatırım maliyetleri (€/kWp)	2,653	2,329	2,199	2,124	2,037	1,994
O & M maliyetleri (€/kWp)	160	140	132	127	123	120
Biyokütle CHP						
Yatırım maliyetleri (€/kWp)	4,500	3,815	3,337	2,914	2,686	2,551
O & M maliyetleri (€/kWp)	315	268	234	204	189	179

O & M = İşletme ve bakım

4.7.5 Jeotermal

Jeotermal uzun zamandır dünya çapında ısı temin etmek için kullanıldı ve geçtiğimiz yüzyılın başlarında elektrik üretimi için de kullanılmaya başlandı. Jeotermalden elektrik üretimi daha önce belli jeolojik koşullardaki yerlerle kısıtlıydı fakat daha yoğun araştırma ve geliştirme çalışmaları potansiyel durumlar geliştirdi. Özellikle geniş yeraltı ısı değişim yüzeylerinin - Geliştirilmiş Jeotermal Sistemleri (EGS) - yaratılması ve düşük ısı enerji dönüşümünün iyileştirilmesi ile (örneğin Organik Rankine Döngüsü) jeotermal elektrik üretiminin her hangi bir yerde yapılabilmesine olanak verdi. Gelişmiş ısı ve enerji kojenerasyon santralleri de jeotermal elektrik ekonomisini geliştirecektir.

Jeotermal enerji santrallerinin maliyetlerinin büyük kısmı derin yeraltı sondajlarından doğar, bu nedenle daha yenilikçi sondaj teknolojilerinin gelişmesi bekleniyor. Jeotermal enerji kapasitesi, ortalama küresel piyasa büyümesinin 2020'ye kadar her yıl %15 ve 2030 sonrası %12'ye ayarlanacağı varsayılınca, sonuç 2050 yılına dek %7 lik bir maliyet düşüşü olabilecektir:

- Konvansiyonel jeotermal enerji için (ısı sektörü olmadan), 12 €cent/kWh'dan 7 €cent/kWh'a;
- EGS için, şimdilik yüksek olan rakamlara rağmen (yaklaşık 17-25 €cent/kWh), elektrik üretim maliyetlerinin -ısı tedarik kredilerine bağlı olarak- uzun vadede 6 €cent/kWh'e kadar düşmesi bekleniyor.

Neredeyse %100 çalışan şebeke yükü ve dalgalanmayan tedarik becerisi ile jeotermal enerji gelecekteki yenilenebilir kaynaklara dayalı tedarik yapısının ana unsuru olarak kabul ediliyor. Şu ana kadar potansiyelin çok küçük bir kısmını kullandık. Sığ jeotermal sondaj, örneğin, ısıtma soğutma için herhangi bir zamanda enerji temin edebilir ve termal enerji depolaması için kullanılabilir.

tablo 4.10: jeotermal maliyet tahminleri

SENARYO	2009	2015	2020	2030	2040	2050
ENERJİ DİJEVRİMİ						
Jeotermal enerji santrali						
Yatırım maliyetleri (€/kWp)	11,159	9,318	7,042	4,821	4,007	3,446
O & M maliyetleri (€/kWp)	504	406	316	240	224	212

O & M = işletme ve bakım

4.7.6 Okyanus enerjisi

Okyanus enerjisi, özellikle de açık deniz dalga enerjisi, önemli bir kaynaktır ve dünya çapında elektrik arzının önemli bir yüzdesini karşılama potansiyeli vardır. Küresel olarak, okyanus enerjisi potansiyelinin yaklaşık 90,000 TWh/yıl olduğu tahmin ediliyor. En önemli avantajları çokça var olması, gözle görülebilen etkilerinin ve CO₂ emisyonlarının düşük olması ve hem teknolojinin, hem de kaynağın yüksek öngörülebilirliğidir. Gelgitlerden, dalgalardan, akımlardan ve hem termal, hem de tuzlu eğim kaynaklarından enerji elde etmek gibi pek çok farklı kavram ve cihaz geliştirilmiştir. Bunların çoğu ileri araştırma ve geliştirme aşamasındadır, gerçek deniz koşullarında konuşlandırılmış büyük ölçekli prototiplerdir ve bazıları piyasa öncesi dağıtım aşamasına geçmiştir. Tam olarak ticari faaliyete geçmiş olan dalga ve gelgit üretim santrallerinin birkaçı şebekeye bağlanmıştır.

İlk gelgit ve dalga enerji tarlaları maliyeti 20-80 €cent/kWh aralığında³⁵ ve ilk gelgit akışı tarlaları 11-22 €cent/kWh aralığında tahmin edilmiştir. Üretim maliyetlerinin 2030 yılı itibarıyla 7-8 €cent/kWh olması bekleniyor. Gelişmenin temel alanları konsept tasarımı, cihaz konfigürasyonunun optimizasyonu, sermaye maliyetlerinin alternatif yapı malzemeleri kullanılarak düşürülmesi, ölçek ekonomileri ve işletmeden öğrenilenleri içerir. En son araştırma bulgularına göre, öğrenme faktörünün açık deniz dalgasında %10-15 ve gelgit akışında %5-10 olduğu tahmin edilmektedir. Uzun vadede okyanus enerjisinin en rekabetçi ve maliyet etkin üretim formu olma potansiyeli vardır. Önümüzdeki birkaç yılda benzer bir rüzgâr enerjisi eğrisini takiben dinamik bir piyasa penetrasyonu bekleniyor.

Henüz erken bir evresinde olduğu için okyanus enerji sistemlerinin gelecekteki maliyet gelişim tahminleri belirsizdir. Şu anki maliyet tahminleri Avrupa NEEDS projesinin analizlerini temel alır.³⁶

tablo 4.11: okyanus enerjisi maliyet tahminleri

SENARYO	2009	2015	2020	2030	2040	2050
ENERJİ DİJEVRİMİ						
Okyanus enerji santrali						
Yatırım maliyetleri (€/kWp)	5,466	3,489	2,492	1,733	1,439	1,281
O & M maliyetleri (€/kWp)	219	140	100	69	58	51

O & M = işletme ve bakım

referanslar

³⁵ G.J. DALTON, T. LEWIS (2011): İRLANDA'NIN BAKI KIYISINDA BULUNAN 5 DALGA ENERJİSİ CİHAZININ PERFORMANS VE EKONOMİK FİZİBİLİTE ANALİZİ, EWTEC 2011

³⁶ WWW.NEEDS-PROJECT.ORG

fotoğraf ANDASOL 1 GÜNEŞ ENERJİSİ İSTASYONU AVRUPA'NIN İLK TİCARİ GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ PARABOLÜDÜR. 200,000 KADAR KİŞİYE İKLİM DOSTU ELEKTRİK TEMİN EDER. MODERN KÖMÜR ENERJİSİ TESİSİNE KİYASLA YILDA 149,000 TON KARBONDİOKSİT TASARRUF EDER.



4.7.7 Hidroelektrik

Hidroelektrik küresel kaynaklarının önemli bir bölümü zaten kullanılan olgun bir teknolojidir. Ancak hâlâ, hem yeni tasarımlar (özellikle, ya hiç olmayan ya da çok küçük rezervuar barajları olan küçük ölçekli nehir yatağı projeleri) hem de var olan yerlerin tekrar güçlendirilmesi için biraz daha potansiyel mevcut. Su taşkınlarının kontrol edilmesi ve kuraklık dönemlerinde su tedariğinin sürdürülmesi için artan ihtiyaçla birlikte hidroelektrik için biraz daha fazla potansiyel olması muhtemeldir. Sürdürülebilir hidroelektrik, ekoloji ile ekonomik olarak cazip olan güç üretimini birbirine uzlaştırırken, nehirlerin ekosistemleri ile santralleri birbirine entegre etmek için bir çaba sarf eder.

Ancak Türkiye'de uygulama bu şekilde olmamıştır. Büyük ve küçük hidro projeleri için, tüm hidro potansiyelinin kullanılmasına yönelik düzenleme yasalaştırıldığından, pek çok proje ile yerel halkın suya erişim hakkı ihlal edilmiş ve akarsu ekosistemlerinin korunması da ihmal edilmiştir. Hidroelektrik projelerin birkaç yıl içindeki hızlı artışı, farklı yenilenebilir kaynaklar ile enerji verimliliği arasında dengeli bir yaklaşım benimsenmediğinde, yenilenebilir enerji politikalarının nasıl yanlış gidebileceğinin bir örneğidir.

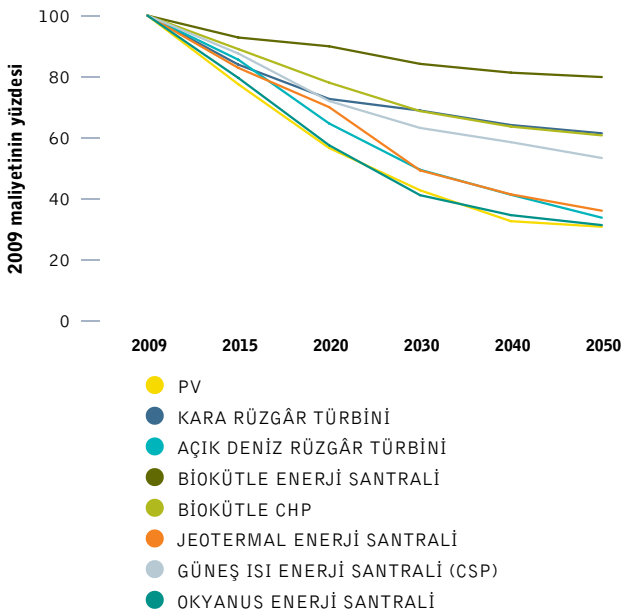
tablo 4.12: hidroelektrik maliyet tahminleri

SENARYO	2009	2015	2020	2030	2040	2050
ENERJİ DİJERVİMİ						
Yatırım maliyetleri (€/kWp)	2,457	2,568	2,647	2,766	2,866	2,953
O & M maliyetleri (€/kWp)	98	103	106	111	115	118

O & M = işletme ve bakım

şekil 4.1: yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelecekteki yatırım maliyetleri gelişimi

(NORMALLEŞTİRİLMİŞ 2010 MALİYET SEVİYELERİ)



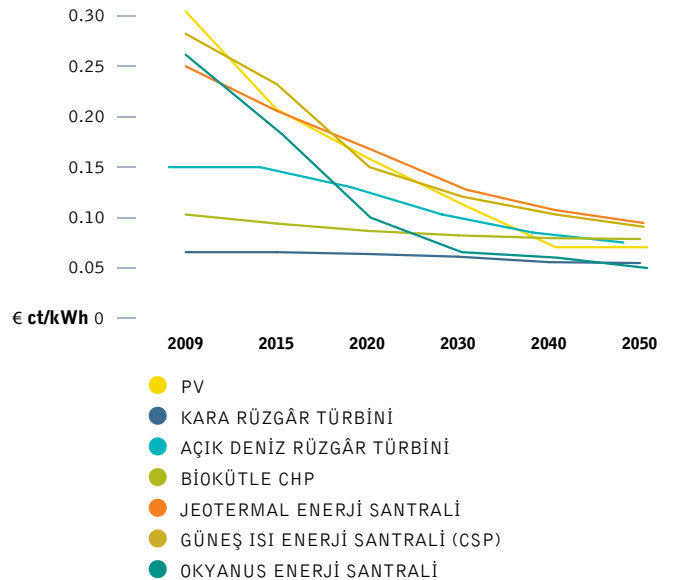
4.7.8 Yenilenebilir enerji maliyet gelişimi özeti

Şekil 4.1, ilgili öğrenme eğrilerinden elde edilen yenilenebilir enerji teknolojisi maliyet trendlerini özetliyor. Beklenen maliyet azaltmanın zamana değil, çoğalan kapasiteye (ünitelerin üretimi) bağlı olduğuna, bu yüzden de dinamik piyasa gelişiminin gerekli olduğuna dikkat edilmelidir. Teknolojilerin çoğunun tam olgunluğa eriştiklerinde (2040'dan sonra) şu anki özgül yatırım maliyetlerini %30 ile %60 arasında azaltmaları mümkün olacaktır.

Azaltılmış yenilenebilir enerji teknolojileri yatırım maliyetleri, şekil 4.2'de gösterildiği gibi, doğrudan azaltılmış ısı ve elektrik üretim maliyetleriyle sonuçlanır. Bugün, fotovoltaik dâhil olmak üzere en önemli teknolojilerin üretim maliyetleri 7 ila 29 €cent/kWh civarındadır. Uzun vadede maliyetlerin 5 -10 €cent/kWh civarında olması bekleniyor. Bu tahminler, yerel rüzgâr rejimi ya da güneş ışını, biyokütlenin makul fiyatlarda olması veya bileşik ısı-güç üretimi durumunda verilen kredi desteği ve enerji üretimi gibi bölgesel şartlara bağlıdır.

şekil 4.2: fosil yakıt ve yenilenebilir seçeneklerden elektrik üretiminin maliyetlerinin beklenen gelişimi

(OECD AVRUPA İÇİN ÖRNEK)



4.8 Yenilenebilir ısıtma teknolojileri için maliyet projeksiyonları

Yenilenebilir ısı, yenilenebilir teknolojileri arasında en uzun geçmişe sahip olanıdır. EREC ve DLR, Avrupa'daki yenilenebilir ısıtma teknolojilerinin maliyetleri üzerine bir anket yürüttü. Bu anketle doğrudan güneş kolektörü sistemlerinden jeotermale, ortam ısı uygulamalarından biyokütle teknolojilerine uzanan yenilenebilir enerji teknolojileri kurulum maliyetleri analiz edildi. Rapor bazı teknolojilerin –özellikle yurt içindeki basit ısıtma sistemlerinin- şimdiden olgun olduğunu ve piyasada rekabet ettiğini gösteriyor. Ancak yenilenebilir enerji kaynakları ile daha fazla talebi karşılayabilecek olan daha sofistike teknolojiler hâlâ gelişim aşamasında ve nispeten pahalı. Piyasa engelleri yenilenebilir ısıtma sistemlerinin, özellikle de ısıtma ağları için, daha fazla yayılmasını ve maliyetlerinin düşmesini yavaşlatıyor. Yine de, eğer yenilenebilir ısıtma enerji [d]jevrimi senaryosunda öngörüldüğü gibi uygulanırsa, öğrenme oranlarının kayda değer olması beklenebilir.

4.8.1 Solar ısı teknolojileri

Güneş kolektörleri direkt güneş ışınına bağlıdır, bu yüzden verim de büyük oranda konumuna dayanır. Çok güneşli bölgelerde basit bir kolektör bile düşük maliyetlerle evlere sıcak su temin edebilir. Avrupa'da termosifon sistemleri 400 €/m² kurulum maliyeti ile evlerin tüm sıcak su ihtiyaçlarını karşılayabilir. Daha az güneşli ve fazladan mekân ısı gerektiren bölgelerde pompalı sistemlerin kurulum maliyeti iki kat yüksektir. Bu alanlarda, ölçek ekonomileri solar ısıtma maliyetlerini önemli ölçüde azaltır. Büyük ölçekli solar kolektör sistemleri 250-600 €/m² arasındadır ve güneş enerjisinin ısıtma sisteminin bütünündeki payına ve depolama ihtiyacının seviyesine bağlı olarak değişir. Bu maliyet varsayımları tüm OECD Bölgeleri ve Doğu Avrupa Ekonomilerine transfer edilirken, çok güneşli ya da gelişmekte olan bölgelerdeki evler için daha düşük maliyet seviyeleri varsayılmıştır.

4.8.2 Derin jeotermal uygulamaları

Akiferler (yeraltı su tabakaları) veya rezervuarlardan elde edilen derin jeotermal ısı, şebeke civarında veya birkaç farklı türde ısı için bölgesel ısıtma ağındaki ısı talebini sağlamak amacıyla, doğrudan hidrotermal ısı tesislerinde kullanılabilir. Derin jeotermal enerji, yüksek sondaj maliyetleri yüzünden ısı ağları ile kombine edilen büyük uygulamalar için daha uygundur. Ekonomik açıdan zaten uygundur ve akiferlerin su yüzeyine yakın bulunduğu yerlerde uzun zamandır kullanılmaktadır. Avrupa'da, maliyetleri büyük oranda sondaj derinliğine bağlı olan ve yatırım maliyetleri 500€/kWth (sığ) ile 3000 €/kWth (derin) aralığında değişen, ısı amaçlı derin jeotermal uygulamaları geliştirilmiştir. Derin jeotermal sistemleri yüksek düzeyde teknoloji gerektirdiği için, Avrupa'nın maliyet varsayımları tüm dünya bölgelerinde kabul edilmiştir.

4.8.3 Isı pompaları

Isı pompaları genellikle göreceli olarak düşük ıkmal sıcaklığı olan ısıtma sistemlerine sıcak su veya alan ısı temin eder ya da diğer ısıtma teknolojilerine tamamlayıcı olarak hizmet eder. Avrupa'daki binalarda yerden ısıtma için giderek daha da çok tercih edilir oldular. Ölçek ekonomileri jeotermal için olduğundan daha az önemlidir,

bu nedenle küçük ev uygulamalarına odaklanır. Avrupa'da yatırım maliyetleri yeraltı su sistemleri için 500-1,600 €/kW ve zemin kaynağı veya aerotermal sistemler için 1,200-3,000 €/kW arasında değişir.

4.8.4 Biyokütle uygulamaları

Biyokütleden ısı üretmek için kullanılan modern teknolojilerin, küçük ölçekli tek kişilik oda sobalarından, MW ölçeğinde CHP şebekelerine kadar değişen geniş bir yelpazesi vardır. Avrupa'daki yatırım maliyetleri de benzer bir çeşitlilik göstermektedir: Basit odun sobaları 100 €/kW'dan elde edilebilir, bir binanın tüm ısı ihtiyacını karşılayabilen daha sofistike otomatik ısıtma sistemleri bundan çok daha pahalıdır. Odun sobası veya toprak kazanları küçük sistemlerden daha ucuz, geniş uygulama alanları ile 400-1200 €/kW arasındadır. Ölçek ekonomisi yatırım maliyeti 400-700 €/kW arasında değişen, 500kW üzerindeki ısı santralleri için uygulanır. Isıtma santralleri, üretim süreçleri (proses) için ısı temin edebilir veya civardaki komşuların tüm ısı ihtiyacını karşılayabilir. Isıtma ağları ek yatırım gerektirse bile, yerel ısıtma ağlarına bağlı hem küçük, hem de büyük ısıtma merkezlerinde üretim için katı biyokütle kullanımının büyük bir potansiyeli vardır.

Bileşik ısı-güç üretiminden (CHP) elde edilen ısı, elde edilen geniş teknoloji yelpazesi ile bir diğer seçenektir. Bu bol çeşitli bir enerji teknolojisi - büyük kömür yakmalı bileşik ısı-güç tesislerinde iki maddeyi aynı anda yakma uygulaması; CHP veya ıslak artıklardan biyogaz ile birleştirilmiş biyokütle gazlaştırması gibi. Ancak ısı için gereken maliyet genellikle temelde güç üretimine bağlıdır. Yenilenebilir ısıtmada asıl biyokütle girdisi, katı biyokütledir (Atık odundan ve artıklardan kısa dönüşümlü ormancılıktan gelen tanelere kadar çeşitli özelliklerdeki odun). Biyokütle maliyetleri çok yönlüdür; Avrupa'da biyokütle maliyetleri, kereste fabrikası ürünleri için 1-6 €/GJ'den başlayarak, kerestelik odun için 2-7 €/GJ'nin üzerinde ve odun tanecikleri içinse 6-18 €/GJ'ye kadar çeşitlidir.³⁷

Maliyet düşüşlerinin belli bir teknolojinin olgunluğuna bağlı olarak her bir sektör için değişken olması beklenir. Örneğin otomatik toprak ısıtma sistemleri için hâlâ öğrenme potansiyeli mevcut iken, küçük odun sobaları önemli bir maliyet düşüşü yaşamaz. Yüzme havuzları için kullanılan basit güneş kolektörlerinin maliyetleri

tablo 4.13: ısıtma teknolojileri için beklenen yatırım maliyetleri gidişatına genel bakış (AVR0/KW)

	2015	2020	2030	2040	2050
Jeotermal ile bölgesel ısıtma *	2,000	1,900	1,700	1,508	1,328
Isı pompaları	1,500	1,455	1,369	1,288	1,212
Küçük güneş kolektör sistemleri	886	849	759	670	570
Büyük güneş kolektörleri	714	684	612	540	460
Güneş bölgesel ısıtma *	814	814	814	814	814
Küçük Biyokütle ısıtma sistemleri	700	679	639	601	566
Büyük Biyokütle ısıtma kolektörleri	500	485	456	429	404
Biyokütle bölgesel ısıtma *	500	485	456	429	404

* AĞ OLMADAN

referanslar

³⁷ OLSON, O. ET AL. (2010): WP3-AVRUPA'DA ODUN YAKITI FİYAT İSTATİSTİKLERİ - D.31. BİYOKÜTLE YAKIT PİYASA ENGELLERİ İÇİN ÇÖZÜMLER VE HAM MADDE BULUNABİLİRLİĞİ. EUBIONET3. UPPSALA, İSVEÇ, İSVEÇ TARIM BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ



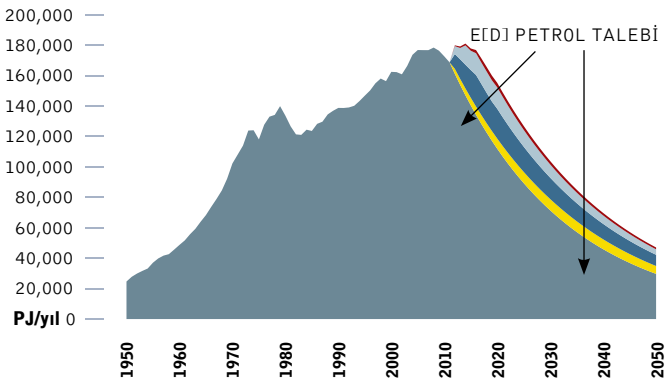
şimdiden optimize edilebilir fakat büyük sistemlere entegrasyon ne teknolojik ne de ekonomik olarak yeterli olgunlukta değildir. Tablo 4.13 çeşitli ısı teknolojisi seçenekleri için ortalama gelişimin gidişatını gösteriyor.

4.9 Fosil yakıtların aşamalı olarak devre dışı bırakılması üzerine varsayımlar

Mevcut küresel enerji tedarikinin %80'inden fazlası fosil yakıtlara dayanmaktadır. Petrol tüm ulaştırma sektörüne hâkim; petrol ve gaz ısıtma sektörünü oluşturuyor ve kömür de enerji için en çok kullanılan yakıt. Her sektör, mümkün olan yerel kaynaklara, altyapı ve bazı durumlarda hayat biçimine bağlı olan farklı yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği teknolojileri bileşimlerine sahiptir. Bu senaryoda kullanılan yenilenebilir enerji teknolojisi gidişatı, Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi, Avrupa Fotovoltaik Endüstrisi Birliği ve Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi, DLR ve Greenpeace Uluslararası gibi yenilenebilir endüstrisi kurumlarının, mevcuttaki "satışa hazır" teknolojilerine, piyasa durumlarına ve piyasa projeksiyonlarına dayanır.

Enerji [d]evrimi bu modellemeyle paralel olarak, kısa vadede petrolü, orta ve uzun vadede de gazı devre dışı bırakmak için açık bir yol haritası çizmelidir. Yol haritası, küresel konvansiyonel petrol kaynakları, bu sanayilerin mevcut altyapısı, mevcut petrol kuyularının üretim kapasiteleri ve 2011 itibariyle bilinen yatırım

şekil 4.3: 1950'den 2011'e küresel petrol üretimi ve 2050'ye kadar projeksiyonu



2000

- YENİ BİTÜM PROJELERİ
- YENİ AÇIK DENİZ PROJELERİ
- YENİ KARA PROJELERİ
- ÜRETİM DÜŞÜŞÜNDEKİ BELİRSİZLİK
- KÜRESEL ÜRETİM

planlarının detaylı analizi temeline dayanarak tanımlandı. Bunlar 2012 ve 2050 yılları arasında petrol gidişatından kalan fosil yakıt kaynaklarıdır. Böylece iki nedenden dolayı derin denizlerde ve kutup bölgesinde petrol arayışı, hiçbir petrol şisti ve katranlı kum arayışı yoktur:

- Birincisi ve en önemlisi, iklimi kurtarmak için karbon emisyonlarını sınırlamak.
- İkincisi, yenilenebilir enerji teknolojileri ve enerji verimliliğinde yeni fosil yakıt altyapı 'kilitlenmelerini' önlemek üzere, finansal kaynakların yeni ve daha büyük piyasaların gelişmesi adına 2012 yılından itibaren akması gerekmektedir.

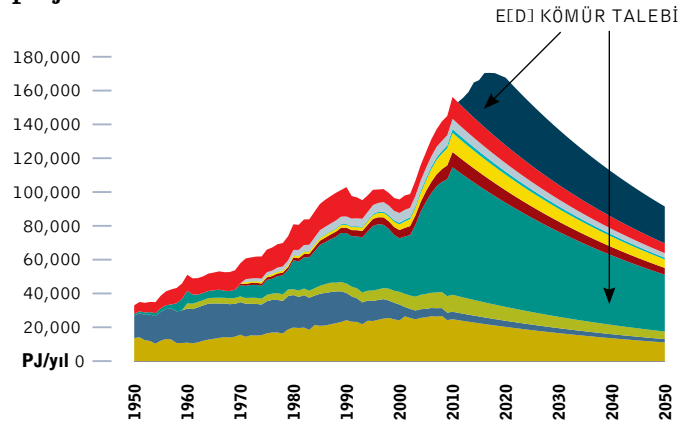
4.9.1 Petrol - Üretimin azalması üzerine varsayımlar

Şekil 4.3, %2,5 ve %5 arasında bir yıllık üretim düşüşü ile kalan üretim kapasitesini ve 2012'den 2020'ye planlanan tüm yeni projeleri kapsayan ek üretim kapasitelerini gösterir. Kalan konvansiyonel petrol miktarı yeni projelerle bile çok limitlidir ve bu nedenle daha az petrol gerektiren bir yapıya geçmek esastır.

4.9.2 Kömür - Üretimin azalması üzerine varsayımlar

Yeni üretim kuyularında yapılacak yatırımların "kilitlenmesinden" kaçınmak için gaz ve petrolde acil bir dönüşüme ihtiyaç olsa da, iklim, kömür kaynakları için açıkça sınırlayıcı bir faktördür, uygunluğu için değil. Tüm mevcut kömür madenleri (yeni maden açılımları olmadan bile) daha fazla kömür üretebilir fakat yanması dünyayı iklim değişikliği yolunda bir felakete sürükler.

şekil 4.4: kömür senaryosu: Yılda %2 baz düşüş ve yeni projeler.



- YENİ PROJELER
- FSU
- AFRİKA
- LATİN AMERİKA
- OECD OLMAYAN ASYA
- HİNDİSTAN
- ÇİN
- OECD ASYA OKYANUSYA
- OECD AVRUPA
- OECD KUZAY AMERİKA

4.10 Değerlendirme: Greenpeace'in geçmişteki senaryo projeksiyonları

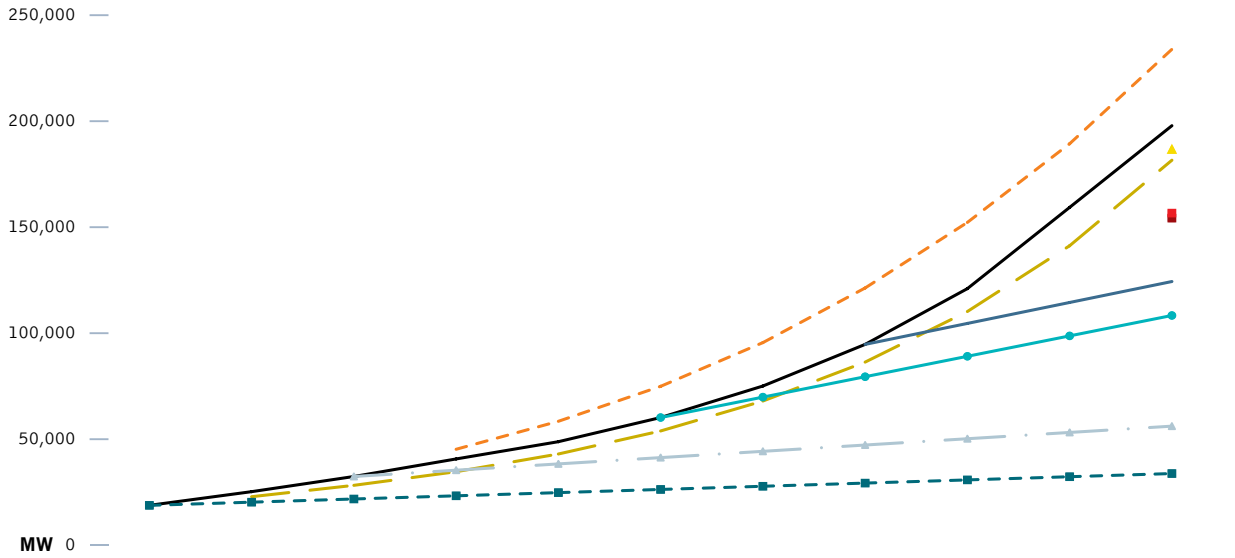
Greenpeace son on yılda yenilenebilir endüstrisi kurumları ve bilimsel kuruluşlarla işbirliği yaparak çok sayıda projeksiyon yayımladı. Bu bölüm, 2000 ve 2011 yılları arasındaki projeksiyonlara dair bir bakış sunar ve onları gerçek piyasa gelişimi ve referans senaryomuz olan IEA Dünya Enerjisine Bakış projeksiyonları ile kıyaslıyor.

4.10.1 Küresel rüzgâr endüstrisinin gelişimi

Greenpeace ve Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği ilk kez 1999 yılında, rüzgâr türbinleri için 2030'a kadarki piyasa projeksiyonlarını içeren "Rüzgâr gücü 10"u yayımladı. O zamandan beri, her iki yılda bir güncellenmiş bir prognoz (seyir çizelgesi) yayımlandı. 2006 yılından bu yana yeni bir ortak ile (Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (GWEC)) ve tüm bölgesel rüzgâr sanayi kuruluşlarını birleştiren yeni bir kapsayıcı organizasyon eşliğinde raporun ismi "Küresel Rüzgâr Enerji Görünümü" olarak değiştirildi.

Şekil 4.5, 2000 ve 2010 arasında her yıl için reel piyasa verileri ile karşılaştırmalı projeksiyonları gösterir. Grafik aynı zamanda ilk iki enerji [dijitalizasyon ELD] sürümlerine karşı (2007 ve 2008'de yayımlanan) IEA'nın Dünya Enerjisine Bakış (WEO) 2000, 2002, 2005 ve 2007 yıllarında yayınladığı rüzgâr projeksiyonlarını da içerir. "Rüzgâr gücü 10" ve "Rüzgâr gücü 12"de yer alan projeksiyonlar, Danimarkalı BTM danışmanları tarafından hesaplandı. "Rüzgâr gücü 10"un (2001-2011) küresel rüzgâr piyasası için projeksiyonu aslında gerçek piyasa gelişiminin %10 altındaydı. Bunu takip eden tüm sürümler reel piyasanın %10 altında veya üzerinde idi. 2006 yılında, yeni "Küresel Rüzgâr Enerjisine Bakış"ın, GWEC ve Greenpeace Uluslararası tarafından hesaplanmış bir ılımlı ve bir de gelişmiş rüzgâr enerjisi piyasa projeksiyonu olmak üzere iki farklı senaryosu vardı. Burada yer alan sayılar, ılımlı senaryonun rakamları çok düşük olduğu için sadece ileri projeksiyonları gösterir. Yine de tüm bu projeksiyonlar "imkânsız" ya da "fazla hırslı" olarak adlandırılmış ve zamanında çok eleştirilenler olmuştur.

Şekil 4.5: rüzgâr enerjisi: Kısa dönem öngörüsüne karşı gerçek piyasa gelişimi – küresel artan kapasite



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GERÇEK	17,400	23,900	31,100	39,431	47,620	59,091	74,052	93,820	120,291	158,864	197,637
WF 10 (1999)		21,510	26,901	33,371	41,781	52,715	66,929	85,407	109,428	140,656	181,252
WF 12 (2002)				44,025	57,306	73,908	94,660	120,600	151,728	189,081	233,905
GWEO 2006 (Gelişmiş)											153,759
GWEO 2008 (Gelişmiş)											186,309
ELD 2007											156,149
ELD 2008											163,855
GELİŞMİŞ ED 2010											
IEA WEO 2000 (REF)	17,400	18,910	20,420	21,930	23,440	24,950	26,460	27,970	29,480	30,990	32,500
IEA WEO 2002 (REF)			31,100	34,088	37,075	40,063	43,050	46,038	49,025	52,013	55,000
IEA WEO 2005 (REF)						59,091	68,781	78,471	88,161	97,851	107,541
IEA WEO 2007 (REF)								93,820	103,767	113,713	123,660

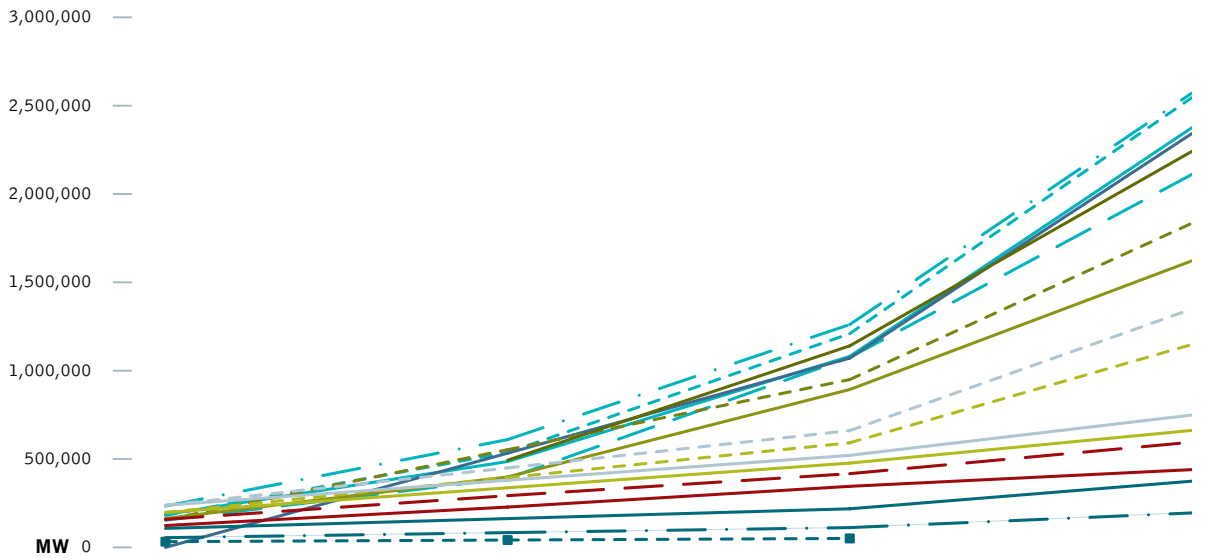
fotoğraf SUNDARBANS KIYISI, HİNDİSTAN KITASINDA BULUNAN BİR KARİDES ÇİFTLİĞİ AILA KASIRGASINDAN SONRA SULAR ALTINDA YATIYOR. TUZLU SUYLA ÇIVARDAKİ EVLERİ VE YOLLARI SU ALTINDA BIRAKIYOR VE YIKIYOR.



Buna karşın, IEA "Mevcut Politika" projeksiyonları, rüzgâr endüstrisinin üretim kapasitesi artırma ve maliyet düşürme kabiliyetini ciddi anlamda hafife aldı. IEA, 2000 yılında küresel kurulu rüzgâr türbinleri kapasitesinin 2010'da 32,500 MW olacağı projeksiyonunu yayınladı. Bu kapasite sadece iki buçuk yıl sonra, 2003 başlarında şebekeye bağlandı. 2010 yılına kadar küresel rüzgâr kapasitesi 200,000 MW'a yakındı; IEA'nın 10 yıl önceki varsayımından yaklaşık 6 kat daha fazla.

GPI/DLR/GWEC'in küresel rüzgâr endüstrisi için yaptığı uzun dönem projeksiyonların gerçek piyasaya yakın olup olmayacağına sadece zaman gösterecek. Ancak, Uluslararası Enerji Ajansı'nın Dünya Enerjisine Bakış (World Energy Outlook) raporunun geçtiğimiz on yıl içindeki projeksiyonları düzenli olarak arttı ve hâlâ bizim progresif büyüme oranlarımıza yakın durmaya devam ediyor.

şekil 4.6: rüzgar enerjisi: 2030'a kadar uzun vadeli piyasa projeksiyonları



	2010	2015	2020	2030
WF 10 (1999)	181,252	537,059	1,209,466	2,545,232
WF 12 (2002)	233,905	610,000	1,261,157	2,571,000
GWEO 2006 (Gelişmiş)	153,759	391,077	1,074,835	2,110,401
GWEO 2008 (Gelişmiş)	186,309	485,834	1,080,886	2,375,000
GWEO 2008 (Gelişmiş)	0	533,233	1,071,415	2,341,984
E[D] 2007	156,149	552,973	949,796	1,834,286
E[D] 2008	163,855	398,716	893,317	1,621,704
GELİŞMİŞ E[D] 2010		493,542	1,140,492	2,241,080
IEA WEO 2000 (REF)	32,500	41,550	50,600	
IEA WEO 2002 (REF)	55,000	83,500	112,000	195,000
IEA WEO 2005 (REF)	107,541	162,954	218,367	374,694
IEA WEO 2007 (REF)	123,660	228,205	345,521	440,117
IEA WEO 2009 (REF)	158,864	292,754	417,198	595,365
IEA WEO 2010 (REF)	197,637	337,319	477,000	662,000
IEA WEO 2010 (450ppm)	197,637	394,819	592,000	1,148,000
IEA WEO 2011 (REF)	238,351	379,676	521,000	749,000
IEA WEO 2011 (450ppm)	238,351	449,676	661,000	1,349,000

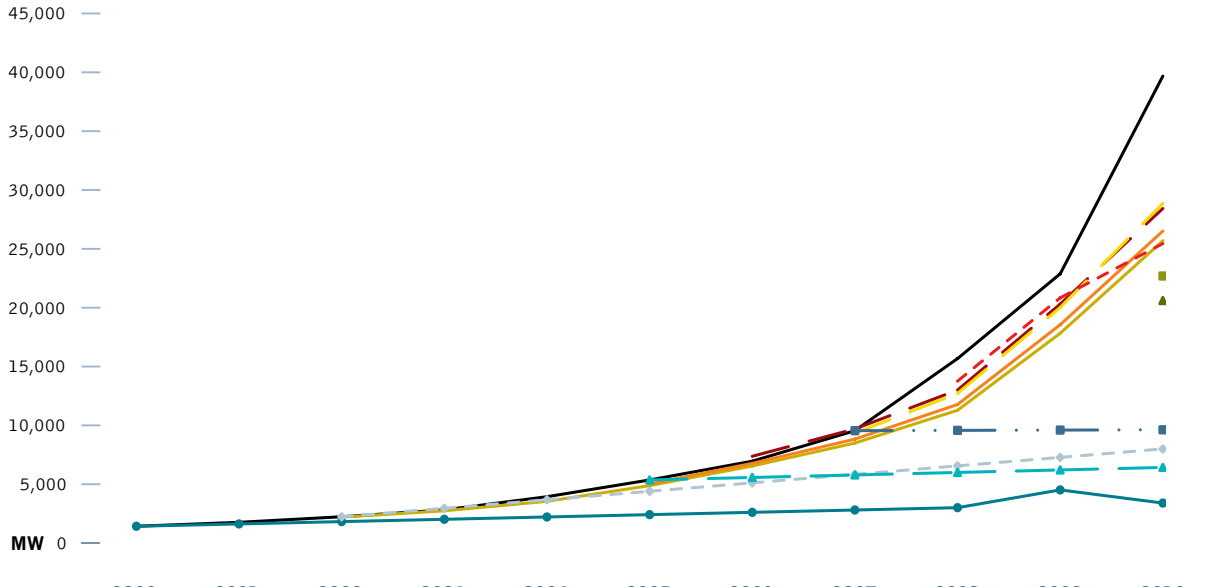
4.10.2 Küresel güneş fotovoltaik endüstrisinin gelişimi

Greenpeace, Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği (EWEA) ile gerçekleşen başarılı çalışmadan ilham alarak Avrupa Fotovoltaik Sanayii Derneği ile "SolarGeneration 10"u (ilk kez 2001 yılında yapılan 2020'ye kadarki güneş fotovoltaik teknolojisi küresel piyasa projeksiyonları) yayımlamak üzere çalışmaya başladı. O zamandan beri altı edisyon yayımlandı ve EPIA ile Greenpeace her iki organizasyonda yer alan uzmanlarla birlikte hesaplama metodolojisini sürekli olarak geliştirdi.

Şekil 4.7 Şekil 4.5 2000 ve 2010 arasında her yıl için gerçek piyasa verileri ile karşılaştırmalı projeksiyonları gösterir. Grafik aynı zamanda ilk iki enerji [d]jevrimi E[D] sürümlerine karşı (2007 ve 2008'de yayımlanan) IEA'nın Dünya Enerjisine Bakış (WEO) 2000, 2002, 2005 ve 2007 yıllarında yayınladığı rüzgâr projeksiyonlarını da içerir.

IEA araştırmada analiz edilen ilk edisyonlardaki solar fotovoltaik için özel projeksiyonlar yapmadı, bunun yerine Şekil 4.7 ve 4.8'de "Güneş/Gelgit/Diğer" kategorileri sunulmuştur.

Şekil 4.7: fotovoltaik: Kısa dönem öngörülerine karşı gerçek piyasa gelişimi - küresel artan kapasite



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GERÇEK	1,428	1,762	2,236	2,818	3,939	5,361	6,956	9,550	15,675	22,878	39,678
SG I 2001			2,205	2,742	3,546	4,879	6,549	8,498	11,285	17,825	25,688
SG II 2004						5,026	6,772	8,833	11,775	18,552	26,512
SG III 2006							7,372	9,698	13,005	20,305	28,428
SG IV 2007 (Gelişmiş)								9,337	12,714	20,014	28,862
SG V 2008 (Gelişmiş)									13,760	20,835	25,447
SG VI 2010 (Gelişmiş)											36,629
E[D] 2007											22,694
E[D] 2008											20,606
GELİŞMİŞ E[D] 2010											
IEA WEO 2000 (REF)	1,428	1,625	1,822	2,020	2,217	2,414	2,611	2,808	3,006	4,516	3,400
IEA WEO 2002 (REF)			2,236	2,957	3,677	4,398	5,118	5,839	6,559	7,280	8,000
IEA WEO 2005 (REF)						5,361	5,574	5,787	6,000	6,213	6,425
IEA WEO 2007 (REF)								9,550	9,575	9,600	9,625

fotoğraf ARNSTEIN'DE BULUNAN SOLON FOTOVOLTAİK TESİSİNDEKİ 1,500 ADET YATAY VE DİKEY GÜNEŞ "TAŞIYICISI". DÜNYANIN EN BÜYÜK GÜNEŞ TOPLAMA TESİSİ. HER BİR "TAŞIYICI" S.A.G SOLARSTROM AG, BAYERN, ALMANYA'DAN ÖZEL YATIRIM OLARAK SATIN ALINABİLİR.

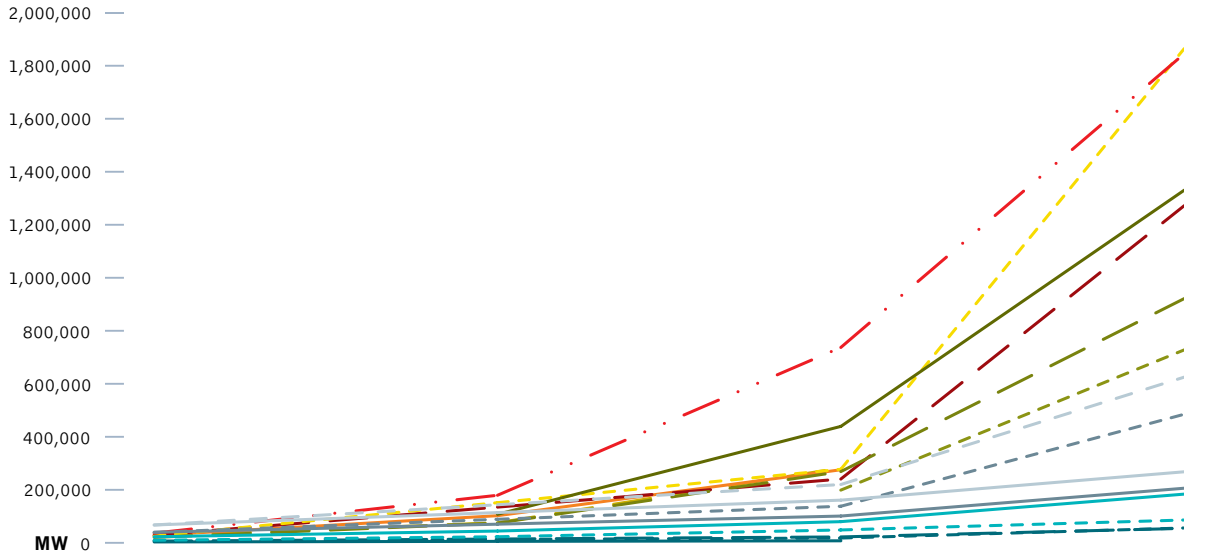


Tüm SolarGeneration projeksiyonları, rüzgâr projeksiyonlarının aksine çok muhafazakâr olmuştur. 2010 yılındaki toplam kurulu kapasite 40,000 MW'a yakın, on yıl önce yayımlanan SolarGeneration tahminlerinden yaklaşık %30 daha yüksekti. Hatta 2008'de yayımlanan SolarGeneration 5 bile gelişmiş senaryoda yer alan fotovoltaik piyasasındaki muhtemel büyümeyi hafife almıştı. Buna karşılık, IEA WEO 2000'in 2010 yılı için yaptığı tahminlere 2004 yılında ulaşmıştı.

Güneş fotovoltaik için uzun dönem projeksiyonları, rüzgâr projeksiyonlarından daha zordur, çünkü maliyetler tahmin

edilenden çok daha hızlı düşüş gösterdi. Bazı OECD ülkeleri için solar fotovoltaik maliyetleri, 2012 yılında fosil yakıt şebekesi ve aynı yönde ilerleyen yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santralleri (CSP) gibi başka solar teknolojilerinin seviyesine kadar indi. Bu nedenle, gelecekteki güneş fotovoltaik projeksiyonları sadece maliyet iyileştirmelerine değil, aynı zamanda mevcut depolama teknolojilerine de bağlı olacaktır. Şebeke entegrasyonu aslında güneş için beklenenden çok daha önce bir darboğaz yaratabilir.

şekil 4.8: fotovoltaik: 2030'a kadar uzun vadeli piyasa projeksiyonları



	2010	2015	2020	2030
SG I 2001				
SG II 2004	25,688		207,000	
SG III 2006	26,512	75,600	282,350	
SG IV 2007 (Gelişmiş)	28,428	102,400	275,700	
SG V 2008 (Gelişmiş)	28,862	134,752	240,641	1,271,773
SG VI 2010 (Gelişmiş)	25,447	151,486	277,524	1,864,219
E[DI] 2007	36,629	179,442	737,173	1,844,937
E[DI] 2008	22,694		198,897	727,816
GELİŞMİŞ E[DI] 2010	20,606	74,325	268,789	921,332
		107,640	439,269	1,330,243
IEA WEO 2000 (REF)				
IEA WEO 2002 (REF)	3,400	5,500	7,600	
IEA WEO 2005 (REF)	8,000	13,000	18,000	56,000
IEA WEO 2007 (REF)	6,425	14,356	22,286	54,625
IEA WEO 2009 (REF)	9,625	22,946	48,547	86,055
IEA WEO 2010 (REF)	22,878	44,452	79,878	183,723
IEA WEO 2010 (450ppm)	39,678	70,339	101,000	206,000
IEA WEO 2011 (REF)	39,678	88,839	138,000	485,000
IEA WEO 2011 (450ppm)	67,300	114,150	161,000	268,000
	67,300	143,650	220,000	625,000

4.11 Enerji [d]evrimi senaryosu diğer senaryolar ile nasıl karşılaştırılır?

Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Mayıs 2011'de çıkarılan "Yenilenebilir Enerji Özel Raporu"nu (SRREN) yayınladı. Bu rapor, tüm yenilenebilir enerji kaynakları bilimsel raporlarının ve bilimsel olarak kabul edilen küresel enerji senaryolarının en son ve kapsamlı analizini sunuyor. Enerji [d]evrimi iddialı bir yenilenebilir enerji yolu için belirleyici senaryo olarak seçilen üç senaryodan biriydi. Aşağıda IPCC'nin bakışı özetlenmiştir.

Geleceğin dört yolu için aşağıdaki modeller yoğun olarak değerlendirildi:

- Uluslararası Enerji Ajansı, Dünya Enerji Görünümü 2009 (IEA WEO 2009)
- Greenpeace Enerji [D]evrimi 2010, (E[ED] 2010)
- ReMIND-RECIPE
- MiniCam EMF 22

Uluslararası Enerji Ajansı'nın Dünya Enerji Görünümü örnek mahiyetinde temel senaryo (asgari ölçüde yenilenebilir enerji gelişimi) olarak kullanıldı ve diğer üçü iklim değişikliği risklerine gönderme yapan "azaltma senaryoları" olarak değerlendirildi. Dört senaryo, bazı teknik detaylar hakkında ek bilgiler sağlar, altta yatan bir dizi varsayımları temsil eder ve farklı yöntemleri izler. Greenpeace'in "yenilenebilir enerji için sektördeki mevcut yüksek dinamiğin korunabileceğini varsayan iyimser uygulama yolunu" içeren farklı yenilenebilir enerji dağıtım yolları sağlarlar.

IPCC, senaryo sonuçlarının kısmen varsayımlar ile belirlendiğini fakat aynı zamanda da arka plandaki model mimariye ve modele özel kısıtlamalara da bağlı olabileceğini belirtiyor. Analiz edilen senaryolar farklı model mimariler, talep projeksiyonları ve besleme yönü için teknoloji portföyleri kullanır. Tam sonuçlar Tablo 4.14'te verilmiştir, ancak özet olarak:

- IEA temelini düşük yenilenebilir enerji gelişimi ile yüksek bir talep projeksiyonu vardır.
- ReMind-RECIPE, MiniCam EMF 22 senaryoları yüksek talep beklentisini tanımlar ve yenilenebilir enerjideki önemli artış, CSS ve nükleerdeki istihdam imkânları ile birleşir.
- E[ED] 2010 yüksek yenilenebilir enerji dağıtımını ile birleşen düşük talep, CCS istihdamına ve 2045 itibarıyla nükleerin küresel olarak bertaraf edilmesine güvenmez.

Hem nüfus artışı, hem de GSYİH gelişimi geleceğin enerji talebinde önemli itici güçlerdir ve bu nedenle en azından dolaylı olarak yenilenebilir enerji paylarının sonuçlarını tayin eder. IPCC analizi hangi modellerin dış etkenlerden kaynaklandığını ve modeller arasında hangi sonuçlara ulaşıldığını gösterir. Tüm senaryolar 2009'u ve küresel nüfusta %50 artışı temel alır. Gayri safi yurt için hâsıla (GSYİH) nezdinde, hepsi önemli bir GSYİH artışı hesaplar veya varsayar. IEA WEO 2009 ve ED 2010 modeli Uluslararası Para Fonu'nun (IMF 2009) ve Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) tahminlerini GSYİH öngörülerini için giriş olarak kullanır. Diğer iki senaryo GSYİH'yı kendi modelleri içinde hesaplar.

tablo 4.14: endojen model sonuçlarına karşılık gelen modellere ekzojen olan varsayımlara dayanan örnek senaryoların temel parametrelerine genel bakış

KATEGORİ	MEVCUT DURUM	TABAN		CAT III+IV (>450-660PPM)		CAT I+II (<440 PPM)		CAT I+II (<440 PPM)		
		IEA WEO 2009		ReMind		MiniCam		ER 2010		
SENARYO										
MODEL				ReMind		EMF 22		MESAP/PlaNet		
	BİRİM	2007	2030	2050(1)	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Teknoloji yolu										
Yenilenebilirler			hepsi	hepsi	generec solar	generec solar	generec solar - okyanus enerjisi olmadan	>okyanus enerjisi olmadan	hepsi	hepsi
CCS			+	+	+	+	+	+	-	-
Nükleer			+	+	+	+	+	+	+	-
Nüfus	milyar	6.67	8.31	8.31	8.32	9.19	8.07	8.82	8.31	9.15
GSYİH / kişi başına Girdi / İç model sonuçlar	k\$ ²⁰⁰⁹ /kişi	10.9	17.4	17.4	12.4	18.2	9.7	13.9	17.4	24.3
Enerji talebi (tam eşdeğer)	EJ/yıl	469	674	674	590	674	608	690	501	466
Enerji yoğunluğu	MJ/\$ ²⁰⁰⁵	6.5	4.5	4.5	5.7	4.0	7.8	5.6	3.3	1.8
Yenilenebilir enerji	%	13	14	14	32	48	24	31	39	77
Fosil ve endüstriyel CO ₂ emisyonları	Gt CO ₂ /y	27.4	38.5	38.5	26.6	15.8	29.9	12.4	18.4	3.3
Karbon yoğunluğu	kg CO ₂ /GJ	58.4	57.1	57.1	45.0	23.5	49.2	18.0	36.7	7.1

kaynak
DLR/IEA 2010: IEA Dünya Enerjisine Bakış 2009, 2031-2050 yılları arasında kapsamaz. IEA'nın projeksiyonu bu senaryoda sadece 2030 yılına kadar olan kısmı kapsar. Alman Uzay Merkezi (DLR) tarafından sağlanan senaryonun ekstrapolasyonu kullanılmıştır; burada WEO 2009'dan 2050'ye kadar temel makroekonomi ve enerji göstergeleri ekstrapole edilmiştir (Yayın, Haziran 2010'de Enerji Politikası'nda yer almıştır).

Türkiye enerji [d]evrimi senaryosunun kilit sonuçları

SEKTÖRÜN ENERJİ TALEBİ
ELEKTRİK ÜRETİMİ

GELECEKTEKİ ELEKTRİK
ÜRETİM MALİYETLERİ

GELECEKTEKİ ENERJİ SEKTÖRÜ
YATIRIMLARI

ISITMA TEMİNİ

GELECEKTEKİ ISITMA SEKTÖRÜ
YATIRIMLARI

GELECEKTEKİ ENERJİ SEKTÖRÜ
İSTİHDAMI

ULAŞIM

CO2 EMİSYONLARINDAKİ
ARTIŞ

BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİ



“Yenilenebilir enerji, gelecekteki enerji arzımızın odak noktası olmalıdır.”

ANGELA MERKEL
ALMAN ŞANSÖLYESİ

fotoğraf TÜRKİYE'NİN BATI ANADOLU KISMINDA YER ALAN İZMİR, ÜLKENİN ÜÇÜNCÜ EN KALABALIK ŞEHİRİ VE İKİNCİ BÜYÜK LİMANIDIR (İSTANBUL'DAN SONRA).



5.1 Sektörün Enerji Talebi

Nüfus artışı, GSYİH (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla) büyümesi ve enerji yoğunluğuyla ilgili izdüşümlerinin birleşimi, gelecekte Türkiye'nin nihai enerji talebine gidecek patikaların geliştirilmesi sonucuna ulaşır. Bunlar, referans ve enerji [d]ijitalizasyon senaryolarında Şekil 5.1 ile gösterilmektedir. Referans senaryoda, 2050 yılındaki toplam enerji talebi, %92 oranında artarak halihazırdaki 3,359 PJ/yıl değerinden 6,438 PJ/yıl değerine çıkar. Enerji [d]ijitalizasyon senaryosunda ise nihai enerji talebinin, halihazırdaki tüketime kıyasla %25 gibi çok daha düşük bir oranda artarak 2050 yılına kadar 4,184 PJ/yıl değerine ulaşması beklenmektedir.

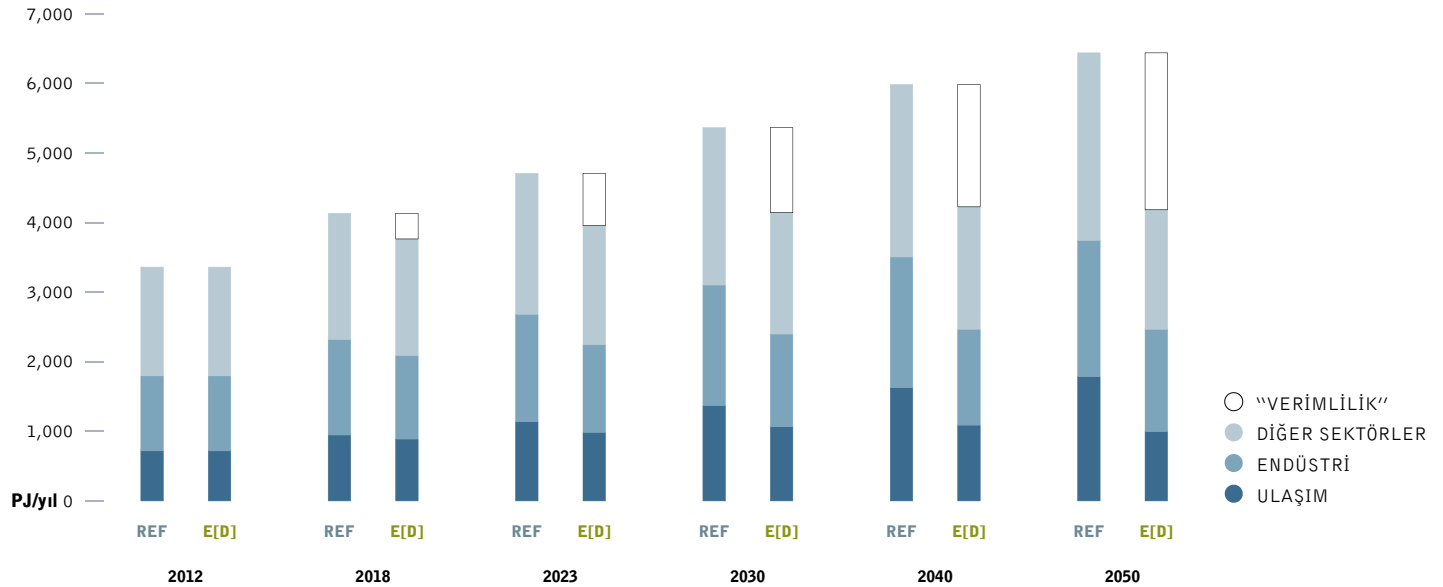
Enerji [d]ijitalizasyon senaryosu altında, ekonomik gelişim, yükselen yaşam standartları ve ulaşım sektöründe elektrik kullanımına bağlı olarak elektrik talebinin, hem evsel kullanım ve hizmet sektörlerini de kapsayacak şekilde sanayi sektöründe hem de ulaşım sektöründe artması beklenmektedir (bkz Şekil 5.2). Toplam elektrik talebi, 2050 yılına kadar 193 TWh/yıl değerinden, 397 TWh/yıl değerine çıkacaktır. Referans senaryosuna kıyasla, sanayi, konutlar ve hizmet sektörlerindeki verim ölçümleri 132 TWh/yıl civarındaki değerlerin oluşmasından kaçınılmazdır. Bu düşüş, özellikle tüm talep sektörlerinde mümkün olan en iyi teknolojiyi kullanan yüksek verimlilikteki elektronik araçların tanıtımıyla başarılabılır.

Isıtma ve soğutma sektörlerinde elde edilen verimlilik daha da büyüktür. Enerji [d]ijitalizasyon senaryosunda, ısıtma ve soğutmaya yönelik talebin 2040'a kadar güçlü bir artış göstereceği ve sonrasında bu artışın azalacağı beklenmektedir (bkz. Şekil 5.4). Referans senaryosuna kıyasla, 2050 yılına kadar elde edilen verimlilikle 783 PJ/yıl değerine eşit bir tüketimden kaçınılacaktır.

Konut amaçlı kullanılan mevcut binalarda enerjiye yönelik iyileştirmeler yapılması, yeni binalar için düşük enerji standartları ve "pasif iklimlendirme" ile yüksek verimlilikteki klima sistemlerinin kullanılmaya başlanması sonucunda, gelecekte aynı rahatlığın ve enerji hizmetlerinin keyfi sürülürken, aynı zamanda çok daha düşük enerji talebinde bulunulacaktır.

Şekil 5.1: referans ve enerji [d]ijitalizasyon senaryolarına göre toplam son enerji talebi

("VERİMLİLİK" = REFERANS SENARYOSUNA KİYASLA DÜŞÜŞ)



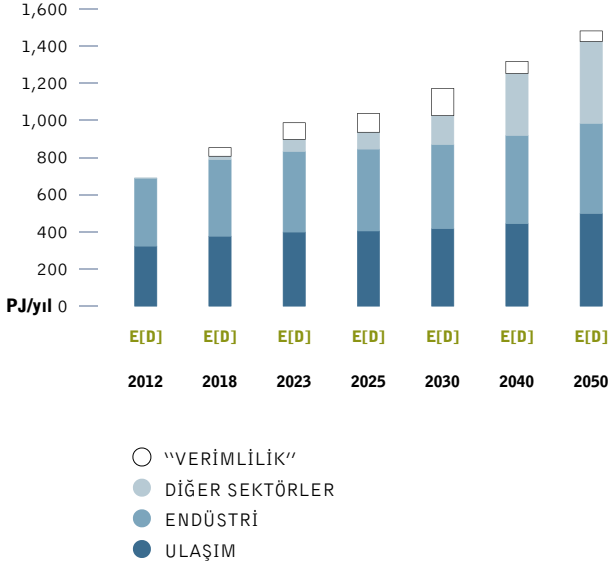
fotoğraf TÜRKİYE, BOZCADADA RÜZGAR TÜRBİNLERİ.

fotoğraf TÜRKİYE'DE ÇATILARDAKİ GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITICILARI VE FOTOVOLTAİK HÜCRELERİ.



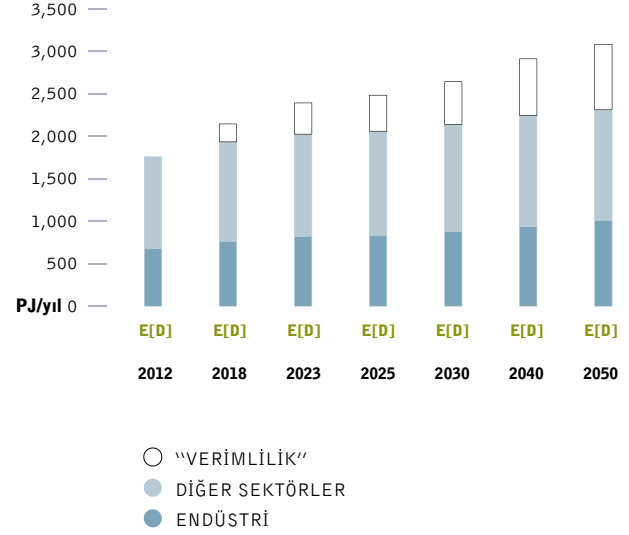
şekil 5.2: enerji [d]evrimi senaryosuna göre sektörel elektrik talep gelişimi

("VERİMLİLİK" = REFERANS SENARYOSUNA KIYASLA DÜŞÜŞ)

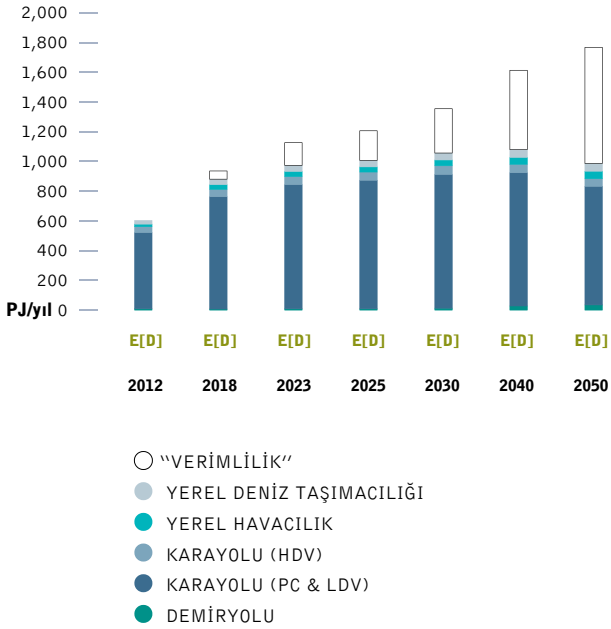


şekil 5.4: enerji [d]evrimi senaryosuna göre sektörel ısıtma talep gelişimi

("VERİMLİLİK" = REFERANS SENARYOSUNA KIYASLA DÜŞÜŞ)



şekil 5.3: enerji [d]evrimi senaryosuna göre sektörel ulaşım talep gelişimi





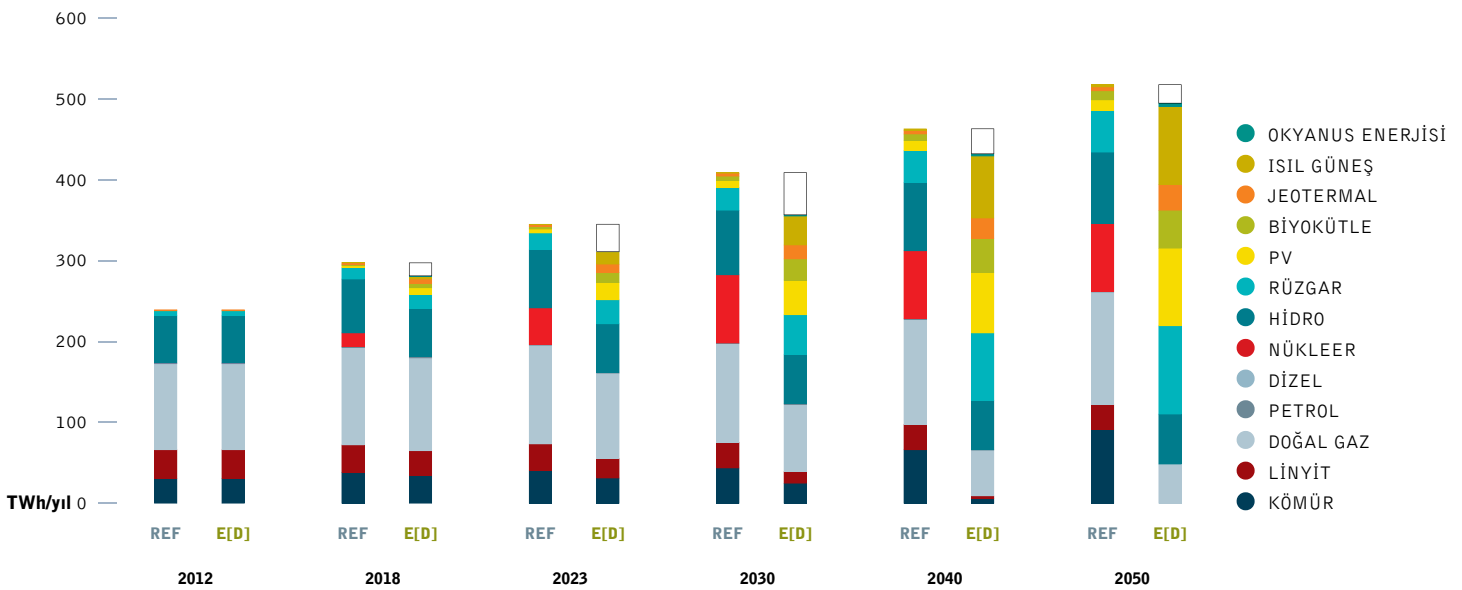
5.2 Elektrik üretimi

Elektrik üretim sektöründeki gelişim, dinamik bir büyüme gösteren yenilenebilir enerji piyasası ve yenilenebilir enerjinin payının artışı ile karakterize olmaktadır. Bu, enerji [d]evrimi senaryosunda, nükleer güç üretiminin yokluğunu telafi edecek ve sistemin istikrarı için gereken fosil bazlı elektrik tesislerinin sayısını azaltacaktır. 2050'ye kadar, Türkiye'de üretilen enerjinin %90'ı yenilenebilir enerji kaynaklarından gelecektir. "Yeni" yenilenebilirler – belli başlıları rüzgâr ile konsantr ve fotovoltaik güneş – toplam elektrik üretimine %68 katkı sağlayacaktır. Zaten 2023'e kadar yenilenebilir elektrik üretiminin payı %47 ve 2030'a kadar da %65'i bulacaktır. 2030'da, kurulumu tamamlanmış yenilenebilirlerin kapasitesi 83 GW'a ulaşırken 2050'ye kadar da 156 GW'ı bulacaktır.

Tablo 5.1 Türkiye'de zaman içinde farklı yenilenebilir teknolojilerin karşılaştırmalı değerlendirilmesi gösterilmektedir. 2023'e kadar rüzgâr ve fotovoltaik, gelişen piyasa payına temel katkı sağlayıcılar olacaktır. 2023'den sonra, rüzgâr ve fotovoltaikin devam eden gelişimine, biyokütle ve jeotermal enerjiden üretilen elektrik de katkı sağlayacaktır. Enerji [d]evrimi senaryosu, dalgalı güç üretim kaynaklarının (fotovoltaik, rüzgâr ve deniz) 2030'a kadar %26 ve 2050'ye kadar da %42'lik yüksek bir paya sahip olmasına öncülük edecektir. Bu nedenle, akıllı şebeke sistemlerinin yaygınlaştırılması, talep tarafı yönetimi (DSM) ve payı, artırılmış elektrik kaynaklarından doğan depolama kapasitesi, daha iyi bir sistem entegrasyonu ile elektrik üretim yönetiminde kullanılacaktır.

şekil 5.5: referans ve enerji [d]evrimi senaryolarına göre elektrik üretim yapısı

(ELEKTROMOBİLİTE, ISITMA POMPALARI VE HİDROJEN ÜRETİMİ İÇİN GEREKEN ELEKTRİK DAHİL)



tablo 5.1: referans ve enerji [d]evrimi senaryolarına göre yenilenebilir elektrik üretim kapasitesi ^{GW CİNSİNDEN}

		2012	2018	2023	2030	2040	2050
Hidro ^a	REF	18	20	20	24	26	27
	E[D]	18	18	18	19	19	19
Biyokütle ^b	REF	0	1	1	2	3	4
	E[D]	0	2	4	9	14	15
Rüzgâr	REF	3	6	8	12	16	20
	E[D]	3	8	13	20	33	42
Jeotermal	REF	0	0	0	0	1	1
	E[D]	0	1	1	2	4	4
PV	REF	0	2	3	5	7	7
	E[D]	0	6	13	26	44	55
CSP ^c	REF	0	0	0	0	0	1
	E[D]	0	1	3	7	15	19
Okyanus Enerjisi	REF	0	0	0	0	0	0
	E[D]	0	0	0	0	1	1
Toplam	REF	21	29	35	44	53	60
	E[D]	21	35	53	83	129	156

notlar

A - HİDROELEKTRİK SANTRALİ PROJELERİNE KARŞI YEREL MÜCADELELER VE SUYA ERİŞİM HAKKI GÖZ ÖNÜNE ALINARAK SADECE MEVCUT SU KAYNAKLARINDAKİ VERİMLİLİK ARTIŞLARI HESABA KATILMIŞTIR.

B - BİYOLOJİK ATIK PLANLAMALARI, GIDA GÜVENLİĞİ GÖZ ÖNÜNE ALINARAK SINIRLANDIRILMIŞTIR.

C - CSP'DE, TARIMSAL ARAZİLERİN KULLANILMAMASI PRENSİBİ E[D] SENARYOSUNA UYARLANMIŞTIR.

fotoğraf TÜRKİYE'DE ÇATI ÜSTLERİNDEKİ FOTOVOLTAİK HÜCRELERİ.

fotoğraf TÜRKİYE, KIRIKKALE'DEKİ PETROL RAFİNERİSİ.



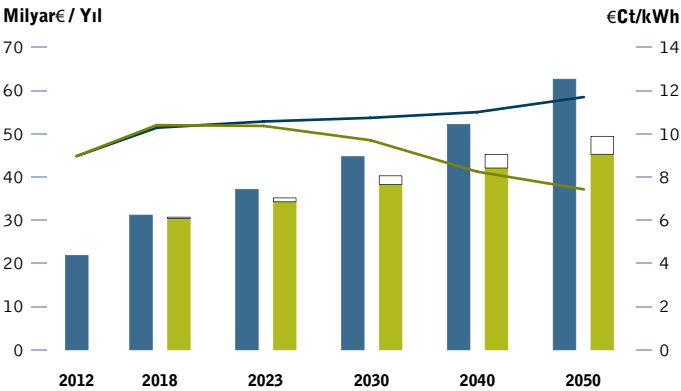
5.3 Gelecekteki elektrik üretim maliyetleri

Şekil 5.6, 2018'e kadar olan süreçte enerji [d]evrimi senaryosu altında yenilenebilir teknolojilerin kullanımının, referans senaryosuna kıyasla elektrik üretim maliyetlerini arttıracaklarını göstermektedir. Ancak, 2018'e varıldığında bu fark 1 €/kWh değerinden daha düşük olacaktır. Geleneksel yakıtların yüksek fiyatları ve elektrik üretimindeki daha düşük CO₂ yoğunluğu nedeniyle, 2023'den itibaren, enerji [d]evrimi senaryosundaki elektrik üretim maliyetleri ekonomik anlamda daha cazip hale gelecek ve 2050'ye kadar da referans versiyonundakilerin 4.3 €/kWh altında kalacaktır.

Diğer yandan, referans senaryosunda, taleplerdeki kontrolsüz büyüme, fosil yakıt fiyatlarındaki artış ve CO₂ emisyonlarının maliyetleri, toplamdaki elektrik tedarik maliyetlerinin 2050 yılında günümüzdeki değeri olan yıllık 22 milyar €'dan 63 milyar €'nın da üstüne çıkmasıyla sonuçlanmaktayken, enerji [d]evrimi senaryosunda bu rakam 46 milyar €'dur.

Şekil 5.6, enerji [d]evrimi senaryosunun sadece Türkiye'nin CO₂ azaltım hedeflerine uygun olmakla kalmayıp aynı zamanda da enerji maliyetlerinin stabilize edilerek toplum üstündeki ekonomik baskının kalkmasına yardım edeceğini göstermektedir. Enerji verimliliğindeki artış ve enerjinin yenilenebilir kaynaklardan sağlanması, elektrik tedarikindeki uzun dönem maliyetlerini, referans senaryosundaki değerlerin %27 altına çekmektedir.

şekil 5.6: her iki senaryodaki toplam elektrik tedarik ve özel elektrik üretim maliyetleri



- ÖZEL ELEKTRİK ÜRETİM MALİYETLERİ (REF)
- ÖZEL ELEKTRİK ÜRETİM MALİYETLERİ (E[D])
- "VERİMLİLİK" ÖLÇÜMLERİ
- REFERANS SENARYOSU (REF)
- ENERJİ [D]EVİRİMİ (E[D])

5.4 Gelecekteki enerji sektörü yatırımları

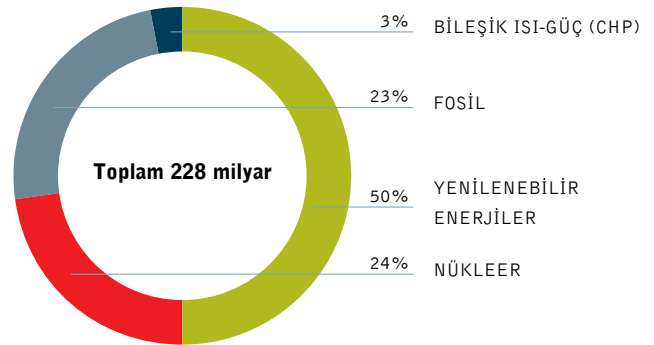
Enerji [d]evrimi senaryosunun gerçeğe dönüşmesi için 397 milyar € (tesislerin ekonomik ömrü sonrasındaki yenilenme yatırımları da dahil), yıllık yaklaşık 9.9 milyar € ya da referans senaryosundakinden (240 milyar €) 157 milyar € daha fazla yatırım gerekmektedir. Referans versiyonunda, geleneksel güç tesislerine yatırım seviyeleri hemen hemen %47'ye varan bir ek yük getirirken, 2050 yılına kadar yenilenebilir enerjiye yaklaşık olarak %53 yatırılacaktır.

Ancak, enerji [d]evrimi senaryosunda Türkiye, tüm yatırımının aşağı yukarı %90'ını yenilenebilir ve ısıtma-elektrik bileşimine (CHP) dönüştürecektir. 2030'a kadar, elektrik sektörü yatırımının fosil yakıt payı, ağırlıklı olarak doğal gaz çevrim santrallerine odaklanmış olacaktır.

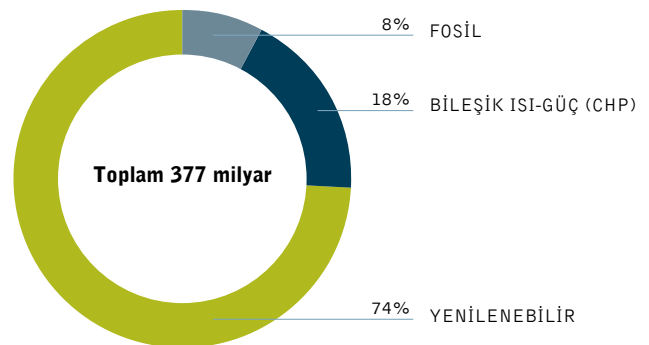
Yenilenebilir enerjide yakıt maliyetleri olmadığından, enerji [d]evrimi senaryosundaki akaryakıt maliyet tasarrufu, 2050'ye kadar toplam 280 milyar €'ya veya yıllık 7 milyar €'ya ulaşacaktır. Böylelikle, referans senaryoya kıyasla fazla olan toplam ek yatırımların %180'i, toplam akaryakıt maliyet tasarrufuyla kapanacaktır. Bu yenilenebilir enerji kaynakları, 2050 sonrasında hiçbir ilave yakıt masrafı olmadan elektrik üretmeyi sürdüreceken, kömür ve petrol maliyetleri ulusal ekonomilere yük olmaya devam edecektir.

şekil 5.7: yatırım payları-referans senaryosuna karşı enerji [d]evrimi senaryosu

REF 2011 - 2050



E[D] 2011 - 2050





5.5 Isıtma tedariki

Günümüzde, yenilenebilir enerjiler Türkiye'nin ısıtma ve soğutma talebinin %15'ini karşılamaktadır ve buna ana katkıyı biyokütle sağlamaktadır. Özellikle yenilenebilir soğutma teknolojileri (güneş enerjisiyle soğutma gibi) ve ısı üretiminde yenilenebilirlik süreci konularında dinamik bir gelişim temini için kararlı destek enstrümanlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Enerji [d]jvrimi senaryosunda, 2030 yılında, Türkiye'nin toplam ısıtma talebinin %52'si ve 2050'de de %87'si yenilenebilirler tarafından sağlanmaktadır.

- Enerji verimlilik ölçümleri, halihazırda artmakta olan ısıtma ve soğutma amaçlı enerji talebini, iyileşen yaşam standartları ve ekonomik büyümeye rağmen, 2050'de %25'e kadar düşürmeye yardım eder.
- Sanayi sektöründe, güneş kolektörleri, jeotermal enerji (ısıtma pompaları dahil) ve yenilenebilir kaynaklardan sağlanan elektrik, giderek fosil yakıt ateşlemeli sistemlerin yerini alır.
- Geriye kalan geleneksel uygulamalar kısmında, kömür ve petrolden doğal gazla dönüşüm de CO₂ emisyonlarında ilave bir düşüşe yol açar.

Tablo 5.2'de, Türkiye'de ısıtma ve soğutma için farklı yenilenebilir teknolojilerin gelişimi, zamana yayılmış olarak gösterilmektedir. 2050'ye kadar, biyokütle, güneş enerjisiyle çalışan termal kolektörler kadar jeotermal ve çevresel ısıtmada da oluşan güçlü gelişim, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltacaktır.

tablo 5.2: referans ve enerji [d]jvrimi senaryolarında yenilenebilir ısıtma kapasitesi GW CINSİNDEN

		2012	2018	2023	2030	2040	2050
Biyokütle	REF	109	121	133	153	196	232
	E[D]	109	177	260	393	562	664
Solar (ısıtma ve soğutma)	REF	32	52	66	86	113	126
	E[D]	32	151	243	371	527	685
Jeotermal ısıtma ve ısıtma pompaları	REF	90	101	111	123	138	161
	E[D]	90	159	218	299	409	524
Hidrojen	REF	0	0	0	0	0	0
	E[D]	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	REF	231	274	310	361	447	519
	E[D]	231	488	720	1,063	1,497	1,873

şekil 5.8: referans ve enerji [d]jvrimi senaryolarında ısıtma tedariki sağlama yapısı

(“VERİMLİLİK” = REFERANS SENARYOSUNA KİYASLA AZALIM)



fotoğraf TÜRKİYE, BODRUM LİMANI GİRİŞİNDE GÜNEŞ ENERJİSİYLE ÇALIŞAN YÜZER FENER.

fotoğraf TÜRKİYE, ŞANLIURFA'DAKİ ATATÜRK BARAJI.



5.6 Gelecekteki ısıtma sektörü yatırımları

Enerji [d]evrimi senaryosu, ısıtma ve soğutma sektöründe de ısıtma teknolojilerindeki mevcut yatırım stratejilerinin kapsamlıca gözden geçirilmesi ihtiyacını doğuracaktır. Özellikle solar termal, solar soğutma ile jeotermal ve ısıtma pompası teknolojilerinin kurulumlarında, eğer bu potansiyeller ısıtma sektörü için kullanılacaksa, çok büyük artışa gerek duyulacaktır. Bugün, bu teknolojilerin Türkiye'deki pazar payı çok düşüktür. Enerji [d]evrimi senaryosunda, ısıtma amaçlı biyokütle kullanımı –ki günümüzde bu çoğunlukla geleneksel biyokütledir- yavaş yavaş azalacak ve yerini daha verimli, sürdürülebilir, yenilenebilir ısıtma teknolojileri alacaktır.

Yenilenebilir ısıtma teknolojileri, düşük teknoloji biyokütle sobalarıyla, parlamayan solar kolektörlerden karmaşık yapıli jeotermal sistemlere ve solar soğutma sistemlerine kadar çok geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Bundan dolayı da enerji [d]evrimi senaryosunda 2050 yılına kadar, yenilenebilir ısıtma teknolojilerine toplamda 358 milyar €'luk (tesislerin ekonomik ömrünü tamamlaması sonrasındaki değiştirme yatırımları da dahil olmak üzere) veya yıllık yaklaşık 9 milyar €'luk bir yatırım gerektiği kabaca söylenebilir.

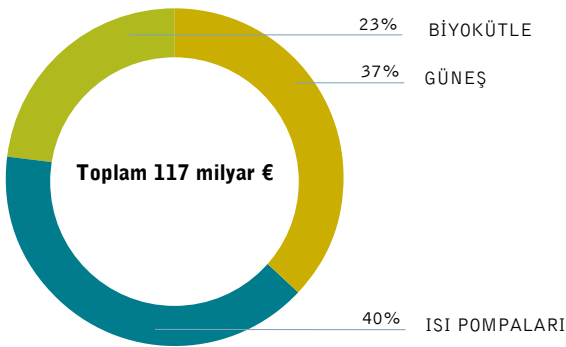
tablo 5.3: referans ve enerji [d]evrimi senaryolarında yenilenebilir ısıtma üretim kapasiteleri GW CİNSİNDEN

		2012	2018	2023	2030	2040	2050
Biyokütle	REF	32	29	32	35	40	43
	E[D]	33	34	38	43	44	45
Jeotermal	REF	0	0	0	0	0	0
	E[D]	1	7	12	19	24	28
Solar termal (ısıtma ve soğutma)	REF	7	16	20	26	34	38
	E[D]	13	43	70	108	158	211
Isı Pompaları	REF	17	19	20	22	25	28
	E[D]	17	20	22	24	28	31
Toplam¹⁾	REF	56	64	72	84	99	109
	E[D]	64	104	142	194	254	315

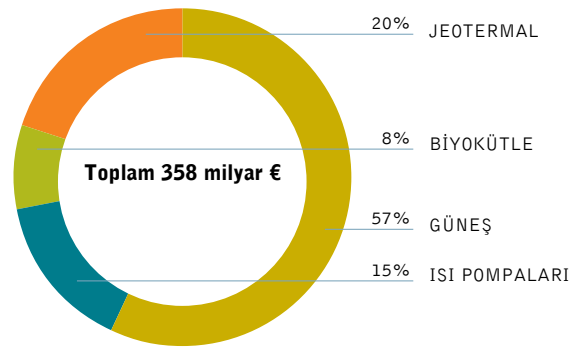
1) Doğrudan elektrikli ısıtma hariç

şekil 5.9: referans ve enerji [d]evrimi senaryolarında yenilenebilir ısıtma üretimi teknolojilerine yatırımlar

REF 2011 - 2050



E[D] 2011 - 2050





5.7 Ulaşım

Türkiye'nin temel hedeflerinden biri de insanları daha küçük arabalar kullanmaları için teşvik etmektir. İlâveten, özellikle büyük ve sürekli genişlemekte olan metropollerde, ulaşımın raylı, hafif raylı sistemlerle otobüslerin kullanımına dönüştürülmesi hayati önem taşımaktadır. Fosil yakıt fiyatlarındaki artışla birlikte bu değişiklikler, referans senaryoda yansıtılan araba satışlarındaki muazzam büyümeyi düşürmektedir. Nüfus artışı, milli gelir (GSYİH) artışı ve daha yüksek yaşam standartları nedeniyle, enerji [d]jevrimi senaryosunda ulaşım sektöründeki enerji talebinin 2050'de %64 artarak 1000 PJ/yıl'a ulaşması beklenmektedir. Bu rakam bugünkü seviyelerden (721 PJ/yıl) 279 PJ/yıl daha yüksektir. Ancak, referans senaryoya kıyasla (1,785 PJ/yıl), 2050'de verimlilik ölçümleri ve mod dönüşümleri %44'lük bir tasarruf sağlayacaktır.

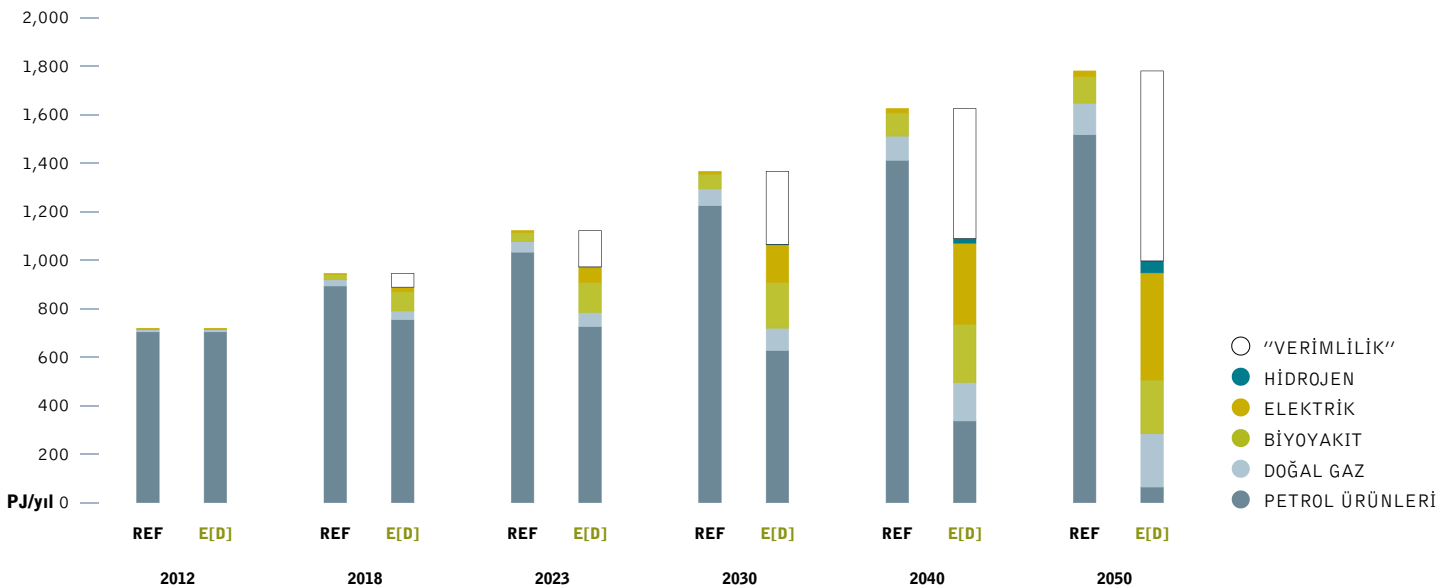
Hibrit, fişli hibrit ve pilli-elektrik gücüyle çalışan trenlerin yüksek verimli itme teknolojisi, büyük verim kazançları getirecektir. Enerji [d]jevrimi senaryosunda, 2030'a kadar ulaşım sektörünün toplam enerji talebinin %15'ini elektrik karşılarken, 2050'lerde bu pay %44'e ulaşacaktır.

tablo 5.4: referans ve enerji [d]jevrimi senaryolarında modlara göre ulaşımdaki enerji talebi

(BORU HATTI NAKLİ İÇİN ENERJİ OLMAKSIZIN) P/JA CİNSİNDEN

		2012	2018	2023	2030	2040	2050
Demiryolu	REF	9	11	12	13	15	16
	E[D]	9	8	10	13	28	35
Karayolu	REF	669	857	1,023	1,252	1,495	1,639
	E[D]	669	808	882	962	958	854
Yerel havacılık	REF	16	36	40	47	55	60
	E[D]	16	33	35	39	47	50
Yerel deniz taşımacılığı	REF	20	37	43	50	56	60
	E[D]	20	36	41	47	52	54
Toplam	REF	715	941	1,117	1,362	1,621	1,775
	E[D]	715	885	968	1,062	1,085	992

şekil 5.10: referans ve enerji [d]jevrimi senaryolarında ulaşım için son enerji tüketimi



fotoğraf ÇATIDA GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITMA SİSTEMİ, TÜRKİYE.

fotoğraf TÜRKİYE, ZONGULDAK'TAKİ BİR MADEN OCAĞI.



5.8 CO₂ emisyonlarının gelişimi

Referans senaryoda Türkiye'nin CO₂ emisyonları 2012 ile 2050 arasında %76 artarken, enerji [d]evrimi senaryosunda 2012'de 278 milyon ton olan değer, 2050'de 59 milyon tona düşmektedir. Bu durumda yıllık kişi başına düşen emisyonlar da 3.7 tondan 0.6 tona iner. Nükleer enerjiden uzak durulmasına ve artan enerji talebine rağmen, elektrik sektöründeki CO₂ emisyonları da düşecektir. Uzun süreçte kazanılan etkinlik ve yenilenebilirlerin araçlarda giderek daha fazla kullanımı, ulaşım sektöründe de emisyonları düşürecek. 2050'de %37'lik CO₂ oranıyla, endüstri sektörü en büyük emisyon kaynağı olacaktır. 2050'lerde, Türkiye'nin CO₂ emisyonları 1990 seviyelerinin %54 altında kalacaktır.

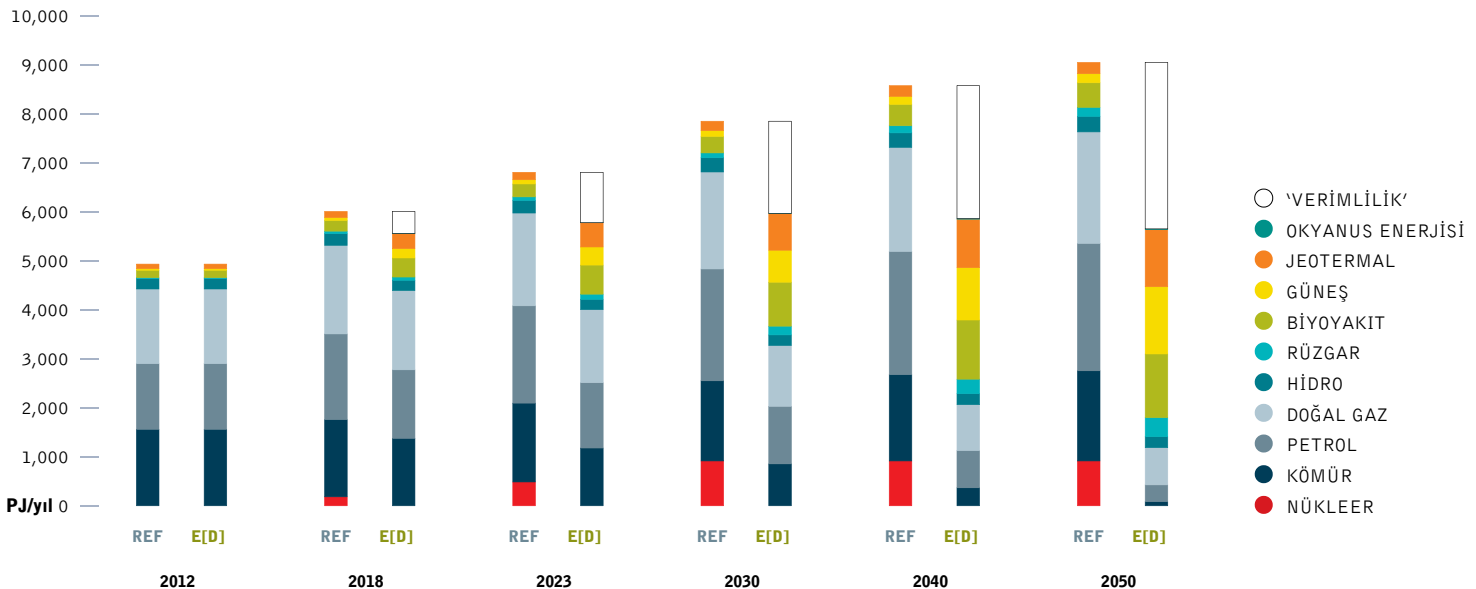
5.9 Birincil enerji tüketimi

Yukarıda tartışılan varsayımları hesaba katarak, enerji [d]evrimi senaryosunda ortaya çıkan birincil enerji tüketimi Şekil 5.11'de gösterilmektedir. Enerji [d]evrimi senaryosunda, temel enerji tüketimi %15 artarak günümüzdeki 4,956 PJ/yıl değerinden 5,682 PJ/yıl değerine çıkacaktır. Referans senaryoya kıyasla, enerji [d]evrimi senaryosundaki toplam temel enerji talebi 2050'de %38 düşmektedir (Referans senaryo: 9,095 PJ 2050'de).

Eneji [d]evrimi versiyonu, kömür ve petrolü teknoloji ve ekonominin elverdiği ölçüde ve olabildiğince hızlı şekilde aşamalı olarak kaldırmayı amaçlar. Bu ancak, termik santrallerin yerini yenilenebilirlerin alması ve ulaşım sektöründeki petrolle çalışan motorlar yerine çok daha verimli elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla mümkündür. Bu, 2030'da toplam yenilenebilir temel enerji payını %45'e ve 2050'de de %79'a ulaştırır. Referans senaryonun aksine, enerji [d]evrimi senaryosunda Türkiye'de nükleer santral inşaatı söz konusu değildir.

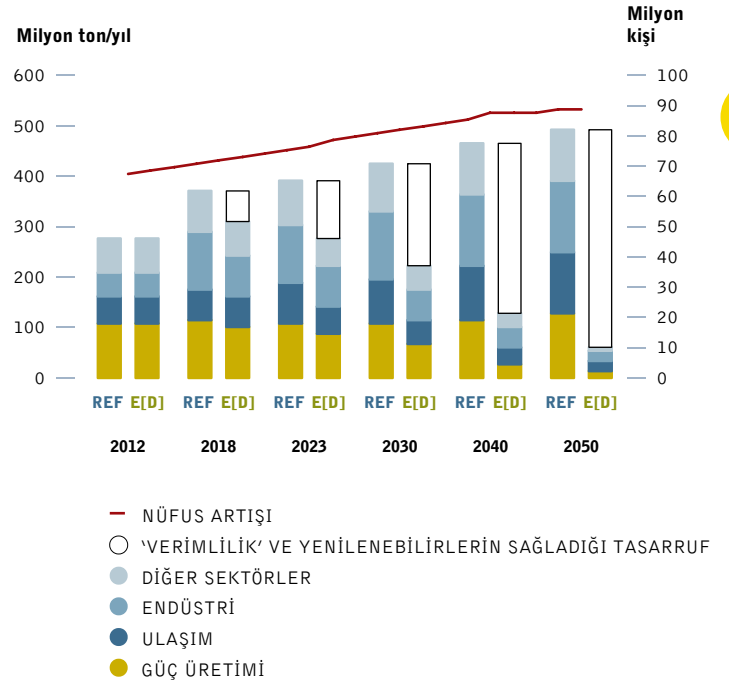
şekil 5.11: referans ve enerji [d]evrimi senaryolarında temel enerji tüketimi

(VERİMLİLİK = REFERANS SENARYOYA KIYASLA DÜŞÜŞ)



şekil 5.12: enerji [d]evrimi senaryosunda sektörler göre CO₂ emisyonlarının gelişimi

(VERİMLİLİK = REFERANS SENARYOSUNDA KIYASLA AZALTIM)



5

Kalite sonuçlar | TÜRKİYE - CO₂ EMİSYONU VE ENERJİ TÜKETİMİ



tablo 5.5: referans senaryosuna kıyasla enerji [d]evrimi senaryosundaki elektrik üretim maliyeti ve yakıt maliyet tasarrufu için yapılan yatırım

BİRİKMİŞ YATIRIM MALİYETLERİ		2011 - 2020	2021 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050	2011 - 2050	2011 - 2050 ORTALAMA YILLIK
FARK REF EKSI E[D]							
Geleneksel (fosil + nükleer)	milyar €	20.1	42.7	9.4	9.5	81.7	81.7
Yenilenebilirler (CHP dahil)	milyar €	-19.2	-59.4	-80.7	-79.8	-239.0	-239.0
Toplam	milyar €	0.9	-16.7	-71.3	-70.3	-157.4	-157.4

BİRİKMİŞ YAKIT MALİYET TASARRUFU

KÜMÜLATİF TASARRUFLAR E[D] KARŞISINDA REFERANS SENARYO

Fuel-Oil	milyar €	-0.2	0.2	1.3	2.0	3.2	3.2
Gaz	milyar €	1.3	16.6	58.3	103.2	179.4	179.4
Taş kömürü	milyar €	0.8	5.2	17.3	36.8	60.2	60.2
Linyit	milyar €	0.2	1.5	3.0	4.0	8.7	8.7
Nükleer enerji	milyar €	0.7	5.9	10.0	12.2	28.8	28.8
Toplam	milyar €	2.9	29.4	89.9	158.1	280.4	280.4

istihdam öngörüleri

İŞLERİ HESAPLAMANIN
METODOLOJİSİ

ENERJİ SEKTÖRÜNDE
GELECEKTEKİ İSTİHDAM

YENİLENEBİLİR ISITMA
SEKTÖRÜNDE İSTİHDAM

YENİLENEBİLİR ELEKTRİK:
İSTİHDAM, ÜRETİM VE
KAPASİTELER

FOSİL YAKITLAR VE NÜKLEER
ENERJİ – İSTİHDAM, ÜRETİM VE
KAPASİTELER



“ekonomi ve ekoloji, yeni istihdam ile elele yürür”

fotoğraf ARAS NEHRİ, ERMENİSTAN'I KUZAY-KUZAYBATIYA VE TÜRKİYE'Yİ GÜNEY-GÜNEYBATIYA AYIRIR. ÇOK GENİŞ YEŞİL TARIMSAL ALANLAR NEHRİN İKİ TARAFINDA DA YAYGINDIR (ÜSTTEKİ RESİM), AYRICA ERMENİSTAN'DA ARTASHAT VE ARMAVİR, TÜRKİYE'DE DE İĞDIR DAHİL OLMAK ÜZERE BİR DİZİ KENTSEL ALAN DA MEVCUTTUR. BÖLGENİN BASKIN COĞRAFİ YAPISI AĞRI DAĞI OLARAK DA BİLİNER ARARAT DAĞIDIR. FOTOĞRAFTA, AĞRI DAĞI'NIN BUZUL KAPLI TEPE Sİ GÖRÜNEBİLİYOR.

6.1 İstihdam hesaplama metodolojisi

Greenpeace Uluslararası ve Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi dört adet küresel enerji [d]evrimi raporu yayınladı. Bu raporlar, bir düşük-karbon enerji [d]evrimi senaryosunu, Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) alışlagelmiş öngörülerine dayanan bir referans senaryosu ile karşılaştırır (örneğin Uluslararası Enerji Ajansı, Dünya Enerjisine Bakış Açısı serilerinden, 2007,2011). Sürdürülebilir Gelecekler Enstitüsü (ISF) 2008 ve 2012 enerji [d]evrimi küresel senaryolarının istihdam etkilerini analiz etti. 2012 küresel analizinde kullanılan metodoloji, Türkiye'nin enerji [d]evrimi ve referans senaryosu için enerji sektörü istihdamını hesaplamakta kullanıldı.

Türkiye için, 2015, 2020 ve 2030'da, her iki senaryo için de istihdam öngörülerini, bir seri istihdam çarpanı ve öngörülen elektrik üretimi, elektrik kapasitesi, ısı toplayıcısı kapasitesi ve kömür, gaz (ulaşımda kullanılan gaz hariç) ve biyokütle için öncelikli tüketimi kullanılarak hazırlandı. Enerji senaryolarının sonuçları, istihdam modellemesinde veri olarak kullanıldı.

Yalnızca doğrudan istihdam dahil edildi. Tanımlamak gerekirse, inşaat, imalat, operasyonlar ve bakım, ve elektrik üretimi ile ilgili yakıt tedariği ve doğrudan ısı tedariği alanlarındaki işler gibi. Dolaylı işler ve teşvik edilmiş işler bu hesaplamalara dahil edilmemiştir. Dolaylı işler genellikle, öncelikli endüstri sektörünü destekleyen, catering ve konaklama gibi ikincil endüstri sektöründeki işleri içerir. Teşvik edilmiş işler, öncelikli endüstrilerden kazanılan ücretlerin harcanmasının sonucu olarak doğan işlerdir. Enerji [d]evrimi gözle görülür bir enerji verimliliği gelişimi içermesine karşın, tahminlerdeki belirsizlikler çok büyük olduğundan, enerji verimliliği işleri de dahil edilmemiştir.

Metodolojinin kapsamlı bir tanımı Rutovitz & Harris, 2012'de verilmiştir.

6.1.1 Genel bakış

Her senaryoya yönelik enerji üretimi ve talebi için veriler şunları içerir:

- Her teknoloji için her yıl kurulacak olan elektrik ve ısıtma kapasitesi miktarı;
- Elektrik ve ısıtma sektörlerindeki kömür, gaz ve biyokütle yakıtları için öncelikli enerji talebi; ve
- Nükleer, petrol ve dizelden her yıl üretilen elektrik miktarı.

Her teknoloji için veriler şunları içerir:

- "İstihdam faktörü" veya imalat, inşaat, işletme ve bakım olarak ayrıştırılan her birim kapasiteye ve yakıt desteği için öncelikli enerjinin her birimine düşen iş sayısı;
- 2020 ve 2030 hesaplamaları için, teknoloji verimliliği geliştiğinden, birim başı istihdam azaltımını yansıtan, her teknoloji için istihdam faktörlerini her yıl belli bir yüzdede düşüren bir "azaltım faktörü";
- Her bölgedeki imalat ve yakıt üretimine dair işlerin hesaplanması için, her bölgedeki yerel imalat ve yerel yakıt üretiminin yüzdesi; ve
- Kömür ve gaz yakıtları ve yenilenebilirin piyasaya açılan bileşenleri için bölge kaynaklı dünya ticaretinin yüzdesi

Her senaryodaki elektrik kapasitesi artışı ve enerji kullanımı rakamları ile birlikte ayrıca yerel olarak ortaya çıkan yakıt veya imalat oranları, her bir teknoloji için istihdam faktörleri ile çarpılır, Hesaplama Tablo 6.1'de özetlenmiştir.

fotoğraf GÜÇ SANTRALİ, TALAŞLARIN YAKILMASIYLA ELEKTRİK, ENERJİ VEYA ISI ÜRETİR. RESİMDE SANTRALİN İNSANSIZ OLARAK YAKLAŞIK DÖRT GÜN BOYUNCA ÇALIŞABİLECEĞİ 1000 M³LÜK TALAŞ STOKU GÖRÜLMEKTE. LELYSTAD, HOLLANDA.



tablo 6.1: metodolojiye genel bakış

İMALAT (YEREL KULLANIM İÇİN)	=	HER YIL BÖLGEYE KURULAN MW	x	İMALAT İSTİHDAM FAKTÖRÜ	x	% YEREL İMALAT				
İMALAT (İHRACAT İÇİN)	=	HER YIL İHRAÇ EDİLEN MW	x	İMALAT İSTİHDAM FAKTÖRÜ						
İNŞAAT	=	HER YIL KURULAN MW	x	İNŞAAT İSTİHDAM FAKTÖRÜ						
OPERASYON VE BAKIM	=	KÜMÜLATİF KAPASİTE	x	O&M İSTİHDAM FAKTÖRÜ						
YAKIT TEDARİĞİ (KÖMÜR, GAZ VE BİYOPYAKIT)	=	ÖNCELİKLİ ENERJİ TALEPLERİ ARTI İHRAÇATLAR	x	YAKIT İSTİHDAM FAKTÖRÜ (KÖMÜR İÇİN DAİMA BÖLGESEL)	x	% YEREL İMALAT				
ISI TEDARİĞİ	=	HER YIL KURULAN MW	x	ISI İÇİN İSTİHDAM FAKTÖRÜ						
İŞLER	=	İMALAT	+	İNŞAAT	+	OPERASYON VE BAKIM (O&M)	+	YAKIT	+	ISI
İSTİHDAM FAKTÖRÜ 2020 VEYA 2030'DA	=	2010 İSTİHDAM FAKTÖRÜ	x	TEKNOLOJİ AZALTIM FAKTÖRÜ <small>(2010'DAN SONRAKİ YILLARIN SAYISI)</small>						

6.1.2 Sınırlamalar

İstihdam rakamları, hesaplamaları yapmak için çok fazla tahmine ihtiyaç duyulduğundan, yalnızca göstegedirler. Gerçek anketlere dayalı varolan istihdama ait sayısal verileri elde etmek zordur, dolayısıyla zaman serisi verisine karşı metodolojiyi ayarlamak, hatta pekçok bölgede güncel veriyi karşı bile mümkün değildir. Ayrıca üretimdeki tesisin yenisiyle değiştirilmesi ve enerji verimliliği işleri de içinde olmak üzere dahil edilmeyen belli başlı bazı istihdam alanları da vardır.

Ancak, mümkün olan verilerin sınırları içinde, sunulan rakamlar iki senaryodaki elektrik ve ısı sektörlerindeki istihdam seviyelerinin göstergesidirler.

Yetersiz veri, ısı tedariği sektörü için kapsamlı bir değerlendirmenin dahil edilmesinin mümkün olmadığı anlamına gelir. Bu sektördeki biyoyakıt, gaz ve kömür işleri, yalnızca ısının doğrudan temin edildiği yakıt tedariği işlerini içerdiğinden, jeotermal ve güneş kolektörlerinden elde edilen ısı sektöründeki işler öncelikle imalat ve montajı içerirken, ısı tedariği sektöründeki işlerin yalnızca bir kısmı tahminlere dahil edilmiştir (bu, ısı ve elektrik santrali birleşik tesisi – kombine çevrim santrali - aracılığıyla değildir).

6.1.3 İstihdam faktörleri

2013 Türkiye analizinde kullanılan istihdam faktörleri, notlar bölümünde verilen asıl kaynaklar ile Tablo 6.2'de gösterilmiştir. Çoğu faktör 2012 küresel analizinden alınmıştır (Rutovitz & Harris 2012) ve OECD faktörleridir. Kömür madenciliği dışında, yerel veri mevcut değildir, bu yüzden Türkiye için tek yerel faktör kömür madenciliği olmuştur. Kömür madenciliği için istihdam faktörü, taşkömürü madenciliğinde 15 kat, ve linyit için 2.7 kat olmak üzere OECD verilerinden oldukça yüksektir. Diğer alanlarda iş yaratımının her MW başına daha yüksek olması mümkündür. Türkiye'de emek verimliliği veya işçi başına Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH) oranı, OECD ve AB rakamlarından sırasıyla yaklaşık %42 ve %34 daha düşüktür.

Bu, her MW başına yaratılan istihdamın, OECD ortalamalarından 1.5 kat daha yüksek olabileceği anlamına gelir. Açıkça, her PJ başına kömür üretimi istihdamı bundan çok daha yüksektir. ISF (Sürdürülebilir Gelecekler Enstitüsü) tutucu bir yaklaşım takındı ve yerel verinin olmadığı yerde OECD istihdam yaratma verilerini aynen kullandı. Ana fosil yakıt işverenin, OECD'den 3-15 kat daha yüksek istihdam gerektiren kömür madenciliği olması, projeksiyondaki fosil yakıt işleriyle yakın olan yenilenebilir enerji işleri için öngörülen sayıyı düşürme etkisi yarattı.

tablo 6.2: Türkiye için 2013 analizinde kullanılan istihdam faktörleri

YAKIT	İNŞAAT SÜRESİ Yıllar	İNŞAAT / MONTAJ İş yılları/MW	İMALAT İş yılları/MW	OPERASYON VE BAKIM İşler/MW	YAKIT - ÖNCELİKLİ ENERJİ TALEBİ İşler/PJ	
Kömür	5	7.7	3.5	0.1	350.7	Not 1
Linyit	5	7.7	3.5	0.1	61.0	Not 1
Gaz	2	1.7	1.0	0.1	21.9	Not 2
Nükleer	8	13.7	1.3	0.3		Not 3
Biyokütle	2	14	2.9	1.5	32.2	Not 4
Hidro	2	6	1.5	0.3		Not 5
Rüzgar karasal	2	2.5	6.1	0.2		Not 6
Rüzgar açıkdeniz	4	7.1	10.7	0.2		Not 7
PV	1	10.9	6.9	0.3		Not 8
Jeotermal	2	6.8	3.9	0.4		Not 9
Güneş termal	2	8.9	4.0	0.5		Not 10
Okyanus	2	9	1.0	0.3		Not 11
Jeotermal - ısı	6.92 iş / MW (inşaat ve imalat)					Not 12
Güneş - ısı	7.4 iş / MW (inşaat ve imalat)					Not 13
Birleşik ısı ve güç (CHP)	CHP teknolojileri faktörü, yalnızca Operasyon ve Bakım için 1.5'lük bir faktöre arttırılmış, kömür, gaz, biyokütle, jeotermal vb. gibi teknolojiler için kullanılır					
Petrol ve dizel	İstihdam faktörlerini gaz için kullanır					Not 2

istihdam faktörleri için kaynaklar

- Taşkömürü ve linyit:** İnşaat, imalat ve işletme ve bakım İş ve Ekonomik Gelişme Etkisi (JEDI) modelinden (Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı 2011) alınmıştır. Taşkömürü ve linyit madenciligi istihdam faktörleri Eurocoal verilerinden hesaplanmıştır (Eurocoal 2011). PJ başına kömür madenciligi istihdamı diğer Avrupa kömür madenciligine kıyasla, özellikle de taşkömüründe, aşırı derecede yüksektir.
- Gaz, petrol ve dizel:** Montaj ve imalat faktörleri, JEDI modelinden alınmıştır (Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı 2011). İşletme ve bakım faktörü, 2010 raporundan, JEDI modelinden (Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı 2011b), bir ABD çalışmasından (Enerji Politikası üzerine Ulusal Komisyon 2009) ve ISF araştırmasından (Rutovitz & Harris 2012b) ortalama bir rakamdır. Her PJ başına yakıt faktörü, ABD ve Kanada bilgilerinden (Amerika'nın Doğal Gaz Anlaşması 2008; IHS Küresel Anlayış (Kanada) LTD 2009; Zubov 2012) elde edilmiş, ABD, Kanada ve Rusya'nın gaz üretimi istihdamının ağırlıklı ortalamasıdır.
- Nükleer:** İnşaat faktörü Birleşik Krallık'tan iki ve ABD'den bir çalışmanın ortalamasıdır (Güçlü Sektör Yetenekleri Konseyi 2010; Güçlü Sektör Yetenekleri Konseyi 2011; Enerji Politikası Ulusal Komisyonu 2009). İşletme ve bakım faktörü her üç çalışmadaki değerlerin ve ISF araştırmasının (Rutovitz & Harris 2012b) ortalaması iken, imalat faktörü, iki Birleşik Krallık raporunun ortalamasıdır. Yakıt faktörü, 2009'daki ISF'den elde edilmiştir (Rutovitz & Atherton 2009).
- Biyoenjerji:** İnşaat, imalat ve işletme-bakım için istihdam faktörleri, Yunanistan, BK, İspanya, ABD ve Avrupa'dan (Kjaer 2006; Thornley 2006; Thornley et al. 2008; Tourkolias & Mirasgedis 2011; Moreno & López 2008; EPRI 2001) çalışmalardaki değerlerin ortalamasını kullanır. PJ öncelikli enerji başına yakıt tüketimi, hepsi de Avrupa'da olmak üzere altı çalışmadan derlenmiştir (Domac et al. 2005; Hillring 2002; Thornley 2006; Upham & Speakman 2007; Kjaer 2006; Valente et al. 2011).
- Hidro:** İnşaat ve imalat faktörleri bir ABD çalışmasındandır (Navigant Consulting 2009). O&M faktörü, ABD çalışmasından (Navigant Consulting 2009) ve ISF araştırmasından (Rutovitz & Ison 2011; Rutovitz & Harris 2012b) verilerin bir ortalamasıdır.
- Rüzgar-karasal:** Kullanılan kurulum faktörü Avrupa Rüzgar Enerjisi Derneği'ndendir (European Wind Energy Association 2009). İmalat ve O&M faktörleri Enstitü'nün 2012 küresel çalışmasından elde edilmiştir (Rutovitz & Harris 2012a).
- Rüzgar-açıkdeniz:** Tüm faktörler bir Alam raporundan alınmıştır (Price Waterhouse Coopers 2012).
- Güneş PV:** Montaj faktörleri Almanya ve ABD'deki beş tahminin ortalamasıdır. İmalat ise JEDI (Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı, 2010) modelinden, bir Yunan çalışmasından (Tourkolias & Mirasgedis 2011), bir Kore ulusal raporundan (Korea Energy Management Corporation (KEMCO) & New and Renewable Energy Center (NREC) 2012) ve Japonya için ISF araştırmasından (Rutovitz & Ison 2011) alınmıştır.
- Jeotermal:** İnşaat ve O&M işleri ISF küresel çalışmasındandır ve ABD, İspanya ve Avustralya'daki (Rutovitz & Harris 2012a) rapor edilmiş 19 güç santralının (3223 MW) bir ağırlıklı ortalamasıdır. İmalat faktörü bir ABD çalışmasından elde edilmiştir (Geothermal Energy Association 2010).
- Isıl güneş gücü:** İnşaat ve O&M işleri, Avrupa'da (Rutovitz & Harris, 2012a) raporlanmış 10 güç santralının (951 MW) ağırlıklı ortalamasından elde edilmiştir. İmalat faktörü Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi, 2008, sayfa 16'dan alındı.
- Okyanus-dalga:** Bu çalışmada kullanılan inşaat faktörü, açıkdeniz rüzgar gücü için olan veriden elde edilen dalga ve gel-git gücü birleştirilmiş projeksiyonudur (Batten & Bahaj 2007). Belirli bir dalga gücü teknolojisi üzerine bir çalışma olan Wave Dragon, bu teknoloji için iş yaratma potansiyeli sağladı ve burada kullanılan O&M faktörü bu rapora dayanmaktadır (Soerensen 2008).
- Jeotermal ve ısı pompaları:** Bir kapsayıcı faktör kurulan her MW başına işler için kullanılmıştır. Bu, 2012'deki bir ABD endüstri anketinin analizinden elde edilmiştir. Söz konusu anket, 2012'de, 2,611 imalat işi dahil olmak üzere toplam 9,088 iş rapor etmiştir (Battocletti & Glassley 2012). O yıl içindeki ısı pompası nakliyatı 1,314 MW'a varmıştır.
- Isıl güneş enerjisi:** Her kurulan MW başına iş için bir tek kapsayıcı faktör kullanıldı. Çünkü geniş kapsamda eldeki tek veri buydu. Bu işletme ve bakımı dahil etmeyebileceği için ileri azımsayabilir. Küresel rakam, IEA ısıtma ve soğutma programı raporundan elde edildi (Weiss & Mauthner 2011).

fotoğraf BİR İŞÇİ, AVRUPA'NIN İLK TİCARİ PARABOLİK KANALLI GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ OLAN ANDASOL 1 İSTASYONUNDA EKİPMAN DENETİMİNDE. 1, 200,000 KİŞİYE İKLİM DOSTU ELEKTRİK SAĞLAYACAK ANDASOL MODERN BİR KÖMÜR SANTRALİNE KIYASLA YILDA 149.000 TON KARBONDİOKSİT SALINIMINI ÖNLER.



6.1.4 Kömür, gaz ve yenilenebilir teknoloji ticareti

Rüzgar ve fotovoltaiik dışındaki enerji teknolojilerinin imalatının tümünün Türkiye içinde yapılacağı tahmin edilmektedir, ancak bu iki teknolojinin imalatının yalnızca %30'u yerel olarak yapılmaktadır. Bu, rüzgar türbini ve destek şasisi gibi öğelerin genellikle yerel üretilmesine olanak tanımaktadır.

Türkiye, tüketiminin yaklaşık %7'si gibi küçük bir miktarda taşkömürü üretmektedir. Ancak, taşkömürü ve linyit madenciliği önemli sayıda insan istihdam etmektedir. Eurocoal, taşkömürü madenlerinde 18.500 linyit madenlerinde ise 37,000 kişinin istihdam edildiğini rapor etti (Eurocoal 2011). Eurocoal'un verisi kömür için yerel istihdam faktörlerin hesaplanmasında kullanıldı. Kömür üretiminin sabit kaldığı varsayılmaktadır ve Tablo 6.3 deki yerel kömür tüketimi oranı bu temele dayanarak hesaplanmıştır. Linyitin tamamı yerel üretimdir ve yerel kömür tüketiminin %90'ına karşılık gelir. Türkiye'de gaz üretimi yoktur.

6.1.5 Öğrenme oranları için ayarlama - düşüş faktörleri

İstihdam faktörleri, teknoloji ve üretim teknikleri olgunlaştığından elektrik kapasitesinin her birimi başına düşen istihdamdaki azalma hesaba katılacak şekilde ayarlanmıştır. Varsayılan öğrenme oranlarının, analizin çıktısı üzerinde belirgin etkisi vardır ve Tablo 6.4'de verilmiştir. Bu düşüş oranları, doğrudan enerji [d]evriminin Türkiye modellemesinde kullanılan maliyet verilerinden hesaplanmıştır.

tablo 6.4: teknoloji maliyeti düşüş faktörleri

	İŞ FAKTÖRLERİNDE YILLIK DÜŞÜŞ		
	2010-2015	2015-2020	2020-30
Kömür	%0.3	%0.5	%0.3
Linyit	%0.4	%0.4	%0.4
Gaz	%0.5	%1.0	%0.5
Petrol	%0.4	%0.8	%0.4
Dizel	%0.0	%0.0	%0.0
Nükleer	%0.0	%0.0	%0.0
Biyokütle	%1.1	%0.7	%1.6
Hidro	%-0.6	%-0.9	%-0.6
Rüzgar karasal	%2.2	%0.2	%1.6
Rüzgar açıkdeniz	%8.9	%3.9	%6.4
Güneş PV	%4.6	%2.2	%12.0
Jeotermal	%5.4	%7.3	%3.5
Güneş termal	%5.1	%2.8	%5.6
Okyanus	%6.5	%7.0	%4.8
Kömür CHP	%0.3	%0.5	%0.3
Linyit CHP	%0.3	%0.5	%0.3
Gaz CHP	%1.0	%1.0	%0.9
Petrol CHP	%0.4	%0.8	%0.4
Biyokütle CHP	%2.2	%2.2	%2.0
Jeotermal CHP	%3.2	%4.5	%2.6
Jeotermal - ısı	%0.0	%0.2	%0.9
Güneş termal - ısı	%0.0	%0.9	%1.8

tablo 6.3: Türkiye'de üretilen kömürün tüketim oranları

	REFERANS				ENERJİ [D]EVRİMİ			
	2010	2015	2020	2030	2010	2015	2020	2030
Taş Kömürü	%7	%7	%6	%6	%6	%8	%9	%12
Linyit	%100	%100	%100	%100	%100	%100	%100	%100

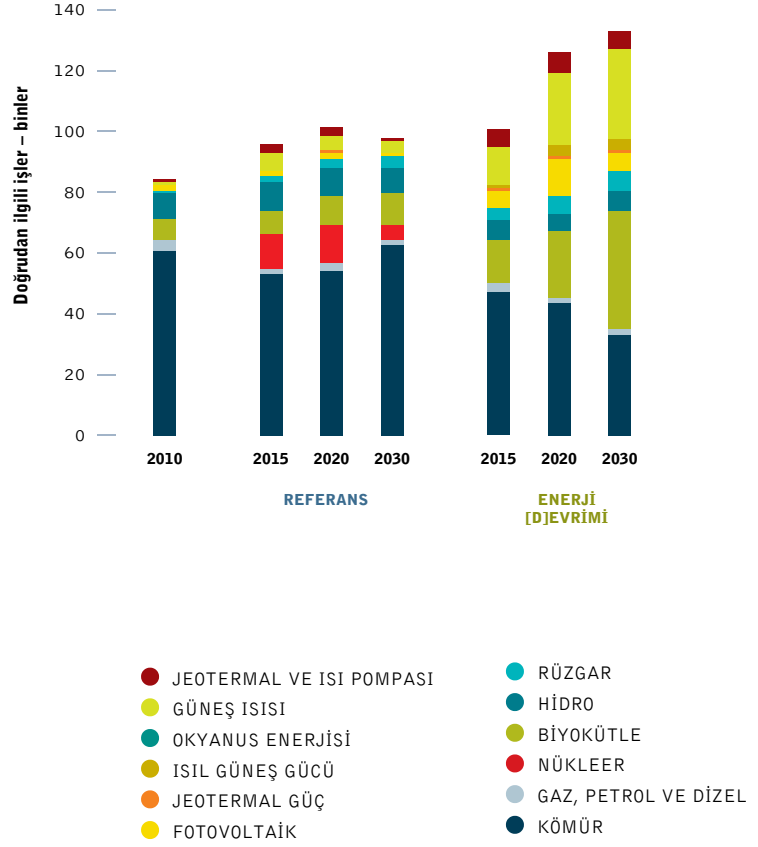
6.2 Enerji sektöründe gelecekteki istihdam

Türkiye'deki enerji sektörü işleri, enerji [d]jevrimi senaryosunda projeksiyonun her aşamasında daha yüksektir. Her iki senaryoda da iş olanakları 2015'e dek artmaktadır. Enerji [d]jevrimi senaryosunda yenilenebilir enerjideki alışılmadık büyüme, iş sayısını 2020 yılında, 2010 seviyelerinin 42,000 (%49) üzerine çıkarmaktadır. Enerji sektöründe yaratılan iş sayısı, enerji [d]jevrimi senaryosunda büyümeye devam ediyor, ve 2030'da, 2010 seviyelerinin 49,000 üzerine çıkmaktadır. Referans senaryosundaki işler 2020'den sonra nispeten düşmektedir ancak hâlâ 2030'a dek 2010 seviyelerinin 13,200 üzerindedir.

- Her iki senaryoda da işler 2010'a kıyasla 2015'e dek artmaktadır. Enerji [d]jevrimi senaryosunda 16,100'e (%19) ve referans senaryosunda 11,400'e (%13) ulaşır.
- 2020'de enerji [d]jevrimi senaryosunda 126,000'den fazla, ve referans senaryosunda 102,000'in biraz altında iş yaratılır.
- 2030'da, enerji [d]jevrimi senaryosunda 133,000 ve referans senaryosunda 98,000 iş yaratılır.

Şekil 6.1, 2010 ve 2030 arasında her iki senaryodaki iş miktarlarındaki değişimi göstermektedir. Referans senaryosundaki işler 2020'e dek artmakta ve sonra 2030'da nispeten düşmektedir. Enerji [d]jevrimi senaryosunda 2020'e dek keskin bir şekilde artmakta ve sonra 2030'a kadar nispeten artmaya devam etmektedir. Yenilenebilir enerji, 2030'da enerjiyle ilgili işlerin %74'ü olarak hesaba katılmaktadır. Bu oranın en büyük payına %29 ile biyokütle sahiptir ve onu da %22 ile güneş ısıtması takip eder.

şekil 6.1: referans ve enerji [d]jevrimi senaryolarına göre enerji sektöründeki istihdam

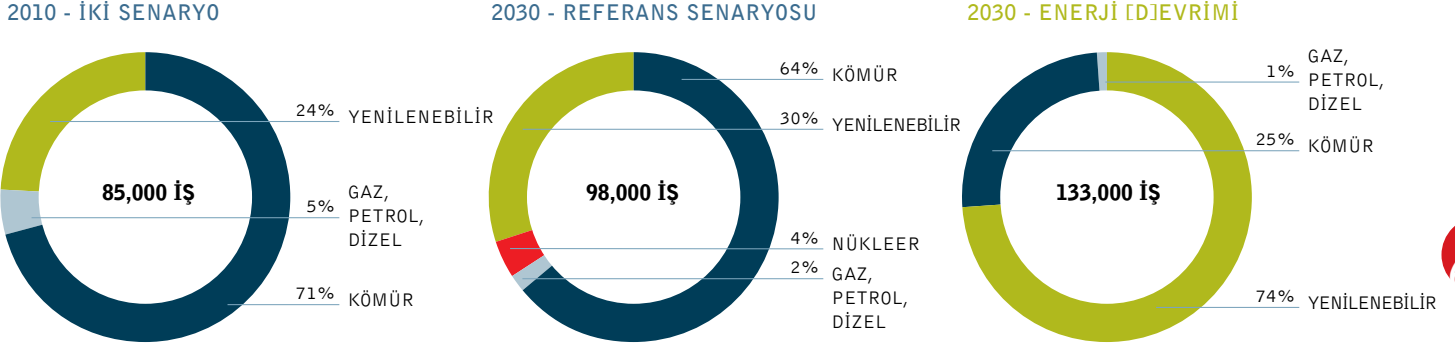


tablo 6.5: enerji sektöründeki toplam istihdam

	REFERANS				ENERJİ [D]JEVRİMİ		
	2010	2015	2020	2030	2015	2020	2030
Kömür	60,500	52,800	54,300	62,600	47,500	43,500	32,900
Gaz, petrol ve dizel	3,900	2,200	2,100	2,100	2,400	2,200	1,900
Nükleer	-	11,400	13,000	4,200	-	-	-
Yenilenebilir	20,000	29,500	32,500	28,800	50,700	80,500	98,400
Toplam iş	84,500	95,900	101,900	97,700	100,600	126,200	133,200
İnşaat ve kurulum	10,300	24,200	23,200	12,000	23,200	41,000	39,000
İmalat	4,000	6,400	6,100	5,100	9,000	14,400	14,400
İşletme ve bakım	8,500	10,400	14,200	20,300	12,500	16,800	27,400
Yakıt tedariği (yerel)	61,700	54,900	58,500	60,300	55,800	54,000	52,400
Kömür ve gaz ihracatı	-	-	-	-	-	-	-
Toplam iş	84,500	95,900	101,900	97,700	100,600	126,200	133,200



şekil 6.2: teknolojiye göre 2010 ve 2030'daki enerji sektörü istihdamları



tablo 6.6: referans ve enerji [d]evrimi senaryolarında teknolojiye göre enerji sektöründeki istihdam

Sektöre göre	REFERANS				ENERJİ [d]EVİRİMİ		
	2010	2015	2020	2030	2015	2020	2030
İnşaat ve kurulum	8,800	18,300	17,300	8,600	10,500	19,500	13,700
İmalat	3,300	3,600	3,500	3,700	3,400	5,700	4,500
İşletme ve bakım	8,500	10,400	14,200	20,300	12,500	16,800	27,400
Yakıt tedariği (yerel)	61,700	54,900	58,500	60,300	55,800	54,000	52,400
Kömür ve gaz ihracatı	0	0	0	0	0	0	0
Güneş ve jeotermal ısı	2,200	8,600	8,400	4,800	18,200	30,300	35,200
Toplam iş	84,500	95,800	101,900	97,700	100,400	126,300	133,200
Teknolojiye göre							
Kömür	60,500	52,800	54,300	62,600	47,500	43,500	32,900
Gaz, petrol ve dizel	3,900	2,200	2,100	2,100	2,400	2,200	1,900
Nükleer	0	11,400	13,000	4,200	0	0	0
Yenilenebilir	20,100	29,500	32,600	28,700	50,700	80,500	98,300
Biyokütle	6,600	7,600	8,900	10,300	14,900	21,600	39,200
Hidro	8,200	9,100	9,800	9,100	5,900	5,900	6,500
Rüzgar	1,200	2,100	2,400	3,400	4,100	5,300	6,800
PV	1,700	1,800	2,700	900	6,000	13,000	5,400
Jeotermal güç	200	200	200	100	800	900	800
Isıl güneş gücü	-	-	100	100	700	3,500	4,300
Okyanus	-	-	-	-	100	100	100
Güneş - ısı	1,300	5,400	5,600	3,600	12,500	23,800	28,900
Jeotermal ve ısı pompası	900	3,300	2,900	1,200	5,700	6,400	6,300
Toplam iş	84,500	95,900	101,900	97,700	100,600	126,200	133,200

Not: Rakamlar yuvarlama nedeniyle tam tekabül etmeyebilir.

6.3 Yenilenebilir ısıtma sektöründe istihdam

6.3.1 Güneş enerjisiyle ısıtma sektöründe istihdam

Enerji [d]jevrimi senaryosunda, güneşle ısıtma son derece güçlü bir şekilde büyümektedir. 2030 yılına dek toplam ısı tedarikinin %10'unu karşılar. Güneş enerjisiyle ısı sektörünün 2030'a dek yaklaşık 28,900 insan istihdam edeceği öngörülmektedir. Bu rakam 2010'dakinin 20 kat fazlasıdır. Enerji [d]jevrimi senaryosundaki kapasite 2010 ile 2030 arasında 62 MW artmaktadır. Referans senaryosundaki kapasite 2010 ile 2030 arasında 16 MW artmaktadır ve istihdam yalnızca 2010 rakamının iki katına, 3,600'e ulaşabilmektedir.

6.3.2 Jeotermal ve ısı pompası ile ısıtma sektöründe istihdam

Enerji [d]jevrimi senaryosunda, jeotermal ve ısı pompası ısıtması, 2010 yılında toplam ısı tedarikinin %6'sını karşılarken 2030 yılına dek %10'unu karşılayacaktır. İş oranları yaklaşık 6,000 ile sabit kalır. Büyüme referans senaryosunda daha yavaştır; jeotermal ve ısı pompası ısıtması, ısı tedarikinin %5'ini karşılar ve yaklaşık 1,200 kişi istihdam eder.

6.3.3 Biyokütle ile ısı tedariki sektöründe istihdam

Biyokütle ile ısıtma enerji [d]jevrimi senaryosunda güçlü bir şekilde büyümektedir ve 2030 yılına dek ısı tedarikinin %22'sini karşılar. İstihdam 2010'da 4,500 kişiden 2030'da 11,800 kişiye çıkmaktadır. Referans senaryosunda biyokütle ile ısı tedariki neredeyse sabit kalır; ısı tedarikinin %6 ila %8'ini karşılar ve 4,000 kişiye yakın istihdam sağlar.

tablo 6.7: güneş ile ısıtma: kapasite, elde edilen ısı ve doğrudan ilgili işler

Enerji	BİRİM	REFERANS			ENERJİ [D]JEVRİMİ		
		2015	2020	2030	2015	2020	2030
Kurulu güç	GW	4.6	9.5	19.5	8	19	66
Elde edilen ısı	PJ	16	32	66	28	66	219
Toplam ısı tedarikinin payı	%	%0.9	%1.5	%2.5	%1.6	%4	%10
Kapasitede yıllık artış	MW	181	967	957	1,921	2,255	4,747
İstihdam							
Kurulum ve imalatta doğrudan ilgili işler	iş	5,400	5,600	3,600	12,500	23,800	28,900

tablo 6.8: jeotermal ve ısı pompası ile ısıtma: kapasite, elde edilen ısı ve doğrudan ilgili işler

Enerji	BİRİM	REFERANS			ENERJİ [D]JEVRİMİ		
		2015	2020	2030	2015	2020	2030
Kurulan kapasite	GW	16.6	18.9	23.2	18.7	22.9	33.7
Elde edilen ısı	PJ	89	102	126	102	129	223
Toplam ısı tedarikinin payı	%	%5	%5	%5	%6	%7	%10
Kapasitede yıllık artış	MW	128	471	444	1,204	828	1,233
İstihdam							
Kurulum ve imalatta doğrudan ilgili işler	iş	3,300	2,900	1,200	5,700	6,400	6,300

tablo 6.9: biyokütle ile ısıtma : yakıt tedarikinde doğrudan ilgili işler

Enerji	BİRİM	REFERANS			ENERJİ [D]JEVRİMİ		
		2015	2020	2030	2015	2020	2030
Elde edilen ısı	PJ	138	139	160	208	246	472
Toplam ısı tedarikinin payı	%	%8	%7	%6	%12	%13	%22
İstihdam							
Yakıt tedarikinde doğrudan ilgili işler	iş	4,200	4,100	4,000	6,300	7,200	11,800



6.4 Yenilenebilir elektrik: istihdam, üretim ve kapasiteler

6.4.1 Hidroelektrik sektöründe istihdam

Hidroelektrik santralleri Türkiye'nin elektriğinin %25'ini sağlar. İnşaatı devam eden birtakım projeler mevcuttur. Enerji [d]evrimi senaryosunda, hidroelektrik üretimi ve istihdamı göreceli olarak sabittir. İstihdam, 2010'da 8,000'den 2015'de 6.000'e düşmektedir ve bundan sonra neredeyse sabit kalır. Referans senaryosunda hidro kapasitesi istikrarlı bir şekilde büyümeye devam eder ve istihdam 10,000'e yükseldikten sonra 2030'a dek 9,000'e düşer.

6.4.2 Isıl güneş gücünde istihdam

Isıl güneş gücü Türkiye'de henüz geliştirilmektedir. Enerji [d]evrimi senaryosunda, bu teknoloji bu süre zarfında geliştirilmektedir ve 2030'a dek 4,300 kişi istihdam ederken toplam elektrik üretiminin de %10'unu temin eder. Tam tersine, referans senaryosunda, ısıl güneş gücü çok daha yavaş başlar ve 2030'a kadar yalnızca yaklaşık 140 kişi istihdam eder.

tablo 6.10: hidro : kapasite, üretim ve doğrudan ilişkili işler

Enerji	BİRİM	REFERANS			ENERJİ [D]EVRİMİ		
		2015	2020	2030	2015	2020	2030
Kurulan kapasite	GW	18	21	24	17	17	18
Toplam üretim	TWh	60	68	80	55	57	59
Toplam ısı tedarikinin payı	%	%24	%22	%20	%23	%21	%17
Kapasitede yıllık artış	GW	1.5	1.3	0.4	0.1	0.1	0.1
İstihdam							
İnşaat, imalat, işletme ve bakım ile ilgili doğrudan işler	iş	9,100	9,800	9,100	5,900	5,900	6,500

tablo 6.11: ısıl güneş gücü: kapasite, üretim ve doğrudan ilgili işler

Enerji	BİRİM	REFERANS			ENERJİ [D]EVRİMİ		
		2015	2020	2030	2015	2020	2030
Kurulan kapasite	GW	-	0.02	0.14	0.06	1.2	6.9
Toplam üretim	TWh	-	0.1	0.7	0.3	6.0	36.0
Toplam ısı tedarikinin payı	%	-	%0.0	%0.2	%0.1	%2.2	%10.3
Kapasitede yıllık artış	GW	0.005	0.01	0.02	0.05	0.31	0.58
İstihdam							
İnşaat, imalat, işletme ve bakım ile ilgili doğrudan işler	iş	-	80	140	700	3,500	4,300

6.4.3 Biyokütle sektöründe istihdam

Enerji DİJEVRİMİ senaryosunda, biyokütleden elektrik üretimi 2010'da neredeyse sıfır noktasından 2030'da %7'lik bir üretime yükselmektedir. İstihdam ise 2010'daki 2,000 kişiden, 13 kattan fazla artışla 2030'da 27,000'e ulaşır.

Referans senaryosunda, biyokütle üretimi çok daha yavaş büyümektedir ve 2030'da elektrikliğin %1.3'ünü temin eder. İstihdam adedi 2015'te %63 artarak 3,000'e çıkarken, 2030'da, 2010 seviyelerinin üç katına ulaşarak 6,000 olur. Isıtma amaçlı biyokütle yakıtlarıyla ilgili işler ise buraya dahil edilmemiştir.

6.4.4 Güneş fotovoltaikleri sektöründe istihdam

Enerji DİJEVRİMİ senaryosunda güneş fotovoltaikleri, 2010'daki

çok küçük bir noktadan 2030'da elektriğin %12'sini sağlayacak noktaya ulaşmaktadır. İstihdam 2020'de 13,000 kişi ile en üst seviyeye ulaşır. Daha sonra 2030'da istihdam 5,400 kişiye düşer. Referans senaryosunda, büyüme çok daha mütevazidir. Güneş fotovoltaikleri 2030 yılında üretimin %2'sini karşılar. İstihdam 2015'de 1,800 iş sayısı ile zirveye ulaşır ve 2030'da 900 seviyesinde kalır.

6.4.5 Rüzgar enerjisi sektöründe istihdam

Enerji DİJEVRİMİ senaryosunda, rüzgâr enerjisi güçlü bir şekilde büyür ve 2030 yılına dek toplam elektrik üretiminin %14'ünü tedarik ederken, yaklaşık 7,000 kişiye istihdam sağlar. Büyüme, Referans senaryosunda çok daha mütevazıdır; rüzgâr enerjisi üretimin %7'sini ve yaklaşık 3,000 kişilik istihdam sağlar.

tablo 6.12: biyokütle: kapasite, üretim ve doğrudan ilgili işler

Enerji	BİRİM	REFERANS			ENERJİ DİJEVRİMİ		
		2015	2020	2030	2015	2020	2030
Kurulan kapasite	GW	0.2	0.7	1.7	1.4	2.3	8.5
Elde edilen ısı	TWh	0.7	2.2	5.2	4.1	7.1	26.3
Toplam ısı tedarikinin payı	%	%0.3	%0.7	%1.3	%1.7	%2.6	%7.5
Kapasitede yıllık artış	GW	0.07	0.09	0.09	0.16	0.43	0.58
İstihdam							
İnşaat, imalat, işletme ve bakım ve güç üretimi için yakıt tedariki ile ilgili doğrudan işler	iş	3,400	4,800	6,300	8,600	14,400	27,400

tablo 6.13: güneş fotovoltaikleri: kapasite, üretim ve doğrudan ilgili işler

Enerji	BİRİM	REFERANS			ENERJİ DİJEVRİMİ		
		2015	2020	2030	2015	2020	2030
Kurulan kapasite	GW	0.7	2.0	5.5	1.3	7.6	26.4
Elde edilen ısı	TWh	1.0	3.2	8.9	2.0	12.0	43.0
Toplam ısı tedarikinin payı	%	%0.4	%1.0	%2.2	%0.8	%4.4	%12.3
Kapasitede yıllık artış	GW	0.2	0.2	0.2	0.6	1.2	1.5
İstihdam							
İnşaat, imalat, işletme ve bakım ile ilgili doğrudan işler	iş	1,800	2,700	900	6,000	13,000	5,400

tablo 6.14: rüzgar enerjisi: kapasite, üretim ve doğrudan ilgili işler

Energy	BİRİM	REFERANS			ENERJİ DİJEVRİMİ		
		2015	2020	2030	2015	2020	2030
Kurulan kapasite	GW	2.7	5.2	11.0	3.8	9.3	20.2
Elde edilen ısı	TWh	6.0	12.0	26.4	8.5	21.5	49.0
Toplam ısı tedarikinin payı	%	%2	%4	%7	%3	%8	%14
Kapasitede yıllık artış	GW	0.8	0.4	0.5	0.9	1.0	1.2
Employment							
İnşaat, imalat, işletme ve bakım ile ilgili doğrudan işler	iş	2,100	2,400	3,400	4,100	5,300	6,800

fotoğraf TAYLAND, PATHUM THANI'DEKİ BİR FABRİKADA İŞÇİLER RÜZGAR TÜRBİNİ İNŞA EDİYORLAR. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ NEDENİYLE DENİZ SEVİYESİNİN YÜKSELMESİNİN ETKİLERİNİN ASYA'NIN KIYI ÜLKELERİNDE SERT GÖRÜLECEĞİ VE TEMİZ YENİLENEBİLİR ENERJİLERİN BUNA ÇÖZÜM OLDUĞU TAHMİN EDİLİYOR.



6.5 Fosil yakıtlar ve nükleer enerji – istihdam, üretim ve kapasiteler

6.5.1 Kömürde istihdam

Kömür üretimi, şu anda Türkiye'nin elektriğinin yaklaşık %25'ini karşılamaktadır. Enerji [d]evrimi senaryosunda, bu oran 2030'a dek %7'ye düşmektedir. İstihdam ise 2030'a kadar 61,000'den 33,000'e düşer. Referans senaryosunda, kömür kaynaklı elektriğin payı 2030 yılında toplam elektrik üretiminin %18'inde kalır ve istihdam 2010 seviyelerine göre bir miktar artarak 2030'da 63,000'e ulaşır.

Kömür madenciliği, analizde yerel istihdam verilerinin kullanıldığı tek alandır ve üretimin her birimindeki istihdam, OECD ve Avrupa ortalamalarına göre yüksektir. Diğer sektörlerdeki istihdam, OECD verileri kullanılarak hesaplanmıştır ve bazıları düşük olarak tahmin edilmiştir. Bu yüzden kömürdeki istihdam, diğer enerji sektörlerine göre, burada görüldüğü kadar yüksek değildir. Her iki senaryoda da kömüre dair işler, ısı temini için kullanılan kömürü de içerir.

tablo 6.15: fosil yakıtlar ve nükleer enerji: kapasite, üretim ve doğrudan ilgili işler

Enerji sektöründe istihdam - fosil yakıtlar ve nükleer	BİRİM	REFERANS			ENERJİ [D]EVRİMİ		
		2015	2020	2030	2015	2020	2030
Kömür	iş	52,800	54,300	62,600	47,500	43,500	32,900
Gaz, petrol ve dizel	iş	2,200	2,100	2,100	2,400	2,200	1,900
Nükleer enerji	iş	11,400	13,000	4,200	-	-	-
KÖMÜR							
Kurulan kapasite	GW	14	15	16	12	12	5
Elde edilen ısı	TWh	60	64	71	52	42	23
Toplam ısı tedarikinin payı	%	%24	%21	%18	%21	%15	%7
Kapasitede yıllık artış	GW	0.2	0.1	0.6	-0.1	-0.7	-1.4
GAZ, PETROL ve DİZEL							
Kurulan kapasite	GW	24	23	23	22	23	23
Elde edilen ısı	TWh	124	124	123	119	118	96
Toplam ısı tedarikinin payı	%	%49	%41	%31	%49	%44	%27
Kapasitede yıllık artış	GW	-	-	0.1	0.1	0.0	-0.1
NÜKLEER ENERJİ							
Kurulan kapasite	GW	-	4.0	12.0	-	-	-
Elde edilen ısı	TWh	-	28.0	84	-	-	-
Toplam ısı tedarikinin payı	%	-	%9.2	%21	-	-	-
Kapasitede yıllık artış	GW	-	0.6	-	-	-	-

bu bölüm için referanslar:

Amerikan Doğal Gaz Birliği, 2008. *Doğal gaz: America için çalışmak.*

Batten, W.M.J. & Bahaj, A.S., 2007. Avrupa'da okyanus enerjisi endüstrileri için büyüme senaryoları ve çıkarımlar üzerine bir değerlendirme. *Yedinci Avrupa Dalga ve Gelgit Enerjisi Konferansı. Porto, Portekiz.*

Battocletti, E.C. & Glassley, W.E., 2012. Ülke çapında jeotermal ısı pompası (GHP) yayılımı maliyetleri ve faydalarının ölçülmesi. *Uluslararası Yerüstü Kaynağı Isı Pompası Birliği Konferansı sunumundan. Indianapolis, Indiana, ABD.*

Güçlü Sektör Becerileri Konseyi, 2011. *Kuzel Galler'de nükleer endüstrinin gelecekteki becerileri (Wylfa ve Trawsfynydd).*

Güçlü Sektör Becerileri Konseyi, 2010. *The South West nuclear workforce.*

Domac, J., Richards, K. & Risovic, S., 2005. Biyoenerji projelerinde sosyo-ekonomik itici etkenler. *Biyokütle ve Biyoenerji*, 28(2), pp.97-106.

EPRI, 2001. *Kaliforniya yenilenebilir enerji piyasası ve yaralarının değerlendirmesi.*

Euracoal, 2011. *Türkiye kömür istatistikleri.*

Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi, 2008. *Yenilenebilir enerji teknolojisi yol haritası. 20% 2020.*

Avrupa Rüzgar Enerjisi Kurumu, 2009. *Rüzgar işbaşında.*

Jeotermal Enerji Kuruluşu, 2010. *Jeotermal enerji için yeşil işler.*

Hillring, B., 2002. Kentsel gelişim ve biyoenerji – İsveç'te 20 yıllık gelişmenin tecrübesi. *Biyokütle ve Biyoenerji*, 23, pp.443-451.

IHS Global Insight (Canada) Ltd, 2009. *Doğal gaz endüstrisinin Kanada ulusal ve eyalet ekonomilerine katkıları.*

Uluslararası Enerji Ajansı, 2007. *Dünya Enerjisine Bakış 2007, Paris: OECD/IEA.*

Uluslararası Enerji Ajansı, 2011. *Dünya Enerjisine Bakış 2011, Paris: OECD/IEA.*

Kjaer, T., 2006. *Sosyo-ekonomik ve bölgesel yararlar. İstihdam değerlendirmesi. AB projesi: Regenergy, Denmark.*

Kore Enerji Yönetimi Şirketi (KEMCO) & Yeni ve Yenilenebilir Enerji Merkezi (NREC), 2012. *Kore'de yeni ve yenilenebilir enerjiye genel bakış 2012.*

Moreno, B. & López, A.J., 2008. Yenilenebilir enerjinin istihdam üzerindeki etkisi. Asturias vakası (İspanya). *Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji Değerlendirmeleri*, 12(3), pp.732-751.

Enerji Politikası Ulusal Komisyonu, 2009. *Amerika'nın gelecekteki enerji işleri üzerine görev.*

Ulusal Enerji Laboratuvarı, 2011a. İşler ve Ekonomik Gelişim Modeli (JEDI) – Kömür Modeli- Release Number: C1.11.1.

Ulusal Enerji Laboratuvarı, 2011b. İşler ve Ekonomik Gelişim Modeli (JEDI) – Kömür modeli: Release Number: NG1.11.01.

Ulusal Enerji Laboratuvarı, 2011a. İşler ve Ekonomik Gelişim Modeli (JEDI) - Fotovoltaik model: Release Number:

PV10.17.11.

Navigant Consulting, 2009. *Hidroçüçünde iş yaratım imkanları: Son rapor.*

Price Waterhouse Coopers, 2012. *Volle Kraft aus Hochseewind.*

Rutovitz, J., 2010. *Güney Afrika 2030'a enerji sektörü işleri*, Teknoloji Üniversitesi, Sidney, Sürdürülebilir Gelecekler Enstitüsü tarafından Greenpeace Afrika için hazırlanmıştır.

Rutovitz, J. & Atherton, A., 2009. *2023'e enerji sektörü işleri: Bir küresel analiz*, Teknoloji Üniversitesi, Sidney, Sürdürülebilir Gelecekler Enstitüsü tarafından Greenpeace Afrika için hazırlanmıştır.

Rutovitz, J. & Harris, S., 2012a. *Enerji sektörü işlerinin hesaplanması*, Teknoloji Üniversitesi, Sidney, Sürdürülebilir Gelecekler Enstitüsü tarafından Greenpeace Uluslararası için hazırlanmıştır.

Rutovitz, J. & Harris, S., 2012b. Bölüm 7, *"İleri seviye enerji [d]jevrimi. Güney Kore İçin Sürdürülebilir Enerjiye Bakış*, Teknoloji Üniversitesi, Sidney, Sürdürülebilir Gelecekler Enstitüsü tarafından Greenpeace Uluslararası ve Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi için hazırlanmıştır.

Rutovitz, J. & Ison, N., 2011. Bölüm 2, *"İleri seviye enerji [d]jevrimi. Japonya için bir sürdürülebilir enerji bakış açısı"* ikinci ed, Teknoloji Üniversitesi, Sidney, Sürdürülebilir Gelecekler Enstitüsü tarafından Greenpeace Uluslararası ve Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi için hazırlanmıştır.

Rutovitz, J. & Usher, J., 2010. *Enerji sektörü işlerinin hesaplanması için metodoloji*. Teknoloji Üniversitesi, Sidney, Sürdürülebilir Gelecekler Enstitüsü tarafından Greenpeace Uluslararası için hazırlanmıştır.

Soerensen, H.C., 2008. *Okyanus enerjisi üzerine işbirliği eylemi. Çalışma Oturumu 5 Çevresel Ekonomik Gelişim Politikası ve Fırsatlar Promosyonu Raporu*, Altıncı Çerçeve Programı dahilinde Avrupa Komisyonu tarafından fon verilmiştir (2002-2006).

Thornley, P. et al., 2009. Biyo elektrik teknoloji seçeneklerinin bütünlük değerlendirmesi. , 37(3), pp.890-903.

Thornley, P., 2006. *Biyoenerji sistemlerinin yaşam döngüsü değerlendirmesi.*

Thornley, P., Rogers, J. & Huang, Y., 2008. Biyokütle güç santrallerinde istihdamın sayısallaştırılması. *Yenilenebilir Enerji*, 33(8), pp.1922-1927.

Tourkolias, C. & Mirasgedis, S., 2011. Yunanistan'da yenilenebilir teknolojiler ile ilgili istihdamının faydalarının sayısallaştırılması ve parasallaştırılması. *Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji Değerlendirmeleri*, 15(6), pp.2876-2886.

Upham, P. & Speakman, D., 2007. Kuzey Batı İngiltere için zoraki 2030 biyoenerji senaryoları üzerine paydaş görüşü, 35(11), pp.5549-5561.

Valente, C., Spinelli, R. & Hillring, B.G., 2011. yüksek dağ koşullarında odun enerjisi üretimi ile ilgili çevresel ve sosyo-ekonomik etkilerin LCA' sı.: Valle di Fiemme (Italy). *Journal of Cleaner Production*, 19(17-18), pp.1931-1938.

Weiss, W. & Mauthner, F., 2011. Dünya çapında güneş ısı: Piyasalar ve enerji tedarikine katkısı, 2009, Gleisdorf, Austria: Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IAE) Güneşle ısıtma ve soğutma programı çerçevesinde hazırlanmıştır.

Zubov, A.N., 2012. Bireysel İletişim, 29 Mayıs 2012.

kısaltmalar

CHP	Birleşik Isı ve Güç
EIA	Enerji Bilgi Yönetimi (ABD)
FTE	Tam Zamanlı Denklik
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla - Milli Gelir
GWh	Gigawatt saat
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
ISF	Sürdürülebilir Gelecekler Enstitüsü
JEDI	İşler ve Ekonomik Gelişim Etkisi
MW	Megawatt
NREL	Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarları (ABD)
O&M	İşletme ve Bakım
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
PJ	Petajoules
PV	Fotovoltaik
TWh	Teravatsaat

enerji [d]evrimi Türkiye'nin su kaynaklarını korur

SU İÇİN ENERJİ [D]EVRİMİNİN YARARLARI

SU ETKİ DEĞERLENDİRMESİ: METODOLOJİ VE TAHMİNLER



“yenilenebilir enerji için parlak gelecek şimdiden yolda”

teknoloji TÜRKİYE'NİN DOĞUSUNDAKİ SARP DAĞLARDAKİ SAYISIZ TEPELER, TÜM YIL BOYUNCA BUZ TUTACAK KADAR YÜKSEK VE SOĞUK. TÜRKİYE'NİN BUZULLARININ ÜÇTE İKİSİ, AKDENİZ KIYISINDAN İRAN VE İRAK SINIRINA DEK UZANAN TEPELER ZİNCİRİ İLE TOROS DAĞLARINDADIR. BU SIRAĞLARIN GÜNEYDOĞU BÖLÜMÜ TÜRKİYE'NİN EN BÜYÜK BUZULLARINI DESTEKLEMEDİR.

Türkiye ve Akdeniz bölgesi, iklim değişikliği ve farklı sektörlerin giderek artan talepleri nedeniyle su kıtlığını arttırma riski ile yüz yüze. Hidroelektrik santral barajlarından kömüre dayalı elektrik santrallerine ve biyoyakıtlar için gıda bitkileri yetiştirmeye kadar enerji üretiminin su üzerinde inanılmaz bir etkisi vardır – ancak su ile ilgili etkiler enerji tercihleri yapılırken çok nadir olarak göz önünde bulundurulur.

Türkiye'nin iklimi 643 mm/yıllık yağış miktarı ile asıl olarak yarı kurudur. Ülke 1950'lerden beri artan sıklıkla şiddetli kuraklık dönemlerinden geçti. Şu anki kuraklık 2012'de başladı ve hâlâ ülkeyi etkilemeye devam etmektedir. Türkiye'deki barajlar ve kuraklık üzerine bir çalışma, barajlardaki su seviyesinin oldukça düşük olduğunu göstermektedir.³⁸

Türkiye'de insan kullanımı için mevcut su miktarı 112 milyar m³/yıldır. Kişibaşı düşen mevcut su 1519 m³/yıldır; yani Türkiye'nin halihazırda su sıkıntısı vardır ve "fiziksel su kıtlığına yaklaştığı" düşünülmektedir.³⁹

Türkiye İstatistik Kurumu'na göre (TÜİK) Türkiye nüfusunun 2030'a dek 100 milyona⁴⁰ ulaşması beklenmektedir ve bu, kişibaşına düşen su miktarının 1,120 m³/yıla düşeceği anlamına gelir. Bu nedenle, Türkiye su kıtlığının sınırına çok yakın bir duruma gelecek; kişi başı 1000 m³/yıl.⁴¹ 2010'da Türkiye'deki termal elektrik santralleri 4.29 milyar m³ su kullandı, bunun %99'u soğutma için ve yalnızca %0.4'ü arıtıldı.⁴²

Elektrik ve yakıt üretimi için küresel su tüketimi son iki on yılda neredeyse ikiye katlandı ve bu trendin devam edeceği öngörülmektedir. Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği (EWEA) tarafından yayımlanan bir rapora göre elektrik üretimi sektörü AB'de en büyük tatlı su kullanıcısı (%44) ve termal elektrik üretimi ve nükleer için kullanılan su, Almanya nüfusunun ortalama yıllık evlerindeki su kullanımına eşittir.⁴³ Dahası, OECD, "alışlagelmiş" senaryosunda, elektrik sektörünün 2050'de dünya suyunun %25'ini kullanacağını ve talep artışının yarısından fazlasından sorumlu olacağını öngörmektedir.⁴⁴

7.1 Su için enerji [d]jevriminin yararları

Bu enerji [d]jevrimi senaryosunda önerilen iklim dostu enerji yolunun, Türkiye enerji sisteminin su kullanımı üzerindeki etkileri için çok yönlü, bariz yararları olacaktır:

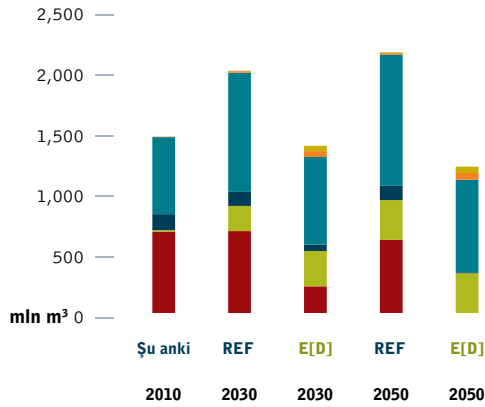
- Düşük veya hiç su ihtiyacı olmayan elektrik teknolojileri – enerji verimliliği, rüzgar ve ısıl güneş ve fotovoltaik güneş çok fazla su etkilerine sahip termal elektrik üretimi ve hidroelektrik barajları ile yer değiştirir.
- Azaltılmış su kullanımı ve fosil yakıt üretiminden kirlenme: inanılmaz su etkileri olan kayagazı gibi alışılmadık fosil yakıtlara ihtiyaç olmaması; geleneksel kömür ve petrol tüketiminin düşürülmesi.
- Biyoenerji, sulamaya ihtiyaç duymayan (yakıt için gıdaya gerek yok) atıktan üretilen biyokütle ve selülozik biyokütle temellidir. Sonuç olarak, biyoyakıt kullanımının su yoğunluğu, ulaşım için çok fazla sıvı biyoyakıtta ihtiyaç duyan enerji yollarının bir parçasıdır.

- Enerji verimliliği programları binalarda ve endüstride su tüketimini azaltır.
- Hızlı CO₂ emisyonu azaltımları, su kaynaklarını yıkıcı iklim değişikliğinden korur.

Linyit, hidroelektrik ve geleneksel fosil yakıtlara dayanan alışlagelmiş yöntemlerde, Türkiye'deki enerji için su tüketiminin 2050'ye dek üçte bir artacağı tahmin edilmektedir. Türkiye'nin "dış su ayakizi" ithal kömür, petrol ve gaza bel bağlamasından dolayı iki katından daha fazla artacak ve biyoyakıtların ithali daha da fazla çarpıcı bir şekilde artacak.

Enerji [d]jevrimi yolu, Türkiye'nin halihazırdaki su sıkıntısı üzerindeki baskıyı azaltarak enerji için su talebinin artmasını durdurabilir. 2030 yılına dek yakıt ve elektrik üretiminden yaklaşık 600 milyon kübik metre su tasarruf edilebilir.

şekil 7.1: su için enerji kullanımı ALIŞLAGELMİŞ (REFERANS,REF) VE ENERJİ (D]JEVRİMİ SENARYOSUNDA TÜRK ENERJİ SİSTEMİNDEKİ ENERJİ TÜKETİMİ. SU TÜKETİMİ ALIŞLAGELMİŞ SENARYOSUNDA SU TÜKETİMİ ÜÇ KAT ARTMAKTADIR. ENERJİ (D]JEVRİMİ SENARYOSU DA AYNISINI SAĞLAR, SU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİ AZALTIRKEN ENERJİ İHTİYACINI ARTTIRIR.



- ISIL GÜNEŞ
- JEOTERMAL
- HİDROELEKTRİK
- GELENEKSEL ISIL
- BİYOKÜTLE ÜRETİMİ
- LİNYİT ÜRETİMİ

referanslar

- 38 MURAT TÜRKE & DURSUN YILDIZ, 2014. "TÜRKİYE'DE HİDROELEKTRİK SANTRALLERİN GELECEĞİ".
39 [HTTP://WWW.DSI.GOV.TR/TOPRAK-VE-SU-KAYNAKLARI](http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari)
40 IBID.
41 FALKENMARK GÖSTERGESİ, SU SIKINTISININ EN ÇOK KULLANILAN ÖLÇÜTÜDÜR. KİŞİ BAŞI KULLANIMINA DAYANARAK, BİR BÖLGEDEKİ SU DURUMU, "SİKINTI YOK", "SİKINTILI", "KİTLİK" VE "KESİN KİTLİK" ŞEKLİNDE SINIFLANDIRILABİLİR. KİŞİ BAŞI YILLIK 1,700 M³, 1000 M³, VE 500 M³ EŞİKLERİ, SIRASIYLA SIKINTILI SU, SU KİTLİĞİ, KESİN SU KİTLİĞİ ARASINDAKİ SINIRLARDIR.
42 TÜİK (2012) "TERMİK SANTRAL SU, ATIK SU VE ATIK İSTATİSTİKLERİ 2010" BASIN BÜLTENİ, [HTTP://WWW.TUİK.GOV.TR/PreHABERBULTENLERI.DO?ID=10732](http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=10732)
43 EWEA (2014) RÜZGAR ENERJİSİ İLE SU TASARRUFU [HTTP://WWW.EWEA.ORG/FILEADMIN/FILES/LIBRARY/PUBLICATIONS/REPORTS/SAVING_WATER_WITH_WIND_ENERGY.PDF](http://www.ewe.org/fileadmin/files/library/publications/reports/saving_water_with_wind_energy.pdf)
44 OECD 2050'YE ÇEVRESEL BAKIŞ: EYLEMSİZLİĞİN SONUÇLARI.[HTTP://WWW.OECD.ORG/DOCUMENT/11/0,3746,EN_2649_37465_49036555_1_1_1_37465,00.HTML](http://www.oecd.org/document/11/0,3746,EN_2649_37465_49036555_1_1_1_37465,00.HTML)

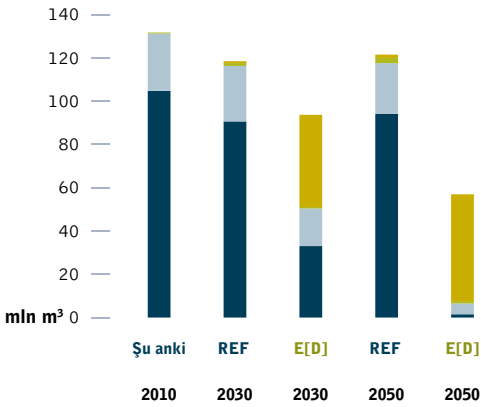
fotoğraf ARNSTEIN'DAKİ SOLON AĞ FOTOVOLTAİK TESİSLERİ, 1.500 YATAY VE DİKEY SOLAR YÖNLENDİRİCİ ÇALIŞTIRIR. DÜNYADAKİ EN BÜYÜK TAKIP EDEN GÜNEŞ TESİSİ. HER BİR YÖNLENDİRİCİLİ, S.A.G SOLARSTROM AG, BAYERN, ALMANYA'DAKİ ÖZEL BİR YATIRIMCIDAN SATIN ALINABİLİR.



Bu da 8 milyon şehir sakininin su ihtiyacını temin etmeye veya 300,000 ton buğdayın üretimi için gereken arazinin sulanması için yeterlidir. Bu miktar ortalama 1.3 milyon Türkiyelinin doğrudan tüketimine eşittir.⁴⁵

Referans senaryoda, şu anda planlanan muazzam linyit yakmalı elektrik üretimi projelerinin uygulanmadığı ve kömüre dayalı yakmalı elektrik üretimindeki büyümenin taşkömürü yakan elektrik üretim birimlerine dayandığı varsayılmaktadır. Enerji [d]evrimi senaryosundaki su faydaları, bu projelerin son derece yüksek su etkileri (ve CO₂ emisyonları) ile uygulandığı bir enerji geleceği ile karşılaştırıldığında, çok daha büyük olacaktır.

şekil 7.2: ısıl güç için enerji kullanımı ALIŞILAGELMİŞ (REFERANS, REF) VE ENERJİ (D)EVRİMİ SENARYOSUNA GÖRE TÜRKİYE'DEKİ ISIL GÜÇ ÜRETİMİ TARAFINDAN TÜKETİLMESİ ÖNGÖRÜLEN SU. ENERJİ (D)EVRİMİ SENARYOSUNDA, SUYA AÇ GELENEKSEL ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ, ÇOK AZ SUYA İHTİYAÇ DUYAN RÜZGAR, GÜNEŞ VE DİĞER TEKNOLOJİLER İLE DEĞİŞTİRİLDİĞİNDEN SU TÜKETİMİ HIZLA DÜŞER.



- ISIL GÜNEŞ
- BİYOKÜTLE
- GAZ VE PETROL
- KÖMÜR

7.2 Su etkisi değerlendirme: metodoloji ve tahminler

Elektrik ve yakıt üretimlerinin su ayakizi tahmini, her senaryonun üretim seviyeleri alınıp teknolojiye özel su tüketimi faktörleriyle çarpılmasıyla elde edilir. Elektrik üretim teknolojilerinin su tüketim faktörleri ABD Enerji Departmanı ve Teksas Üniversitesi'nden alınmıştır ve farklı işletilen santral tiplerinin bölgeye özel termal verimliliği öngörüsüne uyarlanmıştır.⁴⁶ Kömür, petrol ve gaz çıkartmanın su ayak izi Euppertal Enstitüsü'nün verilerini temel almış, geleneksel olmayan fosil yakıtlar ve aynı zamanda birinci ve ikinci nesil taşıt biyoyakıtlarının su ayak izi tahminleri ile desteklenmiştir.⁴⁷

Farklı üretim teknolojilerinin soğutma suyu ihtiyacı, Türkiye'deki işletilen, inşaat halindeki ve planlanan toplam 3,200 üretim santrali haritalandırılarak tahmin edilmiştir.⁴⁸ Kıyıya 5 km mesafedeki santrallerin soğutma için deniz suyu kullandığı varsayılmıştır. Örneğin, taşkömürü yakmalı santrallerden halihazırda işletilenlerin %5'inin ve planlanarlardan %25'inin soğutma için tatlı su kullandığı tahmin edilmiştir. Isıl güneş santrallerinin %50'sinin tatlı su kullandığı varsayılmıştır. 2020'den itibaren, yeni ısı güneş kapasitesinin %50'sinin, daha fazla ısı verimliliği olan ve parabolik dalgalar temelli ısı güneş güç istasyonlarından daha düşük soğutmaya ihtiyaç duyan güneş kuleleri olacağı öngörülmektedir. 2030'dan itibaren ise yeni kapasitenin %50'sinin hibrit soğutma kurması beklenmektedir.

Alışıl gelmiş enerji yolu, yenilenebilir hammaddelerden elde edilen su-yoğunluklu biyoyakıtların ithaline dayalı iken, enerji [d]evrimi yolu yerel kaynaklara bel bağlamanın önemini vurgular. Enerji [d]evrimi senaryosunda kullanılan biyokütle ve biyoyakıtın %75'inin tarımsal atıklardan temin edilebileceği tahmin edilmiştir.

referanslar

- 45 TİPİK ŞEHİR EVSEL SU TÜKETİMİ MİKTARI 200 LİTRE/KİŞİ/GÜN KULLANILDI. ORTALAMA BUĞDAY SU İHTİYACI, 1830 M³/TON (MEKONNEN & HOEKSTRA 2010: A GLOBAL AND HIGH-RESOLUTION ASSESSMENT OF THE GREEN, BLUE AND GREY WATER FOOTPRINT OF WHEAT; HTTP://WWW.HYDROL-EARTH-SYST-SCI-DISCUSS.NET/7/2499/2010/HESSD-7-2499-2010.PDF) VE 254 KG/KİŞİ/YIL OLAN BUĞDAY TÜKETİMİ. (USDA ECONOMICS, STATISTICS AND MARKET INFORMATION SYSTEM).
- 46 ULUSAL ENERJİ TEKNOLOJİSİ LABORATUARI 2009: MEVCUT VE ORTAYA ÇIKAN TERMİK SANTRAL TEKNOLOJİLERİNİN SU İHTİYACI. AĞUSTOS 2008 (NİSAN 2009 DÜZELTME); A.B. ENERJİ DEPARTMANI 2006: SU KAYNAKLARININ ENERJİ TALEPLERİ. ENERJİ VE SUYUN BİRBİRİNE BAĞIMLILIĞI ÜZERİNE KONGRE'YE RAPOR. TEKSAS ÜNİVERSİTESİ VE ÇEVRESEL SAVUNMA FONU 2009; TEKSAS'TA ENERJİ-SU BAĞI. ABD 2008: YOĞUNLAŞTIRILMIŞ GÜNEŞ ENERJİSİ ELEKTRİĞİ ÜRETİMİNDE SU TÜKETİMİNİ AZALTMAK.
- 47 WUPPERTAL ENSTİTÜSÜ: MALZEMELERİN, YAKITLARIN, ULAŞIM HİZMETLERİNİN, GIDANIN MAALZEME YOĞUNLUĞU. HTTP://WWW.WUPPERINST.ORG/UPLOADS/TX_WIBEITRAG/MIT_2011.PDF; DÜNYA EKONOMİK FORUMU 2009: ENERJİ VİZYONU GÜNCELLEMESİ 2009. SUSAYAN ENERJİ: HARTO ET AL: ALTERNATİFLERİN YAŞAM DÖNGÜSÜ SU TÜKETİMİ, DÜŞÜK-KARBON TAŞIMACILIK ENERJİ KAYNAKLARI. ARIZONA SU ENSTİTÜSÜ TARAFINDAN FON VERİLMİŞTİR.
- 48 ÜRETİM TEKNOLOJİSİ, DURUM VE KONUM VERİLERİ, PLATTS WEPP VERİTABANINDAN, ARALIK 2003

ulaşım

ENERJİ DİJEVRİMİ
SENARYOSUNDA ULAŞIM
SEKTÖRÜNÜN GELECEĞİ

ULAŞIMDA ENERJİ TÜKETİMİNİN
AZALTILMASINDA TEKNİK VE
DAVRANIŞSAL ÖLÇÜTLER

HAFİF HİZMET ARAÇLARI

SONUÇ



“yaşam
tarzı
değişimlerinin
bir karışımı
ve yeni
teknolojiler.”

fotoğraf TÜRKİYE'DEKİ ATATÜRK BARAJI 1990 YILINDA TAMAMLANDI. BU BARAJ, BÖLGENİN BAŞLICA İKİ NEHRİ OLAN VE KAYNAĞI TÜRKİYE'NİN DOĞUSU'NDA BAŞLAYAN, DİCLE VE FIRAT BOYUNCA YAPILAN BİR DİZİ BARAJIN EN BÜYÜĞÜDÜR. HEM ELEKTRİK ÜRETMEK VE HEM DE DİCLE VE FIRAT ARASINDAKİ OVALARI SULAMAK AMACIYLA İNŞA EDİLMİŞTİR. ATATÜRK BARAJI, TÜRKİYE'DE GÜNEYDOĞU ANADOLU PROJESİ (GAP) OLARAK BİLİNER DEVASA KAMU YATIRIMLARI PROGRAMININ ÖNEMLİ BİR PARÇASIDIR.

fotoğraf ALMANYA'DAKİ DEUSCHE BAHN AG YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIYOR. RÜZGAR PARKI MAERKISCH LINDEN (BRANDENBURG), DEUSCHE BAHN AG TARAFINDAN İŞLETİLMEKTEDİR.

fotoğraf FRANKFURT ÇİVARINDA BİSİKLETLERLE DOLAŞMAK.



8.1 Enerji [d]evrimi senaryosunda ulaşım sektörünün geleceği

Tıpkı yenilenebilir elektriğe ve ısı üretimine bir geçişin gerekliliği kadar, sürdürülebilir ulaşımın da atmosferdeki sera gazı seviyelerini azaltması istenmektedir. Bugün, varolan enerji kullanımının beşte biri (%21) ulaşım sektörüne aittir; bunun çoğu karayolu ulaşımı (%91) olmakla beraber, ayrıca trenler (%1.4) ve yerel havayoludur (%28). Ancak ulaşımın en verimli formu olan demiryolları, halihazırda yalnızca %2'den az bir piyasa payına sahiptirler. Bu bölüm, gelecekte daha fazla enerji verimliliği ve sürdürülebilir ulaşım sistemi geliştirmek için gereken önlemler arasından seçilenlere dair bir genel bakış sunar. Burada şunlara odaklanılmıştır;

- ulaşım talebini azaltmak,
- ulaşım "yöntemlerinin" değişmesi (yüksekten düşük yoğunluğa) ve,
- teknoloji atılımlarından enerji verimliliği gelişimleri.

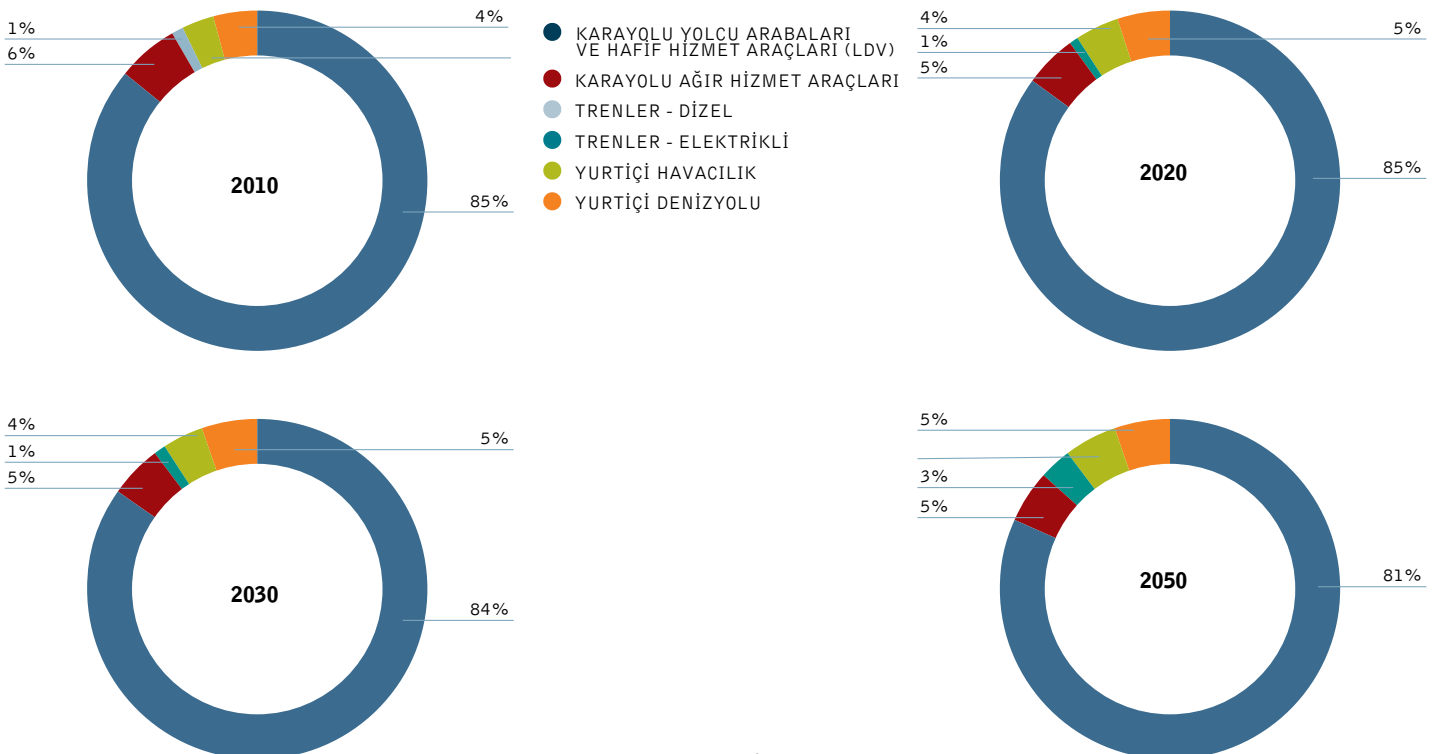
Bu bölüm, referans ve enerji [d]evrimi senaryolarında kullanılan, Türkiye'nin ulaşım sektörü enerji talebi hesaplamalarına dair öngörülerini, yolcu taşıtları piyasasına ait (hafif hizmet araçları) projeksiyonları da dahil ederek verir. Genel olarak, bazı teknolojiler, daha fazla enerji verimliliği için uyarlanmak zorunda kalacaktır. Diğer durumlarda basit bir değişiklik yeterli olmayacaktır. Megaşehirler ve kentsel alanlarda insanların ulaşımını neredeyse tamamen yeniden düzenlemek ve özel ulaşım ya tamamlayıcı olmak ya da toplu taşıma ile değiştirilmek durumunda kalacaktır. Ortak araba kullanımı ve talep üzerine toplu taşıma, daha hızlı ve uygun şekilde insanları gitmek istedikleri yere daha az enerji kullanarak taşıyabilen bir sistem için gereken geçişin yalnızca ilk adımınıdır. 2013 enerji

[d]evrimi senaryosu, on IEA (Uluslararası Enerji Ajansı) bölgesine bölünmüş olan tüm küresel ulaşım sektörüne yönelik Alman DLR Araç Kavramları Enstitüsü'nün bir analizine dayanmaktadır. Bu rapor, söz konusu analizdeki Türkiye için yapılan hesaplamaların temel bulgularının altını çizmektedir. Senaryolar için ulaşım şekillerinin tanımlamaları şöyledir ; ⁴¹

- Hafif hizmet araçları (LDV) en çok kişisel yolcu karayolu seyahatları için kullanılan dört çeker araçlardır. Bunlar tipik olarak arabalar, sportif arazi araçları (SUVs), küçük yolcu minibüsleri (8 kişiye kadar) ve kişisel pikap kamyonlardır. Hafif hizmet araçları, bu bölümde ayrıca basitçe "arabalar" olarak adlandırılmıştır.
- Ağır vasıta araçları (HDV), uzun mesafe tırları gibi, neredeyse yalnızca dizel yakıtla çalışırlar. Bu kamyonlar, nakliye kamyonları gibi orta hizmet araçlarından daha düşük enerji yoğunluğu ile (nakliyenin her ton-km'sinde kullanılan enerji) ağır yükler taşırlar.
- Orta hizmet araçları (MDV) orta mesafe tırları ve nakliye kamyonlarını içerir.
- Her bölgedeki havacılık, yurtiçi hava yolculuğunu simgeler (bölgeler arası ve uluslararası hava yolculuğu tek figür olarak verilmiştir).
- Kara seyrüseferi, kanallar ve nehirlerde veya yerel nakliye amaçları için kıyı kesimlerinde çalışan gemiler ile mal sevkıyatı anlamına gelir.

Şekil 8.1, referans senaryosunda 2010 ve 2050'deki ulaşım yöntemlerinin tümü için son enerji talebinin analizini göstermektedir.

şekil 8.1: her ulaşım şekli için türkiye'nin son enerji kullanımı 2010/2050 – enerji [d]evrimi senaryosu



Enerji DİJİTALİZASYONU senaryosunda 2010 ila 2050 arasında demiryolları ulaşımının payı arttıkça karayollarınınki düşmesine rağmen, Şekil 8.1'de görülebileceği gibi, enerji talebinin en büyük payı karayolu ulaşımından gelmektedir (asıl olarak arabalar ve kamyonlar).

Referans senaryosunda ulaşımdaki tüm enerji talebi, 2010'daki 613 PJ/yıl ile karşılaştırıldığında 2050'ye dek 1,789 PJ/yıl'a varır ki bu toplamda %192'lik bir artış demektir. Enerji DİJİTALİZASYONU senaryosunda daha fazla verimlilik ve davranışsal önlemlerin uygulanmasına işaret edilmiştir. 2050'ye dek 1,000 PJ/yıl'a ulaşacak %64'lük muhtemel bir artış hesapladık ki bu referans senaryosundaki artıştan yaklaşık %130 azdır.

8.2 Ulaşımdaki enerji tüketimini azaltmak için teknik ve davranışsal önlemler

Bundan sonraki bölüm ulaşım yöntemlerinin tüm ve göreceli enerji talebine katkısını tanımlamaktadır. Ardından, toplam ve belirli ulaşım alanlarında enerji tüketimini azaltmak için alınabilecek önlemlerden bir seçki her bir yöntem için önerildi. Önlemler, davranışsal veya teknik olarak gruplandırıldı.

Ulaşım sektöründe enerji talebini azaltmak için üç yol vardır:

- yüksek-enerji yoğunluklu yöntemlerin ulaşım talebini azaltmak
- yüksek-enerji yoğun ulaşımdan düşük-enerji yoğun yöntemlere kalıcı geçiş
- enerji verimliliği gelişmeleri.

Tablo 8.1 bu seçenekleri ve bunları ölçmek için kullanılan göstergeleri özetlemektedir.

8.2.1 Adım 1: ulaşım talebinin azaltımı

Genel olarak daha az ulaşımın kullanılması, kişi başı seyahat eden "yolcu-kilometre"nin miktarının ve nakliye amaçlı ulaşımın azaltılmasıdır. Taşımacılığın miktarı büyük ölçüde gayri safi milli hasıla ile alakalıdır ve bu yüzden etkilemek zordur. Ancak, örneğin kamyonlar için en uygun yük profilleri veya bölgesel üretilmiş ve sevkedilmiş ürünler gibi geliştirilmiş lojistik ile bu talep sınırlandırılabilir.

Yolcu taşımacılığı Çalışmanın odağı, yüksek enerji yoğunluklu hava ulaşımı ve kişisel araç yöntemlerinde kişi başı yolcu-km'deki değişimdir. Örneğin, hafif hizmet araçları ile yolcu taşıma, hem mutlak hem de göreceli anlamda enerji talep eder. Kişisel ulaşım araçları ile yolculuk edilmesinde bir yolcu-km azaltımını zorunlu kılan politika önlemleri ulaşımdaki enerji talebinin azaltılmasında etkili bir yoldur.

Yolcu taşımacılığında azaltım için politika önlemleri genel olarak şunları içerir:

- kişisel ulaşım maliyetleri artıran ücret ve vergi politikaları
- toplu taşıma yöntemlerinde ücret teşvik tedbirleri
- evden çalışmaya teşvik tedbirleri
- iş dünyasında video konferans kullanımını özendirmek
- şehirlerde bisiklet yollarını geliştirmek.

Referans senaryosunda, 2050'ye dek yolcu-km rakamında keskin bir artış tahmin edilmektedir. Buna karşın 2050 enerji DİJİTALİZASYONU senaryosunda kişi başı temelinde kişisel ulaşımdaki artış makuldür. Enerji DİJİTALİZASYONU senaryosunda kişi başı yolcu-km rakamındaki düşüş referans senaryosu ile karşılaştırıldığında, davranışsal ve trafik politikası değişimi nedeniyle araba kullanımındaki genel azaltım ve kısmen de ulaşımın toplu taşıma modellerine dönüşmesiyle beraber gelir. Enerji-yoğun kişisel ulaşımdan düşük-enerji talepli toplu taşımaya geçiş tabii ki düşük-enerjili toplu taşıma yolcu-km'de bir artış beraberinde getirir.

tablo 8.1: önlem ve göstergelerden bir seçki

ÖNLEM	AZALTIM SEÇENEĞİ	GÖSTERGE
Ulaşım talebinin azaltımı	Referans senaryosuna kıyasla yolcu ulaşımının hacminde azaltım	Yolcu-km/kişi başı
Kalıcı değişim	Referans senaryosuna kıyasla yük taşımacılığı hacminde azaltım	Ton-km/GSYİH
	Kamyonlardan demiryoluna kalıcı değişim	MJ/ton-km
Enerji verimliliğinde gelişmeler	Arabalardan toplu taşımaya kalıcı değişim	MJ/Yolcu-km
	Enerji verimli yolcu araçları (batarya elektrikli araçlar, hibrit ve yakıt hücreli hidrojen arabalar) ve kamyonlar (yakıt hücreli hidrojen, batarya elektrikli, katener veya endüktif destekli)	MJ/Yolcu-km, MJ/ton-km
	Yenilenebilir enerji (elektrik, yakıt hücre hidrojen) ile yakıtı sağlanabilen güç aktarım mekanizmalarına geçiş	MJ/Yolcu-km, MJ/ton-km
	Hafif ve ağır hizmet araçlarında, trenlerde, uçaklarda özerk verimlilik gelişmeleri	MJ/Yolcu-km, MJ/ton-km

fotoğraf REYKJAVIK'TEKİ BİR HİDROJEN YAKIT DOLUM İSTASYONU TABELASI. BU İSTASYONLAR, İZLANDA'YI BİR "HİDROJEN EKONOMİSİ" HALİNE GETİRME DENEME VE UYGULAMASI İÇİN HAZIRLANAN BİR PLANIN PARÇALARIDIR.

fotoğraf YALNIZCA HİBRİD ARAÇLAR İÇİN PARK YERİ.



8.2.2 Adım 2: ulaşım yönteminde değişiklikler

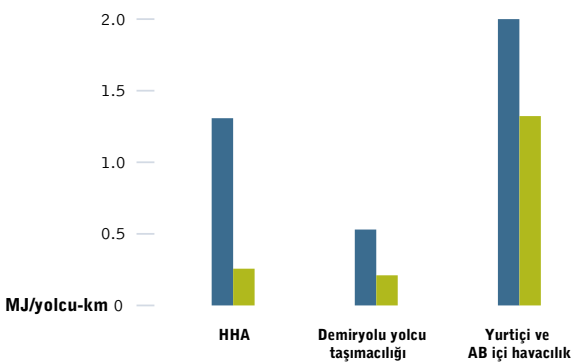
Farklı amaçlar için hangi araç veya ulaşım şeklinin en verimli olduğunu anlamak ulaşım modellerinin teknolojileri üzerine bir analize ihtiyaç gösterir. Sonrasında, bir ulaşım yönteminden başkasına geçişin sonucunda elde edilen enerji tasarrufunun hesaplanmasında her ulaşım şekline ait enerji kullanımı ve yoğunluğu kullanılır. Bunun için aşağıdaki bilgilere ihtiyaç vardır:

- Yolcu taşımacılığı: yolcu-km başına enerji talebi, MJ/p-km biriminde ölçülür.
- Yük taşımacılığı: Kilometre başına taşınan malların tonu için gereken enerji talebi, MJ/ton-km ile ölçülür.

Bu çalışmaya, hafif hizmet araçlarını, yolcu trenleri ve hava ulaşımı dahil edilmiştir. Yük taşımacılığı, orta ağırlıklı hizmet araçları, ağır hizmet araçları, yurtiçi deniz taşımacılığı, deniz ulaşımı ve demiryolu taşımacılığını içerir. WBCSD 2004 verileri temel alınmıştır ve güncel bilgiye ulaşılabildiğinde revize edilmiştir.

Yolcu taşımacılığı Demiryolları ile yolculuk en verimli yöntemdir ancak karayolları taşımacılığı güçlü bir şekilde gelişmektedir. Şekil 8.2, 2010'da ulaşım şekli ile ve enerji [d]levrimi senaryosuna göre 2050'deki ortalama belirli enerji tüketimini (enerji yoğunluğu) göstermektedir. Demiryolları ile yolcu taşımacılığı, 2050 yılında, her yolcu-km bazında, karayolu ulaşımından %28 ve havacılıktan %85 daha az enerji tüketecektir. Bu da karayollarından demiryoluna geçmenin oldukça büyük enerji tasarrufu sağlayacağını göstermektedir.

şekil 8.2: 2009 ve 2050 için stok ağırlıklı yolcu taşımacılığı enerji yoğunluğu



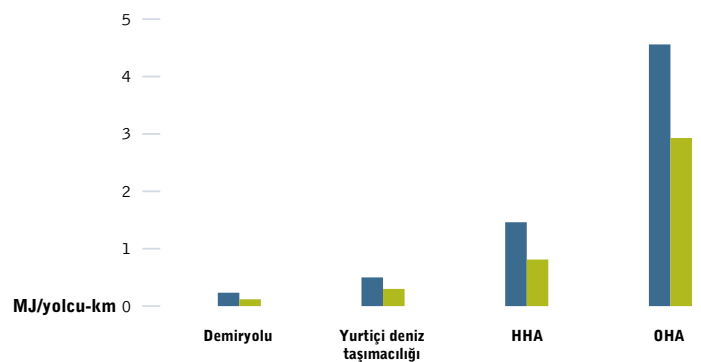
● 2009 REFERANS
● 2050 ENERJİ (D)EVİRİMİ

Şekil 8.2'ye göre ulaşımdaki enerji talebini azaltmak için, yolcuların arabalardan ve özellikle de havayolu ulaşımından daha düşük yoğunluklu demiryolu ile ulaşımına geçmeleri gerekecektir.

Enerji [d]levrimi senaryosunda daha iyi demiryolu servislerinin yurtiçi hava trafiğinin yolcu-kilometresinin belirli bir payının yerine geçmeye uygun olduğu varsayılır. Ancak Türkiye'nin tüm yurtiçi havacılığının gelecek on yılda büyüyeceği tahmin edilmektedir. Tüm ulaşım tarzları nüfus artışı ve ekonomik büyüme nedeniyle artarken, göreceli büyüme oranları referans senaryosuna kıyasla daha düşüktür. Uluslararası havacılık için başka ulaşım yöntemleri ile yer değiştirme potansiyeli açıkça yoktur.

Yük taşımacılığı Yolcu taşımacılığı yöntemleri için ortalama birim enerji tüketimini gösteren Şekil 8.2'ye benzer bir şekilde, Şekil 8.3, 2009'da ve 2050 enerji [d]levrimi senaryosu'ndaki çeşitli yük taşımacılığı yöntemleri için ayrı ayrı enerji tüketimini gösterir. Değerler stok-ve-trafik performansına göre hesaplanmıştır. Enerji yoğunluğunun, tüm ulaşım biçimleri için 2050 yılına dek düşmesi beklenmektedir. Kesinlikle, karayolu ulaşımı en fazla verimlilik kazanımı potansiyeline sahiptir. Demiryolu ve suda taşımacılık, ton-km başına en düşük göreceli enerji talebine sahip yöntemler olarak kalırlar. Demiryolu yük taşımacılığı, uzun mesafe hafif hizmet aracından 2050 yılında ton-km başına yaklaşık %80 daha az enerji tüketir. Böylece karayolundan demiryoluna kalıcı bir geçiş sayesinde büyük enerji tasarrufu sağlamak mümkündür.

şekil 8.3: 2009 ve 2050 için stok ağırlıklı yolcu taşımacılığı enerji yoğunluğu



● 2009 REFERANS
● 2050 ENERJİ (D)EVİRİMİ

Enerji [d]jevrimi senaryosuna göre mal ve ürün taşımacılığı için kalıcı değişimler Yukarıdaki rakamlar kalıcı değişimlerden en fazla enerji tasarrufunu sağlayabilmek için kara taşımacılığı yerine mümkün olduğunca daha az enerji yoğunluklu demiryolu taşımacılığının kullanılması gerektiğine işaret etmektedir. Gemilerin kullanımı çoğunlukla ülke coğrafyasına bağlı olduğundan, ulusal gemiler için kalıcı bir değişim önerilmemiştir ancak bunun yerine demiryolu nakliyesine doğru bir geçiş düşünülmüştür. Fakat uzak mesafe ağır hizmet araçları ile taşımacılık için, özellikle uzun mesafe nakledilen, düşük değer yoğunluklu ağır yükler için demiryollarına kalıcı geçiş uygundur.⁴⁹

8.2.3 Adım 3: verimlilik gelişmeleri

Enerji verimliliği gelişmeleri ulaşımdaki enerji talebini azaltmanın üçüncü en önemli yoludur. Bu bölüm her tür ulaşım için 2050'ye dek enerji verimliliğini geliştirmenin yollarını anlatıyor:

- hava taşımacılığı
- demiryolu yük ve yolcu taşımacılığı
- kamyonlar
- yurtiçi denizyolları ve denizyolu taşımacılığı
- arabalar

Genellikle, enerji azaltım planının tamamlayıcı parçası, yük faktöründe bir artıştır – bu hem yük hem yolcu taşımacılığı için geçerlidir. Yük faktörü arttıkça daha az ulaşım aracına ihtiyaç duyulur. Böylece yolcu-km veya ton-km başına ölçülen enerji yoğunluğu düşer. Havacılıkta yük faktörünü en iyi şekilde kullanmak için halihazırda gelişmiş çabalar mevcuttur. Yük faktörünü kaldırmak, gelişmiş lojistik ve yük taşımacılığı için tedarik zinciri planlanması ve yolcu taşımacılığında artırılmış kapasite kullanımı aracılığıyla yapılabilir.

Hava ulaşımı NASA tarafından yürütülen bir çalışma (2011) yeni subsonik (ses hızının altında) uçaklardaki enerji kullanımının 2035 yılına dek %58'e kadar azaltılabileceğini gösteriyor. Akerman (2005) yakıt kullanımında %65'lik bir azaltımın 2050 yılına dek teknik olarak uygulanabilir olduğunu rapor etti. Uçaklarda yakıt tüketimini azaltan teknolojiler temelde şunları kapsar:

- Uçaklardaki havanın direncini azaltmak için aerodinamik uyarlamalar, örneğin katmanlı akışın geliştirilmiş kontrolü ile riblets ve çok işlevli yapılar, bağlantı elemanlarının azaltılması, kapak kaportaları ve kuyruk boyu ile ileri düzey kritik üstü uçak kanadı teknolojileri gibi.
- Bir yandan dayanıklılığı artırmak bir yandan da uçağın ağırlığını düşürmek için yapısal teknolojiler. Örnekler, ileri düzey metaller gibi yeni hafif malzemelerin kullanımını, kompozitler ve seramikleri, geliştirilmiş kaplamalar ile çok-ışlevli, birleşik yapıların optimize tasarımlarını içerir.
- Alt sistem teknolojileri, örneğin, ileri düzey güç yönetimi ve üretimi ile optimize uçuş havacılık elektroniği ve kablo sistemi dahil.

- Uçağa daha verimli güç sağlamak için ileri düzey gaz türbinleri gibi itici güç teknolojileri; bu aynı zamanda şunu da içerebilir:
- geliştirilmiş yakma emisyonu ölçümleri, soğuk ve sıcak profil malzemeleri ile türbin bıçak/kanat teknolojisi;
- tamamen elektrikli, yakıt-hücre gaz türbinli ve elektrik gaz türbinli hibrit itici güç araçlarının araştırılması;
- elektrikli itici güç teknolojilerinin kullanımı, ileri düzey hafif motorları, motor kontrol cihazını ve güç düzenleyici ekipmanları içerir.⁵⁰

Yolcu ve yük trenleri Yolcu ve yük taşımacılığında demiryolu, ulaşımdaki en verimli yöntemlerden biridir. Ancak trenlerin belirgin enerji tüketimini azaltmak için hâlâ potansiyel var. Enerji tüketimini azaltmak için, işletme ve politika ile ilgili yöntemler dışında, gelecekteki trenlerin enerji tüketimini azaltmak için teknolojik önlemler, trenlerin yük faktörünü yükseltmek gibi yöntemler de gereklidir. Temel teknolojiler şunlardır:

- Bir trenin toplam ağırlığını azaltmak, çekiş gücü enerji tüketimini azaltmanın en belirgin yöntemi olarak görülür. Hafif yapılar ve malzemeler kullanarak, atalet ve derece dayanımları ve aynı zamanda çekişten kaynaklanan sürtünme.
- Aerodinamik hava direncini azaltmak için aerodinamik gelişmeler, özellikle de yüksek hızda çalışırken önemlidir. Aerodinamik hava direncinde bir düşüş genellikle trenin kesitinin aerodinamik şekillendirilmesi ile sağlanabilir.
- Dizel yakıtlılardan daha enerji verimli elektrikli trenlere geçiş.
- Sürtünme kayıplarını azaltmak amacıyla çekiş sisteminin geliştirilmesi. Teknik seçenekler arasında başlıca bileşenlerin geliştirilmesi ile birlikte sistemin enerji yönetimi yazılımında gelişmeler de yer alır.
- Atık enerjisini geri kazanmak için rejenaratif fren sistemi. Enerji ya şebekeye geri iletebilir ya da bir araç içinde enerji depolama aletinde depolanabilir. Rejenaratif fren sistemi özellikle sık durakları olan bölgesel trafikte etkilidir.
- Yolcu kilometre başına daha verimli enerji tüketimi sağlamak için uzay kullanımını geliştirmek. Buna ulaşmanın en basit yolu her trende daha fazla yolcu taşımadır. Bu ya daha yüksek ortalama yük faktörü, daha esnek veya daha kısa tren setleri ile ya da çok uğraklı rotalarda çift-katlı trenlerin kullanımı ile sağlanabilir.
- Aksesuar işlevlerini arttırmak, örneğin yolcu rahatlığı için olanlar gibi. Bir trende en yüksek enerji miktarı, tren yolcularının rahatlığını sağlamaya yönelik ısıtma ve soğutma için harcanır. Verimlilik için geliştirilen stratejilerin bazıları kabin tasarımında uyarlamaları, hava girişindeki değişiklikleri ve çekişten kaynaklanan atık ısının kullanılmasını içerir.

İleri seviye bir yüksek hızlı treni geliştirme araştırması ile DLR'nin "Gelecek Nesil Tren" projesi, yolcu kilometre başına belirli enerji tüketimini, bugünkü son model yüksek hızlı

referanslar

49 TAVASSZY AND VAN MEIJEREN 2011.

50 IBIDEM.



trenlere göre %50 azaltmayı amaçlamaktadır. Bugünün elektrikli trenleri, belirli bir demiryolu ulaşımına bağımlı olan dizel trenlerden 2 ila 3.5 kez daha az yoğunluktadır (tanktan tekerleğe perspektifinden bakınca). Dolayısıyla 2050 öngörülerini enerji [d]levrimi senaryosunda elektrikli trenlerin hakimiyetinde kalmaya devam etmektedir.

Deniz Taşımacılığı Birkaç teknolojik önlem ulusal ve uluslararası deniz taşımacılığındaki tüm yakıt tüketimini azaltmak için yeni gemilere uygulanabilir. Bu örnek olarak şunları içerir;

- geminin rotasını optimize etmek için hava rotası
- dümen tutmayı en aza düşürmek için otopilot ayarlamaları
- sürtünme kayıplarını azaltmak için geliştirilmiş gövde boyası
- su akışını optimize etmek için geliştirilmiş gövde açıklıkları
- su direncini azaltmak için hava yağlama sistemleri
- gövde ve dümen tasarımı ve biçimlerinde gelişmeler
- toplam verimliliği arttırmak için atık ısı geri kazanım sistemleri
- dizel makinelerin geliştirilmesi (örneğin yüksek basınçlı enjeksiyon teknolojisi)
- itici güç için rüzgar enerjisini kullanmak amaçlı rüzgar motorları ve yedekleme yelkenleri monte edilmesi
- gemide güç talebini karşılamak için güneş enerjisini kullanmak

ICCT (2011) tarafından belirtilen her teknoloji verimliliği miktarı eklendiğinde, bu teknolojilerin yeni gemilerde enerji verimliliğini %18.4 ila yaklaşık %57 geliştirme potansiyeli vardır. Gemilerdeki enerji talebini azaltmanın bir diğer yolu, basitçe seyir hızlarını düşürmektir. Geminin hızını %20'ye kadar düşürerek %36'ya varan yakıt tasarrufu yapılabilir.⁵¹ Eyring et al. (2005), Uluslararası bir dizel deniz filosu için %25'lik bir yakıt tüketimi azaltımının yalnızca daha verimli alternatif itici cihazlar ile başarılabilirliğini raporlamıştır.⁵² Marintek, yalnızca gövde şekli ve itici güç cihazlarının optimize edilmesi ile yeni gemilerin enerji talebinde %30'a varan azaltım raporlamıştır.⁵³

Metodoloji olduğundan daha özenli hazırlanmış olarak tanımlanmıştır. Model, tüm ulaşım sektörü için, her birim GSYİH başına enerji talebi cinsinden, toplamda %50 enerji verimliliği potansiyeli varsaymaktadır. Modelde kullanılan ulaşım biçimleri için belirgin bir enerji verimliliği yoktur. Ama %50 lik toplam verimlilik gelişimi, teknolojik gelişmelerle, daha düşük yoğunluklu teknolojilere doğru kalıcı değişimlere ek olarak, yaklaşık %40'a ulaşabilir.

8.3 Hafif-hizmet araçları

8.3.1 CO₂ emisyonu gelişiminin projeksiyonu

Bu bölümde DLR'nin Araç Kavramları Enstitüsü tarafından yürütülen çalışmadan yararlanılmıştır. Yaklaşım gelecekteki arabalardaki enerji verimliliğini etkileyen farklı teknolojilerin potansiyelini göstermekte ve olası maliyet gelişmelerine dair detaylı bir analiz vermektedir.⁵⁴ Yolcu araçlarının yakıt verimliliğini geliştirmek için pek çok teknoloji kullanılabilir. Örneklerin içinde motorlardaki gelişmeler, ağırlık azaltımı

ile sürtünme ve hava direnci azaltımı da dahildir. 55 Yakıt verimliliğinde çeşitli önlemlerin etkisi, azımsanmayacak önemdedir. Geleneksel bir motor ile elektrik motorunun bir arada kullanıldığı hibrit araçlar göreceli olarak daha az yakıt tüketir. Yeni hafif malzemelerin kullanımı, yeni itme gücü teknolojileri ile birleşerek, yakıt tüketimi seviyelerini 1 litre/100 km'ye indirebilir.

8.3.2 Gelecekteki araç sektörü bölüşümü

Gelecekteki araç sektörü bölüşümü için senaryo hafif hizmet araçlarını üç sektöre dağıtmak üzerine yapılandırılmıştır: küçük, orta ve geniş araçlar. Bu yolla model, gelecekte megaşehirler için uygun olup olmadıklarını anlayabilmek için 'küçük şehir arabalarını kullanmanın' etkilerini göstermektedir. LDV (hafif hizmet aracı) stoğunda öngörülen inanılmaz büyümenin ışığında, araçların boyut ve CO₂ emisyonları özellikle ilginçtir. Amaçlarımız için pek çok araba tipini aşağıdaki gibi gruplandırabiliriz:

- Çok küçük araba grubu, şehir, süpermini, minikompakt arabalar ile bir ve iki koltuklu arabaları içerir.
- Küçük boy grubu, küçük aile arabaları (kompakt) ve altkompakt arabalar, mikro ve altkompakt minibüsler ve küçük SUV (sportif arazi aracı) içerir.
- Orta boy grubu, araba ile çekilen karavanlar ve küçük steysin vagonlar, üst orta sınıf, orta boy arabalar ve steysin vagonlar, üst düzey sınıf, kompakt yolcu minibüsleri, arabadan türetilmiş pikaplar, orta sportif arazi araçları (2 çekişli ve 4 çekişli) içerir.
- Geniş araba grubu her tür lüks sınıf, lüks çok amaçlı araçlar, orta ve ağır minibüsler, kompakt ve tam boy pikap kamyonlar (2 çekiş, 4 çekiş), standart ve lüks sportif arazi araçları.

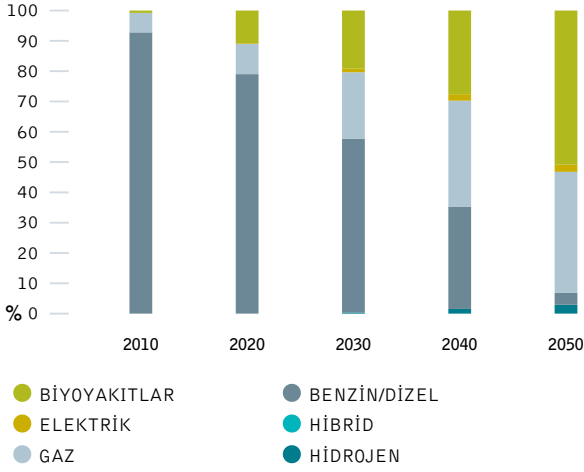
8.3.3 Gelecekteki teknoloji karışımının projeksiyonu

Enerji [d]levrimi senaryosundaki azımsanmayacak CO₂ azaltım hedeflerine ulaşmak, verimlilik önlemlerinde radikal bir uygulama ile araba ve diğer hafif hizmet araçlarında tüketilen yakıtlarda bir değişim gerektirir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı uygun bir elektrikleştirme için, model, bugün sahip olduğumuz benzin ve dizel ile çalışan özerk hibritler ve fişli hibritler 2050'ye kadar geniş bir kapsamla yer değiştireceğini varsaymaktadır. Bu, ikinci nesil hibrit teknolojilerin, tam akülü elektrik veya hidrojen yakıt hücreli güç aktarım mekanizmaları olan hafif hizmet araçlarının kayda değer bir piyasa payına sahip olmasının önünü açacağı anlamına gelir. Uzak bir gelecekte hafif hizmet araçlarını bütün amaçlar için yeniden şarj edilebilir akülerle çalıştırmak mümkün olmayabilir. Bu nedenle, hafif ticari araçlar dahil özellikle daha büyük hafif hizmet araçları için ek bir yenilenebilir yakıt olarak hidrojen gerekmektedir. Biyoyakıtlar ve kalan petrol, özellikle yerine başka birşeyi koymanın hafif hizmet araçları için gerekenden daha zor olduğu diğer sektörlerde kullanılacaktır.

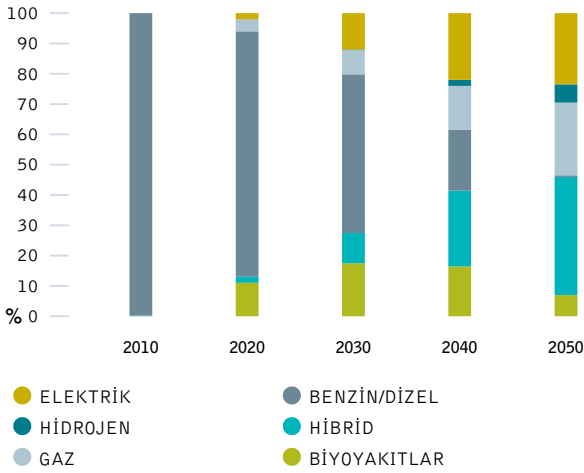
referanslar

- 51 ICCT, 2011.
- 52 EYRING ET AL., 2005.
- 53 MARINTEK, 2000.
- 54 DLR, 2011.
- 55 DECICCO ET AL., 2001.

şekil 8.4: enerji [d]evrimi senaryosunda, teknolojilere göre, 2050'ye dek küçük, orta ve büyük kamyonlar için zaman içindeki araç stoğunun gelişimini gösterir.



şekil 8.5: enerji (d)evrimi senaryosunda, teknolojilere göre, 2050'ye dek arabalar için zaman içindeki araç stoğunun gelişimini gösterir.



8.2.4 Ulaşım sektöründe yenilenebilir enerji

Enerji (d)evrimi senaryosunda, ulaşım sektöründe %44 CO₂ azaltımı, 2050'ye dek ulaşım enerjisinde bir azaltım ve hem davranışsal önlemler hem de araç verimliliği gelişmeleri yoluyla başarılırken, gerekli olan CO₂ azaltımlarına ulaşmak için kalan enerji talebi yenilenebilir enerji kaynaklarından giderilmek zorundadır. 2050'ye kadar, 2010'daki %0.1 ile kıyaslandığında ulaşım enerjisinin %65'i yenilenebilir kaynaklardan gelir.

Enerji (d)evrimi sürdürülebilir biyoyakıt potansiyelinin sınırlı olduğunu varsaymaktadır. Bu nedenle, Türkiye'nin ulaşım sektörü için, güç ve ısı üretimi gibi diğer sektörlerin de kısmen biyoyakıt enerjisine dayandığını farzederek, ulaşım sektöründe yenilenebilir enerji kullanımının odağı elektriktir.

8.3 Sonuç

Bu bölümün amacı, genel anlamda enerji talebi ve özellikle de Türkiye'de ulaşımda enerji talebi artacağından, ulaşım sektöründe iklime zarar veren fosil yakıtlara bağımlılığın belirgin bir şekilde nasıl azaltılabileceğinin yollarını göstermektir.

Senaryo hesaplamalarımızın bulguları enerji [d]evrimi senaryosundaki iddialı enerji azaltım hedeflerine ulaşabilmek için davranışsal değişiklikler ve muazzam teknolojik çabalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir:

- yolcu ve yük kilometrelerinde kişi başı temeline dayalı bir düşüş,
- enerji kaynaklarının yenilenebilirlerden elde edilebileceği elektrikli ve hidrojenle çalışan araçlara büyük çaplı bir geçiş,
- tüm yöntemlerin enerji yoğunluğunda aşamalı bir düşüş,
- havacılıktan hızlı trene ve karayolu taşımacılığından demiryolu taşımacılığına kalıcı bir değişim.

Bu önlemler elbette ki gerekli altyapının kurulması ve büyütülmesinde büyük çabalarla beraber olmalıdır (örneğin demiryolu ağı, hidrojen altyapısı, elektrikli araçlar için şarj etme altyapısı).

Araç ve yakıt piyasasını düzenlemekte özel bir rolü olan hükümet bu çabaları varolan araç verimliliği yasalarını sıkılaştırarak ve kamyonlar ve diğer araç kategorileri için yeni standartlar getirerek, desteklemelidir. Paralel olarak, hem fosil hem de yenilenebilir yakıt üretimini kontrol etmek için gereken düzenlemeleri yasalastırmalıdır ki azalan enerji talebi gerçekten sürdürülebilir, düşük karbon enerji ile karşılanabilsin. Aynı zamanda tüm ülke çapında yakıt ikmal altyapısının önceliklendirilmesini teşvik etmelidir.

Kaynak

- Eyring, V., Köhler, H., Lauer, A., Lemper, B. (2005): Emissions from International Shipping: 2. Impact of Future Technologies on Scenarios Until 2050, Journal of Geophysical Research, 110, D17305.
- Fulton, L. and Eads, G. (2004): IEA/SMP Model Documentation and Reference Case Projection, published by WBSCD.
- Geerts, S., Verwerft, B., Vantorre, M. and Van Rompuy, F. (2010): Improving the efficiency of small inland vessels, Proceedings of the European Inland Waterway Navigation Conference.
- ICCT (2011): Reducing Greenhouse Gas Emissions from Ships – Cost Effectiveness of Available Options.
- Marintek (2000): Study of Greenhouse Emissions from Ships, Final Report to the International Maritime Organization.
- Tavasszy, L. and Van Meijeren, J. (2011): Modal Shift Target for Freight Transport Above 300 km: An Assessment, Discussion Paper, 17th ACEA SAG Meeting.
- TOSCA (2011): Technology Opportunities and Strategies toward Climate-friendly transport (Reports).

sözlük ve ek

SIKLIKLA KULLANILAN TERİMLER
VE KISALTMALAR SÖZLÜĞÜ

SEKTÖRLERİN TANIMI

TÜRKİYE SENARYOSU SONUÇLARI VERİSİ



“Çünkü o kadar savurgan aydınlatma kullanıyoruz ki, ziyan edilen enerjiyi üretmek için 22 kömürlü termik santral gece gündüz çalışıyor”

fotoğraf 10 ŞUBAT 2011 SABAH 10.00'DA, ELBİSTAN YAKINLARINDA ÇÖLLÖLÖR KÖMÜR HAVZASINDA BİR FELAKET YAŞANDI. BİR AÇIK OCAK MADENİNİN KUZEYDOĞU DUVARI, YAKLAŞIK 50 MİLYON TON MALZEMEYİ MADENİN İÇİNE GÖMEREK ÇÖKTÜ. ÇÖKÜNTÜ ON İŞÇİYİ ÖLDÜRDÜ VE MADENE GÖMDÜ. ÇÖLLÖLÖR KÖMÜR HAVZASINDA ÇIKARILAN MALZEME, KAHVERENGİ BİR KÖMÜR TÜRÜ OLAN LİNYİTTİR. BU GENELLİKLE BİTÜMDEN VEYA TAŞKÖMÜRÜNDEN DAHA GENÇ VE YUMUŞAKTIR. TÜRKİYE, ELEKTRİK ÜRETİMİNİN %21'İ İÇİN LİNYİTE GÜVENİYOR VE AFŞİN-ELBİSTAN LİNYİT HAVZASI ÜLKENİN LİNYİT REZERVLERİNİN YAKLAŞIK YARISINI İHTİVA EDİYOR.

9.1 Çoğunlukla kullanılan terimler ve kısaltmalar

- CHP** Bileşik ısı-güç üretimi
CO₂ Karbondioksit, başlıca sera gazı
GSYİH Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (Milli Gelir)
 (bir ülkenin zenginliğini ölçmede kullanılır)
PPP Satın alma gücü paritesi (kıyaslanabilir yaşam standartını yansıtmak için GSYİH değerlendirmesinde yapılan düzenleme)
IEA Uluslararası Enerji Ajansı

J Jul, bir enerji birimi:

- kJ (Kilojoule)** = 1,000 Jul
MJ (Megajoule) = 1 milyon Jul
GJ (Gigajoule) = 1 milyar Jul
PJ (Petajoule) = 10¹⁵ Jul
EJ (Exajoule) = 10¹⁸ Jul

W Watt, elektrik kapasitesi ölçüsü:

- kW (Kilowatt)** = 1,000 watt
MW (Megawatt) = 1 milyon watt
GW (Gigawatt) = 1 milyar watt
TW (Terawatt) = 1¹² watt

kWh Kilowatt-saat, elektrik çıktısı ölçüsü:

- kWh (Kilowatt-saat)** = 1,000 watt-saat
TWh (Terawatt-saat) = 10¹² watt-saat

t Ton, ağırlık birimi:

- t** = 1 ton
Gt = 1 milyar ton

tablo 9.1: çevirim unsurları- fosil yakıtlar

YAKIT

Kömür	23.03	MJ/kg	1 kübik	0.0283 m ³
Linyit	8.45	MJ/kg	1 varil	159 litre
Petrol	6.12	GJ/varil	1 Amerikan galonu	3.785 litre
Gaz	38000.00	kJ/m ³	1 İngiliz galonu	4.546 litre

tablo 9.2: çevirim unsurları - farklı enerji birimleri

NEYENEDEN:	NEYE ÇARPIM	TJ	Gcal	Mtep	Mbtu	GWh
TJ	1	238.8	2.388 x 10 ⁻⁵	947.8	0.2778	
Gcal	4.1868 x 10 ⁻³	1	10 ⁽⁻⁷⁾	3.968	1.163 x 10 ⁻³	
Mtep	4.1868 x 10 ⁴	10 ⁷	1	3968 x 10 ⁷	11630	
Mbtu	1.0551 x 10 ⁻³	0.252	2.52 x 10 ⁻⁸	1	2.931 x 10 ⁻⁴	
GWh	3.6	860	8.6 x 10 ⁻⁵	3412	1	

9.2 Sektörlerin tanımı

Farklı sektörlerin tanımları IEA'nın Dünya Enerjisine Bakış'ın sektörel dağılımını takip etmektedir.

Aşağıdaki tüm tanımlamalar IEA Anahtar Dünya Enerji İstatistiklerindedir.

Endüstri sektörü : Endüstri sektöründeki tüketim aşağıdaki altsektörleri içerir (endüstri tarafından kullanılan enerji dahil edilmemiştir -> "Ulaşım"ın altına bakınız)

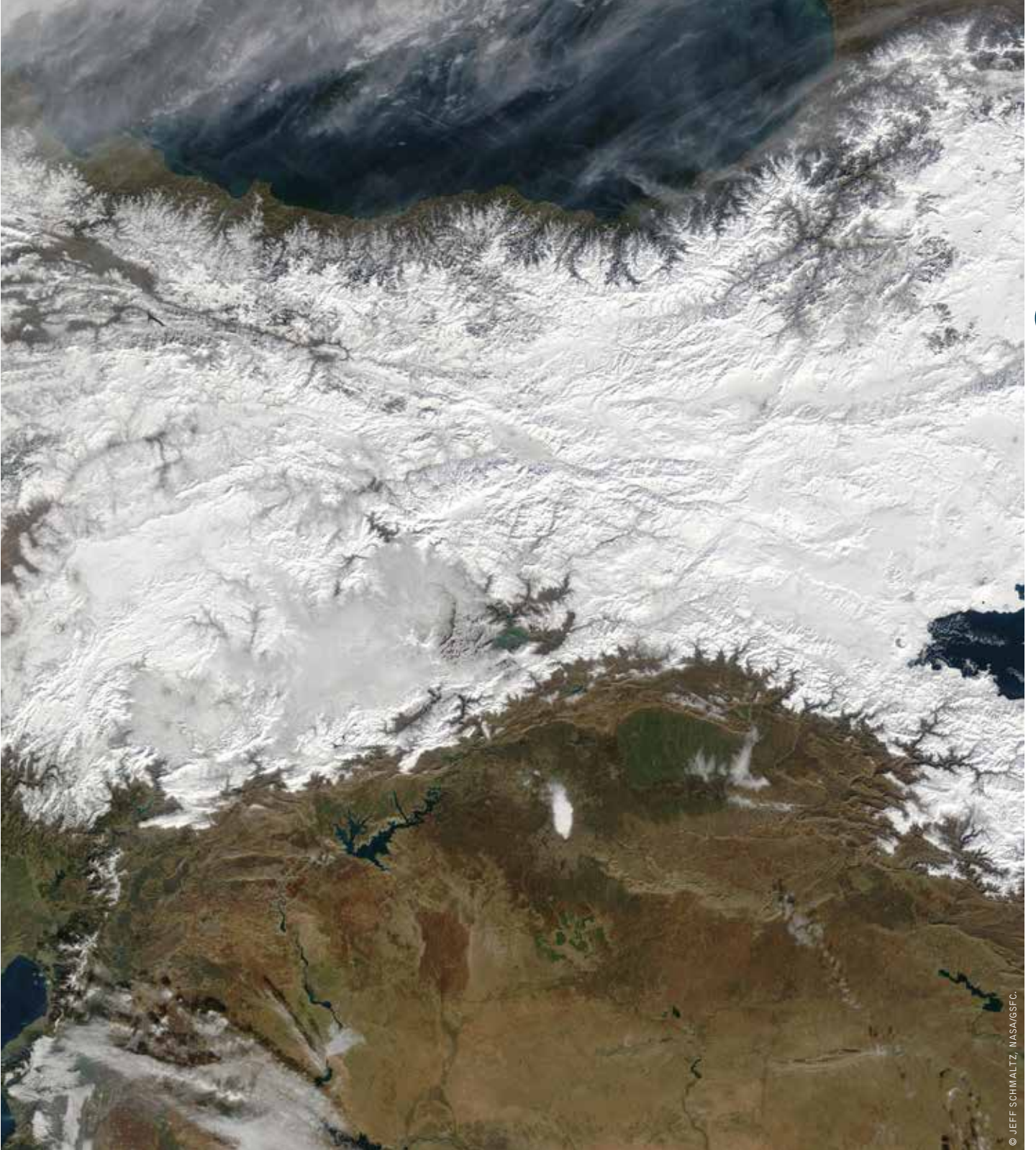
- Demir ve çelik endüstrisi
- Kimya endüstrisi
- Metal olmayan mineral ürünler, örneğin cam, seramik, çimento gibi.
- Ulaşım ekipmanları
- Makineler
- Madencilik
- Gıda ve tütün
- Kâğıt, küspe ve baskı
- Ahşap ve ahşap ürünleri (küspe ve kâğıt dışında)
- İnşaat
- Tekstil ve deri

Ulaşım sektörü : Ulaşım sektörü ulaşımdaki tüm yakıtları içerir; karayolu, demiryolu, havacılık, yerel denizcilik gibi. Okyanus, kıyı ve içsu balıkçılığı için kullanılan yakıt, "Diğer Sektörler"e dahil edilmiştir.

Diğer sektörler : "Diğer sektörler", tarım, ormancılık, balıkçılık ile yerleşik ticari ve kamusal servisleri kapsar.

Enerji kullanımı olmayan: Diğer petrol ürünlerinin kullanımını kapsar, örneğin parafin mumu, gres, katran gibi.

Türkiye: senaryo sonuçları verileri



9

sözlük ve ek | EK - TÜRKİYE

fotoğraf TÜRKİYE'NİN DOĞU ANADOLU BÖLGESİ KARLA KAPLI. UZUN BİR SIRADAĞLAR OLAN KUZAY ANADOLU DAĞLARI, KARADENİZ KIYILARINI, YUKARIDAKİ RESİMDE OLDUĞU GİBİ, ANADOLU PLATOSUNDAN AYIRIR. DİĞER SIRADAĞLAR VE TEK DAĞLAR DA MANZARADA KIRIŞIKLIKLAR OLARAK GÖRÜNMEKTE. GÜNEYDEKİ DAHA DÜZLÜK BÖLGE ANADOLU PLATOSUDUR. FIRAT NEHRİNİN KAYNAĞI BU BÖLGEDE TOPLANIR. TÜRKİYE'NİN İLİMAN İKLİME SAHİP GERİ KALANINDAN FARKLI OLARAK, DOĞU ANADOLU'NUN SICAK YAZLARI VE SOĞUK KIŞLARI VARDIR.

© JEFF SCHMALTZ, NASA/GSFC.

Türkiye: referans senaryosu



tablo 9.3: Türkiye: elektrik üretimi

TWh/yıl	2012	2018	2023	2025	2030	2040	2050
Güç santralleri	232	288	334	352	397	449	500
Taşkömürü (ve yenilenemeyen atık)	31	38	40	41	43	66	91
Linyit	35	33	32	31	31	30	30
Gaz	100	113	114	113	112	118	124
H ⁺ 'den elde edilen	0	0	0	0	0	0	0
Petrol	1	0	0	0	0	0	0
Dizel	1	0	0	0	0	0	0
Nükleer	0	17	45	56	84	84	84
Biyoyakıt (ve yenilenebilir atık)	0	2	3	3	5	7	10
Hidro	58	67	73	75	80	84	88
Rüzgar	6	14	21	23	28	40	52
açıkdeniz rüzgardan elde edilen	0	2	5	6	9	12	13
PV	0	2	3	4	5	7	10
Jeotermal	1	2	2	3	4	5	7
Isıl güneş enerjisi santralleri	0	0	0	0	1	2	3
Okyanus enerjisi	0	0	0	0	0	0	0
Birleşik ısı ve güç santralleri	8	9	10	11	12	14	18
Taşkömürü (ve yenilenemeyen atık)	0	0	0	0	0	0	0
Linyit	0	0	0	0	0	0	0
Gaz	7	8	8	9	10	12	15
H ⁺ 'den elde edilen	0	0	0	0	0	0	0
Petrol	0	0	0	0	0	0	0
Biyoyakıt (ve yenilenebilir atık)	0	0	0	0	0	0	0
Jeotermal	0	0	0	0	0	0	0
Hidrojen	0	0	0	0	0	0	0
CHP üreticiden	4	4	5	5	5	6	7
Ana eylem üreticileri	4	5	6	6	7	8	10
Otoproduktörler	0	0	0	0	0	0	0
Toplam üretim	240	298	345	363	409	463	518
Fosil	174	194	196	196	199	229	262
Taşkömürü (ve yenilenemeyen atık)	31	39	40	41	44	66	91
Linyit	36	34	32	32	31	31	31
Gaz	106	120	122	122	122	130	139
Petrol	1	0	0	0	0	0	0
Dizel	1	0	0	0	0	0	0
Nükleer	0	17	45	56	84	84	84
Hidrojen	0	0	0	0	0	0	0
Yenilenebilirler	65	87	104	111	126	151	172
Hidro	58	67	73	75	80	84	88
Rüzgar	6	14	21	23	28	40	52
PV	0	2	3	4	5	7	10
Biyoyakıt (ve yenilenebilir atık)	1	2	3	3	4	5	7
Jeotermal	1	2	2	3	4	5	7
Isıl güneş	0	0	0	0	1	2	3
Okyanus enerjisi	0	0	0	0	0	0	0
Dağıtım kayıpları	36	44	50	53	59	70	77
Kendi tüketim elektrliği	14	18	20	21	23	26	28
Hidrojen üretimi için elektrik	0	0	0	0	0	0	0
Nihai enerji tüketimi (elektrik)	193	238	275	289	327	368	413
Değişken yenilenebilir enerji sistemleri (PV, Rüzgar, Okyanus)	6	17	25	29	37	52	65
Yenilenebilir enerji sistemlerinin payı (yerli üretim)	%2.4	%5.5	%7.3	%7.9	%9.0	%11.3	%12.5

tablo 9.4: Türkiye: ısı temini

PJ/yıl	2012	2018	2023	2025	2030	2040	2050
Bölgesel ısıtma	0	10	14	15	16	12	3
Fosil yakıtlar	0	8	11	12	13	9	2
Biyoyakıt	0	2	3	3	3	3	1
Güneş kolektörleri	0	0	0	0	0	0	0
Jeotermal	0	0	0	0	0	0	0
CHP'den ısıtma	51	56	62	65	73	91	115
Fosil yakıtlar	50	54	60	62	68	83	103
Biyoyakıt	1	2	3	3	4	8	12
Jeotermal	0	0	0	0	0	0	0
Hidrojen	0	0	0	0	0	0	0
Doğrudan ısıtma ve havalandırma	1,717	2,096	2,335	2,422	2,575	2,832	2,992
Fosil yakıtlar	1,422	1,737	1,929	1,998	2,110	2,358	2,356
Biyoyakıt	108	117	127	132	145	185	219
Güneş kolektörleri	32	52	66	72	86	113	126
Jeotermal	0	0	0	0	0	0	0
Isı pompaları ¹⁾	90	101	112	116	122	138	161
Elektrikli doğrudan ısıtma ²⁾	65	89	100	104	111	130	130
Hidrojen	0	0	0	0	0	0	0
Toplam ısı temini³⁾	1,768	2,162	2,411	2,502	2,664	2,935	3,109
Fosil yakıtlar	1,472	1,799	2,000	2,072	2,191	2,358	2,461
Biyoyakıt	109	121	133	138	153	196	232
Güneş kolektörleri	32	52	66	72	86	113	126
Jeotermal	0	0	0	0	0	0	0
Isı pompaları ¹⁾	90	101	112	116	122	138	161
Elektrikli doğrudan ısıtma ²⁾	65	89	100	104	111	130	130
Hidrojen	0	0	0	0	0	0	0
Yenilenebilir payı (elektrik dahil)	%15.3	%14.9	%15.1	%15.2	%15.8	%17.5	%18.9
Elektrik tüketimi ısı pompaları (TWh/yıl)	7.9	8.6	9.2	9.4	9.6	10.2	11.2
1) çevre enerjisinden ısı ve elektrik kullanımı; 2) elektrikli doğrudan ısıtmadan gelen ısı							

tablo 9.5: Türkiye: CO₂ emisyonları

MİLYON t/yıl	2012	2018	2023	2025	2030	2040	2050
Termik santraller	104	108	105	104	102	113	126
Taşkömürü (yenilenemeyen atık dahil)	26	31	31	31	32	47	61
Linyit	41	36	33	32	31	28	25
Gaz	37	41	40	39	38	39	39
Petrol	0	1	1	1	0	0	0
Dizel	0	0	0	0	0	0	0
Birleşik ısı ve güç üretimi	6	6	7	7	8	9	11
Taşkömürü (yenilenemeyen atık dahil)	0	0	0	0	0	0	0
Linyit	1	1	1	1	1	1	1
Gaz	5	5	6	6	6	7	9
Petrol	0	0	0	0	0	0	0
Güç üretiminde CO₂ emisyonları (CHP kamu dahil)	110	115	112	111	110	122	136
Taşkömürü (yenilenemeyen atık dahil)	26	31	32	32	33	47	61
Linyit	41	37	34	33	31	29	27
Gaz	42	46	46	45	45	46	48
Petrol ve dizel	1	1	1	1	1	1	1
Sektörlere göre CO₂ emisyonları	278	368	396	406	424	462	489
1990 emisyonlarının % si (126.7 Mil t)	%220	%290	%312	%320	%334	%365	%386
Endüstri ¹⁾	53	68	76	78	83	87	89
Diğer sektörler ²⁾	71	82	89	91	94	98	99
Ulaşım	51	65	78	83	92	107	116
Güç üretimi ³⁾	107	111	108	107	105	117	130
Diğer dönüşürme ³⁾	0	41	45	47	49	53	55
Nüfus (Mil.)	75.4	79.3	82.7	84.0	86.7	90.3	91.6
Kişi başına düşen CO₂ emisyonları (t/kişi)	3.7	4.6	4.8	4.8	4.9	5.1	5.3

1) CHP otoproduktörler dahil. 2) CHP kamu dahil. 3) bölgesel ısıtma, rafineriler, kömür dönüşümü, gaz taşımacılığı.

tablo 9.6: Türkiye: kurulu güç

GW	2012	2018	2023	2025	2030	2040	2050
Güç santralleri	55	68	79	83	93	108	122
Taşkömürü	7	9	9	9	10	15	21
Linyit	8	8	7	7	7	7	7
Gaz (H ⁺ dahil)	18	20	20	20	20	21	22
Petrol	1	1	1	1	1	0	0
Dizel	1	0	0	0	0	0	0
Nükleer	0	2	6	8	12	12	12
Biyoyakıt	0	1	1	1	1	1	2
Hidro	18	20	22	23	24	26	27
Rüzgar	3	6	9	10	12	16	20
hangı açıkdeniz rüzgardan santralinden	0	0	0	0	0	1	2
PV	0	1	3	4	5	7	10
Jeotermal	0	0	0	0	0	0	1
Isıl güneş gücü santralleri	0	0	0	0	0	0	1
Okyanus enerjisi	0	0	0	0	0	0	0
Birleşik ısı ve güç üretimi	1.7	2.1	2.3	2.4	2.6	3.2	4.0
Taşkömürü	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Linyit	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gaz (H ⁺ dahil)	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3
Petrol	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biyoyakıt	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Jeotermal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hidrojen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Üreticiye göre CHP	0.7	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Temel eylem üreticileri	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Otoproduktör	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Toplam üretim	56	70	81	85	96	111	126
Fosil	36	39	40	40	40	47	54
Taşkömürü	7	9	9	10	10	15	21
Linyit	8	8	7	7	7	7	7
Gaz (w/o H ⁺)	19	21	22	22	22	23	25
Petrol	1	1	1	1	1	1	1
Dizel	1	0	0	0	0	0	0
Nükleer	0	2	6	8	12	12	12
Hidrojen (yakıt hücreler, gaz elektrik santralleri ve CHP)	0	0	0	0	0	0	0
Yenilenebilirler	21	29	35	38	44	53	60
Hidro	18	20	22	23	24	26	27
Rüzgar	3	6	9	10	12	16	20
PV	0	1	1	1	2	3	4
Biyoyakıt	0	0	0	0	0	1	1
Jeotermal	0	0	0	0	0	0	1
Isıl güneş	0	0	0	0	0		



Türkiye: yatırım ve istihdam

tablo 9.15: Türkiye: elektrik sektöründe toplam yatırım

MİLYON €	2011-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2011-2050	2011-2050 HER YIL İÇİN ORTALAMA
Referans senaryosu						
Geleneksel (fosil ve nükleer)	33,583	45,470	15,957	18,799	113,809	2,845
Yenilenebilirler	35,261	28,289	27,051	28,853	119,455	2,986
Biyoyakıt	1,241	1,880	2,965	3,513	9,599	240
Hidro	18,577	14,575	9,133	9,434	51,719	1,293
Rüzgar	11,358	7,192	10,001	11,517	40,068	1,002
PV	2,451	3,098	3,027	2,780	11,355	284
Jeotermal	1,633	1,340	848	946	4,768	119
Isıl güneş güç santralleri	0	205	1,078	663	1,945	49
Okyanus enerjisi	0	0	0	0	0	0
Enerji [d]jevrimi						
Geleneksel (fosil ve nükleer)	13,509	2,789	6,564	9,276	32,139	803
Yenilenebilirler	48,355	70,861	88,056	87,790	295,062	7,377
Biyoyakıtlar	850	1,225	1,714	1,470	5,258	131
Hidro	11,078	6,377	6,374	6,405	30,234	756
Rüzgar	14,049	12,711	23,055	22,942	72,756	1,819
PV	8,686	16,732	20,508	22,228	68,154	1,704
Jeotermal	7,554	6,665	3,596	5,066	22,881	572
Isıl güneş güç santralleri	6,138	26,667	32,188	29,141	94,134	2,353
Okyanus enerjisi	0	485	622	539	1,646	41

tablo 9.16: Türkiye: yalnızca yenilenebilir ısıtmadaki toplam yatırım

MİLYON €	2011-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2011-2050	2011-2050 HER YIL İÇİN ORTALAMA
Referans senaryosu						
Isı pompaları	15,944	15,534	8,200	7,282	46,960	1,174
Jeotermal	182	73	0	56	311	8
Isıl güneş	13,032	7,463	14,783	7,246	42,525	1,063
Biyoyakıtlar	7,461	13,255	2,232	4,124	27,072	677
Toplam	36,619	36,326	25,215	18,708	116,868	2,922
Enerji [d]jevrimi senaryosu						
Isı pompaları	17,810	16,274	10,976	8,279	53,339	1,333
Jeotermal	18,534	13,512	19,536	20,947	72,528	1,813
Isıl güneş	41,667	39,640	63,509	60,099	204,915	5,123
Biyoyakıtlar	9,459	9,192	4,168	4,667	27,487	687
Toplam	87,470	78,618	98,189	93,991	358,269	8,957

tablo 9.17: Türkiye: toplam istihdam

BİN İŞ	2010	2015	2020	REFERANS 2030	2015	ENERJİ DİJEVRİMİ 2020	2030
Sektöre göre							
İnşaat ve kurulum	8,760	18,313	17,348	8,648	10,535	19,483	13,706
İmalat	3,287	3,639	3,454	3,726	3,448	5,654	4,507
İşletme ve bakım	8,506	10,384	14,191	20,324	12,535	16,783	27,401
Yakıt temini (yerel)	61,681	54,898	58,505	60,255	55,799	53,980	52,429
Kömür ve gaz ihracatı	-	-	-	-	-	-	-
Güneş ve jeotermal ısı	2,229	8,622	8,442	4,785	18,236	30,253	35,180
Toplam işler	84,463	95,856	101,940	97,738	100,554	126,152	133,223
Teknolojiye göre							
Kömür	60,509	52,773	54,294	62,607	47,508	43,501	32,913
Gaz, petrol ve dizel	3,942	2,228	2,097	2,111	2,353	2,163	1,935
Nükleer	-	11,358	13,029	4,223	-	-	-
Toplam yenilenebilirler	20,012	29,497	32,520	28,797	50,694	80,489	98,375
Biyoyakıtlar	6,567	7,628	8,900	10,327	14,940	21,607	39,218
Hidro	8,160	9,089	9,810	9,128	5,931	5,902	6,485
Rüzgar	1,196	2,074	2,446	3,424	4,068	5,282	6,801
PV	1,697	1,848	2,680	877	5,971	13,025	5,435
Jeotermal güç	163	189	165	117	803	855	824
Isıl güneş gücü	-	46	77	140	687	3,471	4,289
Okyanus	-	-	-	-	58	92	143
Güneş-ısı	1,343	5,367	5,569	3,615	12,510	23,848	28,861
Jeotermal ve ısı pompası	886	3,255	2,873	1,169	5,726	6,405	6,319
Toplam işler	84,463	95,856	101,940	97,738	100,554	126,152	133,223

Türkiye: ulaşım

tablo 9.18: Türkiye: ulaşımında nihai enerji tüketimi

PJ/yıl	2012	2018	2023	2025	2030	2040	2050
Referans senaryosu							
Karayolu	669	857	1,037	1,112	1,252	1,495	1,639
Fosil yakıtlar	664	816	960	1,020	1,123	1,298	1,396
Biyoyakıtlar	3	21	36	43	59	93	105
Doğal gaz	2	18	37	44	62	91	120
Hidrojen	0	0	0	0	0	0	0
Elektrik	0	3	4	5	8	13	18
Demiryolu	9	11	12	12	13	15	16
Fosil yakıtlar	6	7	8	8	9	9	9
Biyoyakıtlar	0	0	0	0	0	0	1
Elektrik	3	3	4	4	4	5	6
Denizcilik	20	37	44	46	50	56	60
Fosil yakıtlar	20	37	43	45	49	53	56
Biyoyakıtlar	0	0	1	1	1	3	4
Havacılık	16	36	40	42	47	55	60
Fosil yakıtlar	16	36	40	42	47	55	60
Biyoyakıtlar	0	0	0	0	0	0	0
Toplam (boru hattı dahil)	721	948	1,140	1,220	1,370	1,630	1,785
Fosil yakıtlar	707	896	1,051	1,116	1,228	1,416	1,521
Biyoyakıtlar (biyogaz dahil)	3	21	37	43	61	96	110
Doğal gaz	8	25	44	52	70	100	130
Hidrojen	0	0	0	0	0	0	0
Elektrik	3	6	8	9	12	18	24
Toplam yenilenebilir	4	23	41	48	68	111	131
Yenilenebilir payı	%0.5	%2.4	%3.5	%3.8	%4.7	%6.3	%6.6
Enerji [d]evrimi							
Karayolu	669	808	893	923	962	958	854
Fosil yakıtlar	664	684	659	634	547	263	13
Biyoyakıtlar	3	79	124	144	182	215	169
Doğal gaz	2	29	51	60	85	151	213
Hidrojen	0	0	0	0	2	19	50
Elektrik	0	16	59	85	145	310	409
Demiryolu	9	8	9	10	13	28	35
Fosil yakıtlar	6	4	3	2	2	1	1
Biyoyakıtlar	0	0	0	0	0	0	0
Elektrik	3	4	6	7	11	26	34
Denizcilik	20	36	41	43	47	52	54
Fosil yakıtlar	20	35	40	42	43	39	27
Biyoyakıtlar	0	0	1	1	4	13	27
Havacılık	16	33	35	36	39	47	50
Fosil yakıtlar	16	33	35	36	36	35	25
Biyoyakıtlar	0	0	0	0	3	12	25
Toplam	721	891	985	1,019	1,069	1,092	1,000
Fosil yakıtlar	707	757	737	715	629	339	65
Biyoyakıtlar (biyogaz dahil)	3	79	125	145	189	241	221
Doğal gaz	8	36	58	67	92	158	221
Hidrojen	0	0	0	0	2	19	50
Elektrik	3	20	65	92	156	336	443
Toplam yenilenebilir	4	86	156	193	292	541	666
Yenilenebilir payı	%0.5	%9.6	%15.8	%18.9	%27.4	%49.5	%66.6

İçerik [q]evrimi



GREENPEACE

Greenpeace, çevreyi korumak ve barışı desteklemek için faaliyet gösteren bağımsız küresel bir örgüttür. Greenpeace, Avrupa, Amerika, Asya, Afrika ve Pasifik'te toplam 40 ülkede, 28 bölgesel veya ulusal ofisle faaliyet gösteriyor. 2.8 milyon destekçisi adına konuşur ve daha milyonlarcasına harekete geçmeleri için ilham verir. Bağımsızlığını korumak için Greenpeace hiçbir hükümet veya şirketten bağış kabul etmez. Greenpeace 1971'de gönüllüler ve gazetecilerle dolu küçük bir tekneyle, Amerika'nın yeraltı nükleer test yaptığı yer olan Alaska'nın kuzeyindeki Amchitka adasına doğru yelken açtığı günden beri çevre sorunlarına karşı kampanyalar yürütüyor. "Tanıklık etme" ve "şiddetsiz eylem" geleneği ve gemileri hâlâ Greenpeace kampanyalarının vazgeçilmezidir.

İstiklal Caddesi Kallavi Sok. No:1 Kat:2
Beyoğlu / İstanbul
t +212 292 76 19 f +212 292 76 22
<http://www.greenpeace.org/turkey/tr/>
bilgi.tr@greenpeace.org