Dünyada ve Türkiye’de Güneş Enerjisi

Solar Energy in the World and Turkey

Prof. Dr. Müslüme Narin (Gazi University, Turkey)
Ph.D. Candidate Alpay Öznazık (Gazi University, Turkey)

Abstract

Sun comes into prominence as both a strong and clean energy source. Because of its being inexhaustible and creating an effect reducing import dependency, a noticeable progress has been made in solar-oriented technologies in recent years. In this regard, Germany as the pioneer in world, China whose installed solar capacity has overtaken Germany, and the USA and Japan which caught up Germany became benefited from solar energy significantly nowadays. Besides, the EU countries like Italy, England, France, Spain and Belgium are also raising their installed solar capacities.

Turkey has relatively high solar potential compared to the EU countries. However, it is not benefiting from solar energy sufficiently. Because its setup costs are still higher than other sources, solar production requires to be carried out R&D activities intensively. For these R&D activities there is a need for big budgets. Developed countries mentioned above could have been successful in allocating these budgets. Turkey as a developing country has difficulties in this respect.

The purpose of this paper is to reveal required policies and works to raise installed solar capacity and benefit more from solar energy in Turkey. In this context, primarily, policies imposed in leader countries in world with regards to benefit from solar energy will be examined. Thereafter, imposed policies and developments in Turkey until today in this respect will be mentioned. Consequently, suggestions will be made for Turkey in light of experiences of the countries that could have succeeded to benefit from solar energy by higher rates in primary sources.

1 Giriş

Güneş güçlü ve temiz bir enerji kaynağıdır. Görece yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olan Türkiye bu enerji kaynağından yeterince yararlanmamaktadır. Bu çalışmada Türkiye’de güneş enerjisinden yararlanmaya yönelik uygulanan politikalar ve yaşanan gelişmeler güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitelerini artırmayı başarmış olan Almanya, Çin ve Amerika Birleşik Devletleri’nin (ABD) deneyimleri ışığında değerlendirilmiştir. Örneğin, bu ülkelerden Almanya güneş enerjisi potansiyeli Türkiye’ye göre çok daha düşük olan bir ülkedir. Almanya’nın bu sektörü bu kadar geliştirebilmesi Türkiye’de de aynı gelişmelerin potansiyel olarak daha da fazlasıyla yaşanabilmesi olanağının bulunduğu anlamına gelmektedir. Bunun yanında Çin güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi bakımından 2016 yılı dünyada liderliği ele geçirmiştir. ABD ise son yıllarda yaptığı atılım ile dikkat çekmektedir.

Bu çalışmanın amacı Türkiye’nin güneş enerjisi konusunda ulaştığı noktanın ortaya konmasıdır. Ancak öncesinde güneş enerjisinin önemine ve dünyada güneş enerjisiyle ilgili olarak yaşanan gelişmelere yer verilmiştir. Bu nedenle ikinci bölümde, güneş enerjisinin önemi üzerinde durulduktan sonra dünyada güneş enerjisinden en fazla yararlanan ülke örnekleri incelenmiştir. Üçüncü bölümde, Türkiye’de güneş enerjisi ele alınmıştır. Sonuç bölümünde ise Türkiye’nin güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesini artırmaya yönelik yapması gerekenlere ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

2 Güneş Enerjisinin Önemi ve Dünyada Güneş Enerjisi

Güneş enerjisinin, birincil enerji kaynağı olarak, enerji arz güvenliği bakımından en önemli katkısı ikincil enerji kaynağı olan elektrik üretimindeki kullanımından ileri gelmektedir. Güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi iki yolla yapılmaktadır. Bunlardan birincisi fotovoltaiik sistemler, ikincisi de yoğunlaştırıcı güneş enerjisi sistemleridir. Fotovoltaiik sistemler güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi dendiğinde akla ilk gelen düzlemsel güneş panelleridir. Bunlar hem bina çatılarına monte edilerek, öncelikle, sadece bir tek binanın elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılmakta, hem de toprağa monte edilerek daha büyük çapta elektrik üretiminde kullanılabilmektedirler. Bina çatılarına monte edilen panellerle üretilen elektriğin ihtiyaç fazlası şebekeye verilebilmektedir. Yoğunlaştırıcı sistemler ise çanak biçimindeki geniş yüzeyli panellerin güneş ışınlarını belli bir noktada toplayarak çok yüksek bir ısıya sahip buhar yaratması ve bunun elektrik enerjisine dönüştürülmesi prensibiyle çalışmaktadır (YEGM, 2012a). Bunlar daha karmaşık bir yapıya sahip oldukları için güneş enerjisine dayalı elektrik üretiminde daha çok fotovoltaiik sistemler kullanılmaktadır.

Tablo 1 güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi bakımından dünyadaki en başarılı ülkelerle birlikte Türkiye’nin bu konudaki durumunu göstermektedir. Son sütun ise 2016 yılı itibarıyla dünyadaki güneş enerjisine dayalı toplam kurulu güç kapasitesi içerisinde ülkelerin sahip olduğu payları ifade etmektedir. Tablo

incelendiğinde dünyada güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi en yüksek olan ülkelerin gelişmiş ülkeler oldukları dikkat çekmektedir. Bu durum şaşırtıcı değildir, çünkü bu konuda dünya yeni bir teknolojinin geliştirilmesi aşamasındadır. Buradaki istisna, literatürde hâlen gelişmekte olan ülke olarak geçen Çin'dir. Tablo'da görüldüğü gibi, 2014 yılı itibarıyla güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi açısından dünyada lider konumda olan ülke Almanya'dır. Ancak 2015 yılında Çin'in güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin %53,38 oranında bir artışla Almanya'nın önüne geçtiği görülmektedir. 2016 yılına gelindiğinde ise Çin'deki güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi %79,35 oranında artışla arayı iyice açmıştır. Ayrıca 2016 yılında ABD de Almanya'ya iyice yaklaşmıştır. Böylece bu üç ülke dünyadaki toplam güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin %53'lük bölümüne sahip olmuştur. Bunun içerisinde Çin'in payı %25,9, Almanya'nın payı %13,7 ve ABD'nin payı da %13,4 oranında gerçekleşmiştir. Türkiye'nin payı ise %0,3 düzeyindedir (BP, 2017a: A5).

Kurulu Güç (MW)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2016 (%)
Çin	130	150	190	350	850	3550	6750	17740	28380	43530	78070	25,9
Japonya	1709	1919	2144	2627	3618	4914	6632	13599	23339	34151	42750	14,2
Alman.	2899	4170	6120	10566	17944	25429	33033	36337	38343	39799	41275	13,7
ABD	295	455	753	1188	2040	3959	7328	12079	18317	25570	40300	13,4
İtalya	50	120	458	1182	3504	12808	16456	18202	18606	18906	19279	6,4
İngiltere	14	18	24	31	96	996	1771	2897	5493	9688	11727	3,9
Hindist.	30	31	71	136	177	481	1176	2320	3062	5040	9010	3,0
Fransa	38	76	180	371	1209	2973	4094	4748	5702	6571	7130	2,4
İspanya	167	778	3829	3848	4330	4792	5104	5354	5376	5435	5490	1,8
Avustral.	70	82	105	188	571	1377	2415	3226	4028	4735	5488	1,8
G. Kore	36	81	357	524	650	729	1024	1555	2481	3500	4350	1,4
Belçika	4	24	109	648	1066	2105	2800	3058	3153	3252	3422	1,1
Türkiye	3	3	4	5	6	7	12	18	58	248	832	0,3
Dünya	5762	8323	14927	23018	39430	70182	98803	137005	177147	226380	301473	100

Tablo 1. Dünyada Güneş Enerjisine Dayalı Kurulu Güç Kapasitesi En Yüksek Olan Ülkeler ve Türkiye Kaynak:
BP, Statistical Review of World Energy: Renewable Energy (2017a: A5).

Almanya Türkiye'ye göre hem daha kuzeyde yer almaktadır, yani ortalama güneşlenme süreleri Türkiye'den daha düşüktür, hem de Almanya'nın yüzölçümü Türkiye'nin yüzölçümünün yarısından küçüktür (World Bank, 2016). Yani Türkiye'de güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi yapmak için kullanılabilecek alanlar, Almanya'dakilere göre önemli oranda daha fazladır. Sonuç olarak, Türkiye'ye göre daha az bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olan Almanya'nın güneş enerjisinden bu kadar fazla nasıl yararlanabildiği incelenmelidir. Bunun yanında, her ne kadar güneş enerjisi potansiyeli Türkiye ile kıyaslanamayacak derecede yüksek olsa da, Çin'in bu potansiyelden yararlanmak adına uyguladığı politikalara yer vermek gerekmektedir. Ayrıca ABD'deki bu konuda yaşanan gelişmelerin incelenmesi de Türkiye için önerilerde bulunmak bakımından yararlı olacaktır.

2.1 Almanya Örneği

Tablo 1'de görüldüğü gibi, Almanya güneş enerjisinden yararlanmak konusunda dünyada öncü ülke konumundadır. Bunu diğer ülkelere göre çok daha önce güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesini yükseltmiş olmasına dayanarak söylemek mümkündür. Her ne kadar 2015 yılına gelindiğinde liderliği Çin'e kaptırmış olsa da, Almanya'nın güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi 40000 MW düzeyini aşmıştır (BP, 2017a: A5). 2016 yılında Türkiye'de bütün kaynakların kurulu güç kapasiteleri toplamının 78500 MW (TEİAŞ, 2017) düzeyinde olduğu düşünülürse, Almanya'daki, sadece güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin ne kadar yüksek olduğu daha iyi anlaşılmaktadır. Günümüzde güneş enerjisine dayalı olarak bu kadar yüksek bir kurulu güç kapasitesine ulaşmış olan Almanya'nın bu konuda 2020 yılı için 51000 MW (Palz, 2012: 1) ve 2030 yılı için de 62000 MW (IRENA, 2015: 55) gibi oldukça yüksek hedefler belirlemesi doğal karşılanmalıdır. Ancak bunu Türkiye açısından şöyle yorumlamak da mümkündür: Madem Türkiye Almanya'ya göre daha büyük bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir, o zaman Türkiye'nin ilerleyen yıllarda Almanya'nın bu hedeflerinden daha büyük bir güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesine ulaşma olanağı vardır.

Almanya'da bu konuda yapılan düzenlemelerin ivme kazanması 2000'li yılların başında gerçekleşmiştir. 2000 yılında getirilen yeni düzenlemeyle güneş enerjisine dayalı olarak yapılan 1 kWh'lik elektrik üretimi için 0,51 avro kadar şebekeye satış tarifi (feed-in-tariff: FIT) getirilmiştir. Bu fiyat nihai tüketicilerin yaptığı ödemenin üç katı kadardır ve her yıl bir önceki yılın fiyatı üzerinden %5 oranında indirim yapılmasına karar verilmiştir. Bunun yanında, üretim tesislerine %5 ile %7 arasında kârlılık koşulu ve tesis büyüklüğü kotası getirilmiştir, yani belli bir büyüklüğün üzerindeki tesisler bu destekten yararlanamamıştır (Fulton ve Mellquist, 2011: 15-16). Ancak 2003 yılına gelindiğinde güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi ancak 408 MW düzeyine kadar ulaşmış ve bu düzenlemeyle hedeflenen sonuçlara ulaşamayacağı görülmüştür. Bu nedenle 2004 yılında fiyat destekleri ve yıllık indirim oranları yeniden düzenlenmiş, kârlılık ve tesis büyüklüğü kotası koşulları kaldırılmıştır (Mir-Artigues ve del Rio, 2016: 312).

Tablo 2'de görüldüğü gibi, 2004 yılında getirilen düzenlemeyle birlikte hem destek fiyatları, hem de bu fiyatlardaki yıllık indirim oranları tesis tipine göre farklılaştırılmıştır. Böylece güneş enerjisine dayalı kurulu güç

kapasitesindeki artış önemli bir ivme kazanmış ve 2008 yılına gelindiğinde bu kapasite 6120 MW olmuştur (BP, 2017a: A5).

Tesis Tipi	Büyükölük	FIT (c€/kWh)	Yıllık İnd. Oranı
Çatıya Monte	<30 kW	57,4	%5
	>30 kW ; <100 kW	54,6	
	>100 kW	54	
Toprağa Monte	Her Büyükölük İçin	45,7	%6,5

Tablo 2. *Almanya’da 2004 Yılında Getirilen FIT Şablonu Kaynak: Mir-Artigues ve del Rio (2016: 313).*

2008 yılında yeni bir düzenleme daha yürürlüğe girmiştir. Bu düzenlemede destek fiyatındaki indirim oranı için %5,5 ile %7,5 aralığında bir koridor belirlenerek bu oran daha esnek bir duruma getirilmiştir. Buna göre, Almanya’da güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin yıllık büyüme miktarı hedeflenenin altında kaldığında destek fiyatındaki yıllık indirim oranı daha düşük olacak, üstüne çıktığında bu oran daha yüksek olacaktır. Bu yeni düzenlemede 2009 yılı hedefi, sadece güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinde 1500 MW’lık bir artış sağlanması olarak belirlenmiştir. Bu hedef 2010 yılı için 1700 MW ve 2011 yılı için de 1900 MW düzeylerindedir. Eğer hedefler tam olarak tutturulursa destek fiyatlarındaki indirim oranı %6,5 olacaktır. Örneğin 2009 yılı için bakılacak olursa; güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesindeki büyüme 1500 MW’ın altında kalırsa destek fiyatındaki indirim oranı %5,5’e kadar düşebilecek, 1500 MW’ın üstüne çıkarsa destek fiyatındaki indirim oranı %7,5’e kadar yükselebilecektir (Fulton ve Mellquist, 2011: 16). Sonuç olarak, Almanya’da güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesindeki artışların hedeflenen miktarların çok daha üzerinde gerçekleştiği Tablo 1’de görülmektedir. Bu artışlar 2009 yılında 4446 MW, 2010 yılında 7378 MW ve 2011 yılında ise 7485 MW düzeylerinde gerçekleşmiştir (BP, 2017a: A5).

Bir yandan da 2010 yılında sağlanan toplam 600 milyon avroluk araştırma-geliştirme (AR-GE) desteği sonucu Almanya’da güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi yapmak için gerekli olan ara ve yatırım malları hızla ucuzlamaya başlamıştır. Böylece güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi daha hızlı bir biçimde artmaya başlamıştır (Altenhöfer-Pflaum, 2014: 16). Sonrasında ise IEA verilerine göre 2012 yılında 66 milyon dolar (IEA, 2013: 57), 2013 yılında 250,6 milyon dolar (IEA, 2014: 50) ve 2014 yılında da 54,7 milyon dolar tutarında AR-GE destekleri sağlanmıştır (IEA, 2015: 45).

Bununla birlikte, Almanya’da destek fiyatlarındaki indirim oranları 2012 yılında getirilen yeni düzenlemeden sonra daha da artırılmıştır. Bu yeni düzenlemeye göre ise Almanya’nın güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinde 2012 yılında ortaya çıkan 7604 MW’lık artış sonucu destek fiyatlarındaki indirim %24 oranında gerçekleşmiş, 10 MW’ın üzerinde kurulu güç kapasitesine sahip olan tesisler için destek fiyatı tamamen kaldırılmıştır. Sonuç olarak, 2012 yılı Nisan ayında açılan ilk ihalede güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesince üretilen elektrik için belirlenen fiyat kWh başına 0,0917 avro, Ağustos ayında açılan ikinci ihalede de kWh başına 0,0849 avro gibi düşük düzeylerde gerçekleşmiştir (Mir-Artigues del Rio, 2016: 316). Ancak bu düzenleme sonucunda güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesindeki artışın ivme kaybına uğradığı Tablo 1’de görülmektedir. Söz konusu artış 2013 yılında 3304 MW, 2014 yılında 2006 MW, 2015 yılında 1456 MW ve 2016 yılında 1476 MW düzeylerinde gerçekleşmiştir (BP, 2017a: A5). Almanya’da güneş enerjisinin teşvik edilmesi için üreticiye destekleme fiyatı olarak yapılan ödemeler 2015 yılına kadar toplam 50 milyar avro düzeyine yaklaşmıştır (Wirth, 2016: 21).

2.2 Çin Örneği

Çin’de kömür yakıtlı santrallerin kullanım oranını düşürerek yenilenebilir kaynakların kullanım oranını artıracak olan gelişme, Yenilenebilir Enerji Kanunu’nun yürürlüğe girmesiyle 2006 yılında ortaya çıkmıştır. Bu tarihten itibaren yenilenebilir kaynaklara dayalı kurulu güç kapasitelerindeki artışlar önemli ivme kazanmıştır (Lo, 2014: 509). Sonuç olarak, Tablo1’de görüldüğü gibi, 2016 yılına gelindiğinde Çin’in güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi bu konuda en yakın takipçileri olan Japonya, Almanya ve ABD’nin güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitelerinin yaklaşık iki katına ulaşmıştır (BP, 2017a: A5).

	Büyüme (%)
2007	15,38
2008	26,67
2009	84,21
2010	142,86
2011	317,65
2012	90,14
2013	162,81
2014	59,98
2015	53,38
2016	79,35

Tablo 3. *Son On Yılda Çin’in Güneş Enerjisine Dayalı Kurulu Güç Kapasitesindeki Büyüme (%) Kaynak: BP (2017a: A5).*

Tablo 3'te görüldüğü gibi, Çin'in güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi Yenilenebilir Enerji Kanunu'nun yürürlüğe girdiği 2006 yılından bu yana oldukça yüksek oranlarda artmış, bu oran 2011 yılında %317,65 düzeyine kadar çıkmıştır (BP, 2017a: A5).

2006 yılında yürürlüğe konan Yenilenebilir Enerji Kanunu'yla birlikte Çin'de güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin yanında güneş modülü imalatı hızla artmaya başlamıştır. Artan güneş modülü imalatının büyük bir bölümü ihracat amacıyla yapılmıştır (Hughes ve Meckling, 2017: 257). Örneğin ABD 2011 yılında güneş modülü ithalatının yarısından fazlasını Çin'den yapmıştır (Deutch ve Steinfeld, 2013: 9). Sonuç olarak, 2007 – 2013 yılları arasında dünyadaki toplam güneş modülü imalatı içerisinde Çin'in payı %33,26'dan %64,05'e yükselmiştir. Aynı süreçte bu üretimde Almanya'nın payı %18,54'ten %4,20'ye, Japonya'nın payı %17,71'den %6,07'ye, ABD'nin payı ise %8,77'den %2,36'ya düşmüştür (GTM Research, 2015). Çin'in bu sektördeki hızlı yükselişi öncelikle Avrupa'daki güneş modülü üreticilerinin gelir kaybına uğramasına neden olmuştur. Bu üreticilerin 2012 yılı Temmuz ayında kurduğu EU ProSun adlı birliğin baskıları sonucu Avrupa ülkeleri Çin'den yaptıkları güneş modülü ithalatını yaklaşık %6,5 oranında düşürmüşlerdir. Bu oran Çin'in o dönemde yaptığı toplam güneş modülü ihracatının %60'ına denktir. Buna karşılık Çin Ticaret Bakanlığı ABD'den ve Avrupa Birliği'nden (AB) yapılan ve güneş modülü üretiminde kullanılan ara mallarının ithalatına ek gümrük vergisi getirmiştir. Bu ara malları için Çin çok büyük bir pazar olduğundan ABD'de ve AB'de söz konusu ara mallarının üreticilerinden bazıları üretim tesislerini kapatma noktasına gelmişlerdir. Böylece Çin ile ABD ve AB arasında bir ticarî savaş başlamıştır (Mir-Artigues ve Del Rio, 2016: 327). ABD 2011-2012 ve 2013-2014 dönemlerinde Çin'den yaptığı güneş modülü ithalatına iki defa müdahale etmiştir. İlk olarak 2012 yılında %14,78 ile %15,97 aralığındaki oranlarda vergiler getirilmiştir. Ayrıca Çin'in, pillerini Tayvan'dan ithal ettiği güneş modüllerini de hesaba katarak ABD 2014 yılında hem Çin hem de Tayvan üretimi olan güneş pili ve modüllerinin ithalatına vergiler uygulamıştır. Bu vergiler Çin ürünleri için %26,71 ile %165 aralığındaki oranlarda, Tayvan ürünleri için ise %11,45 ile %27,55 aralığındaki oranlarda uygulanmıştır (Hughes ve Meckling, 2017: 257). 2013 yılı Haziran ayında ise Avrupa Komisyonu Çin'den ithal edilen güneş modülleri konusunda bir müzakere sürecinin başlatılmasına karar vermiştir ve 1 ay içerisinde anlaşmaya varılmıştır. Bu anlaşmaya göre AB'nin Çin'den daha önce 0,38 avro/W fiyatından ithal ettiği güneş modüllerini 0,56 avro/W taban fiyatından ithal etmesine ve bu ithalata 2015 yılının sonuna dek yıllık 7 GW üst sınır uygulanmasına karar verilmiştir. Bunun yanında, ihracatın ise 0,56 avro/W fiyatından daha düşük olanlarının ya da miktar olarak yıllık üst sınırı aşan kısmının ortalama %47,6 oranında antidumping vergilerine tâbi olmasına karar verilmiştir. AB'den Çin'e yapılan aramaları ticareti için ise böyle bir anlaşmaya varılamamıştır. Bu yüzden Çin'in iki yıldır uyguladığı gümrük vergilerine karşılık AB, binaların dış yüzeylerini kaplamakta kullanılan Çin kökenli güneş kontrol camlarına gümrük vergisi uygulamaya başlamıştır. Avrupa Komisyonu 2015 yılı Ağustos ayında Çin'den ithal ettiği güneş kontrol camlarına %75'e varan oranlarda antidumping vergileri uygulamıştır (Mir-Artigues ve Del Rio, 2016: 328).

Çin daha 2007 yılında güneş modülü üretiminde dünyada lider konuma yükselmiş olmasına rağmen, Çin'in güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi dünyadaki toplam kurulu güç kapasitesinin 2008 yılında halen %1'i kadardır. Ayrıca, ABD ve AB'nin Çin üretimi güneş modüllerine karşı verdikleri ve 2012 yılında başlayan ticarî mücadele Çin'in bu ürünlerden yaptığı ihracatına zarar vermiştir. Bu durum Çin'deki aşırı güneş modülü üretiminin yurtiçinde talep edilmesine yönelik olarak FIT politikası uygulanmasını kaçınılmaz kılmıştır (Wang, vd., 2016: 2-3). Çin'deki FIT politika uygulamaları 2011-2013 ve 2014-2016 olarak iki döneme ayrılabilir. İlk olarak 2011 yılı Temmuz ayında FIT politikaları uygulanmaya başlamıştır. Buna göre, Tibet bölgesi de dahil olmak üzere ülkenin tamamında, Temmuz ayı öncesinde kabul edilen ve yıl sonuna kadar uygulamaya geçirilecek olan projeler için 1,15 yuan/kWh (0,17 dolar) fiyat belirlenmiştir. Temmuz ayı öncesinde ya da sonrasında kabul edilmekle birlikte, 2012 yılından itibaren uygulamaya geçirilecek olan projeler için ise 1 yuan/kWh (0,15 dolar) fiyat belirlenmiştir (Ball, vd., 2017: 148-149).

2013 yılı Ağustos ayında Çin'de uygulanan FIT politikası yeniden düzenlenmiştir. Yeni düzenlemeye göre, Tibet hariç olmak üzere, güneş potansiyeli temel alınarak ülke üç bölgeye ayrılmıştır. Daha yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip olan bölgeden daha düşük potansiyele sahip olan bölgeye doğru gidildikçe güneş enerjisine dayalı olarak elektrik enerjisi üretimine yapılan ödeme azalmaktadır (Ball, vd., 2017: 149). Bunlardan I. Bölge için 0,90 yuan/kWh, II. Bölge için 0,95 yuan/kWh ve III. Bölge için 1,00 yuan/kWh fiyatları belirlenmiş ve 20 yıl süresince FIT uygulanmasının devam etmesine karar verilmiştir. 2015 yılı Aralık ayında bu fiyatlar revize edilerek I. Bölge için 0,80 yuan/kWh, II. Bölge için 0,88 yuan/kWh ve III. Bölge için de 0,98 yuan/kWh fiyatlarından FIT uygulanmaya başlamıştır. Ancak bu son tarifeler 1 Ocak 2016 tarihinden sonra kabul edilen ya da 1 Ocak 2016 tarihinden önce kabul edilmiş olsa da 30 Haziran 2016 tarihinden sonra faaliyete geçecek olan projeler için geçerli olmuştur (Ye vd., 2017: 498). Bu fiyatları ödeyen endüstriyel ve ticari kullanıcılardan ayrıca bir de 0,019 yuan/kWh ek kesinti de alınmaktadır (NDRC, 2015).

Bölge	FIT (yuan/kWh)	Yıllık Potansiyel (kWh/m ²)
I	0,80	>1700
II	0,88	>1350 ; <1700
III	0,98	<1350

Tablo 4. Aralık 2015'te Uygulanmaya Başlayan FIT Politikası **Kaynak:** IEA (2016: 12).

Tablo 4'te 2015 yılı Aralık ayında uygulamaya konulan FIT politikası bölgelerin güneş enerjisi potansiyelleriyle birlikte görülmektedir. Buna göre güneş enerjisi potansiyeli yıllık 1700 kWh/m²'den büyük olan kesimler I. Bölgeye, 1350 kWh/m² ile 1700 kWh/m² aralığında olan kesimler II. Bölgeye ve 1350 kWh/m²'den küçük olan kesimler ise III. Bölgeye dahil edilmiştir. 2016 yılının Aralık ayında FIT uygulamaları yeniden düzenlenmiş ve her bir bölgeye kWh başına yapılan ödemeler tekrar indirime tâbi tutulmuştur. Bu indirimle birlikte destekleme fiyatları I. Bölge için 0,65 yuan/kWh, II. Bölge için 0,75 yuan/kWh ve III. Bölge için de 0,85 yuan/kWh olmuştur (IEA, 2016: 12).

Bölge	FIT (yuan/kWh)	Yıllık Potansiyel (kWh/m ²)
I	0,65	>1700
II	0,75	>1350 ; <1700
III	0,85	<1350

Tablo 5. Aralık 2016'da Uygulanmaya Başlayan FIT Politikası Kaynak: IEA (2016: 12).

Çin'i üç bölgeye ayıran ve 20 yıl boyunca uygulanması öngörülen FIT politikasıyla birlikte 2013 yılında güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin %162,81 oranında arttığı ve devam eden hızlı artışlarla Çin'in bu konuda açık ara lider konuma yükseldiği Tablo 2 ve 3'te görülmektedir (BP, 2017a: A5). Ancak ne yazık ki Çin'de uygulanan AR-GE faaliyetlerine ilişkin olarak 2012 yılında yapılan 79 milyon dolar tutarındaki destek dışında bir veri mevcut değildir (IEA, 2014: 50).

2.3 ABD Örneği

ABD'de fotovoltaik hücre üretimine 1950'li yılların ikinci yarısında uzay çalışmalarıyla birlikte başlanmıştır. Yeryüzünde kullanılmak üzere 1970'li yılların ilk yarısında üretilmeye başlanan fotovoltaik hücreler ise o dönemde yüksek maliyetleri nedeniyle elektrik üretiminde değil, iletişim sektöründe ve çok küçük panellerin ürettiği elektriğin yeterli olduğu hesap makinelerinde kullanılmıştır. Ancak bu yıllarda üretim etkinliği hızla artmaya başlayan güneş modüllerinin maliyetleri 1976 – 1996 yılları arasında onda birine düşmüştür. Bu düşüşte özellikle AR-GE faaliyetleri etkili olmuştur (Norberg-Bohm, 2000: 133-134).

ABD'de 50 adet eyalet vardır. Bunlardan ülkenin güney batısında yer alan eyaletler diğer eyaletlere göre daha yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Bu nedenle ABD'nin güneş enerjisinden yararlanmaya yönelik politikaları eyaletlere göre bazı değişiklikler göstermektedir (Tian, vd., 2016: 25). Ancak ülkedeki federal hükümet tüm bu eyaletler için temel olarak iki farklı destek politikası uygulamaktadır. Bunlar Yatırım Vergi Kredisi (Investment Tax Credit: ITC) ve Temiz Güç Planı (Clean Power Plan: CPP) olarak adlandırılan teşvik politikalarıdır (Fuller ve Guo, 2017: 132).

Öncelikle ITC'ye bakılacak olursa, bu politikanın öngördüğü koşullar 2005 yılında yürürlüğe giren Enerji Politikası Kanunu ile düzenlenmiştir (SEIA, 2018). Bu kanuna göre 1 Ocak 2006 – 31 Aralık 2007 tarihleri arasında faaliyete geçen ve yerleşiklere ve ticari işletmelere ait olan güneş enerjisi sistemleri için üstlenilen vergi yükümlülüklerine %30 oranında indirim uygulanmaktadır (PL 109 – 58, 2005: Sec.25D ve 48). 2006 yılında yürürlüğe konan Vergi İndirimi ve Sağlık Hizmetleri Kanunu ile ITC'nin geçerlilik süresi bir yıl daha ileri alınarak 31 Aralık 2008 tarihine kadar uzatılmıştır. Sonrasında bu süre Acil Ekonomik İstikrar Kanunu ile 2008 yılında 8 yıl daha uzatılmıştır. 2015 yılında ise bu ödeneklere ilişkin olarak çıkarılan torba kanun ile söz konusu süre 2023 yılının sonuna kadar faaliyete geçecek olan güneş enerjisi sistemlerini de kapsayacak biçimde genişletilmiştir. ITC oranının 2020 yılında %26'ya, 2021 yılında da %22'ye düşürülmesi planlanmaktadır. 2021 yılından sonra ise yerleşiklere ait olan güneş enerjisi sistemleri için üstlenilen vergi yükümlülüklerine uygulanan ITC'nin aşama %0'a indirileceği, ticari işletmelere ait olan güneş enerjisi sistemleri için ise bu oranın zaman içerisinde %10'a indirilerek bu oranda sabitleneceği öngörülmektedir (SEIA, 2018). Bu arada 2014 yılında güneş modülü üreticilerine 439 milyon dolar AR-GE desteği sağlanmıştır (IEA, 2015: 45).

Temiz Hava Kanunu altında 23 Ekim 2015 tarihinde yürürlüğe giren son Temiz Güç Planı ile eyaletlerdeki karbon salınımının 2020 yılı itibarıyla 2005 yılı karbon salınımı düzeyinin %26 oranında azaltılması, 2030 yılı itibarıyla da %32 oranında azaltılması gerekmektedir. Bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için Temiz Güç Planı çerçevesinde eyalet düzeyinde Yenilenebilir Portföy Standartları (Renewable Portfolio Standards: RPSs) uygulanmaktadır. Buna göre her bir eyaletin farklı yenilenebilir enerji politikası ve karbon salınımı azaltma hedefleri vardır (Fuller ve Guo, 2017: 132). RPS fosil kaynaklar ve nükleer kaynaklardan her eyalette belirli oranlardaki enerjinin, güneş enerjisi sistemleri gibi, belirli yenilenebilir enerji teknolojileri kullanılarak yapılmasını zorunlu kılmaktadır (NREL, 2018). Washington D.C.'nin yanı sıra ABD'deki 23 eyalette güneş enerjisi sistemlerine yönelik RPS uygulaması vardır ve SRPS adıyla anılmaktadır (Zhou, 2015: 9).

RPS'lere uygun hareket edilebilmesine katkı sağlamak amacıyla sonrasında Yenilenebilir Enerji Sertifikası (Renewable Energy Certificate: REC) kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. İlk defa New Jersey'de 2005 yılında oluşturulan güneş enerjisine yönelik REC piyasaları Washington D.C.'nin yanı sıra 9 eyalette aktif durumdadır. Güneş enerjisine yönelik REC'ler SREC olarak adlandırılmaktadır. Bunlar güneş enerjisi sistemlerinin üretim niteliklerini temsil etmektedir ve elektrik enerjisinden bağımsız olarak bu sertifikaların ticaretinin yapılmasına olanak sağlamaktadır (Bird, vd., 2011: 1). Böylece RPS ile belirlenen zorunlu yenilenebilir enerji üretimini gerçekleştiremeyen düşük potansiyele sahip eyaletler bu sertifikalara ödeme yaparak güneş enerjisine dayalı

elektrik üretimine katkı yapmış olmaktadır. Bu da güneş enerjisine dayalı olarak elektrik üretimini artırmak adına üreticiler için bir teşvik teşkil etmektedir.

Yenilenebilir enerji potansiyelleri daha düşük olan eyaletlerin RPS'lerde belirtilen oranlarda yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanamamaları karşısında REC'lere ek olarak bir de Net Sayaç uygulaması vardır. Bu uygulamaya göre güneş enerjisi sistemlerine sahip olan yerleşik ve ticari üreticiler ürettikleri elektriğin ihtiyaç fazlasını şebekeye geri satabilmektedirler. Böylece güneş enerjisi sistemlerine sahip olan yerleşikler ve ticari işletmeler elektrik faturalarını düşürme olanağına sahip olabilmektedirler. Washington D.C. ile birlikte 44 eyalette net sayaç teşviki uygulanmaktadır (Fuller ve Guo: 2017:133). Bu uygulamanın da koşulları eyaletlere göre farklılık göstermektedir. Net sayaç politikasının uygulandığı eyaletlerin 34 tanesinde üreticinin ihtiyaç fazlası olan ve şebekeye satılan elektrik de normal piyasa fiyatıyla aynı fiyattan satın alınmaktadır. Geri kalan eyaletlerde bu ihtiyaç fazlası üretim daha fiyatlardan satın alınmaktadır (Rogers ve Wisland, 2014: 8). Bu uygulama sayesinde REC uygulamasında olduğu gibi güneş enerjisi potansiyelleri düşük olan eyaletler için RPS'lerle belirlenen oranlardaki yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma zorunluluklarını yerine getirmek mümkün olabilmektedir. Bunun yanında uygulamadan yararlanan üreticiler için de elektrik faturalarını düşürmek adına güneş enerjisine dayalı elektrik üretimlerini artırmak yönünde bir motivasyon ortaya çıkmaktadır. Tüm bu destek politikalarının sonucunda 2016 yılına gelindiğinde ABD'nin güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi 400300 MW düzeyine ulaşmıştır (BP, 2017a: A5).

3 Türkiye'de Güneş Enerjisi

Dünyada güneş enerjisi konusunda başı çeken ülkeler arasında Avrupa ülkelerinin önemli bir yeri olduğu Tablolı'de görülmektedir. Türkiye, coğrafi konumu itibarıyla Avrupa'nın en fazla güneş alan güney ülkeleriyle benzer enlemler üzerinde yer alması ve görece geniş bir yüzölçümüne sahip olması bakımından, bu başı çeken ülkeler arasında yer alma olanağına sahiptir. Ancak bu konuda Türkiye'nin önemli atılımlar yapmaya ihtiyacı vardır. Dünyanın en gelişmiş ülkelerinden biri olan Almanya örneğinde görüldüğü gibi, güneş enerjisi teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması oldukça maliyetli ve zaman alan bir süreçtir. Bununla birlikte, temiz bir enerji kaynağı olan güneş konusunda sahip olduğu potansiyeli kullanabilmesi Türkiye için enerji arz güvenliği açısından olumlu sonuçlar doğuracaktır.

3.1 Türkiye'de Kurulu Güç Kapasitesi ve Güneş Enerjisi Potansiyeli

Birincil enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü çok yüksek oranlarda dışa bağımlı olduğu fosil yakıtlardan karşılayan Türkiye'nin toplam kurulu güç kapasitesinin yarısına yakını sadece doğal gaz ve kömür yakıtlı termik santraller oluşturmaktadır. 2016 yılında bu kapasite içerisinde doğal gaz yakıtlı santrallerin payı %24,9, kömür yakıtlı santrallerin payı da %22,1 olarak gerçekleşmiş ve ikisinin toplamı %47 olmuştur (TEİAŞ, 2017). Ancak Türkiye toplam doğal gaz arzının %99,2'sini ithalat yoluyla karşılamıştır (EPDK, 2017: V). Bunun 2015 yılında toplam kömür arzının %63,4'ü de yine ithalat yoluyla karşılanmıştır (TKİ, 2017).

Şekil 1: Türkiye'nin Kurulu Güç Kapasitesi Kaynak: TEİAŞ (2017).

Türkiye güneş enerjisi konusunda önemli bir potansiyele sahiptir. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı'na (ETKB) oluşturulan Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası'na (GEPA) göre, Türkiye'nin yıllık toplam güneşlenme süresi ortalama 2741 saattir. Bu da günlük ortalama 7,5 saate tekabül etmektedir. Bunun yanında yıllık toplam ışınlam şiddeti metrekaare başına ortalama 1527 kWh'tir. Bu ise metrekaare başına günlük ortalama 4,18 kWh'e denk gelmektedir (ETKB, 2018). Bu verilere göre, Türkiye güneş enerjisi potansiyeli bakımından Avrupa'da İspanya'dan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Dinçer, 2011: 10).

Şekil 2. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) Kaynak: YEGM (2012b).

Şekil 2’de ETKB tarafından hazırlanmış olan Türkiye için Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) görülmektedir. Buradaki renkler maviden kırmızıya doğru dönüştükçe güneş enerjisi potansiyeli artmaktadır. Bu bakımdan, Türkiye’nin metrekare başına yıllık en fazla güneş enerjisi potansiyeline sahip olan bölgesi 1460 kWh/m²-yıl ile Güney Doğu Anadolu Bölgesi’dir. Güney Doğu Anadolu Bölgesi’ni 1390 kWh/m²-yıl ile Akdeniz Bölgesi, 1365 kWh/m²-yıl ile Doğu Anadolu Bölgesi, 1314 kWh/m²-yıl ile İç Anadolu Bölgesi, 1304 kWh/m²-yıl ile Ege Bölgesi, 1168 kWh/m²-yıl ile Marmara Bölgesi ve 1120 kWh/m²-yıl ile Karadeniz Bölgesi takip etmektedir (YEGM, 2012c).

3.2 Türkiye’de Güneş Enerjisine Yönelik Teşvik Politikaları ve Yaşanan Gelişmeler

Türkiye’de de, Almanya ve Çin’de olduğu gibi, bu konuda öncelikle FIT ile karşılaşılmaktadır. 2005 yılında çıkarılan 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun’da (kısaca Yenilenebilir Enerji Kanunu-YEK) 2010 yılında yapılan değişiklikle her bir yenilenebilir kaynak için farklı bir destekleme fiyatı belirlenmiştir. Buna göre, 31 Aralık 2015 tarihine kadar işletmeye girmiş güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi yapan üretici on yıl süreyle 1 kWh’lik elektrik üretimi karşılığında 0,133 dolar (yani 13,3 cent dolar) almaktadır (5346 Sayılı Kanun, Madde 6). Bu fiyat yenilenebilir kaynaklar arasında biyokütle enerjisiyle birlikte en yüksek fiyattır ve günümüz itibarıyla Türkiye’de nihai tüketicilerin ödediği tek zamanlı elektrik fiyatının 2 katı düzeyindedir. Ayrıca, üretim tesisini oluşturan mekanik ya da elektromekanik aksamın yurt içinde üretilmiş olan her bir parçası için 5 yıl süreyle üreticiye ek ödemeler yapılmaktadır. Eğer bu aksamın bütün parçaları yurtdışında üretilmişse fotovoltaiik sistemler için en yüksek fiyat kWh başına 0,2 doları (20 cent dolar), yoğunlaştırıcı güneş enerjisi sistemleri için de en yüksek fiyat kWh başına 0,225 doları (22,5 cent dolar) bulmaktadır (5346 Sayılı Kanun, Madde 6/B). 31 Aralık 2015 tarihinden sonra işletmeye giren üretim tesisleri için ise koşullar bu fiyatları geçmeyecek biçimde Bakanlar Kurulu tarafından belirlenmektedir (5346 Sayılı Kanun Madde 6). Bunun yanında, kendisi için üretim yapan üreticinin ihtiyaç fazlasını da her bir bölgeye göre değişen yetkili dağıtım şirketleri yine 0,133 dolar fiyatından 10 yıl süreyle satın almak zorundadır (5346 Sayılı Kanun Madde 6/A).

Bu fiyat desteği dışında birtakım farklı teşvik politikaları da uygulanmaktadır. Bunlar arasında üretim tesisi kurulumunda ortaya çıkacak arazi ihtiyacına yönelik uygulamalar vardır. YEK’in 8. Maddesinde 2010 yılında yapılan değişiklikle kamuya ait olan arazilerde en geç 31 Aralık 2015 tarihine kadar faaliyete geçmiş olan yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretim tesisleri için faaliyete geçtikleri ilk 10 yıl süresince izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine %85 oranında indirim uygulanmaktadır (5346 Sayılı Kanun Madde 8). Bunun yanında, üreticilerin ödemekle yükümlü olduğu vergilere ilişkin de bazı düzenlemeler yapılmıştır. 19 Haziran 2012 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanan 3305 sayılı bakanlar kurulu kararıyla güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisi yatırımları için Genel Teşvik Sistemi kapsamında;

1. yurtdışından temin edilecek makine ve teçhizat için gümrük vergisi ödememe,
2. yurtdışından ve yurtdışından temin edilecek makine ve teçhizat için KDV ödememe,
3. ve yatırımlar sonucu ortaya çıkacak ilave istihdam için ödenmesi gereken gelir vergisi stopajının asgari ücrete denk gelen kısmını 10 yıl süreyle ödememe

şeklinde teşvikler sağlanmıştır (Resmi Gazete, 2012). Ancak 25 Haziran 2016 tarihli Resmi Gazete’de bu Kararda yapılan değişiklikle yurtdışından ithal edilen güneş panelleri teşvik belgesi kapsamından çıkarılmıştır (Resmi Gazete, 2016a: 31). Böylece güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi yapacak olan üreticiler güneş paneli ithalatında KDV ve gümrük vergisi muafiyetinden yararlanamaz duruma gelmiştir. Bu, yurtiçi üretimi teşvik etmek amacıyla yapılmış bir değişikliktir, fakat AR-GE faaliyetleriyle desteklenmesi gerekmektedir. Çünkü Türkiye’de güneş paneli üretimi görece çok yeni başlamış olduğu için AR-GE desteği olmaksızın böyle bir düzenlemeye gitmek olumlu sonuçlar doğurmayacaktır.

Bu AR-GE destekleri 8 Haziran 2010 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan Enerji Sektörü Araştırma-Geliştirme Projeleri Destekleme Programına (ENAR) Dair Yönetmelikte 2013 yılında yapılan değişikliklerle yeniden

düzenlenmiştir. Söz konusu yönetmelikte tesis kurulumunu gerçekleştirecek firma tarafından yürütülecek olan AR-GE faaliyetlerinin desteklenme oranı ve desteklenme süresi şu biçimde belirlenmiştir: Oluşturulacak değerlendirme heyeti tarafından desteklenmesine karar verilen projeler için öncelikle bir bütçe belirlenmekte ve bu bütçenin en fazla %80'i iki yıl süreyle ETKB tarafından, geriye kalan %20'lik kısmı ise firma tarafından karşılanmaktadır. Öngörülen bütçenin yetersiz kalması durumunda yapılacak yeni değerlendirme sonucuna göre toplam bütçenin en fazla %10'u kadar ek bütçe verilebilmektedir. Bunlar AR-GE faaliyetlerinin desteklenme oranına yönelik düzenlemelerdir. AR-GE faaliyetinin desteklenme süresine yönelik düzenlemelere göre ise projenin tamamlanması için iki yıl süre verilmektedir. Eğer iki yıl içerisinde proje sona ermezse yine yapılacak değerlendirme sonucuna bağlı olarak en fazla, 6'şar aylık iki dönem ek süre verilebilmektedir (YEGM, 2012c).

Bütün bu destekleyici düzenlemelerin sonucunda, genel olarak enerji sektöründe ve özel olarak da güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi konusunda yaşanan gelişmelere gelindiğinde, günümüzde ortaya çıkan tablo henüz istenilen sonuçlara ulaşamadığını göstermektedir. 2014 yılında ETKB'nin 2015-2019 dönemine yönelik strateji planı yayınlanmıştır. Buna göre, 2019 yılına kadar doğal gazın elektrik üretimi içindeki payının 2014 yılında gerçekleşen %47,85'ten %38 düzeyine indirilmesi ve bu orandaki azalışın yenilenebilir kaynakların paylarındaki artışla karşılanması hedeflenmiştir (ETKB, 2014: 35). Daha 2015 yılında bu hedef tutturulmuş ve doğal gazın Türkiye'nin toplam elektrik üretimine katkısı %37,9'a düşmüştür. Ancak doğal gazın payındaki bu %9,95'lik azalışın %9,52'lik kısmı, yani neredeyse tamamı, sadece hidrolik kaynakların payındaki artışla karşılanmıştır (TEİAŞ, 2017). Bunun yanında, daha önce ETKB tarafından 2023 yılı hedefi olarak belirlenen 3000 MW'lık (ETKB, 2018) güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi hedefi 4 yıl geri çekilerek 2019 yılı hedefi olarak belirlenmiştir (ETKB, 2014: 40).

2016 yılında Türkiye'de güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi 832,5 MW düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu kurulu güçle yapılan elektrik üretimi ise 1043,1 GWh'tir ve bu üretim Türkiye'nin 2016 yılında yaptığı toplam elektrik üretiminin %0,38'i kadardır (TEİAŞ, 2017). Ancak, 9 Eylül 2015 tarihli Resmi Gazete'de Konya/Karapınar'daki 27 km² alana sahip olan bir arazide 1000 MW kurulu güç kapasiteli bir güneş enerjisi santrali ve bu santral için gerekli olan teçhizatın üretileceği bir fabrikanın kurulmasına ilişkin olarak YEGM tarafından ihale açılacağı ilan edilmiştir (Resmi Gazete, 2015). 9-13 Ekim 2016 tarihleri arasında İstanbul'da gerçekleştirilen 23. Dünya Enerji Kongresi'nde YEGM yetkilileri tarafından yapılan sunumda bu projenin detaylarına değinilmiştir. Buna göre, kurulacak bu santralde kullanılacak teçhizatın en az %75 oranında yerli üretim olması, fabrikanın ise ihale alındıktan sonraki 18 ay içerisinde faaliyete geçmesi gerekmektedir. Fabrika işletmecisine 15 yıl süreyle AR-GE faaliyeti yürütmesi ve fabrikada en az %90, AR-GE faaliyetlerinde en az %80 oranlarında yerli istihdam zorunluluğu getirilmiştir. Santralin ise en fazla 36 ay içerisinde kurulumunun tamamlanması gerekmektedir. İhalenin bu koşullarda 2016 yılı Kasım ayı içerisinde açılacağı ifade edilmiştir (GÜNDER, 2016). Ancak 9 Aralık 2016 tarihli Resmi Gazete'de ihalenin 2017 yılı Şubat ayına ertelendiği ilan edilmiş (Resmi Gazete, 2016c) ve ihale 20 Mart 2017 tarihinde sonuçlanmıştır (AA, 2018).

4 Sonuç ve Öneriler

Günümüzde dünyadaki enerji ihtiyacının halen büyük bir bölümünü karşılamakta olan fosil yakıtlar, yoğun bir biçimde sera gazı salınımına yol açarak canlıların sağlığını tehdit etmektedirler. Ayrıca fosil yakıtlar tükenebilir kaynaklar oldukları için günün birinde çok ciddi boyutlarda enerji krizlerinin yaşanması kaçınılmaz olacaktır. Bu nedenle alternatif enerji kaynaklarından güneş, temiz ve tükenmeyen bir kaynak olarak, son yıllarda ön plana çıkmıştır. Aslına bakılacak olursa; gelişmiş ülkelerin güneş enerjisi teknolojileri üzerine yoğun çalışmalar yürütmelerinin temel nedeni, bu ülkelerin enerji konusunda genel olarak ithalat bağımlısı olmaları ve güneşin bedava bir kaynak olmasıdır denilebilir. Fosil yakıtlar yerine güneş enerjisinden etkin biçimde yararlanmak ülkelerin enerji ithalatını kısılabilmesi bakımından önemlidir.

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına verilen teşvikler 2005 yılında yürürlüğe konan 5346 sayılı kanunla düzenlenmiştir. Bu kanun kapsamında yürütülen güneş enerjisine yönelik çalışmaların sonucu olarak, günümüzde Türkiye'nin toplam kurulu güç kapasitesi içerisinde güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi henüz çok düşüktür. Dolayısıyla, Türkiye'de görece yüksek güneş enerjisi potansiyeline rağmen, güneş enerjisine dayalı elektrik üretiminin henüz son derece yetersiz olduğu görülmektedir. Bu çalışmada Türkiye'nin güneş enerjisinden daha fazla yararlanabilmesine yönelik politikalar, bu konudaki öncü ülkeler olan Almanya, Çin ve ABD'de yürütülen politikalarla karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ancak Türkiye'deki teşvik uygulaması bu ülkelerdeki uygulamalara göre biraz farklı işlemektedir. Yoğun olarak FIT uygulaması yürüten Almanya ve Çin'de destek fiyatları her yıl belli oranlarda azalmış, yani üreticiler için maliyetleri kısmak adına bir motivasyon söz konusu olmuştur. Türkiye'de ise 10 yıl süreyle sabit fiyat uygulaması tercih edilmiştir. Ayrıca, yerli üretimi teşvik etmek amacıyla yurtiçinde üretilmiş olan makine-teçhizatı kullanarak maliyetlerini düşüren üreticiye verilen fiyat desteği artmaktadır. Bu durum üretim maliyetlerini düşürmek adına üreticinin çaba sarf etmesini engelleyecektir. Fakat Almanya ve Çin'deki gibi yıllık fiyat indirimi uygulamasını Türkiye'de gerçekleştirebilmek için AR-GE faaliyetlerinin artırılması gerekmektedir. Karapınar YEKA, ağır ihale koşullarına rağmen, bu konuda olumlu bir gelişmedir.

Türkiye’de güneş enerjisine dayalı kurulum maliyetleri henüz yüksek olduğu için destek fiyatının ilk aşamada mümkün olduğunca yüksek bir düzeyde belirlenmesi gerekmektedir. Bunun yanında, destekleme fiyatları ne kadar yüksek tutulursa devletin sırtına o kadar büyük bir yük binmektedir. Örneğin Almanya 2015 yılına kadar bu fiyat desteğine toplam 50 milyar avro ödemiş ve önemli miktardaki AR-GE destekleriyle birlikte güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi için gerekli olan makine-teçhizatın düşük maliyetlerle üretildiği bir endüstri yaratmayı başarmıştır. Burada çok yüksek tutarlardan söz edilmesine rağmen, Türkiye’nin doğal gaz maliyetini azaltması hem destek fiyatlaması hem de AR-GE desteği bakımından önemli bir kaynak yaratılmasını sağlayacaktır. Kurulum maliyetlerinin zaman içerisinde azaltılmasıyla birlikte destek fiyatına Türkiye’de de indirim uygulanması gerekmektedir. Böylece, Karapınar YEKA gibi projeler ilerleyen yıllarda artacaktır. Bu tür projelerin artması ise bedava, temiz ve tükenmeyen bir kaynak olan güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin artmasını sağlayacaktır.

Kaynakça

- 5346 Sayılı Kanun, 2005. Yenilenebilir Enerji Kanunu, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/05/20050518-1.htm> (05.05.2018).
- AA, 2018. Karapınar YEKA’ya En Düşük Teklif Kalyon-Hanwha Grubu’ndan <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/karapinar-yekaya-en-dusuk-teklif-kalyon-hanwha-grubundan/775505> (15.05.2018).
- Altenhöfer-Pflaum, 2014. “National Survey Report of Power Applications in Germany”, *IEA PVPS Report*.
- Ball, vd., 2017. “The New Solar System: China’s Evolving Solar Industry and Its Implications for Competitive Solar Power in the United States and the World”, *Stanford Steyer Taylor Center for Energy Policy and Finance*, <https://www.osti.gov/servlets/purl/1352021/> (01.05.2018).
- Bird, vd., 2011. “Solar Renewable Energy Certificate (SREC) Markets: Status and Trends”, *NREL Report*, <https://www.nrel.gov/docs/fy12osti/52868.pdf> (10.05.2018).
- BP, 2017a. Statistical Review of World Energy: Renewable Energy, <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-renewable-energy.pdf> (15.04.2018).
- Deutch ve Steinfeld, 2013. “A Duel in the Sun: The Solar Photovoltaics Technology Conflict between China and the United States”, *An MIT Future of Solar Energy Study Working Paper*.
- Dinçer, 2011. “Türkiye’de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Potansiyeli – Ekonomik Analizi ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Değerlendirme”, *KSU Mühendislik Dergisi*, **14(1)**, 8-17.
- EPDK, 2017. Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu 2016, <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-94/yillik-sektor-raporu> (10.05.2018).
- ETKB, 2014. 2015-2019 Stratejik Planı, <https://sp.enerji.gov.tr/> (10.05.2018).
- ETKB, 2018. Güneş, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes> (10.05.2018).
- Fulton ve Mellquist, 2011. “The German Feed-in Tariff for PV: Managing Volume Success with Price Response”, *Deutsche Bank Group DB Climate Change Advisors*, https://www.db.com/cr/de/docs/German_FIT_for_PV.pdf (16.11.2016).
- GTM Research, 2015. Annual Solar Photovoltaics Cell Production by Country, 1995-2013, http://www.earth-policy.org/data_center/C23 (10.05.2018).
- GÜNDER, 2016. Karapınar Yeka İhalesi, <http://gunder.org.tr/> (18.11.2016).
- Hughes ve Meckling, 2017. “The Politics of Renewable Energy Trade: The US- China Solar Dispute” *Energy Policy*, **105**, p. 256-262.
- IEA, 2013. Trends 2013 in Photovoltaic Applications, www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/.../FINAL_TRENDS_v1.02.pdf (15.04.2018).
- IEA, 2014. Trends 2014 in Photovoltaic Applications, http://www.photovoltaic.info/IMG/pdf/iea_pvps_t1_trends2014.pdf (15.04.2018).
- IEA, 2015. Trends 2015 in Photovoltaic Applications, http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/national/IEA-PVPS_-_Trends_2015_-_MedRes.pdf (15.04.2018).
- IEA, 2016. Trends 2016 in Photovoltaic Applications, http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/national/Trends_2016_-_mr.pdf (15.04.2018).
- IRENA, 2015. Renewable Energy Prospects: Germany, http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REmap_Germany_report_2015.pdf (18.11.2016).

- Lo, 2014. “A Critical Review of China’s Rapidly Developing Renewable Energy and Energy Efficiency Policies”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **29**, p. 508-516.
- Mir-Artigues ve del Rio, 2016. **The Economics and Policy of Solar Photovoltaic Generation**. Springer International Publishing, Switzerland.
- NDRC, 2015. http://www.ndrc.gov.cn/zfwz/xz/fdj/jggg/201512/t20151230_769630.html (10.05.2018).
- Norberg-Bohm, 2000. “Creating Incentives for Environmental Enhancing Technological Change: Lessons from 30 Years of US Energy Technology Policy”, https://sites.hks.harvard.edu/crump/papers/norberg-bohm_tech_incentives_2000.pdf (10.05.2018).
- NREL, 2018. Renewable Portfolio Standards, <https://www.nrel.gov/technical-assistance/basics-portfolio-standards.html> (10.05.2018).
- Palz, 2012. “Photovoltaic Solar Energy, Spearheading Germany’s Renewable Energy Policy: An Example to Others”, *EPJ Photovoltaics*, **3**, **30901**, p. 1-3.
- PL 109 – 58, 2005. Energy Policy Act, <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-109publ58/pdf/PLAW-109publ58.pdf> (10.05.2018).
- Resmi Gazete, 2012. “Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar”, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120619-1.htm> (17.11.2016).
- Resmi Gazete, 2015. Çeşitli İlanlar, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığından:, <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/09/20150909.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/09/20150909.htm> (20.11.2016).
- Resmi Gazete, 2016a. “Ekonomi Bakanlığından: Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın Uygulanmasına İlişkin Tebliğ (Tebliğ No: 2012/1)’de Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (No: 2016/2)”, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/06/20160625.pdf> (17.11.2016).
- Rogers ve Wisland, 2014. “Solar Power on the Rise: The Technologies and Policies behind a Booming Energy Sector”, *Union of Concerned Scientists*, <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/attach/2014/08/Solar-Power-on-the-Rise.pdf> (10.05.2018).
- SEİA, 2018. Solar Investment Tax Credit (ITC), <https://www.seia.org/initiatives/solar-investment-tax-credit-itc> (10.05.2018).
- TEİAŞ, 2017. <https://www.teias.gov.tr/tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> (18.05.2018).
- Tian, vd., 2016. “Midmarket Solar Policies in the United States: A Guide for Midsized Solar Customers”, *NREL Report*, <https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/66905.pdf>.
- TKİ, 2017. Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2016, <http://www.tki.gov.tr/depo/file/k%C3%B6m%C3%BCr%20sekt%C3%B6r%20raporu/k%C3%B6m%C3%BCr%20sekt%C3%B6r%20raporu%202016.pdf> (10.05.2018).
- Wang, vd., 2016. “Analysis of the Policy Effects of Downstream Feed-in Tariff on China’s Solar Photovoltaic Industry”, *Energy Policy*, **95**, 479-488.
- Wirth, 2016. “Recent Facts about Photovoltaics in Germany”, *Fraunhofer ISE Report*, <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/recent-facts-about-photovoltaics-in-germany.pdf>.
- World Bank, 2016. Surface Area, <http://data.worldbank.org/indicator/AG.SRF.TOTL.K2> (15.11.2016).
- YEGM, 2012a. Güneş Enerjisi ve Teknolojileri, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx (15.11.2016).
- YEGM, 2012b. GEPA (İl Bazlı Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası), <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> (10.05.2018).
- YEGM (2012c). Türkiye’de Güneş Enerjisi, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, <http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/tgunes.html> (17.11.2016).
- Ye, vd., 2017. “Analysis of Feed-in Tariff Policies for Solar Photovoltaics in China”, *Applied Energy*, **203**, 496-505.
- Zhou, 2015. “US Renewable Energy Policy and Industry”, <https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/65255.pdf> (10.05.2018).