



"Yerel Kalkınmanın Zirvesi"
KARACADAĞ
KALKINMA AJANSI • DEVELOPMENT AGENCY

TRC2 (DİYARBAKIR-ŞANLIURFA) BÖLGESİ

YENİLENEBİLİR

ENERJİ

RAPORU

ARALIK 2010

Sorumlu Editör
Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA

Katkıda Bulunanlar
Doç. Dr. Hüsamettin BULUT, Doç. Dr. Erkan ŞAHİNKAYA, Doç. Dr. Sinan UYANIK,
Yrd. Doç. Dr. M. Azmi AKTACIR, Yrd. Doç. Dr. M. Akif NACAR, Emin Uğur DİVİTÇİ



KARACADAĞ KALKINMA AJANSI

TRC2 (DİYARBAKIR-ŞANLIURFA) BÖLGESİ YENİLENEBİLİR ENERJİ RAPORU

Sorumlu Editör:

Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dekanı, Güneş Enerjisi Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü

Katkıda Bulunanlar:

Doç. Dr. Hüsamettin BULUT

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Erkan ŞAHİNKAYA

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Sinan UYANIK

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

Yrd. Doç. Dr. M. Azmi AKTACIR

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Güneş Enerjisi Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdür Yardımcısı

Yrd. Doç. Dr. M. Akif NACAR

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Emin Uğur DİVİTÇİ

Karacadağ Kalkınma Ajansı, Şanlıurfa Yatırım Destek Ofisi Koordinatörü



SUNUŞ

Bölgesel gelişme ve kalkınmayı gerçekleştirmede “yerelliği” ve “iyi yönetişimi” esas alarak yeni bir model sunan Kalkınma Ajansları, kamu kesimi, özel kesim ve sivil toplum kuruluşları arasındaki işbirliğini geliştirmek, kaynakların yerinde ve etkin kullanımını sağlamak ve yerel potansiyeli harekete geçirmek suretiyle, ulusal kalkınma plânı ve programlarda öngörülen ilke ve politikalarla uyumlu olarak bölgesel gelişmeyi hızlandırmak, sürdürülebilirliğini sağlamak, bölgeler arası ve bölge içi gelişmişlik farklarını azaltmak amacıyla oluşturulmuş kurumsal yapılardır.

Ajansların kuruluşuyla, kaynakların hem yerinde ve daha etkin kullanılması, hem de iller ve bölgeler arası gelişmişlik farklılıklarının azaltılması ve yerel yönetimlerin güçlendirilmesi amacıyla alt bölge düzeyinde; planlama, koordinasyon, uygulama, izleme ve değerlendirme, yatırım tanıtımı ve koordinasyonu fonksiyonları olan yeni hizmet bölgeleri ve birimlerinin oluşturulması hedeflenmektedir.

Ajansların görevlerinden biri de, “bölgenin kaynak ve olanaklarını tespit etmeye, ekonomik ve sosyal gelişmeyi hızlandırmaya ve rekabet gücünü artırmaya yönelik araştırmalar yapmak, yaptırmak, başka kişi, kurum ve kuruluşların yaptığı araştırmaları desteklemek”tir.

Bilindiği gibi, sadece ekonomik kalkınmayı esas alan ve doğal kaynakları sorumsuzca kullanan kalkınma anlayışı yerine, günümüzde sürdürülebilir kalkınma anlayışı ön plana çıkmaya başlamıştır. Fosil enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ve bu kaynakların yol açtığı çevresel sorunlar nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması yönünde ciddi bir eğilim göze çarpmaktadır. Yenilenebilir enerji sektöründe tüm dünyada giderek artan bir pazar mevcut olup, gelişmekte olan ekonomiler bu pazar fırsatlarını değerlendirme arayışı içerisinde.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve bu bölgenin merkezinde yer alan Şanlıurfa ve Diyarbakır, büyük yenilenebilir enerji potansiyeline sahip olmasına rağmen, bu potansiyelini yeterince değerlendirdiği söylenemez.

Şanlıurfa ve Diyarbakır’ın bu potansiyelini tespit edip ortaya koymak, son dönemde yenilenebilir enerji konusunda ülkemizde yapılan yasal düzenlemelerin de yarattığı fırsatı iyi değerlendirerek bu sektörü geliştirmek, bölgede yenilenebilir enerji uygulamalarını yaygınlaştırmak ve bu alanda üretime yönelik doğru adımların atılmasını sağlayarak mevcut potansiyeli bir rekabet üstünlüğüne dönüştürmek ve böylece yeni iş ve istihdam imkânları yaratmak amacıyla yapılan bu araştırma son derece önemlidir.

Ajansımız tarafından Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ile işbirliği yapılarak hazırlanan bu raporun, bölgemizin ve ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyelinin farkına varılmasına ve bu potansiyelin doğru yöntemler kullanılarak en iyi şekilde değerlendirilmesine katkıda bulunacağını düşünüyorum; emeği geçenleri tebrik ediyorum.

Mustafa TOPRAK
Diyarbakır Valisi
Yönetim Kurulu Başkanı



ÖNSÖZ

Yenilenebilir Enerji sektöründe tüm dünyada giderek artan bir pazar mevcut olup; gelişmekte olan ekonomiler bu pazar fırsatlarını değerlendirme yarışı içerisinde. GAP Bölgesi ve merkezinde bulunan TRC-2 Bölgesi illeri Şanlıurfa ve Diyarbakır, yüksek yenilenebilir enerji potansiyellerine karşın, henüz bu pazardan yeterince pay alabilmiş değildir.

TRC-2 Bölgesi'nin hâli hazırda Türkiye'nin hidro enerjideki en önemli ve ağırlıklı bölgesi olması dışında, diğer yenilenebilir enerji kaynakları açısından da şanslı konumu mevcuttur. Özellikle güneş enerjisi potansiyeli açısından Türk enerji sektörünün yükselen değeri olmaya adaydır. Tarımsal atıklar ve hayvancılık potansiyeli düşünüldüğünde, biyokütleinin modern yöntemlerle enerji açısından kullanımında da öncü olabilecek önemli bir değere sahiptir. Bölgede bazı yerel noktalar için küçümsenmeyecek düzeyde rüzgâr enerjisinden ve jeotermal enerjiden yararlanmak mümkündür.

Yenilenebilir enerjideki bu çeşitlilik ve zengin potansiyele sahip dünyada çok az sayıda coğrafya mevcut olup, bu şanslı konumun fırsata dönüştürülmesi büyük önem arz etmektedir. Bu doğrultuda; bölgede yenilenebilir enerji uygulamalarının yaygınlaştırılması ve bu alanda üretime yönelik doğru adımların atılması halinde, mevcut potansiyeli bir rekabet üstünlüğüne dönüşebilecektir. Böylece yeni iş ve istihdam imkânları gündeme gelecek ve bölgede tarım, turizm, tekstil gibi yoğunluğu olan sektörlerde de önemli gelişme sağlanabilecektir.

Bu düşünceler ışığında; Karacadağ Kalkınma Ajansı ve Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi işbirliği ile hazırlanan ve ağırlıklı olarak güncel verilerden oluşan bu raporun, sadece TRC-2 Bölgesi'ndeki endüstriyel paydaşlar için değil, ülkemizde bu alanda çalışan tüm dinamikler için faydalı olmasını diliyorum.

Dr. İlhan Karakoyun
Genel Sekreter



İÇİNDEKİLER

1. Yenilenebilir Enerji ve Bölgesel Vizyon.....	1
2. Yenilenebilir Enerji Sektörü.....	13
3. Güneş Enerjisi	39
4. Biyogaz	85
5. Hidro, Rüzgar ve Jeotermal Enerji	105
6. Yenilenebilir Enerji Sektörünü Destekleyici Unsurlar	121
7. Hedef ve Stratejiler.....	155



YENİLENEBİLİR ENERJİ VE BÖLGESEL VİZYON

1

Giriş

Ülkelerin sanayileşmesinde, sosyal ve ekonomik kalkınmalarında, bireylerin yaşam standardının yükseltilmesi ve yaşamlarının kolaylaştırılmasında; güvenli ve kolayca erişilebilir, ucuz ve sürdürülebilir bir enerji arzının sağlanması oldukça önemli bir husustur. Ancak enerjiye yönelik olarak sürdürülen birçok faaliyet, çevreyi olumsuz yönde etkilemekte ve yerel, bölgesel ve küresel sorunlara yol açmaktadır. Günümüzde en önemli ve küresel çevre sorunlarından biri; iklim değişikliği sorunudur ve enerjinin bu sorundaki payı oldukça yüksektir. Bilindiği üzere, sera gazları, enerji, sanayi, tarım, hayvancılık, ulaşım, ısınma v.b. çeşitli sektörlerden ve ekonomik faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Ancak, en önemli sera gazı olan karbondioksitin, fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanması nedeniyle bunların arasından enerji ön plana çıkmaktadır.

Elektrik, ulaşım, sanayi, ısınma v.b. enerji kullanan/tüketen enerjiye ilişkin sektörler ve faaliyetler, küresel ısınma - iklim değişikliği sorunu açısından, en yüksek sorumluluğa sahip insan kaynaklı ekonomik faaliyetlerdir. Ülkemiz verilerine göre, enerji kaynaklı faaliyetlerin sera gazlarındaki sorumluluk payı % 76,7'dir. Enerji kaynaklı CO₂ emisyonlarının, toplam CO₂ içindeki payı ise % 81,5'dir. Enerji-ilişkin sektörler arasında da 1/3' lük payla elektrik sektörü önemli bir sektör olarak karşımıza çıkmaktadır. Sera gazlarının azaltılması için alınacak önlemler, başta enerji verimliliğinin artırılması olmak üzere, fosil yakıtların kullanımının azaltılması, buna karşılık, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması olarak sıralanabilir.

Yenilenebilir enerji (YE), "doğanın kendi evrimi içinde, kullanılmasından sonraki zaman periyotunda da aynen mevcut olabilen enerji kaynağı" olarak tanımlanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar ise; kullanılıncaya biten ve yeniden kullanılamayan enerji kaynakları sınıfına girmektedir. Hidro (su), güneş, rüzgar ve jeotermal gibi doğal kaynaklar yenilenebilir olmalarının yanı sıra; temiz enerji kaynakları olarak da değerlendirilmektedir. Fosil yakıtlara alternatif olarak vazgeçilmez bir enerji kaynağı olması nedeniyle; YE sektörü günümüzün ve geleceğin en hızlı yükselen sektörü konumundadır. Bu nedenle; ABD ve AB Ülkeleri YE sektörüne çok önemli yatırımlar yapmakta, geniş istihdam olanakları oluşturmaktadır.

AB Komisyonu, 2020 yılına kadar enerjisinin % 20'sini yenilenebilir enerjilerden sağlamayı hedeflemektedir. Bu sayede; sadece sera gazı emisyonlarının % 20 oranında azaltılması değil, aynı zamanda gelecekteki enerji talebinin de % 20 oranında azaltılması beklenmektedir. ABD'de ise güneş ve rüzgar enerjisi kullanımını desteklemek amacıyla yılda ortalama 15 milyar dolar devlet yardımı veya vergi kredisi sağlanmaktadır. YE sektörüne yapılacak doğru yatırımların, tüm dünyada mevcut ekonomik krizden uzaklaşmak adına, önemli bir fırsat olduğu konusunda ABD ve AB kamuoyunda bir görüş birliği



mevcuttur. YE kaynaklarındaki çeşitlilik ve mevcut kullanımlarına yönelik bilgiler Çizelge 1’de verilmiş olup; söz konusu sektöre yönelik doğru yatırımın belirlenebilmesi için bölgesel potansiyel gözetilerek sağlıklı bir ekonomik analizin yapılması gerekmektedir.

KUTU 1: ABD iş dünyası YE sektörüne oldukça fazla ilgi gösteriyor

Amerikan Güneş Enerjisi Sanayicileri Derneği (SEIA: Solar Energy Industries Association)’nin yayınladığı rapora¹ göre 2030 yılında ABD’de toplam işgücünün % 20’si Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji alanında istihdam edilebilir durumda. Rapora göre ABD’deki yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği sektörleri 2006 yılında 8,5 milyon istihdam yaratırken, 970 milyar dolar toplam gelir, 100 milyar dolar kâr ile 150 milyar dolarlık vergi ödemesi gerçekleştirildi. 2007 yılında ise sektör bir önceki yıla göre istihdam sayısını 500 bin kişi artırarak 9 milyona çıkarırken, 1,045 trilyon dolarlık gelir düzeyine ulaşmış, 160 milyar dolar vergi ödemesi gerçekleştirildi. Rapora göre sektöre gerekli önem verildiği takdirde 2030 yılında ABD yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği sektörü 4,3 trilyon dolarlık bir büyüklüğe ulaşarak, 37 milyon kişi için doğrudan veya dolaylı olarak istihdam sağlayabilecektir.

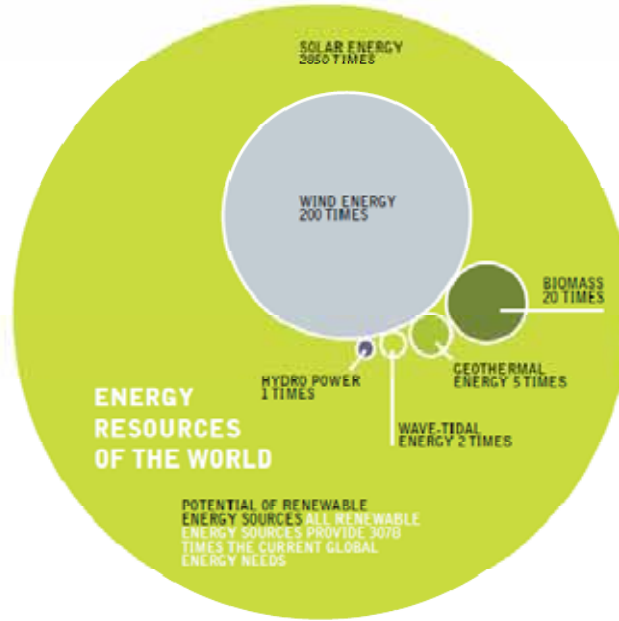
Çizelge 1. Yenilenebilir enerji kaynakları, kullanım şekli ve mevcut durumu²

Enerji kaynağı	Enerji formu	Mevcut durum
Tarım ve orman atıkları	Yakma	Kullanılmakta
Düzenli depolama ve arıtma tesisi gazları	Yakma ve elektrik üretimi	Kullanılmakta
Katı atıklar	Yakma	Kullanılmakta
Güneş enerjisi	Isınma	Kullanılmakta
Jeotermal	Isınma/elektrik	Sınırlı kullanım
Hidrolik güç	Elektrik üretimi	Kullanımda
Rüzgar	Elektrik üretimi	Kullanımda ve gelişmekte
Hidrojen/yakıt hücreleri	Elektrik üretimi	Kullanımda ve gelişmekte
Solar fotovoltaik	Elektrik üretimi	Kullanımda ve gelişmekte
Gel-git	Elektrik üretimi	Sınırlı kullanım
Dalgalar	Elektrik üretimi	Gelişmekte
Solar termal	Buhar ve Elektrik üretimi	Sınırlı kullanımda fakat hızla gelişmekte

Yeryüzündeki YE kaynaklarının çekirdeğini oluşturan güneş enerjisi (GE) potansiyeli konusunda oldukça çarpıcı rakamlar söz konusu olup; yeryüzüne bir günde ulaşan güneş ışınımından tamamen yararlanılması durumunda, bugünkü global enerji ihtiyacının 8 yıllık miktarının karşılanacağı belirtilmektedir. Aynı kaynağa göre; yeryüzüne ulaşan güneş ışınım şiddeti, m² başına ortalama 1 kW olup; dünyanın bugünkü enerji ihtiyacının 2850 katı kadar bir potansiyel arz etmektedir. GE potansiyelini 200 kat ile Rüzgar Enerjisi (RE) ve 20 kat ile Biyokütle Enerjisi (BE) potansiyelleri izlemektedir (Şekil 1).

¹ <http://www.seia.org/>

² Dell ve Rand, 2004



Şekil 1. Mevcut global enerji ihtiyacının karşılanmasına yönelik dünyadaki YE potansiyeli seviyesi³.

Ancak günümüzdeki mevcut teknolojiler ile bu teorik potansiyelin ancak küçük bir kısmı teknik olarak kullanılabilir. Sadece bu teknik potansiyelin tamamının kullanılması halinde dahi; dünyanın global enerji ihtiyacının toplamda 5,8 katı kadar enerji, YE kaynaklarından elde edilebilmektedir (Çizelge 2). Bu teknik potansiyelin coğrafyalara ve en uygun teknoloji türlerine dağılımında ise (Çizelge 3); Jeotermal Enerji (JE) direkt ısıtma kaynaklı kullanılması koşuluyla toplamda ilk sırayı, Fotovoltaik (PV) Güneş Enerjisi ise toplamda ikinci sırayı almaktadır.

Çizelge 2. Mevcut teknolojilerle elde edilebilir YE kaynağı teknik potansiyeli⁴.

YE Enerji kaynağı	Teknik potansiyelin, mevcut global enerji ihtiyacının kaç katını karşılayabileceği
Güneş	3,8 kat
Jeotermal Isı	1 kat
Rüzgar	0,5 kat
Biyokütle	0,4 kat
Hidrokinamik Güç	0,15 kat
Okyanus Gücü	0,05 kat

³ Energy [r]evolution, A SUSTAINABLE TURKEY ENERGY OUTLOOK, 2009

⁴ THE SUPPORT OF ELECTRICITY FROM RENEWABLE ENERGY SOURCES', EUROPEAN COMMISSION, 2005



Çizelge 3. Mevcut teknolojilerle elde edilebilir YE kaynağı potansiyelinin dünyadaki coğrafya ve ülkelere dağılımı

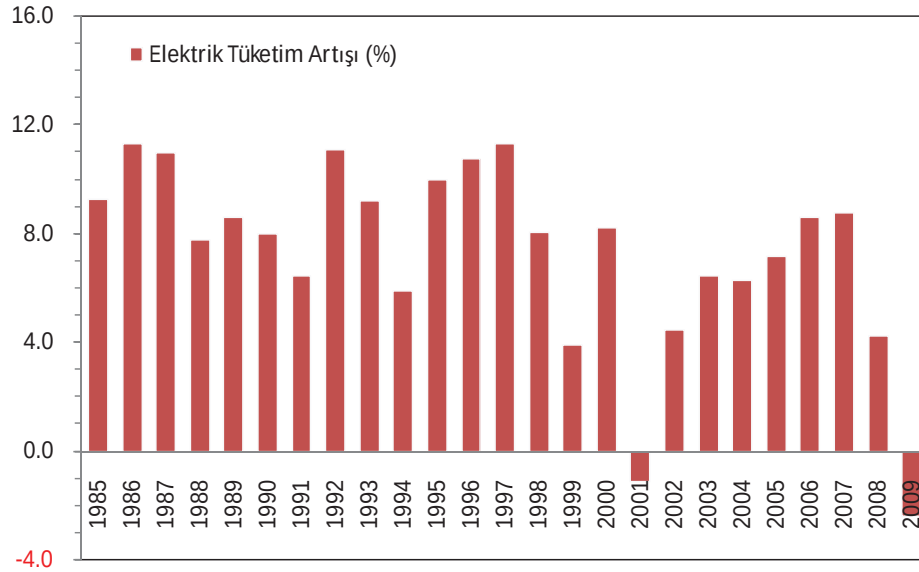
	Solar CSP	Solar PV	Hidro Güç	Rüzgar (Sahil)	Rüzgar (Kara)	Okya-nus	Jeo-termal elk.	Jeo-termal ısıtma	Güneş su ısıtma	Toplam
	Elektrik (EJ/yıl)							Isıtma (EJ/yıl)		(EJ/yıl)
OECD Kuzey Amerika	21	72	4	156	2	68	5	626	23	976
Latin Amerika	59	131	13	40	5	32	11	836	12	1.139
OECD Avrupa	1	13	2	16	5	20	2	203	23	284
OECD dışı Avrupa	25	120	5	67	4	27	6	667	6	926
Afrika ve Orta Doğu	679	863	9	33	1	19	5	1.217	12	2.838
Doğu ve Güney Asya	22	254	14	10	3	103	12	1.080	45	1.543
Okyanusya Ülkeleri	187	239	1	57	3	51	4	328	2	873
Dünya Geneli	992	1.693	47	379	22	321	45	4.955	123	8.578



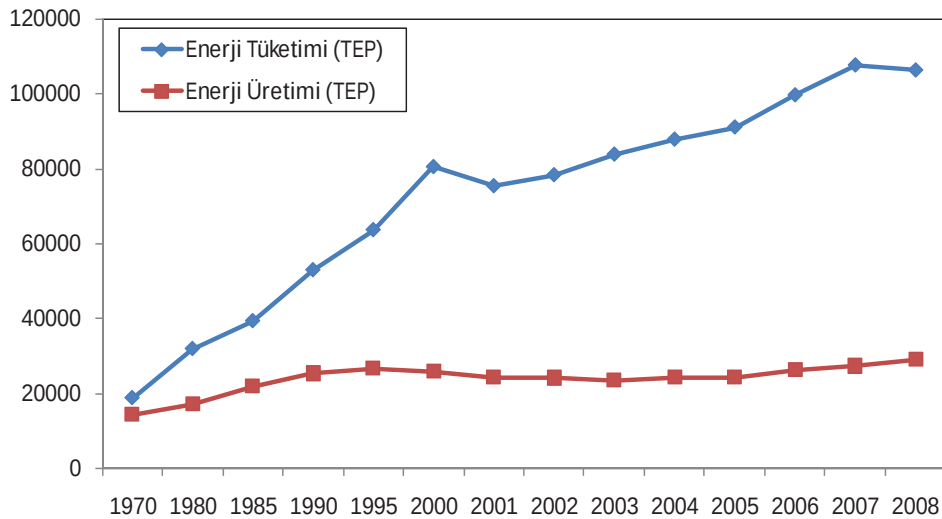
YE ve Türkiye

Türkiye’de enerji tüketimi hızla artmakta olup, 2002-2008 yılları arasında primer enerji ve elektrik talebindeki artışlar sırasıyla %36 ve %49 seviyesine yükselmiştir. 2001 yılındaki deprem felaketi ve 2008 yılının son çeyreğinden itibaren yaşanan ekonomik kriz nedeniyle, enerji talebinde bu yıllara yönelik bir azalma görülmekle birlikte (Şekil 2a); primer enerji üretimi 1990 yılından itibaren neredeyse sabit bir seyir izlemiş dolayısıyla tüketim-üretim arasındaki makas giderek büyümüştür (Şekil 2b).

(a)



(b)



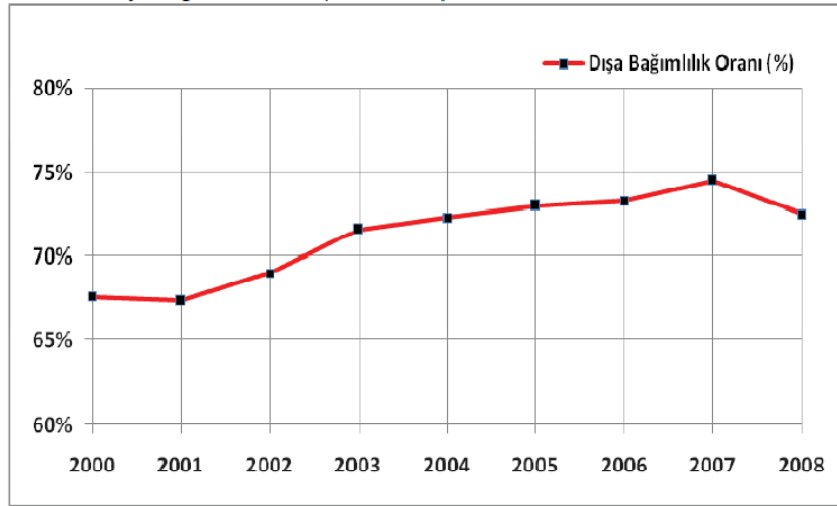
Şekil 2. Türkiye’deki enerji görünümü⁵; (a) elektrik tüketimindeki yıllar bazında artış, (b) enerji tüketim-üretim miktarlarının yıllar bazında değişimi

⁵ O. Türkyılmaz, ‘Türkiye’nin Enerji Görünümü’, Makina Mühendisleri Oda Raporu, Mart 2010.

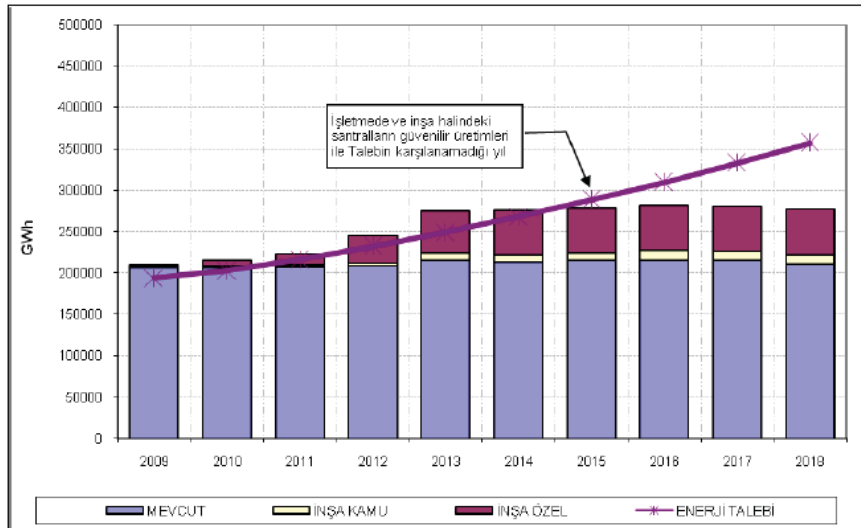


Bu durum enerjide dışa bağımlılık gibi enerji arz güvenliğini tehdit eden önemli bir sorunu çözümsüz hale getirdiği gibi (Şekil 3a); gelecek yıllarda enerji talebinin (işletmedeki santrallere ek olarak, inşa halinde ve proje safhasındaki santraller devreye girse dahi) karşılanamama riskini oluşturmuştur (Şekil 3b). Ülkemizin enerji üretiminde ithal bağımlılığı 2009 yılında %73 seviyelerine ulaşırken; yüksek enerji talebinin karşılanamama riski; güvenilir üretimler bazında hazırlanan Senaryo'ya göre⁶, 5 yıl sonrası (2015 yılı) için bile söz konusudur.

(a)



(b)



Şekil 3. Türkiye’de (a) enerjideki dışa bağımlılığın yıllara göre dağılımı; (b) 2009-2018 yılları arası enerji talebi karşılama projeksiyonu.

Diğer taraftan; ana enerji arzındaki yenilenebilir enerji payı 1990’da % 18’den, 2007’de % 9’a düşmüştür. Enerji talebinin dışa bağımlı olmadan karşılanması açısından; yerli kaynaklarımızın tamamının, yenilenebilir enerji kaynaklarının ise azami ölçüde kullanılması ve enerji arzında çeşitlendirmenin

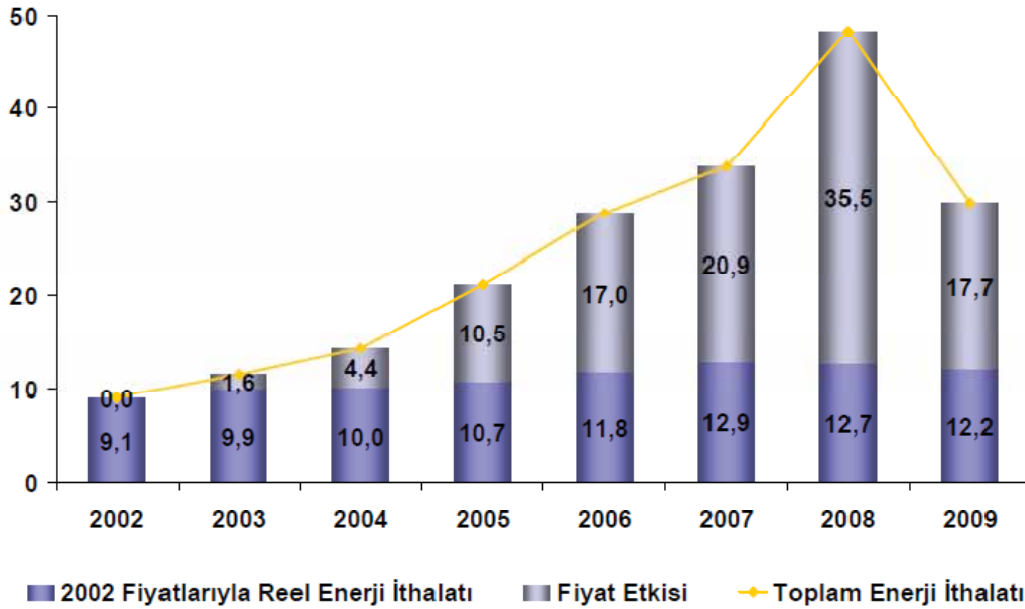
⁶ Türkiye Elektrik Enerjisi 10 yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu, 2009-2018, TEİAŞ



artırılması gerekmektedir. Bu doğrultuda; yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin kullanımı Türkiye için oldukça önemlidir⁷.

Kullanım ve potansiyel seviyeleri hakkında farklı öngörüler olmakla beraber; Dünya Bankası tarafından finanse edilen “Yenilenebilir Enerji Projesi” Değerlendirme Dokümanına göre⁷ “Türkiye’nin zengin yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip olduğu” kabul edilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarındaki ilk yatırım maliyetinin yüksekliği; yıllardır ülkemizde bu alanlardaki atılımın önünde en büyük engel olarak durmaktadır. Ancak; Türkiye’nin ithal ettiği enerjiye harcadığı döviz miktarı da her geçen yıl ulusal bütçeye önemli yükler getirmektedir. Örneğin sadece petrol bazlı fiyatlardaki artıştan dolayı Türkiye’nin 2002-2009 yılları arasında ödediği ek döviz miktarı 107.6 Milyar doları bulmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Enerji fiyatlarının ithal edilen enerji maliyetlerine etkisi⁸.

KUTU 2: Türkiye sadece güneş enerjisi potansiyelini etkin kullanarak enerji sorununun çözümünde önemli aşamalar kaydedebilir.

EİE verilerine⁹ göre Türkiye'nin toplam yıllık ortalama güneşlenme süresi 2.640 saat, ortalama toplam ışıınım şiddeti metrekarede 1,311 kWh/yıl'dır. Bu miktarın tamamından yararlanılması halinde, Türkiye'nin yıllık 190 milyar kWh'lik elektrik tüketimini karşılamak için sadece 144 km²'lik bir alan yeterli olmaktadır. Bu alanın büyüklüğü 12 km x 12 km olarak, Türkiye'nin yüzölçümünün 5000'de 1'inden daha azdır. Teorik düzeyde de olsa, bu çarpıcı rakamlardan, ülkemizin enerji sorununu çözmede güneş enerjisi teknolojilerinin ve uygulamalarının ne denli önemli olduğu anlaşılmaktadır.

⁷ Improving Medium Term Security of Electricity Supply in Turkey, August 2007; World Bank

⁸ Hazine Müsteşarlığı, Eylül 2010

⁹ <http://repa.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>



Çizelge 3'te OECD Avrupa ülkeleri içerisinde gösterilen ülkemizde potansiyel arz eden başlıca yenilenebilir enerji kaynakları: hidro, biyokütle, rüzgar, biyogaz, jeotermal ve güneş enerjisidir. Türkiye'de hidrolik enerji dahil, yenilenebilir enerjilerin enerji üretimindeki payı, kömürden sonra 2. sırayı almaktadır. Türkiye'nin yerli kaynaklarından elektrik üretilebilecek potansiyeli 432 milyar kilovat saat olup, 350 milyar kilovat saati hali hazırda kullanılmamaktadır. Türkiye'nin enerji kaynaklarına bakıldığında, en büyük doğal enerji potansiyelini, yenilenebilir enerjilerin oluşturduğu dikkat çekmektedir.

Türkiye'nin tespit edilmiş olan ekonomik hidro enerji potansiyeli 130 milyar kWh/yıl olup; bu potansiyelin yüzde 35'i işletim aşamasında, yüzde 9'u inşaat aşamasında, geri kalan yüzde 56'sı ise proje seviyesindedir.

Türkiye'nin; tarım, orman, hayvan, organik şehir atıklarından oluşan biyokütle potansiyeli 16.92 milyon Ton Eşdeğer Petrol (TEP) olarak hesaplanmıştır. Ancak yararlanma oranı henüz istenilen seviyede değildir; örneğin 2001 yılında kullanılan biyokütle enerjisi sadece 6.98 milyon TEP düzeyindedir^{10,11}. Ülkemizde ciddi biyogaz ve biyoyakıt potansiyeli de değerlendirmeyi beklemektedir. Çöp gazına dayalı lisans alan ve yapımı süren santrallerin kurulu gücü 14.6 MW, biyogaz ve biyokütle santrallerinin kurulu gücü ise 20.1 MW seviyesindedir¹².

48.000 MW'lık rüzgara dayalı elektrik üretim kapasitesinin, işletmede olan bölümünün 738 MW, inşa halindeki bölümünün ise 1.000 MW olduğu belirtilmektedir. Lisans verilen bütün projelerin toplamının 3.386MW, başvurusu uygun bulunan projelerin ise 851 MW olduğu göz önüne alındığında, 48.000 MW'lık kapasitenin % 88,8'inin de değerlendirmeyi beklediği görülmektedir..

Türkiye'nin brüt güneş enerjisi potansiyeli 87,5 milyon TEP olarak belirtilmektedir. Bunun 26,5 milyon TEP'i ısı üretimine, 8,75 milyon TEP'i ise elektrik enerji üretimine elverişli miktarlar olarak belirtilmektedir. Ancak ETKB verilerine göre Güneş enerjisi kullanımı 2007 de 420 bin tep iken 2008 de 418 bin tep olmuştur. 2008 deki 28,3 milyon TEP yerli kaynak üretimimiz içinde % 1,5'in altında pay almıştır. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) ise; güneşten elektrik üretim potansiyelinin 380 milyar kWh/yıl olduğunu ortaya koymaktadır.

Türkiye'nin brüt teorik jeotermal ısı potansiyeli 31.500 MW- olarak belirlenmiştir. 2005 yılı sonu itibariyle MTA tarafından yapılan jeotermal sondaj değerlendirmelerine göre muhtemel potansiyelin 2924 MW' ı görünür potansiyel olarak kesinleşmiştir. Türkiye'deki doğal sıcak su çıkışlarının 600 MW olan potansiyeli de bu rakama dahil edildiğinde toplam görünür jeotermal potansiyelimiz 3.524MW'a ulaşmaktadır. Ülkemizdeki jeotermal kaynakların % 95'i ısıtmaya uygun sıcaklıkta olup (400°C'nin üzerinde toplam 140 adet jeotermal alan) çoğunlukla Batı, Kuzeybatı ve Orta Anadolu'da bulunmaktadır. Halihazırdaki kapasitesi 500 MW olarak hesap edilen, yeni sondajlarla 2.000 MW'ye çıkması beklenen jeotermale dayalı elektrik üretim kapasitesine karşılık lisans alan yatırımların kurulu gücü yalnızca 94,4 MW'dir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre, 2006 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen toplam enerji miktarı 5 milyon 383 bin TEP olarak gerçekleşmiştir. Hidroelektrik ve jeotermal kaynaklardan elektrik olarak toplam 3 milyon 886 TEP, biyoyakıttan 2 bin TEP, rüzgardan 11 bin TEP, jeotermal kaynaklardan ısı olarak 1 milyon 81 bin TEP ve güneşten ısı olarak 403 bin TEP enerji elde edilmiştir. Aynı yıl içerisinde Türkiye'nin toplam enerji tüketiminin yaklaşık 100 milyon TEP olduğu göz önüne alındığında; hidro enerji hariç; tüm yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretilen enerji %1.5 gibi çok düşük bir seviyede kalmıştır.

¹⁰ <http://www.enerji.gov.tr>.

¹¹ Kaya D. 2006.

¹² Türkyılmaz O., 2009



YE, GAP ve TRC-2 Bölgesi İlleri

Temel hedefi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yaşayan nüfusun gelir düzeyi ve hayat standardını yükselterek, bu bölge ile ülkenin diğer bölgeleri arasındaki gelişmişlik farkını ortadan kaldırmak, kırsal alandaki verimliliği ve istihdam imkanlarını artırarak, sosyal istikrar, ekonomik büyüme gibi milli kalkınma hedeflerine katkıda bulunmak olan Güneydoğu Anadolu Projesi'nin kısaltması olan GAP sözcüğü, günümüzde bölge ismi ile özdeş olarak kullanılmaktadır. Bu doğrultuda GAP Bölgesi; Fırat ve Dicle nehirlerinin oluşturduğu havzada olan ve tarihte Yukarı Mezopotamya olarak bilinen ovalarda yer alan, ikisi TRC-2 illeri olan Şanlıurfa ve Diyarbakır olmak üzere (Adıyaman, Batman, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şırnak illeriyle birlikte) toplam 9 ili kapsamaktadır¹³.

TRC-2 Bölgesi illeri; hali hazırda yenilenebilir enerjideki çeşitlilik ve zengin potansiyeli ile dünyada sayılı şanslı bölgelerden biridir. Örneğin, hâli hazırdaki üretim tesisleri ve mevcut potansiyeli ile Türkiye'nin hidro enerjideki en önemli ve ağırlıklı bölgesidir. Güneş enerjisi ise bu bölgenin ve dolayısıyla Türk enerji sektörünün yükselen değeri olmaya adaydır. Tarımsal atıklar ve hayvancılık potansiyeli (örneğin Ceylanpınar) düşünüldüğünde biyokütlelin modern yöntemlerle enerji açısından kullanımında da öncü olabilecek önemli bir değere sahiptir. Ege bölgesi ile kıyaslanacak seviyede olmasa bile, bölgenin bazı yüksek alanları için (örneğin Siverek) rüzgâr enerjisinden ve bazı jeolojik alanları (örneğin Karaali ve Çermik) için jeotermal enerjiden bahsedilebilmektedir. Ancak bugüne kadar Bölge'nin potansiyeli etkin bir şekilde kullanılamamıştır.

Anahtar Not-1: YE kaynaklarının etkin kullanımı, Bölge'nin kalkınması ve rekabetçiliği açısından hayati bir öneme sahiptir.

a) GAP ve TRC-2 Bölgesi sosyal ve ekonomik açıdan Türkiye'nin en sıkıntılı bölgelerinden birisidir. DPT tarafından yayımlanmış olan sosyo ekonomik gelişmişlik endeksine göre (Çizelge 4); bölge en az gelişmiş ikinci bölgedir. YE potansiyelinin yüksekliği; bölgede gelişmişlik düzeyini arttırmak için önemli bir fırsat arz etmektedir.

Çizelge 4. GAP ve TRC-2 Bölgesi İllerinin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Düzeyleri¹⁴

	Genel		Sanayi		Sağlık		Eğitim	
	İndeks Değeri	Sıra	İndeks Değeri	Sıra	İndeks Değeri	Sıra	İndeks Değeri	Sıra
Adıyaman	-0,77647	65	-0,58467	60	-0,86615	66	-0,60197	66
Batman	-0,90456	70	-0,60612	62	-1,42375	77	-1,46186	72
Diyarbakır	-0,66993	63	-0,52514	53	-0,68696	61	-1,50337	73
Gaziantep	0,46175	20	1,06361	7	-0,00510	37	-0,25099	53
Kilis	-0,41175	54	-0,63076	64	-0,65089	60	-0,15697	49
Mardin	-0,98944	72	-0,71096	68	-1,11637	71	-1,58331	74
Siirt	-1,00644	73	-0,72349	69	-0,99157	69	-1,60835	75
Şanlıurfa	-0,83158	68	-0,54881	58	-0,76661	63	-2,10995	78
Şırnak	-1,13979	78	-0,81602	80	-1,34016	76	-2,32063	81

b) GAP Bölgesi'ndeki işgücüne katılım oranları; Türkiye'nin diğer bölgelerine oranla oldukça düşüktür. TÜİK tarafından yapılmış olan Hane Halkı İşgücü Anketi (2006) sonuçlarına göre Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kadınların işgücüne katılım oranları %6,5'tir (Çizelge 5). Bölge nüfusu Türkiye nüfusunun

¹³ <http://www.gap.gov.tr/>

¹⁴ www.dpt.gov.tr/bggy/seg/iller2003.html



yaklaşık %10'u olmasına rağmen, bölgesel GSYİH geleneksel olarak ulusal GSYİH'nın %6 ila %7'sini oluşturmuştur. Dolayısıyla, Bölge'de kişi başına düşen gelir, Türkiye'nin diğer bölgelerinin birçoğuna kıyasla düşüktür. Bölge'deki üretimin büyük bir kısmı değer zincirlerinin düşük katma değerli kısımlarına yoğunlaşmıştır. YE sektörü bölgedeki tarım, tekstil, turizm gibi yoğun diğer sektörlerle entegre edilerek katma değeri yüksek ürünler için bir fırsat olacaktır.

Çizelge 5. İstatistikî Bölgesel İşgücü Durumu (Bin kişi, 15 yaş üstü, %) ¹⁵

	Toplam (%)			Kadın (%)			Erkek (%)		
	L	U	E	L	U	E	L	U	E
Toplam	48,0	9,9	43,2	24,9	10,3	22,3	71,5	9,7	64,5
İstanbul	48,0	11,2	42,6	21,8	13,9	18,7	73,2	10,5	65,5
Batı Marmara	53,0	7,1	49,2	31,1	9,2	28,3	74,9	6,2	70,3
Ege	48,8	8,8	44,5	26,6	9,4	24,1	71,2	8,6	65,1
Doğu Marmara	49,6	9,0	45,2	26,1	11,2	23,1	72,7	8,2	66,7
Batı Anadolu	45,2	11,6	40,0	20,7	17,0	17,2	70,1	9,9	63,1
Akdeniz	50,1	12,0	44,1	27,5	12,8	24,0	73,2	11,7	64,7
Orta Anadolu	43,1	10,9	38,4	19,0	12,4	16,7	68,6	10,5	61,5
Batı Karadeniz	54,2	6,1	50,9	36,5	5,2	34,6	73,4	6,7	68,5
Doğu Karadeniz	62,3	5,7	58,7	50,1	5,0	47,6	74,8	6,2	70,1
Kuzeydoğu Anadolu	49,8	5,3	47,2	28,0	2,4	27,3	73,4	6,5	68,6
Ortadoğu Anadolu	42,8	11,3	38,0	20,4	8,4	18,7	67,8	12,3	59,4
GAP Bölgesi	34,5	14,0	29,6	6,5	8,4	5,9	63,9	14,6	54,5

L: İşgücü Katılım Oranı U: İşsizlik Oranı E: İstihdam Oranı

c) GAP Bölgesi; özellikle TRC-2 illeri elektrik kullanımında Kayıp/Kaçak oran ve miktarları bazında Türkiye'deki iller içerisinde ilk sıralarda yer almaktadır (Çizelge 6). Kayıp/Kaçak oranlarındaki yüksekliğin temel nedenleri arasında yüksek gerilim hatlarındaki teknik kayıplar yanında, bölgede sulama sektöründeki aşırı enerji tüketiminin getirdiği yasal olmayan kullanımlar da söz konusudur (Çizelge 7). Özellikle, sulama dahil diğer sektörlerle yönelik, dağıtık/bağımsız YE sistemlerinin geliştirilmesi bu sorunu büyük ölçüde önleyebilecektir.

Çizelge 6. Kayıp/Kaçak oran ve miktarları en yüksek iller sıralaması (2008 yılı) ¹⁶

Kayıp/Kaçak Oranına (%) göre sıralama			Kayıp/Kaçak Miktarına (MWh) göre sıralama	
1	MARDİN	72,7	ŞANLIURFA	3.005.119
2	ŞIRNAK	70,9	DİYARBAKIR	2.364.819
3	BATMAN	66,5	İSTANBUL AVR.Y.	2.334.909
4	DİYARBAKIR	65,4	MARDİN	2.281.334
5	HAKKARİ	64,4	İSTANBUL ANAD.Y.	818.564
6	ŞANLIURFA	58,8	ANKARA	785.648
7	VAN	57,2	İZMİR	782.901
8	AĞRI	55,5	BATMAN	773.666
9	MUŞ	53,0	VAN	771.841
10	BİTLİS	44,7	ŞIRNAK	748.423

¹⁵ http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=25&ust_id=8

¹⁶ tedas.gov.tr

**Çizelge 7.** TRC-2 Bölgesi İllerinde net elektrik tüketiminin sektörlere dağılımı (2008 yılı)¹⁶

	Şanlıurfa		Diyarbakır	
	Net Tüketim (MWh)	Abone Sayısı	Net Tüketim (MWh)	Abone Sayısı
Konut	636.850	263.121	452.228	290.444
Ticari	188.481	37.835	159.738	40.729
Kamu	72.548	1.850	170.494	1.054
Endüstri	375.808	342	179.035	1.445
Sulama	485.048	7.322	81.888	2.066
Aydınlatma	59.135	774	31.395	1.585
Diğer	291.869	5.461	174.067	9.227
Toplam	2.109.739	316.705	1.248.844	346.550

Anahtar not sonu

GAP ve TRC-2 Bölgesi İlleri için YE Fırsat ve Vizyonu

GAP'ın bölgesel üstünlüğü, çevresel ve sosyal açıdan sürdürülebilir ve temiz teknolojiye dayalı büyüme için, dünya genelinde gelişmekte olan ekonomiler arasında ilk deneme sahası olma etmenine bağlı olarak mümkün olacaktır. Geçmişin altyapı ve sosyal yatırımlarını "temiz teknoloji" bir yaklaşımla harmanlayan bölge küresel piyasalarda bölgesel farklılık sağlamak için gereken bütün unsurlara sahiptir. Mevcut strateji GAP Projesi'nin en büyük başarısı olan hidroelektrik enerjisini ön plana çıkaramamaktadır, ancak bu başarı yeni stratejinin önemli kilometre taşlarından biri konumundadır. Bölge, yerel enerji tüketimi içerisinde en yüksek yenilenebilir enerji oranına sahip bölge olma yolunda zaten önemli mesafe kat etmiştir ve mevcut varlığın güneş, rüzgar ve biyogaz alanındaki yatırımları teşvik edecek uygun politikalarla desteklenmesiyle bu hedef tamamen gerçekleştirilebilecektir. **GAP Bölgesinin gerek coğrafi gerekse demografik yapı olarak merkezinde bulunan TRC-2 illeri Diyarbakır ve Şanlıurfa; bu vizyonda lokomotif görevi üstlenebilecektir.**

Tüm dünyada insanlar, iş yerleri ve hükümetler ulaştırma, elektrik üretimi, içme, ve sulama suları, genel anlamıyla üretim ve inşaat ve sanayii süreçlerinde yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarının kullanımına yönelmektedir. Bilgisayar, internet ve biyoteknoloji devrimlerinin ardından gelen 'yeşil devrim' refah ortamının yaratılması, büyüme, kariyer geliştirme ve bir dizi küresel soruna karşı yenilikçi çözümlerin sunulması çerçevesinde yeni dünya düzeni olacaktır. Temiz teknoloji, yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir politikalar, günümüz dünyası açısından oldukça önemlidir. Temiz enerji maliyetleri azalırken fosil yakıtlar giderek pahalılaşmakta, Hindistan, Çin ve Türkiye gibi kalkınmakta olan ülkelerin güneş, rüzgar ve biyoyakıt gibi yenilenebilir enerji kaynaklarındaki geleceği fark ederek bu alanlara yönelmesiyle birlikte temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına milyarlarca dolar, yen ve yuan tutarında yatırım gerçekleştirilmektedir.

Avrupa, ABD ve Japonya'da da şehir, bölge ve eyaletler arasında temiz enerji alanında önder olabilmek adına devrim niteliğinde bir rekabet sürmektedir. İyi ücretli iş ve yenilikçi, etkili ve rekabetçi sanayii arayışından kaynaklanan bu rekabet neticesinde Abu Dabi, San Francisco, Bangalore ve Tokyo gibi farklı bölgelerde ileriye düşünen hükümetler yasal ve mali desteklerini kirliliğe neden olan eski teknolojilerden



çekerek daha iyi iş olanakları, daha temiz bir çevre olanakları sunan ve tarafları ekonomik açıdan daha rekabetçi bir ortamda karşılaştıran yeni teknolojilere kaydırmaktadır. Dünya çapında pek çok ulusal ve bölgesel yönetim, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı girişimleri desteklemektedir. Yaşanmakta olan küresel geçiş döneminde temiz enerji teknolojisine ayak uydurabilen bölgelerin diğer bölgeler karşısında liderlik ve rekabet edebilme fırsatları daha fazla olacaktır. Türkiye de temiz enerjilerin teşvik edildiği, desteklendiği veya doğrudan mali kaynak aktarıldığı ulusal politikaların geliştirildiği ülkeler arasındadır.

GAP Bölgesi'ndeki yüksek seviyeli mevcut hidroelektrik üretiminin yanı sıra güneş, rüzgar, jeotermal ve su enerjilerinden yararlanma kapasitesiyle GAP Bölgesi Türkiye'nin temiz enerji alanında lider bölgesi ve bu anlamda yenilenebilir enerji kaynakları ve temiz enerji yaklaşımlarının test edilerek hayat geçirilebileceği bir pilot bölge olabilir. Geleceğin GAP Bölgesi, yenilenebilir teknolojilerin test edilerek uygulanmasına olanak tanıyan, yenilenebilir enerji üzerine kurulu, ürünlerin yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretildiği bir bölge halini alacaktır. Bölge'de yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir ürünlerinin denemelerini kalkınmakta olan bir ortamda gerçekleştirmek isteyen firma, STK ve teknoloji merkezleri etkin biçimde istihdam edilecektir. Uluslararası üniversiteler ve uygulamalı araştırma merkezleriyle stratejik ortaklıklar geliştirilerek bölgenin teknik imkan ve kabiliyetleri had safhaya ulaşacaktır. Yüksek oranlarda mevcut su ve güneş enerjisinin etkin biçimde kullanılması neticesinde Bölge, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla yaşatılan bir bölge olması özelliğiyle dünya lideri konumuna yükselecektir.

GAP Bölgesi, ürünlerinin büyük oranda yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi neticesinde dünya pazarlarında da ayrı bir yer edinecektir. Üretimini % 70-80'e varan oranlarda yenilenebilir enerji kaynaklarıyla gerçekleştiren tekstil, konfeksiyon, gıda ve diğer alanlarda üretim yapan sanayi dallarının bir arada bulunduğu ve müşterilerine, çevreye ve insan sağlığına duyarlı ürünler sunan firmaların yer aldığı bir bölge haline gelebilecektir. Benzer şekilde, "Sürdürülebilir Medeniyetler Beşiği" tarzında oluşturulmuş turizm paketleri seçici ve yüksek değer gözetken turizm pazarlarına pazarlanarak sadece Bölge'deki tarihi ve kültürel değerler değil, yenilenebilir ve karbon atık oluşturmeyen çevre dostu otellerin de pazarlaması yapılabilecektir. Gelen ziyaretçilerin tamamen yenilenebilir enerjiyle çalışan araçlarla Bölge'yi gezmesi mümkün olabilecek ve çevreye karşı duyarlılığını sürdürmek isteyen turistler için Bölge daha da çekici olacaktır. Benzer şekilde, organik olarak üretilmiş giysi, halı, yiyecek ve diğer ürünlerin de piyasadaki yeri daha farklı olacaktır. Bu sayede Bölge markalaşacak, büyüyecek ve organik gıda üretimini dünyanın en önde gelen pazarlarına ulaştıracaktır. Gelecekteki GAP, yenilenebilir enerji kaynakları ile çalışan teknoloji merkezleri, laboratuvarlar ve buna bağlı yenilenebilir enerji ürünleri ve yenilikçi çalışmaların hayata geçirildiği bir çekim alanı olabilecektir.

Özetle GAP Bölgesi, TRC-2 illerinin önderliğinde; gelecekte yenilenebilir enerji kaynakları etrafında yüksek teknolojiye sahip sürdürülebilir sanayi oluşumunu gerçekleştirmiş, bilgi teknolojileri, lojistik, çağrı merkezleri ve diğer ileri hizmetleri sunan, AB-Türkiye arasında güçlü ortaklıklara imza atan ve turizm açısından da benzersiz imkan ve kabiliyetlerini hayata geçirebilmiş bir Bölge olacaktır.

2020 yılına gelindiğinde temiz ve yenilenebilir enerji sektöründe yılda birkaç bin kişinin istihdam edildiği bir bölge haline gelebileceği öngörülmekte ancak bu öngörünün gerçekleşmesi için ulusal enerji politikaları ile entegre olabilen bir yol haritası çizilmesi gerekmektedir.

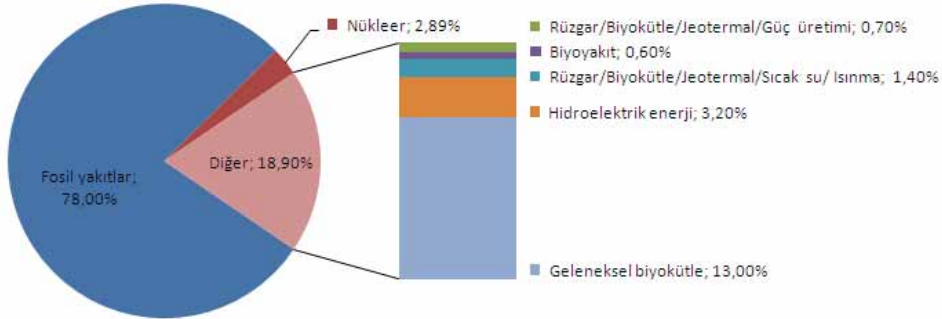
YENİLENEBİLİR ENERJİ SEKTÖRÜ

2

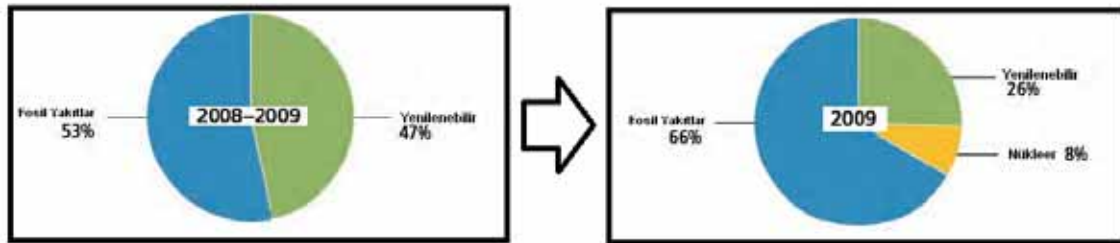
Global Pazar

Son yıllarda sektörel trendlerin büyük çoğunluğu klasik ve tükenbilir enerji kaynaklarından (kömür, gaz, petrol ve nükleer dahil); alternatif ve yenilenebilir enerjiye (rüzgar, güneş, mini-hidro, jeotermal ve biyokütle dahil) geçiş yönündedir (Son üç yıllık göstergeler için, Bknz: Çizelge 1). 2010 yılında netleşen veriler¹, Yenilenebilir Enerji (YE) sektörünün önemli bir dönüm noktasında olduğunu çok net olarak göstermiştir. Günümüzde global enerji tüketiminin yaklaşık %19'luk kısmı (Şekil 1a); kurulu güç kapasitesinin ise yaklaşık %26'lık kısmı YE teknolojilerini içermektedir. 2008-2009 yılları arasında YE güç kaynaklarına yapılan yatırım, tüm enerji kaynaklarına yapılan yatırımın neredeyse yarısını teşkil etmiştir (Şekil 1b).

(a)



(b)



Şekil 1. (a) Mevcut global enerji tüketiminde YE payı¹, (b) Mevcut kurulu güçte YE payı¹.

¹ RENEWABLES 2010, GLOBAL STATUS REPORT

**Çizelge 1. YE Sektörünün Gelişimine Yönelik Son Üç Yıllık Göstergeler¹**

Seçilen gösterge	2007	2008	2009
Yenilenebilir enerji yatırımı (yıllık)	104	130	150 Milyar Dolar
Yenilenebilir güç kapasitesi (10MW ve altı HES'ler)	210	250	305 GW
Yenilenebilir güç kapasitesi (tüm HES'ler)	1.085	1150	1.230 GW
Hidroelektrik enerji kapasitesi (var olan, tüm boyutlar)	920	950	980 GW
Rüzgar enerjisi kapasitesi (mevcut)	94	121	159 GW
Fotovoltaik kapasite, şebekeye bağlı (mevcut)	7,6	13,5	21 GW
Fotovoltaik üretim (yıllık)	3,7	6,9	10,7 GW
Güneş sıcak su üretimi (mevcut)	125	149	180 GWth
Etanol üretimi (yıllık)	53	69	76 milyar litre
Biyodizel üretimi (yıllık)	10	15	17 milyar litre
Politik hedefi/taahhütü olan ülkeler	68	75	85
Feed-in tarifesini olan eyaletler/iller/ülkeler	51	64	75
RPS politikaları olan eyaletler/iller/ülkeler	50	55	56
Biyoyakıt talimatları olan eyaletler/iller/ülkeler	53	55	65

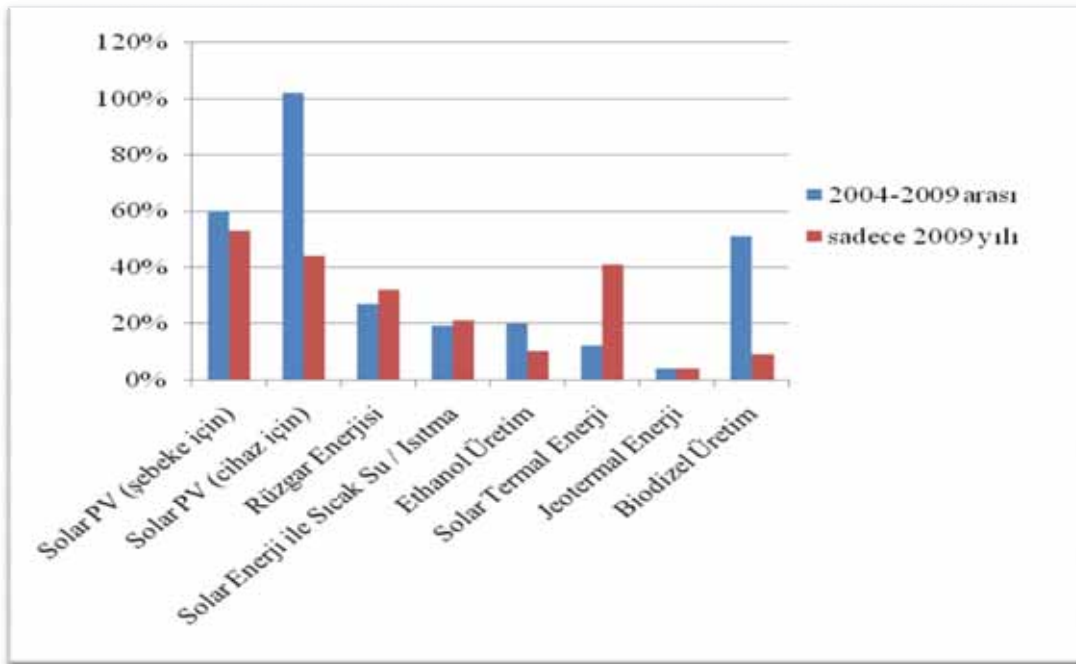
Global YE pazarında son yıllarda yaygınlaşan diğer bir trend; gelişmekte olan ülkelerde, sektörün bir fırsat olarak kullanılmasıdır. Gelişmekte olan ülkelerdeki YE güç kapasitesi, dünya toplamının neredeyse yarısı kadardır. Farklı YE teknolojilerinde dünyada lider ülkelerde / coğrafyalarda son yıllarda önemli değişiklikler olmaktadır. YE sektörünün farklı alanlarında dünyada ilk beş sırada gelen ülkeler ve sahip olunan göstergeler sürekli değişmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. YE Sektörünün Farklı Alanlarında Lider Konumundaki Beş Ülke/Coğrafya¹

Sadece 2009 yılındaki miktarlar					
Yeni kapasite yatırımı	Almanya	Çin	ABD	İtalya	İspanya
Eklenen rüzgar enerjisi gücü	Çin	ABD	İspanya	Almanya	Hindistan
Eklenen Fotovoltaik (PV) güç (şebekeye bağlı)	Almanya	İtalya	Japonya	ABD	Çek Cumhuriyeti
Eklenen güneş sıcak su kapasitesi	Çin	Almanya	Türkiye	Brezilya	Hindistan
Etanol üretimi	ABD	Brezilya	Çin	Kanada	Fransa
Biyodizel üretimi	Fransa	Almanya	ABD	Brezilya	Arjantin
2009 sonundaki mevcut kapasite					
Yenilenebilir güç kapasitesi (10 MW ve altı)	Çin	ABD	Almanya	İspanya	Hindistan
Yenilenebilir güç kapasitesi (tüm HES'ler)	Çin	ABD	Kanada	Brezilya	Japonya
Rüzgar enerjisi	ABD	Çin	Almanya	İspanya	Hindistan
Biyokütle gücü	ABD	Brezilya	Almanya	Çin	İsveç
Jeotermal güç	ABD	Filipinler	Endonezya	Meksika	İtalya
Fotovoltaik (PV) (şebekeye bağlı)	Almanya	İspanya	Japonya	ABD	İtalya
Güneş sıcak su	Çin	Türkiye	Almanya	Japonya	Yunanistan



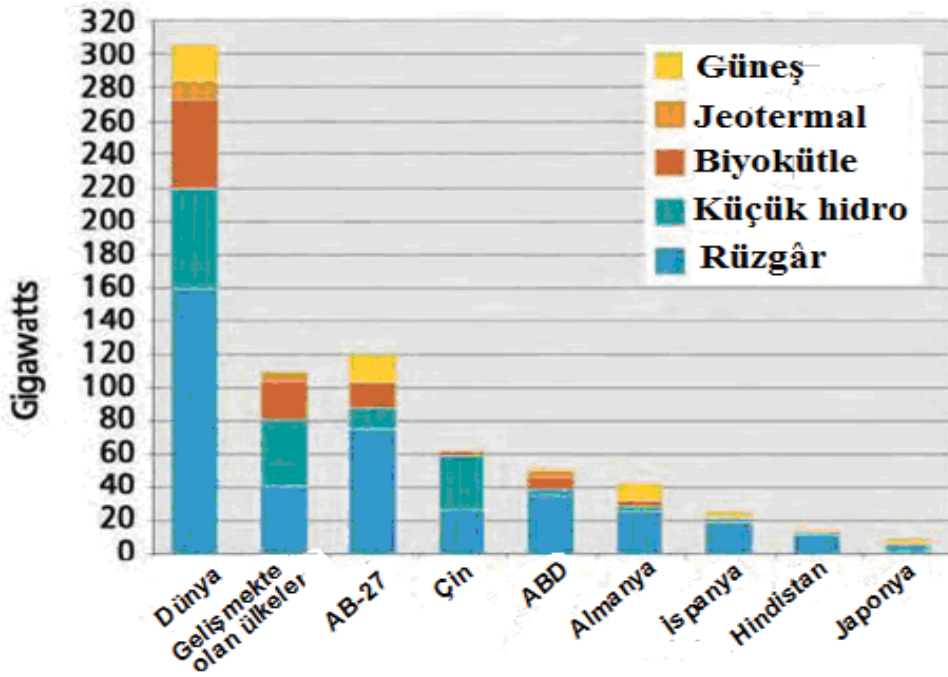
Son beş yılın verilerine göre (2004-2009 arası); global YE kapasitesi; bu alandaki teknoloji türüne bağlı olarak, yılda ortalama %10-%60 aralığında artmaktadır. Bu artış hızı son yıllarda oldukça çarpıcı düzeye ulaşmıştır. Örneğin Rüzgar Enerjisi (RE); 2009 yılında son dört yıla kıyasla çok daha hızlı artarak; tüm YE teknolojileri içinde en fazla kurulu güç ilavesi yapılan teknoloji olmuştur. Bunun yanında şebekeye bağlı fotovoltaik teknoloji ise son beş yılda ortalama %60 artış gösteren lider teknolojilerden biri olmuştur. Kurulu güç kapasitesi bazında toplamda düşük bir miktar teşkil etmekle birlikte; yıllık artış oranı bazında %102 artış gösteren direkt kullanım amaçlı PV teknolojisi ise, en fazla dikkat çeken teknolojilerden biri olmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. YE teknolojilerinin kullanımında son beş yıldaki ortalama artışın, 2009 yılı artışı ile kıyaslanması.¹

YE kullanımı; temel olarak dört önemli sektörde, klasik enerji kaynaklarının yerini hızla almaktadır. Bu sektörler sırasıyla; güç üretim santralleri, ısıtma-soğutma uygulamaları, taşıma araçlarında yakıt (biyo-yakıt) kullanımı ve dağıtık (şebekeden bağımsız) güç üretimi, şeklinde sınıflandırılmaktadır. Güç üretim amaçlı santrallerde kullanılan YE teknolojileri; güneş, rüzgar, mini-hidro, biyokütle ve jeotermal kaynaklı enerjileri çoğunlukla tek başına, bazen de birleşik (hibrid) olarak kullanılmaktadır.

2009 yılı itibarıyla, kurulu YE güç santralleri kapasitesi (büyük ölçekli hidroelektrik santraller dahil olmak üzere); 1.230 GW seviyesine ulaşmıştır. 2008 yılından 2009 yılına geçerken, kapasitedeki artış %7 seviyelerinde gerçekleşmiştir. Ancak sadece mini-hidro santraller (10 MW ve altı) toplam eklendiğinde, YE kurulu gücü dünya genelinde 305 GW seviyesinde, son yılda kurulu güçteki artış ise %22 seviyesindedir. Bu şartlarda hesaplanan kurulu gücün ülke ve coğrafyalara dağılımında; AB Ülkeleri ve Gelişmekte Olan Ülkeler; birbiri ile kıyaslanabilir seviyede bir pay alırken; Çin tek başına, dünyada YE kurulu toplam kapasitesi bazında öne çıkan ülke konumundadır (Şekil 3).



Şekil 3. YE güç üretim santralleri bazında; kurulu kapasitelerin farklı coğrafyalardaki payı¹.

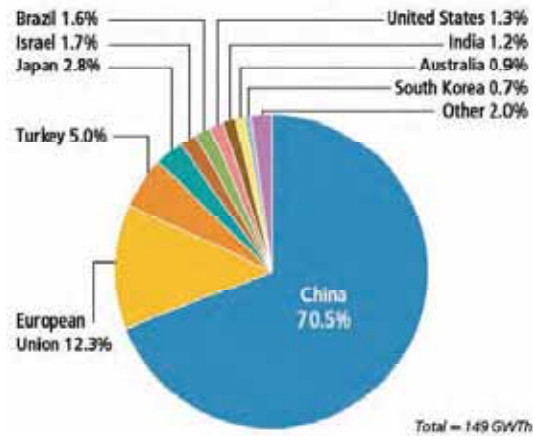
YE ısıtma-soğutma pazarında ağırlıklı olarak güneş enerjisi (termal), biyokütle (biyogaz) ve jeotermal enerji kullanılmaktadır. Bu uygulamalar su ve mekan ısıtma-soğutma olmak üzere dünyada milyonlarca konut ve binada kullanılmaktadır. Sadece güneş enerjili sıcak su sistemlerine bakıldığında, dünyada (ağırlıklı Çin’de olmak üzere) 70 Milyondan fazla mekanda kullanıldığı belirtilmektedir. Son yıllarda ise YE teknolojileri endüstriyel proses için gerekli ısıyı temin etmede (güneş enerjisi ve biyogaz) ve tarımsal seraların ısıtılmasında (güneş enerjisi ve jeotermal), yeni ticarileşen bir teknoloji olarak mekan soğutmasında da (absorbsiyonlu soğutma sistemi) kullanılmaktadır.

2008 yılı sonu verilerine göre; güneş enerjili sıcak su teknolojilerinin kullanımında; Çin, Almanya, Türkiye, Brezilya ve Hindistan başta olmak üzere, hızlı bir gelişim söz konusudur. Söz konusu kullanım lideri olan ülkelerde mevcut kapasiteye yapılan ilavelerde aynı hızla gitmekte ve dünya genelinde sadece 2008 yılında ilave edilen kapasite; o yıla kadar olan toplamın yaklaşık %20’sini oluşturmaktadır (Şekil 4).

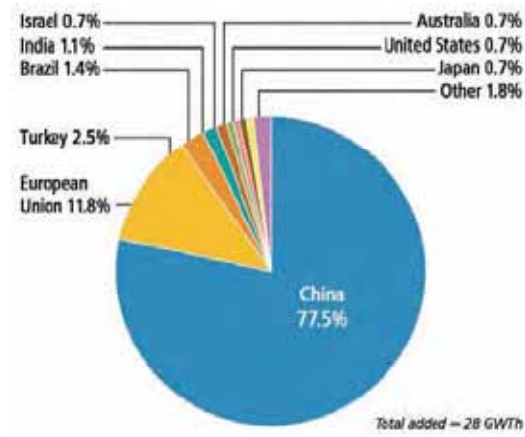
Biyokütleden yakıt (etanol ve biyodizel) üretiminde 2009 yılında, bir önceki yıla göre sağlanan artış %10 seviyelerine ulaşarak, önemli miktarlara ulaşılmıştır. Global Etanol pazarı 76 Milyar Litre olarak tahmin edilmekte ve 2009 yılında üretilen toplam etanolün %88’lik kısmını sadece ABD ve Brezilya paylaşmaktadır. Son yıllarda bu pazarda yer alan ülkeler arasında Kanada, Belçika, İngiltere, Hindistan, Avustralya, Kolombiya, İspanya ve Tayland bulunmaktadır. Global biyodizel pazarı 2009 yılında yaklaşık %9’luk bir artışla 16.6 Milyar Litre düzeylerine ulaşmış olup; AB ülkeleri bu miktarın yaklaşık %50’sini üretmektedir. Biyokütle üretiminin yıllara göre seyri Şekil 5’de gösterilmiştir.



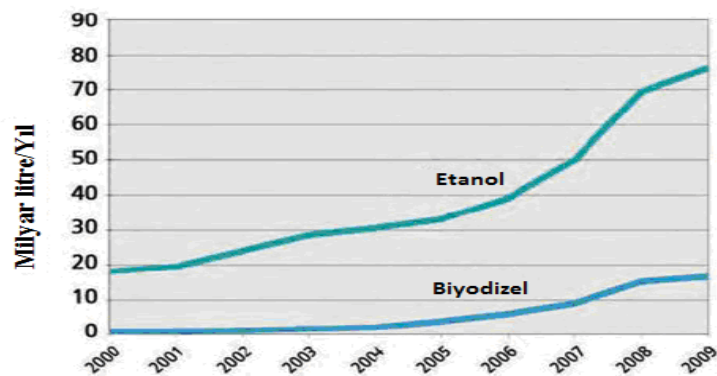
(a)



(b)



Şekil 4. Güneşli su ısıtma sistemlerinin kullanım kapasitesinin ülke ve coğrafyalara dağılımı (a) 2008 yılına kadar olan kapasite (b) 2008 yılında ilave edilen kapasite ¹.



Şekil 5. Biyokütle üretiminin yıllara göre seyri ¹.



Maliyetler ve Yatırım

2009 yılı itibarıyla, YE Global pazarında; güç santrali, ısıtma-soğutma ve biyoyakıt sektörleri için birim enerji üretim maliyetleri geniş bir aralıkta değişmektedir (Çizelge 3-5).

Çizelge 3. YE Güç Santrallerinde enerji üretim birim maliyeti

Teknoloji	Karakteristik bilgi	Maliyet (¢/ kWh)
Büyük Hidroelektrik	Santral büyüklüğü: 10 MW - 18,000 MW	3-5
Küçük hidroelektrik	Santral büyüklüğü: 1-10 MW	5-12
Kara-üstü rüzgar	Türbin büyüklüğü: 1,5-3,5 MW, Bıçak çapı: 60-100 metre	5-9
Deniz-üstü rüzgâr	Türbin büyüklüğü: 1,5-5 MW, Bıçak çapı: 70-125 metre	10-14
Biyokütle enerjisi	Santral büyüklüğü 1-20 MW	5-12
Jeotermal enerji	Santral büyüklüğü: 1-100 MW, Tipler: ikili, tek- ve çift-flaş, doğal akış	4-7
Fotovoltaik (PV)	Hücre tipi ve verimlilik: kristal 12-18%; ince film 7-10%	---
Çatı tipi PV	Pik kapasite: 2-5 kW	20-50
Şebekeye bağlı PV	Pik kapasite: 200 kW ile 100 MW arası	15-30
Yoğunlaştıran Güneş Santrali (CSP)	Pik kapasite: 50-500 MW (oluk tipi), 10-20 MW (kule tipi); tipler: Oluk, kule, çanak	14-18 (oluk tip)

Çizelge 4. YE Isıtma-Soğutma sektöründe enerji üretim birim maliyeti

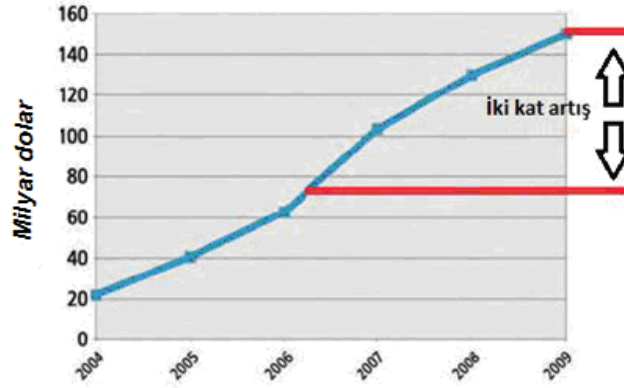
Teknoloji	Karakteristik bilgi	Maliyet (¢/ kWh)
Biyokütle ısıtısı	Santral büyüklüğü 1-20 MW	1-6
Güneş sıcak su ısıtma/soğutma	Boyut: 2-5 m ² (ev); 20-200 m ² (orta/çok aileli); 0,5-2 MWth (geniş/bölgesel ısıtma); Tipler: vakumlu tüp, düz-çanak	2-20 (ev) 1-15 (orta) 1-8 (geniş)
Jeotermal ısıtma/soğutma	Santral büyüklüğü 1-10 MW; Tipler: ısı pompaları, doğrudan kullanım, chiller(soğutucu)	0,5-2

Çizelge 5. YE Biyoyakıt sektöründe enerji üretim birim maliyeti

Teknoloji	Karakteristik bilgi	Maliyet (¢/ kWh)
Etanol	Besin stoku: şeker pancarı, şeker kamışı, mısır, nişasta, süpürge darısı, buğday (ve gelecekte selüloz)	30-50 dolar sent/litre (şeker) 60-80 dolar sent/litre (mısır) (Benzin eşdeğeri)
Biyodizel	Besin stoku: Soya, kolza tohumu, hardal tohumu, palmiye ve atık bitki yağları	40-80 dolar sent/litre (Dizel eşdeğeri)



2009 yılı itibariyle, YE Global pazarında; toplam yatırım 150 Milyar Dolar değerine ulaşmış olup, yaklaşık son üç yılda, geçmişteki tüm yatırımların iki katına çıkmıştır (Şekil 6). Yatırımlarda Almanya ve Çin başı çekmekte olup, arkasından sırasıyla ABD, İtalya ve İspanya gelmektedir.



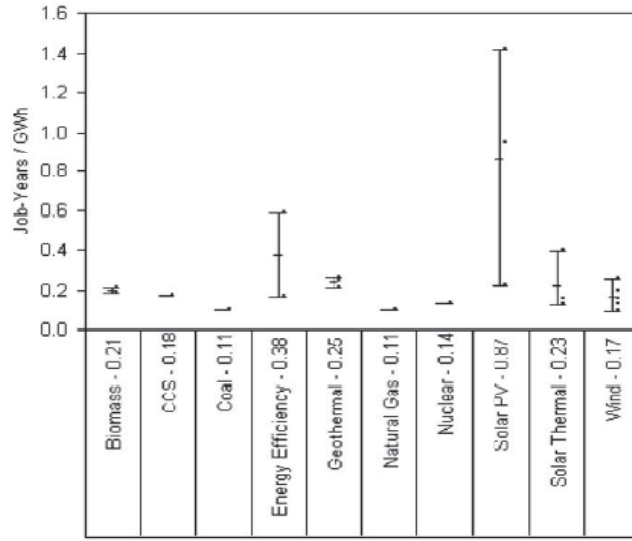
Şekil 6. Global YE yatırımlarının yıllara göre seyri ¹.

İstihdam ve Politikalar

2009 yılı itibariyle, Global YE sektöründe istihdam 3 Milyon kişiye ulaşmıştır. Toplam istihdamda gelişmiş ülkeler ön sıralarda olmakla birlikte, gelişmekte olan ülkelerde de YE fırsatları istihdama yansımaya başlamıştır (Çizelge 6). Çin ve Brezilya bu fırsatlardan termal güneş enerjisi ve biyokütle alanında yoğun olarak yararlanmaktadır. Bunun yanında gelişmekte olan ülkelerde YE teknolojilerinin kurulum, bakım ve işletimi alanlarında ciddi istihdam fırsatları ortaya çıkmaktadır. Her bir teknolojinin güç üretimine yönelik kullanılması durumunda, üretilen birim GWh başına ortalama istihdam yaratma miktarları (adam-yıl/GWh bazında) Şekil 7’de gösterilmiştir.

Çizelge 6. YE Pazarı istihdam durumu ¹

Sanayi	Dünya genelinde tahmini iş	Seçilen uluslararası tahminler
Biyoyakıtlar	> 1.500.00	Brezilya 730,000 şeker pancarı ve etanol üretimi için
Rüzgar enerjisi	> 500,000	Almanya 100,000; ABD 85,000; İspanya 42,000; Danimarka 22,000; Hindistan 10,000
Güneş sıcak su	~ 300,000	Çin 250,000
Fotovoltaik (PV)	~ 300,000	Almanya 70,000; ABD 7,000; İspanya 26,000
Biyokütle enerjisi	-	Almanya 110,000; ABD 66,000; İspanya 5,000; Danimarka 22,000; Hindistan 10,000
Hidrolik enerji	-	Avrupa 20,000; ABD 8,000; İspanya 7,000
Jeotermal	-	Almanya 9,000; ABD 9,000
Termal güneş santrali	~ 2,000	İspanya 1.000; ABD 1.000
Toplam	> ~ 3.000.000	



Şekil 7. Global YE istihdamının farklı teknolojiler için birim GWh üretim başına ortalama değer ve sınırları².

KUTU-1: Alman Yenilenebilir Enerji Sektöründe İstihdam Rekoru³

Alman Çevre Bakanı Norbert Roettgen yaptığı bir açıklamada; Bakanlığı tarafından yapılan bir çalışmaya göre, Alman yenilenebilir enerji sektöründe çalışan kişi sayısının beklentilerin de üzerinde gerçekleşerek 340.000 kişiye ulaştığını söyledi. Bu yüksek rakamın içinde proje danışmanlığı, üretim ve kurulum gibi bir çok farklı iş kolu bulunmaktadır. Rakamlar Avrupa'nın en büyük ekonomisi olan Almanya'da 2004 yılından bu yana sektördeki istihdamın iki kattan daha fazla arttığını göstermekte. Ülkede 2004 yılında yenilenebilir enerji sektöründeki çalışan sayısı 157.000 iken bu rakam 2008 yılında 250.000'e ulaşmıştı. Beklentiler 2020 yılında bu rakamın 500.000'i aşabileceği yönündeydi.

2000 yılında ülkede yürürlüğe giren ve ülkenin yenilenebilir enerji kullanımı ile bu alana yönelik sanayinin güçlendirilmesini hedefleyen bu amaçla sektöre yönelik önemli teşvikler getiren Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasasının (Erneuerbare-Energien-Gesetz) yürürlüğe girmesinin ardından ülkenin yenilenebilir enerji sektörü hızlı bir büyüme ivmesi yakalamıştı. Her ev ve işyerini potansiyel bir enerji üreticisi haline getiren yasanın hedeflerinden biri olan toplam enerji kullanımında 2010 yılında % 12,5 oranına ulaşma hedefi ise 2007 yılının ortasında aşılabılmıştı.

Son beş yıllık zaman periyotunda YE pazarını teşvik amaçlı politikalar ülkeler bazında çarpıcı şekilde gelişmiştir. 1980 ve hatta 1990 yıllarında sadece birkaç ülkede mevcut teşvik politikaları 2005 yılında 55 ülkeye, 2010 yılında ise yaklaşık iki kat artışla 100 ülkeye yayılmıştır. Türkiye'nin de dahil olduğu gelişmekte olan ülkelerde teşvik mekanizmaları konusunda bir yarış söz konusudur (Çizelge 6).

² Max Wei, Shana Patadia, Daniel M.Kammen, Energy Policy 38, p. 919–931, 2010.

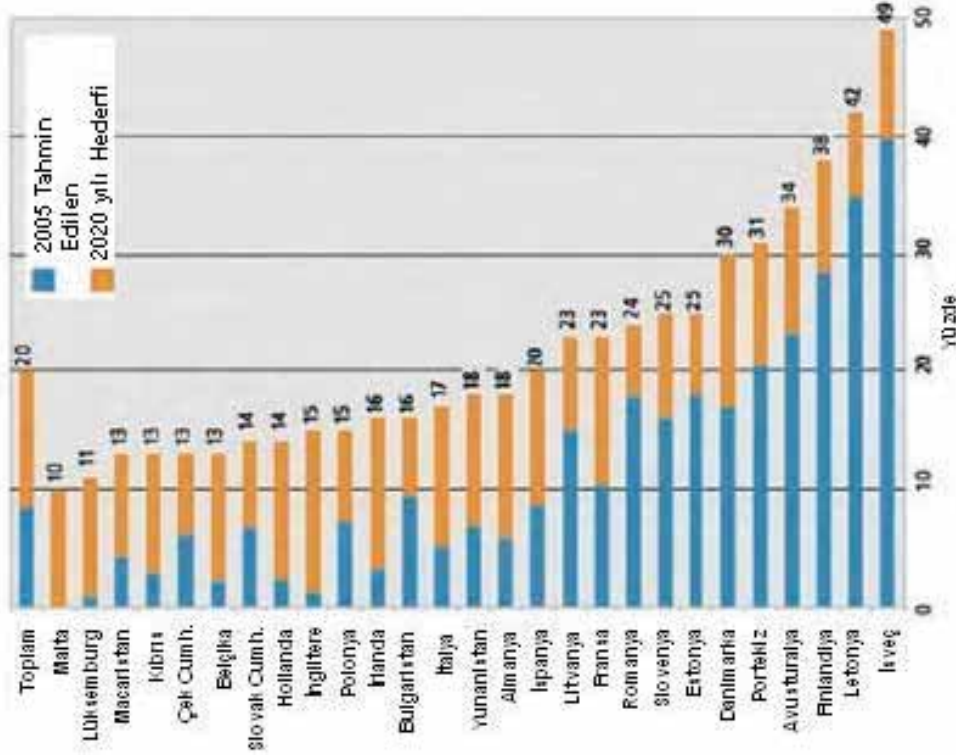
³ <http://www.euractiv.com.tr/cevre/article/alman-yenilenebilir-enerji-sektoru-istihdam-rekoru-krd-012766>, 2010.

**Çizelge 7.** Gelişmekte olan ülkelerde YE Teşvik Politikalarının Mevcut Durumu

	feed-in tarifesi	Yenilenebilir görev standardı/ kota	Sübvansiyon, ödenek, iade	Yatırım veya diğer vergi kredileri	Satış, enerji, tüketim vergisi veya katma değer vergisi indirimi	Ticari RE sertifikası	Enerji üretimi ödemesi veya vergi kredisi	Ağ ölçümü	Kamu yatırımı, borç veya finansman	Kamu rekabetçi ihale
Cezayir	x			x	x					
Arjantin	x		x	(*)	x		x		x	x
Bolivya					x					
Brezilya				x					x	x
Şili		x	x	x	x				x	x
Çin	x	x	x	x	x		x		x	x
Kostarika							x			
Dominik Cumhuriyeti	x		x	x	x					
Ekvador	x			x						
Mısır					x					x
El Salvador				x	x				x	
Etiyopya					x					
Gana			x		x				x	
Guatemala				x	x					
Hindistan	(*)	(*)	x	x	x	x	x		x	
Endonezya	x			x	x					
İran				x			x			
Ürdün					x			x	x	
Kenya	x			x						
Malezya									x	
Meksika				x				x	x	x
Moğolistan	x									x
Fas				x	x				x	
Nikaragua	x			x	x					
Pakistan	x							x		
Filistin Toprakları					x					
Panama							x			
Peru				x	x		x			x
Filipin	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Güney Afrika	x		x		x				x	x
Sri Lanka	x									
Tanzanya	x		x		x					
Tayland	x				x				x	
Tunus			x		x				x	
Türkiye	x		x							
Uganda	x		x		x				x	
Uruguay		x								x
Zambiya					x					



YE pazarını teşvik amaçlı politikalardan en önemlisini günümüzde geleceğe yönelik kullanım taahhütleri oluşturmaktadır. Örneğin AB ülkeleri 2020 yılına kadar toplam enerji tüketimlerinin %20'lik kısmını YE kaynaklı enerjilerden temin etme taahhüdünde bulunmuşlardır. Ülkeler bazında bu taahhüt ve hedeflerin dağılımı Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. AB ülkelerinin toplam enerji tüketimlerinde YE kullanımının payı konusundaki taahhüt ve hedefleri¹.

Dünyada YE hedef/taahhüt bazlı politikalar konusunda çok farklı yaklaşımlar söz konusudur. Türkiye YE pazarında henüz önünü göremediğinden dolayı, RE güç kapasitesini 2023 yılında 20 GW seviyesine ulaştırma dışında, bir politika belirleyememiştir. Çizelge 8'de ülkelerarası taahhüt politikalarındaki farklılığa örnek olmak üzere, seçili bazı ülkeler ve Türkiye'ye ait YE hedefleri sunulmuştur.



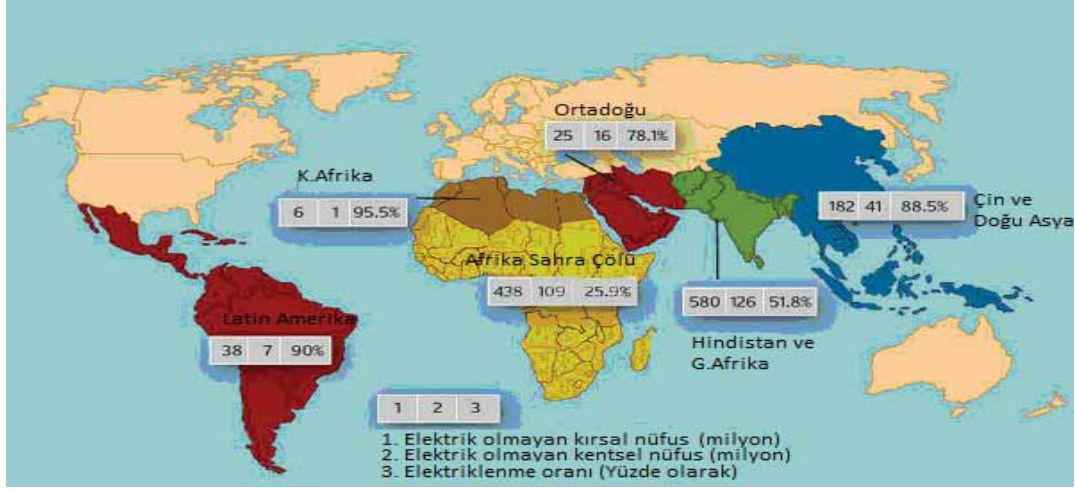
Çizelge 8. Seçilmiş bazı ülkelerde YE güç miktarı konusunda taahhüt bazlı hedeflenen miktarları ¹

Ülke	Hedef/Taahhüt
İsrail	Güneş PV: 2020 yılına kadar 10-20%
İtalya	Güneş PV: 2016 yılına kadar 3 GW
Japonya	Güneş PV: 2010 yılına kadar 4,8 GW; 2020 yılına kadar 14 GW ve 5,3 milyon ev; 2030 yılına kadar 53 GW
Ürdün	Rüzgar: 600-1.000 MW; Güneş PV: 300-600 MW; Atık Enerji: 30-50 MW
Kenya	Yenilenebilir kapasite: 2012 yılına kadar double kurulu gücü; jeotermal güç; 2030 yılına kadar 4 GW
Güney Afrika	Yenilenebilir kapasite: 2023 yılına kadar 3.100 MW; Rüzgar dahil 500 MW ve 50 MW CSP
Güney Kore	Güneş PV: 2012 yılına kadar 1,3 GW
Sri Lanka	yenilenebilir enerji ile hizmet kırsal kapalı ızgara hanelerin offgrid payı: 2010 yılına kadar %6 ve 2016 yılına kadar %10
İspanya	Rüzgar: 2020 yılına kadar 20 GW; Güneş PV: 2020 yılına kadar 10 GW; CSP: 2010 yılına kadar 500 MW
İsveç	Yenilenebilir jenerasyon: 2015 yılına kadar 10 TWh; Rüzgar: 2020 yılına kadar 30 TWh (20 TWh açıkdeniz, 10 TWh kapalı)
Tayland	Güneş PV: 2011 yılına kadar 0,005 GW, 2016 yılına kadar 0,095 GW, 2022 yılına kadar 0,500 GW Rüzgar: 2011 yılına kadar 0,115 GW, 2016 yılına kadar 0,375 GW, 2022 yılına kadar 0,800 GW Hidro: 2011 yılına kadar 0,185 GW, 2016 yılına kadar 0,281 GW, 2022 yılına kadar 0,324 GW Biokütle: 2011 yılına kadar 2.8 GW, 2016 yılına kadar 3,22 GW, 2022 yılına kadar 3,7 GW Biogaz: 2011 yılına kadar 0,06 GW, 2016 yılına kadar 0,09 GW, 2022 yılına kadar 0,12 GW
Tunus	Rüzgar: 330 MW; Güneş PV: 0,015 GW; Güneş Sıcak Su: 740.000 m2 (2011 yılı boyunca)
Türkiye	Rüzgar: 2023 yılına kadar 20 GW

Anahtar Not-1: YE Teknolojileri Kırsal Bölgeler İçin Önemli Fırsatlar Sunuyor.

Gelişmekte olan ülkelerde, metropol alanlardan uzak bölgelerde, şebeke elektriğinin güvenli kullanımı her zaman mümkün değildir. YE teknolojilerinin şebeke sistemlerine bu tür bölgelerde entegrasyonu çok uzun yılları alabilmektedir. Bu nedenle tüm dünyada kırsal bölgeler, YE enerji pazarında mevcut fırsatlardan yoğun pay almaktadır. Elektriğin ekonomik ve güvenli olmadığı bu tür bölgelerde yoğun bir YE teknoloji çözümü söz konusudur. Gerçekten dünya genelinde gerek ekonomik yetersizliklerden, gerekse coğrafi sınırlamalardan elektriğin ulaşamadığı milyonlarca nüfus söz konusudur (Şekil 8).

GAP ve dolayısıyla TRC-2 Bölgesi illerinde merkezden uzak noktalarda dağıtık şebekeden bağımsız YE teknolojileri için önemli fırsatlar söz konusudur. Kullanım alanına bağlı olarak önerilen YE teknolojik çözümleri Çizelge 9'da, birim enerji üretim maliyetleri ise Çizelge 10'da sunulmuştur. Bunun yanında bir kısmı sınır komşularımız olan Ortadoğu Ülkelerinde elektriğin ulaşamadığı coğrafyalara yönelik teknoloji ihracatı açısından da önemli fırsatlar söz konusudur. Kırsal bölge odaklı YE teknolojisi uygulamalarına yönelik seçilmiş bazı görüntüler Şekil 9'da sunulmuştur.



Şekil 8. Farklı coğrafyalarda elektriksiz yaşam süren nüfus dağılımı⁴.

Çizelge 9. Kırsal Bölgelere yönelik YE teknoloji kullanım alanları ve önerilen çözümler.

Kullanım Alanı	Uygulanabilir YE Çözümü
Aydınlatma ve diğer küçük ölçekli elektrik ihtiyaçları (ev, okul, sokak aydınlatma, telekomünikasyon, el aletleri, aşı depolama)	- hidroelektrik (piko ölçekli, mikro ölçekli, küçük ölçekli) - ev ölçekli fermantasyonla (çürütücülerle) biyogaz - gaz motoru ile küçük ölçekli biyokütle gazlaştırıcı - köy ölçekli şebeke ve güneş / rüzgar hibrit sistemleri - solar ev sistemleri
İletişim (televizyon, radyo, cep telefonları)	- hidroelektrik (piko ölçekli, mikro ölçekli, küçük ölçekli) - ev ölçekli fermantasyonla biyogaz - gaz motoru ile küçük ölçekli biyokütle gazlaştırıcı - köy ölçekli şebeke ve güneş / rüzgar hibrit sistemleri - solar ev sistemleri
Pişirme (Ev tipi ya da ticari soba/fırın)	- Verimliliği artırılmış (%25 ve üzeri) odun, bitki atıkları ve yakıt sobası - ev ölçekli fermantasyonla (çürütücülerle) biyogaz - güneş ocakları
Isıtma ve Soğutma (tarımsal kurutma, diğer tarımsal işlemler ile sıcak su temini)	- yüksek verimli soba - küçük ve orta ölçekli fermantasyonla (çürütücülerle) biyogaz - güneş enerjili kurutucular - güneş enerjili su ısıtıcıları - Gıdaların muhafazası için buz eldesi - Mini yenilenebilir enerji şebekeleri ile fan/vantilatör çalıştırma
Küçük ölçekli sanayi için güç temini	Küçük elektrik şebekesi sistemleri ile entegreli mikro-hidro, gazlaştırıcı, gaz türbinleri ya da büyük biyo-çürütücüler
Su Pompalama (tarımsal sulama ve içme suyu temini)	- mekanik rüzgar pompaları - PV güneş pompaları - Küçük elektrik şebekesi sistemleri ile entegreli mikro-hidro, gazlaştırıcı, gaz türbinleri ya da büyük biyo-çürütücüler

⁴ Development Needs Sustainable Energy Report, Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, 2008



Çizelge 10. Kırsal Bölgelere yönelik YE sektöründeki enerji üretim birim maliyeti ¹.

Teknoloji	Karakteristik Bilgi	Maliyet (dolarsent/ kWh)
Mini - Hidro	Tesis Kapasitesi: 100 - 1.000 kW	5 - 12
Mikro - Hidro	Tesis Kapasitesi: 1 - 100 kW	7 - 30
Pico - Hidro	Tesis Kapasitesi: 0,1 - 1 kW	20 - 40
Biyogaz Çürütücü (Digester)	Digester Boyutu: 6 - 8 m ³	-
Biyokütle Gazlaştırıcı	Boyut: 20 – 5.000 kW	8 - 12
Küçük Rüzgar Türbini	Türbin Boyutu : 3 - 100 kW	15 - 25
Ev Rüzgar Türbini	Türbin Boyutu : 0,1 - 3 kW	15 - 35
Köy ölçekli mini şebeke	Sistem Boyutu: 10 - 1.000 kW	25 - 100
Güneş Ev Sistemi	Sistem Boyutu: 20 - 100 W	40 - 60



Şekil 9. Kırsal bölge odaklı YE kullanım ve istihdamına yönelik bazı görüntüler.

Anahtar not sonu



YE Sektörü Projeksiyonları

Klasik enerji kaynaklarına dayalı güç santrallerinin maliyeti günümüzde YE kaynaklı santrallere nazaran düşük olmasına karşın, gelecekte teknoloji maliyetlerinde azalma potansiyeli düşük olarak görülmektedir. Bu tür santrallerde teknolojik gelişmelere bağlı olarak verim değerlerindeki iyileşmeden dolayı rutin bir maliyet düşüşü beklenmektedir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Klasik enerjiye dayalı santrallerde yatırım maliyetlerinin mevcut ve gelecekteki tahmini seyri.

		2005	2010	2020	2030	2040	2050
Kömür Santrali Kondensasyon Kazanı	Verim (%)	45	46	48	50	52	53
	Yatırım Maliyeti (\$/kW)	1,32	1,23	1,19	1,16	1,13	1,1
	CO ₂ emisyon ücreti dahil olmak üzere elektrik maliyeti (cents/kWh)	6,6	9	10,8	12,5	14,2	15,7
	CO ₂ emisyon (g/kWh)	744	728	697	670	644	632
Linyit Santrali Kondensasyon Kazanı	Verim (%)	41	43	44	44,5	45	45
	Yatırım Maliyeti (\$/kW)	1,57	1,44	1,38	1,35	1,32	1,29
	CO ₂ emisyon ücreti dahil olmak üzere elektrik maliyeti (cents/kWh)	5,9	6,5	7,5	8,4	9,3	10,3
	CO ₂ emisyon (g/kWh)	975	929	908	898	888	888
Doğal Gaz Çevirim Kombine	Verim (%)	57	59	61	62	63	64
	Yatırım Maliyeti (\$/kW)	690	675	645	610	580	550
	CO ₂ emisyon ücreti dahil olmak üzere elektrik maliyeti (cents/kWh)	7,5	10,5	12,7	15,3	17,4	18,9
	CO ₂ emisyon (g/kWh)	354	342	330	325	320	315

YE kaynaklı güç santrallerine yönelik yatırım maliyetleri teknoloji türü yanında, kurulu toplam güç kapasitesine de bağlı olarak değişmektedir. Günümüzde rüzgar enerjisi santralleri teknolojisi nispeten oturmuş ve dünyada en yaygın kullanılan YE santral teknolojisidir. Hali hazırda birim yatırım maliyeti en düşük YE teknolojisidir. Gelecek 40 yılda halen ciddi maliyet düşüşleri beklenmektedir.

Diğer yaygın kullanılan PV santral teknolojisinin yakın gelecekte yüksek verimli ince film teknolojisindeki ilerleme sayesinde, bugüne kıyasla önemli seviyede ucuzlayacağı öngörülmektedir. Direkt güneş ışınlamına dayalı çalışan yoğunlaştıran güneş enerjisi teknolojisi (termal GE santralleri) için orta seviyede bir ucuzlama beklenmektedir. Benzer şekilde biyokütle enerjisine dayalı santrallerdeki ucuzlama sınırlı kalacak gibi görülmektedir (Çizelge 12).

YE Güç Santrallerinin istihdam oluşturma potansiyellerine bakıldığında ise; termal güneş enerjisi santralleri GWh başına en fazla iş olanağı sağlayan teknolojidir. Klasik yakıtlarla çalışan teknolojiler (kömür, doğalgaz vb) ise; istihdam potansiyeli açısından çok gerilerde kalmaktadır (Çizelge 13).



Çizelge 12. Yaygın kullanılan YE teknolojilerine dayalı santrallerde yatırım maliyetlerinin mevcut ve gelecekteki tahmini seyri.

	2005	2010	2020	2030	2040	2050
Fotovoltaik Güneş Enerjisi						
Toplam Kurulum Kapasitesi (GW)	5,2	21	269	921	1.799	2.911
Yatırım Maliyetleri (\$/kW)	6,6	3,76	1,66	1,28	1,14	1,08
İşletme ve Bakım Maliyeti (\$/kWa)	66	38	16	13	11	10
	2005	2010	2020	2030	2040	2050
Rüzgar Enerjisi						
Kurulum Gücü (Kara + Deniz)	59	164	893	1.622	2,220	2,733
Kıyıda/Karada Rüzgar						
Toplam Kurulum Kapasitesi (GW)	59	162	866	1.508	1.887	2.186
Yatırım Maliyetleri (\$/kW)	1,51	1,37	1,18	1,11	1,09	1,09
İşletme ve Bakım Maliyeti (\$/kWa)	58	51	45	43	41	41
Açık Denizde Rüzgar						
Toplam Kurulum Kapasitesi (GW)	0,3	1,6	27	114	333	547
Yatırım Maliyetleri (\$/kW)	3,76	3,48	2,6	2,2	1,99	1,89
İşletme ve Bakım Maliyeti (\$/kWa)	166	153	114	97	88	83
	2005	2010	2020	2030	2040	2050
Termal Güneş Enerjisi						
Toplam Kurulum Kapasitesi (GW)	0,53	5	83	199	468	801
Yatırım Maliyetleri (\$/kW)	7,53	6,34	5,24	4,43	4,36	4,32
İşletme ve Bakım Maliyeti (\$/kWa)	300	250	210	180	160	155
	2005	2010	2020	2030	2040	2050
Biyokütle Enerjisi						
Biyokütle (Elektrik Santrali)						
Toplam Kurulum Kapasitesi (GW)	21	35	56	65	81	99
Yatırım Maliyetleri (\$/kW)	3,04	2,75	2,53	2,47	2,44	2,415
İşletme ve Bakım Maliyeti (\$/kWa)	183	166	152	148	147	146
Biyokütle (Isı + Elektrik Santrali)						
Toplam Kurulum Kapasitesi (GW)	32	60	177	275	411	521
Yatırım Maliyetleri (\$/kW)	5,77	4,97	3,86	3,38	3,11	2,95
İşletme ve Bakım Maliyeti (\$/kWa)	404	348	271	236	218	207

Çizelge 13. YE ve Klasik Enerji teknolojilerine dayalı santrallerde istihdam potansiyeli

Teknoloji Tipi	Kaynak	Kapasite Faktörü	Ekipman Ömrü (yıl)	Toplam adam-yıl/GWh*
Biyokütle	EPRI 2001	85%	40	0,22
Jeotermal	WGA 2005	90%	40	0,25
Güneş-PV	EPRI 2001	20%	25	0,23
Güneş-Termal	NREL 2008	40%	25	0,40
Rüzgar	EWEA 2008	35%	25	0,26
Kömür	REPP 2001	80%	40	0,11
Doğal gaz	CALPIRG 2002	85%	40	0,11
Enerji Verimliliği	ACEEE 2008	100%	20	0,17

*Yıllık çalışma saati kabulü: 2.000 saat

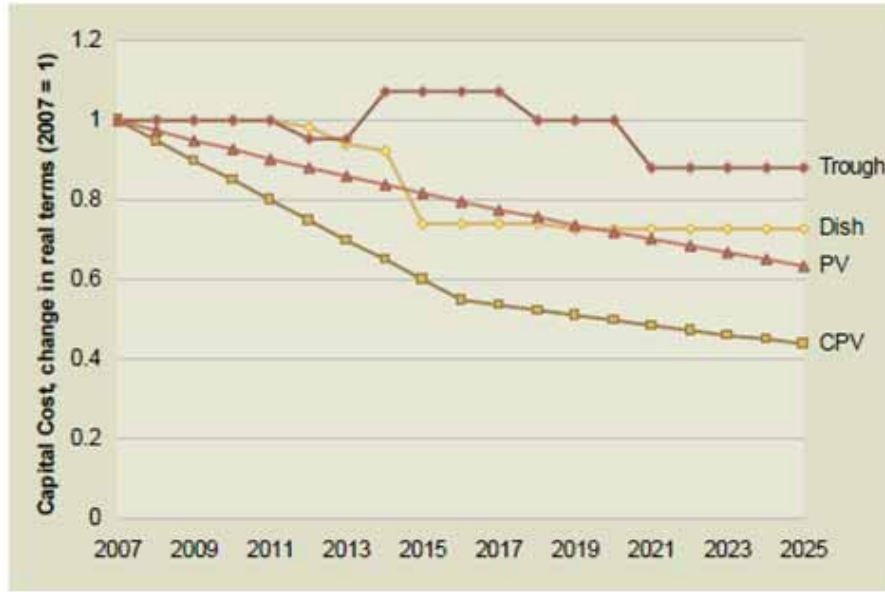


Yaygın kullanılan YE kaynaklı güç santralleri dışında nispeten sınırlı kullanım bulan Jeotermal ve Okyanus enerjisi kullanan güç santrallerinin yatırım maliyetleri çok yüksektir. Okyanus enerjisi için gelecekte önemli seviyede bir ucuzlama beklenmektedir. Jeotermalde düşüş sınırlı oranda beklenmektedir. Diğer taraftan oturmuş bir teknolojiye sahip ve dünya genelinde yoğun kullanım alanı bulan hidroelektrik santrallerde gelecekte maliyet artışı beklenmektedir. Bu artış, arazi maliyetlerinin artacak olması ve çok büyük alana gereksinim duyması nedeniyle, özellikle büyük güçlü hidrolik santrallere yönelik olarak beklenmektedir. Hidrolik enerjide gelecekteki trendin, bu nedenle mini ya da mikro hidro santrallere doğru kayması beklenmektedir (Çizelge 14).

Çizelge 14. Diğer YE teknolojilerine dayalı santrallerde yatırım maliyetlerinin mevcut ve gelecekteki tahmini seyri.

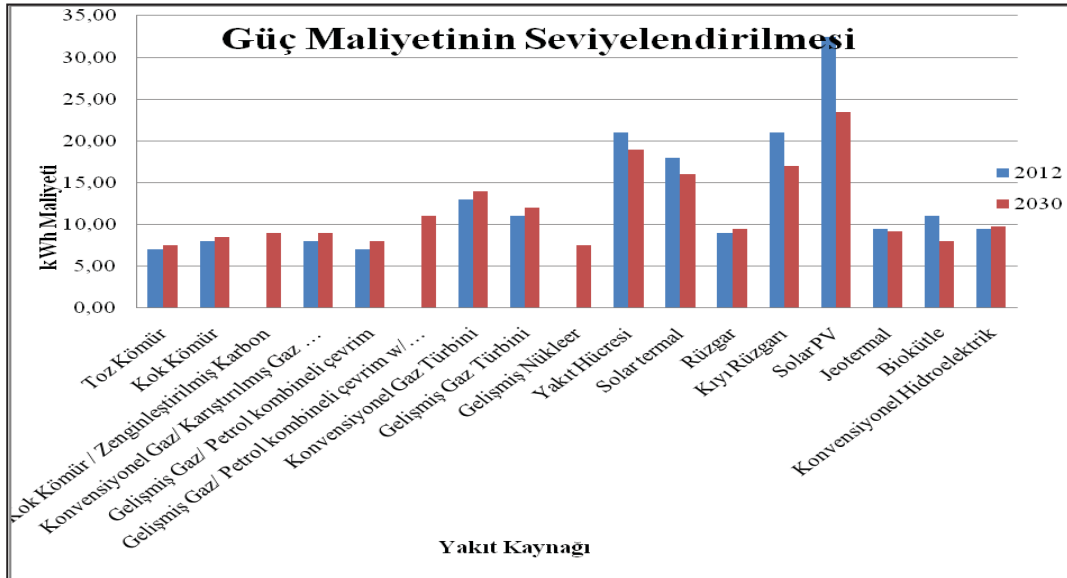
Hidrolik Enerji	2005	2010	2020	2030	2040	2050
Toplam Kurulum Kapasitesi (GW)	878	978	1.178	1.300	1.443	1.565
Yatırım Maliyetleri (\$/kW)	2.760	2.880	3.070	3.200	3.320	3.420
İşletme ve Bakım Maliyeti (\$/kWa)	110	115	123	128	133	137
Okyanus Enerjisi	2005	2010	2020	2030	2040	2050
Toplam Kurulum Kapasitesi (GW)	0,27	0,9	17	44	98	194
Yatırım Maliyetleri (\$/kW)	9,04	5,17	2,91	2,24	1,87	1,67
İşletme ve Bakım Maliyeti (\$/kWa)	360	207	117	89	75	66
Jeotermal Enerji	2005	2010	2020	2030	2040	2050
Jeotermal (Elektrik Santrali)						
Toplam Kurulum Kapasitesi (GW)	8,7	12	33	71	120	152
Yatırım Maliyetleri (\$/kW)	17,44	15,04	11,56	10,15	9,49	8,98
İşletme ve Bakım Maliyeti (\$/kWa)	645	557	428	375	351	332
Jeotermal (Isı + Elektrik Santrali)						
Toplam Kurulum Kapasitesi (GW)	0,24	1,7	13	38	82	124
Yatırım Maliyetleri (\$/kW)	17,5	13,05	9,51	7,95	6,93	6,31
İşletme ve Bakım Maliyeti (\$/kWa)	647	483	351	294	256	233

Güneş enerjisi teknolojilerinde sağlanacak gelişmenin; modül ve kolektör reel sermaye maliyetlerinde sağlayacağı oransal düşüş; 2007 yılı maliyetleri bir birim kabul edilerek hesaplanmış, ve sonuçları Şekil 10'da sunulmuştur.



Şekil 11. Farklı güneş enerjisi teknolojilerinin reel sermaye maliyetlerindeki tahmini seyir.

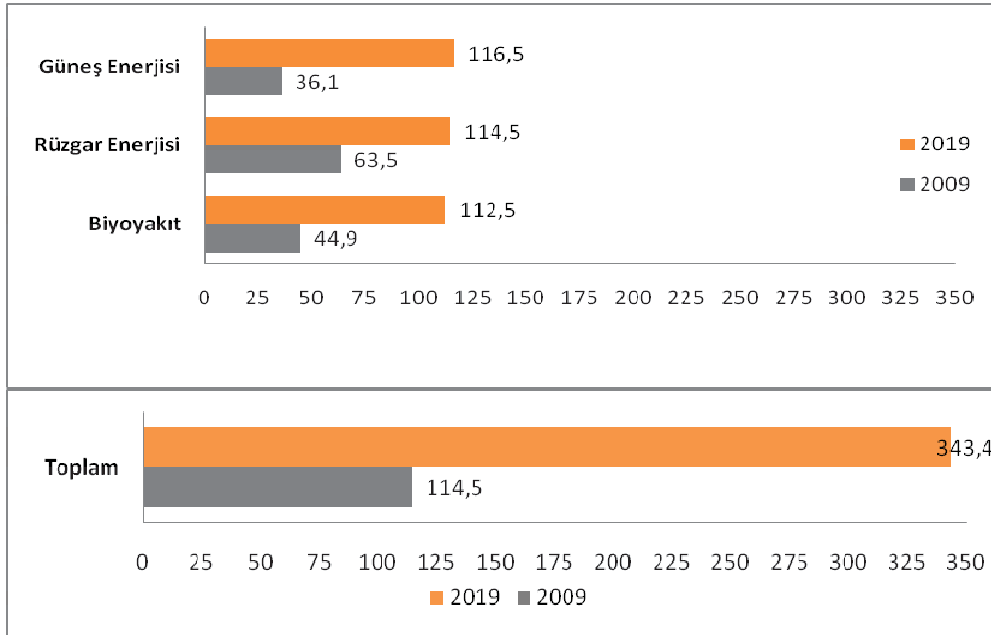
Diğer taraftan farklı elektrik üretim teknolojilerinin kullanıcıya ulaşma birim maliyetlerine yönelik 2012 ve 2030 yılı projeksiyonları Şekil 12’de sunulmuştur.



Şekil 12. Farklı üretim teknolojilerinin kullanıcıya ulaşma birim maliyetleri için öngörülen seyir.



YE sektörüne yönelik yatırımlarda gelecek 10 yıl için özellikle güneş, rüzgar ve biyokütle alanlarında yatırım ve istihdamda 2009 yılındaki duruma kıyasla 2 kat ve üstü artış beklenmektedir (Şekil 13 ve Çizelge 15).

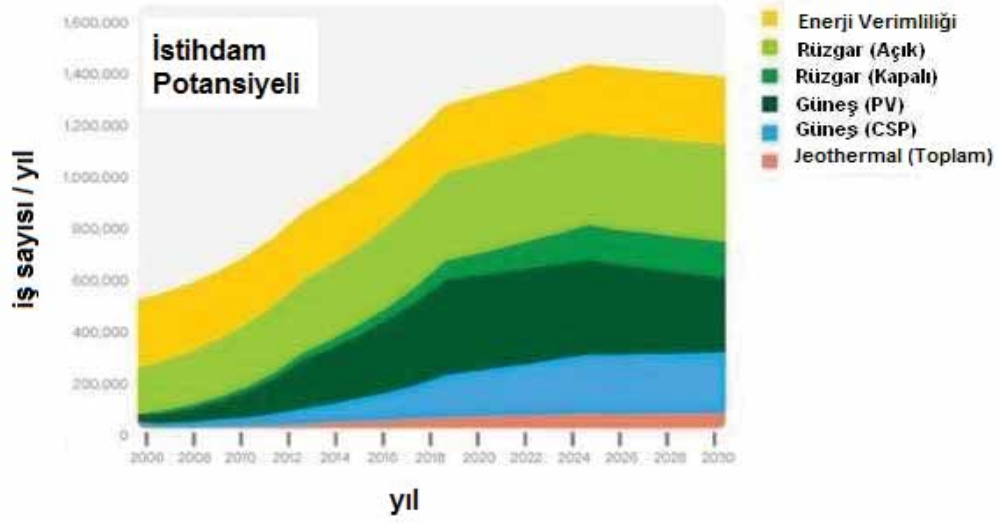


Şekil 13. Global YE sektöründe yatırımların gelecek 10 yıla ait öngörüsü (rakamlar milyar-dolar olarak verilmiştir).

Çizelge 15. Global YE sektöründe PV ve rüzgar enerjisi alanındaki istihdamın gelecek 10 yıla ait öngörüsü.

	2009 (Mevcut)	2019 (Tahmin)
Fotovoltaik (PV)	267.562	2.178.919
Rüzgar Enerjisi	563.77	1.122.815
Toplam	831.139	3.301.734

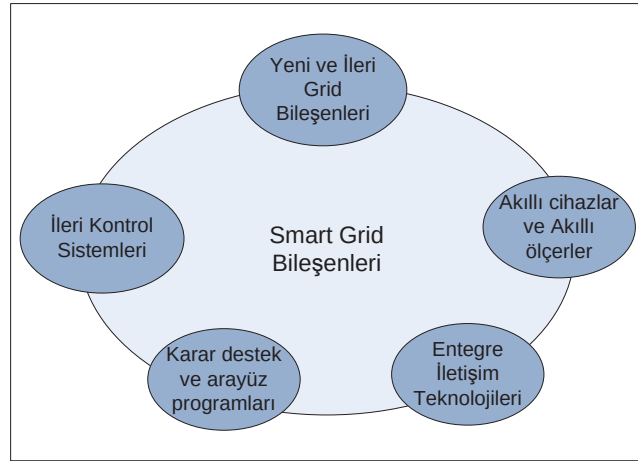
İstihdama yönelik yeni iş olanakları konusunda 2030 yılına kadar her bir yıl başına düşen yeni iş sayısı konusunda çarpıcı projeksiyonlar söz konusudur (Şekil 14).



Şekil 14. Global YE sektöründe ortaya çıkan yıllık istihdama yönelik 2030 yılına kadar olan projeksiyon.

TRC-2 Bölgesi Proje Fırsatı-1: Akıllı Şebeke (Smart Grid) Teknolojisi

Büyük ölçekte veya bir şehrin tümünü kapsayan solar panellerin etkin bir şekilde kullanımı için smart grid denilen bir enerji tüketim şeması oluşturulabilir. Bu kapsamda enerji dağıtım merkezi sistemden farklı olarak dağıtık şekilde yapılabilir. Örnek olarak her mahalle veya yerel birim kendi ihtiyaçlarına göre otonomik bir tavır sergileme yetisine sahip olmalıdır. Smart Grid (akıllı grid) sisteminde iki yönlü haberleşme aracılığıyla üretici olan santraller ve tüketiciler arasında iletişim sağlanabilir. Örneğin, elektrikli ev cihazları akıllı sayaçlar sayesinde üretimin ucuz olduğu saatlerde yoğun tüketim gerçekleştirebilir. Benzer şekilde üretim tesisleri grid üzerindeki elektrik akışı hakkında anlık bilgiler alarak tüketimin nerede yoğunlaştığı, ne kadar enerji açığı olduğu bilgilerini çıkartarak üretim kapasitesini artırabilirler. Bütünleşik bir sistem olarak ele alınması gereken Smart gridler önemli bileşenlerden oluşmaktadır. İleri kontrol sistemleri, entegre haberleşme teknolojileri, akıllı cihazlar ve sayaçlar, karar destek programları ve arayüzler, yeni ve gelişmiş grid bileşenleri bunlardan en temel olanlarıdır. Smart grid bileşenleri Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 15. Smart-grid bileşenleri.

Smart gridler tek kaynaktan üretilen örneğin hidroelektrik veya termik santralden üretilen elektrik enerjisinin optimum kullanımını sağlamanın yanı sıra kaynakların çeşitlendiği yenilenebilir enerji üretiminin düşük maliyetli ve yüksek verimli gerçekleşmesini de sağlayabilir. Örneğin gün ışığının mevcut olduğu saatlerde güneş enerjisi kaynakları, rüzgarın olduğu gece saatlerinde rüzgar türbinleri kullanılarak enerji verimliliği artırılabilir. Bu sayede yüksek maliyetli olan enerji depolama işleminden de kaçınmak mümkün olabilmektedir.

Smart gridlerde çok sayıda enstrüman ve sensör gibi cihazlar kontrol sağlamayı amaçlamaktadır. Sistem üzerindeki kontrol ve gözlemlemeyi kolaylaştırmak amacıyla bilgi teknolojilerinden yoğunluklu olarak faydalanılmaktadır. Bilgi teknolojileri bu cihazların haberleşmesi ve toplanan bilgilerin anlamlandırılmasından ve karar-destek süreçlerinin yönetiminden sorumludur. Elde edilen ham bilgilerin anlamlı bilgilere dönüşmesi ontolojiler sayesinde sağlanır. Bu ontolojileri gerçekleştirebilmek amacı ile veriler belli formatlarda tutulmalıdır. Bu konuda aşağıda belirtilen bazı standartlar ortaya çıkmıştır:

- OASIS EnergyInterop enerji kullanımı için XML veri formatıdır.
- IEEE P2030 standardı smart gridler için ortaya atılan ve kaynakların verimli kullanımını sağlayan veri analizi standardıdır.



Smart Grid uygulamaları ülkemizde akıllı sayaçlar kullanımının artırılması ile yaygınlaştırılabilir. Akıllı sayaçların fiyatları 50 TL' nin altındadır. Akıllı sayaç kullanımı Smart grid sisteminin kullanıcıya dönük yüzüdür. Genellikle sayaç ücreti kullanıcıdan talep edilir ve bu miktar kısa bir sürede kullanıcı faturalarındaki azalma sayesinde bu miktarı geri kazanır.

Smart Grid sistemi için ülkeler, altyapı bazında bazı yatırımlar yapmak durumundadır. Bu altyapı, enerji şebekesindeki tüketim miktarı, kaçaklar ve ihtiyaçlar ile ilgili anlık bilgileri bir arşivde toplayıp karar almada kullanmayı sağlar. Bunun yanısıra sistem hakkındaki istatistikler ve şebekeyi geliştirme, bakım ve onarımı kolaylaştırmak gibi artı avantajları da bulunmaktadır. Bu konuda çeşitli ülkelerin yatırımları aşağıdaki gibidir:

- Avustralya 100 milyon dolar
- Güney Kore 65 milyon dolar – pilot uygulama
- ABD 100 milyon dolar/yıl

Çizelge 16. Smart grid teknolojisinin uygulanabilirliğine yönelik değerlendirmeler.

Özellik	Açıklama
Yinelenebilirlik	Smart gridler bir pilot bölgede denendikten sonra benzer ölçekteki bölgelere kolaylıkla uygulanabilir.
Genişletilebilirlik	Smart grid uygulamaları modüler donanımlar içermesi dolayısı ile genişletilebilir ve ölçeklendirilebilir yapıdadır. Ancak bu konuda ortaya atılan standartların fazla olmasından dolayı uyum sorunu potansiyel bir problemdir.
Riskler	Smart gridlerde en önemli risk operasyonel olanıdır. Çünkü yeni sistemin işletilmesi ve gözlenmesi kaliteli ve yetişmiş insan gücüne de bağlıdır. Kırsal kesimlerde ve az gelişmiş bölgelerde bu sorun karşımıza çıkmaktadır. İnsanların kullanım alışkanlıklarını değiştirmeden teknolojik dönüşüm ve geçiş süreci iyi planlanmış olmalıdır. Kurumsal anlamda ele alınması gereken riskler örneğin enerji üretim ve dağıtım kurumlarının farklı tüzel kişilikler olması ve kimisinin özel sektör diğer bir kısmının ise kamuda olması politik ve finansal riskler getirmektedir. En düşük risk teknoloji alanında öngörülmektedir. Teknolojik ürünlerin belli standartlara uyumlu olması ve eski teknolojilerle uyum sağlaması bu noktada ele alınması gereken bir risktir.
Hazırlık düzeyi	Hazırlık düzeyinde ilgili devlet kurumlarının girişimde bulunması ve özel sektöre teşviklerde bulunması gerekir. Ayrıca bu süreç boyunca araştırma ve geliştirmenin devam edebilmesi için üniversitelerden yararlanmak gerekir.
Karşılaştırma Ölçütleri	Bu konudaki standartlar yeni olduğundan uluslararası karşılaştırma ölçütleri geliştirilmektedir. Bunlardan ABD' de uygulanan EPRI, Avrupa' da IPTS ve GeSI projeleri dünya çapında olmak üzere 2020 ve 2030 yıllarına kadar sürecektir Smart grid dönüşüm sürecinde karşılaştırma kriterleri olabilir.
Potansiyel Etki/Faydalar	Yenilenebilir enerji kaynaklarını Gride entegre edilmesi. İletim ve dağıtım kayıplarının önlenmesi. İsteğe bağlı ihtiyaçlara cevap veren grid, enerji yükünün üst sınırını anlık olarak belirleyebilmelidir.
Finansal Etki	İstihdam yaratma potansiyeli yüksektir. Smart grid kurulumu için endüstriyel yatırımlar gerekmektedir. Örneğin akıllı sayaçlar üretilmeli, kablolu veya kablosuz haberleşme cihazları sağlanmalıdır. Kullanıcılar az yoğun saatlerde veya üretim fazlası enerjiyi tüketmeleri durumunda fiyat indirimi gibi teşvikler almaktadır.

TRC-2 Bölgesi Proje Fırsatı-2: YE sistemlerine yönelik yazılım/tasarım geliştirme

Yazılım, programların ve bunlara ait verilerin birlikte bilgisayar kaynaklarını istenilen doğrultuda kullanmasını sağlayan komutlar bütünüdür. Bilgisayar yazılımları çeşitli şekillerde olabilmektedir. Sistem yazılımları, uygulama yazılımları, programlama dilleri, cihaz sürücüler ve program geliştirme ortamları gibi. Uygulama yazılımları genellikle son kullanıcılara yönelik yazılımlardır örneğin Microsoft ofis yazılımları. Enerji yönetimi, planlama, kontrolü ve verimliliği konusunda çok çeşitli yazılımlar bulunmakta ve bunlar uygulama yazılımı sınıfına girmektedir. YE ve enerji verimliliği alanındaki yazılımlar aşağıdaki sınıflandırmaya tabi tutulabilmektedir:

- Simülasyon araçları
- Ekonomik değerlendirme
- Planlama ve analiz
- Kontrol/gözetleme yazılımlarıdır.

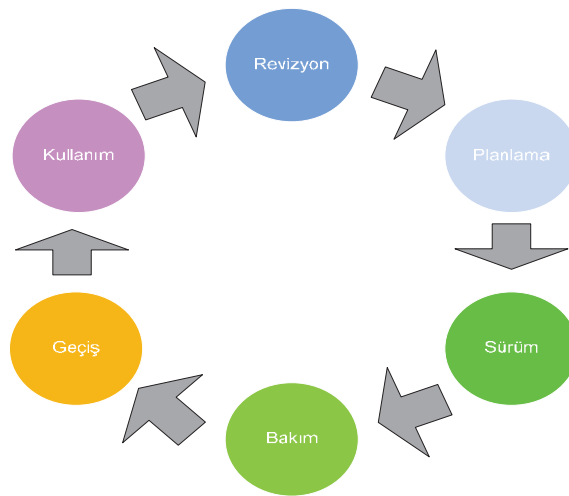
Bu yazılımları seçerken kalite düzeyini, yaygınlığını ve uluslararası standartlara uyumluluğunu araştırmak gerekir. Uluslararası standartlar iki yönlü olarak ele alınabilir:

- YE ve enerji verimliliği standartlarına uyumluluk
- Yazılım geliştirme standartlarına uyumluluk

YE ve enerji verimliliği sektöründe son on yılda birçok yazılım ürünü ortaya çıkarılmıştır (Çizelge 17). Fakat bu yazılımlar genellikle belirli/kısıtlı problemleri çözmeye dönük, yazılım geliştirme standartlarına uymayan düşük kaliteli ve çoğunlukla prototip yazılımlardır. Prototip yazılımlar genellikle test sürecinden geçmemiş ve üretime sunulmamış yazılımlar olup içerisinde “bug” denilen yazılım hatalarını barındırabilmektedir. Öte yandan profesyonel yazılımcılar tarafından hazırlanan yazılımlar da enerji standartlarını göz ardı ettiği takdirde enerji uzmanları açısından kullanışlı olmamaktadır.

Yazılım geliştirmede en önemli maliyet nitelikli insan gücüdür. Kapsamlı yazılım projeleri analiz, geliştirme, test ve piyasaya sürme aşamaları yaklaşık bir yıl içerisinde tamamlanır. Sürdürülebilir bir yazılımın sonraki yıllarda az bir maliyetle bakımı ve güncellemeleri devam eder (Şekil 16).

Enerji yazılımları sektörü geniş bir sektör olup, bu sektör için yazılım geliştirmenin coğrafya ile sınırlı olmadığını söylemek mümkündür. Yazılım geliştirme araçları her bilgisayar ortamında mevcut olup yazılım geliştirme kapasitesi kaliteli ve yetişmiş beyin gücü ile doğru orantılıdır.



Şekil 15. Yazılım geliştirme döngüsü.



Diğer önemli bir faktör yazılımı geliştirilecek olan sektörün iyi tanımlanmış standartlarının ve sistematığının olmasıdır. Bu standartlar yazılım analizi aşamasında gerekli olup kaliteli sektörel yazılımlar üretmeyi etkileyen başlıca faktörlerdendir.

Bu yönüyle bölgemizde ve Harran üniversitesinde yenilenebilir enerji alanında yeterli know-how bulunmaktadır. Bu deneyimlerin yazılım ürünlerine dönüştürülmesi ve uluslararası alanda kullanılması mümkündür. Böylece bölgemizde yazılım sektörünün canlanması, genç bilişimcilerin istihdamları ve bölgeye yerleşmeleri sağlanacaktır.

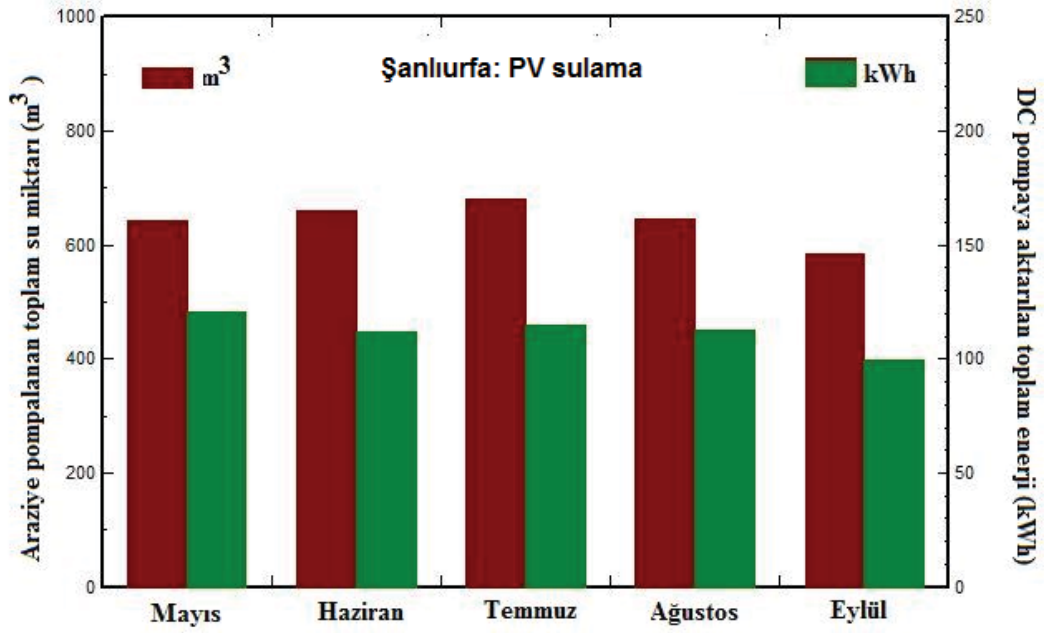
Çizelge 17. Yaygın Kullanılan bazı YE ve enerji verimliliği yazılımlarına yönelik değerlendirmeler.

Yazılım ismi	Açıklama
EnergyPlus	Sektörün en önde gelen yazılımlarından olup DOE tarafından desteklenmektedir. Bu yazılım zaman içinde DOE-2 ve BLAST yazılımlarının evrimleşmesi ile yazılım standartlarına uygun modern bir yazılım haline gelmiştir.
RETScreen	Yenilenebilir enerji projelerinin analizinde yaygın olarak kullanılan ve yazılım mühendisliği açısından yeterli olmayan bir yazılımdır. Bu özelliklerine rağmen uluslararası alanda yaygın olarak kullanılan bir yazılımdır. RETScreen kullanıcılarını öncelikle Microsoft ve Excel kullanmaya zorlanmakta ve sınırlandırmaktadır. Diğer taraftan kurulumda yaşanan sorunlardan Excel makrolarına ve dinamik kütüphanelerine bağımlılık yazılım geliştirme açısından sorunlu yaklaşımlardır.
SolarDesignTool.com	Optimum PV panel tasarımı ve konfigürasyonu alanında bir numaralı online web sitesidir. SolarDesign ile Grid tabanlı güneş enerji sistemleri solar panel ve inverterler gerek dizi şeklinde gerekse de katar şeklinde tasarlanabilmektedir.
HOMER	Grid ve grid olmayan güç sistemlerini bağımsız, uzaktan veya dağıtık olarak tasarlayıp, tasarımı değerlendirmeyi kolaylaştıran bir bilgisayar modelleme yazılımıdır.
SPYCE	Güneş enerji sistemlerinin uzaktan kontrolü ve PV sistemlerin üretim verimliliğini analiz eden uydu iletişimi kullanan bir yazılımdır. Avrupa birliği PVSAT projesinin bir parçasıdır. SPYCE' in bazı özellikleri şunlardır: otomatik arıza algılama ve alarm sayesinde enerji kesintileri minimize edilmektedir. Web sitesi her zaman ve her yerde sistemin her türlü verim, referans değerleri ve analizlerine erişimi sağlamaktadır.
PVsyst	Fotovoltaik güneş enerjisi uygulamalarına yönelik tasarım, modelleme ve gerektiğinde ekonomik analiz yapma olanağı sunan bir yazılımdır. Mimar, mühendis ve araştırmacılar tarafından yoğun kullanılmaktadır. Tasarım yapılan yöreye ait meteorolojik verilerin seçilebildiği ya da transfer edilebildiği yazılım ile; saatlik, aylık ve yıllık hesaplamalar yapılabilmektedir.

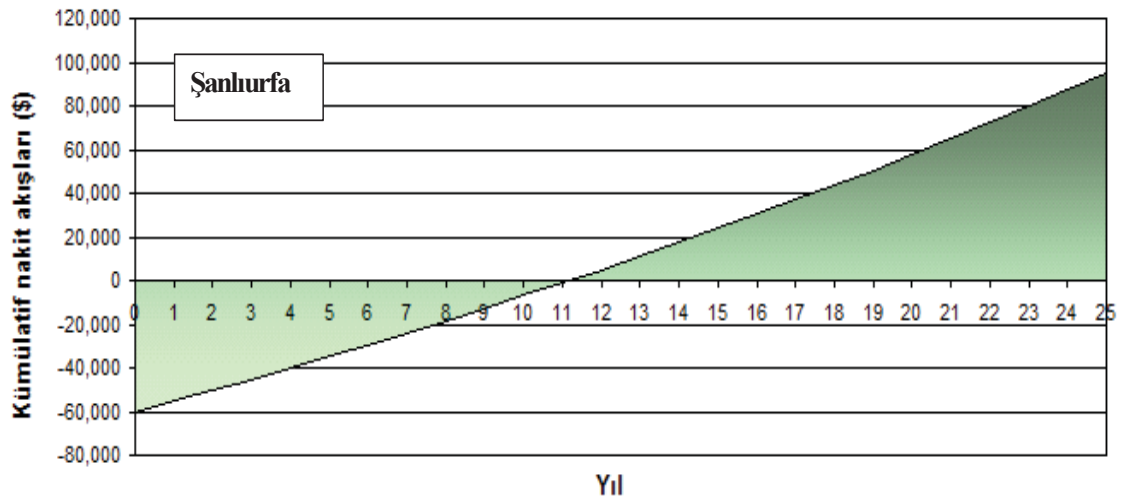
Yazılım uygulamaları genellikle ücretsiz olarak temin edilmektedir. Fakat bu yazılımların ticari yarar sağlamada kullanılmaları durumunda lisans ücretleri vardır. Lisans ücretleri kullanıcı sayısına ve şekline göre değişiklik göstermektedir. Lisans ücretleri 10 bin TL'ye kadar çıkabilmektedir. Yine yazılımları kullanabilecek yetkinliğe ulaşabilmek için eğitimler ve sertifika programları sunulmaktadır. Bu programlar sonucunda başarılı olanlara uzmanlık belgesi verilmektedir. Eğitim ücretleri kişi başı aylık 5 bin TL civarındadır. Bu konudaki somut rakamlara ulaşmak için detaylı piyasa araştırması yapılmalıdır. Örnek olarak FİGES AŞ'nin Matlab ve Ansys paketleri için sunduğu lisans ve eğitim ücretleri alınabilir.



(a)



(b)



Şekil 16. (a) PVsyst yazılımı ile PV sulama örnek modelleme çıktısı; (b) RETScreen ile çatı tipi PV uygulamasına yönelik ekonomik analiz için örnek modelleme çıktısı.

Yazılım üretimi istihdam sağladığı gibi; yazılımların büyük ölçüde insan gücü ile yapılan işlemleri yerine getirmesi sayesinde iş gücü tasarrufu sağladığı bilinmektedir. İnsan gücünden yazılım kullanımına geçişi sağlamak için çeşitli teşvikler ve promosyonlar sağlanabilmektedir.



Çizelge 18. YE sistemlerine yönelik yazılım geliştirme/tasarım yapma projesine yönelik değerlendirmeler.

Özellik	Açıklama
Yinelenebilirlik	Bilgisayar yazılımları evenseldir ve yinelenebilir olma özelliğini taşır. Yazılım için gerekli platform sağlandığı taktirde dünyanın her yerinde çalıştırılıp uygulamalar yapılabilir.
Genişletilebilirlik	Genişletilebilirlik yine yazılım geliştirme metodolojisinin bir bileşenidir. Enerjide kullanılan yazılımların farklı alanlara uygulanarak veya uyarlanarak çeşitlendirilmesi mümkündür. Aynı şekilde enerji konusunda özelleşmiş bir yazılım firması örneğin tarım bilişimi alanında rahatlıkla faaliyet yapabilecektir.
Riskler	Yazılım üretmede en önemli risk beyin gücünün hareketidir. Yetişmiş yazılımcılar daha iyi tekliflerle gelişmiş bölgelere gidebilmektedir. Bölgenin sosyo-kültürel imkanları ve ücretlerin yeterli olması beyin gücü hareketliliğini etkileyen önemli bir faktördür. Diğer bir risk ise uluslararası alanda rekabet edebilme gücüdür. Uluslararası rekabet için standartlara uygun kaliteli, sürdürülebilir yazılımlar ve firmalar olması gerekmektedir. Aksi takdirde ülkemizdeki enerji uzmanları da yabancı kaynaklı yazılımlara çok rahatlıkla yöneleceklerdir. Yazılım geliştirmede fikri mülkiyet haklarının ülkemizde yeterince yasal güvence altında olmayışı lisans ücretlerini tahsil etmede karşımıza çıkabilecek olan risklerdendir.
Hazırlık düzeyi	İlgili devlet kurumlarının teşviki ile üniversiteler ve özel sektör enerji yazılımları geliştirmektedir. ABD’de Enerji Bakanlığı EnergyPlus yazılımını desteklemektedir. Yine ülkemizde Enerji kimlik belgesi oluşturmak için kullanılan BEP-TR yazılımı mevcuttur. Daha önemlisi Harran Üniversitesinde, Tübitak desteği ile enerji verimliliği yazılımı geliştirme projesi yürütülmektedir.
Karşılaştırma Ölçütleri	Yazılımın hangi enerji kaynaklarını kapsadığı, yazılımın kimlere hitap ettiği. yazılımın kullandığı teknolojiler, yazılıma erişim durumu; bilgisayara kurma ve ya online erişim, yazılımın kullanım kolaylığı, girilen ve alınan verilerin diğer yazılım ve standartlara uyumluluğu veya kolayca dönüştürülebilmesi, yazılımın ölçeklendirilebilir olması kriterleri karşılaştırma da önem taşımaktadır.
Potansiyel Etki/Faydalar	Enerji yazılımları kısa vadede elde varolan enerji kaynaklarının etüdü ve yine yeni kurulan tesislerin enerji kullanımını düzenlemede önemli rol oynamaktadır. Orta vadede enerji kaynaklarının kullanımındaki sorunların tespit edilerek verimliliğin artırılmasına dönük yatırımlar yapılması sağlanabilir. Yine uzun vadede enerji şebekelerinde ve kullanımında yanlış uygulamaların etkisi ile meydana gelen ısınmanın küresel etkisi, karbon salınımı gibi problemlerin çözümünde somut fayda sağlama olasılığı oldukça yüksektir.
Finansal Etki	Yazılım geliştirme alanında çalışan uzmanlara istihdam sağlayacağı gibi yazılımların pazarlama, lisanslama, bakım, onarım ve eğitimi gibi çeşitli yan sektörlerde de istihdam sağlayacaktır. Buna örnek olarak ülkemizde sadece Matlab yazılımının dağıtım ve eğitiminden sorumlu Figes A.Ş. iyi bir istihdam ve yatırım potansiyeli barındırmaktadır.



GÜNEŞ ENERJİSİ

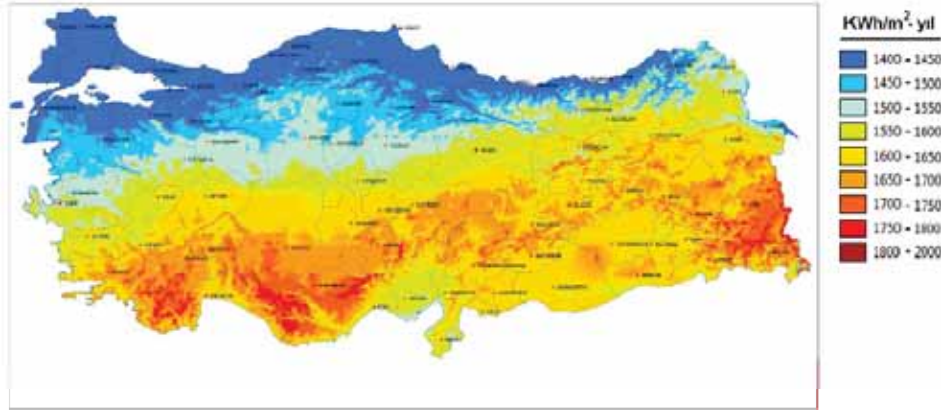
3

Potansiyel ve ihtiyaç

GAP Bölgesi'nde; başta TRC-2 Bölgesi illeri Şanlıurfa ve Diyarbakır olmak üzere bölgedeki tüm iller yüksek güneş enerjisi (GE) potansiyeli ile Türkiye'de lider, dünyada ise sayılı bölgelerden biridir (Bknz: Çizelge 1 ve Şekil 1).

Çizelge 1. Türkiye'nin bölgesel güneş enerjisi potansiyeli¹

BÖLGE	Toplam Güneş Işınımı (kWh/m ² -yıl)	Güneşlenme Süresi (saat/yıl)
Güneydoğu Anadolu	1.460	2.993
Akdeniz	1.390	2.956
Doğu Anadolu	1.365	2.664
İç Anadolu	1.314	2.628
Ege	1.304	2.738
Marmara	1.168	2.409
Karadeniz	1.120	1.971



Şekil 1. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası; GEPA¹

Anahtar Not-1: GEPA bölgedeki GE potansiyelini tam yansıtmıyor.

GEPA'nın oluşturulmasında kullanılan ESRI (Environmental Systems Research Institute) Solar Radyasyon modelinde; tüm alanı temsil edecek olan Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) verilerinden bazıları yetersiz olduğundan, özellikle Güneydoğu Anadolu 'Bölgesi'ndeki radyasyon değerleri gerçeğinden daha düşük çıkmaktadır. Bunun iki temel sebebi vardır. Birincisi; bölgede oldukça yetersiz sayıda ve yetenekte

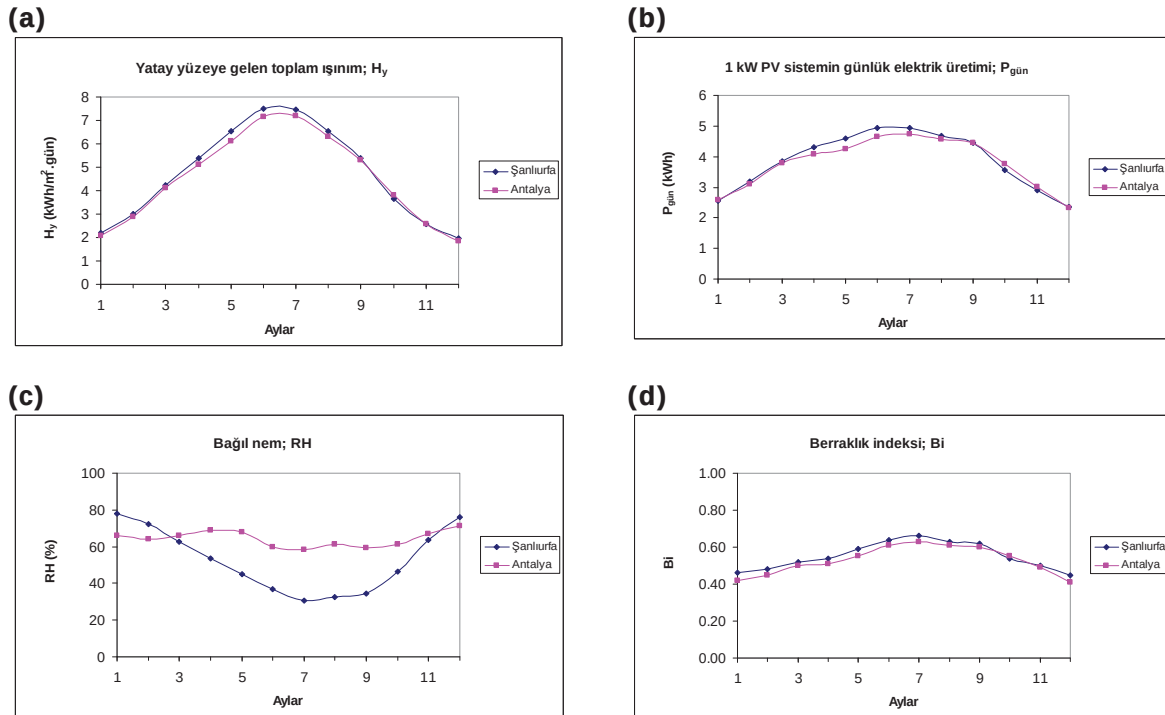
¹ <http://www.eie.gov.tr/duyurular/YEK/gepa/GEPA-duyuru01.html>



ölçüm istasyonu vardır. Bu istasyonlarda ölçülen değerlerin baz alınarak düşük hassasiyetle büyük bir alana yansıtılması hatalı sonuçlara yol açmaktadır. İkincisi, ölçüm cihazlarının uygun olmayan noktalara yerleştirilmesi, bakım ve kalibrasyon yetersizliği nedeniyle, ölçüm değerlerindeki hataların Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS: Geographical Information System) modeli kullanarak interpolasyon (bazen ekstrapolasyon) yapılmasıdır. Bölgedeki ölçümler çoğunlukla şehir merkezine yakın noktalarda yapılmakta ve bina gölgelemelerinin etkisi altında kalmaktadır (Örneğin, Şanlıurfa ilindeki güneş ısıtım cihazları, son iki yıldır yakınına inşa edilen Dedeman Oteli Binası'nın ciddi seviyedeki gölgeleme etkisi altındadır).

Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Şekil-1'deki GEPA'nın GAP Bölgesi potansiyelini doğru yansıtmaması nedeniyle, Güneş Santrali kurma düşüncesinde bulunan girişimcilerin yatırım amacıyla Antalya iline yönelmiş olmalarıdır (bölgede bazı noktalardaki güvenlik sorununu incelemeye değer bir potansiyel avantajını da göremediklerinden). GEPA büyük ölçekli, ESRI Solar Radiation Modeli sonuçlarından ve DMİ 22 yıllık ölçüm verilerinin interpolasyonunun beraber kullanılması ile EİE tarafından hizmet alımı ile çok kısa bir sürede, hızlı bir şekilde oluşturulmuştur. GEPA gerçekte sadece Türkiye'nin bağıl Güneş Enerjisi potansiyelini yansıtmakta olup, ülkemizin dikkate alınabilir bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğunun kamuoyuna duyurulması amacıyla yayınlanmıştır. Kullanılan modelin kendi doğasından kaynaklanan hata oranı da %10-15 arasında değişmektedir. Ancak yatırımcılar bu atlası Güneş Enerjisi Santrali (GES) kurulumu için temel referans alma panik ve yanılgısına düşmüştür. GES kurulumunda tesis kurulacak araziye ait 1-2 yıllık radyasyon, rüzgar ve nem değerlerinin ölçülmesi gerekliliği göz ardı edilmiş ve GEPA doğrultusunda GAP Bölgesi yatırımcı çekme avantajını şimdilik kaybetmiştir.

GEPA verilerindeki çelişkiyi göstermek amacıyla RETScreen² yazılımı kullanılarak; Şanlıurfa ve Antalya illerine ait 22 yıllık (son iki yıl hariç) meteorolojik verilerinin uzun dönem ortalaması kullanılarak her iki il için birim m² başına yatay yüzeye gelen toplam güneş ısıtım değerlerinin değişimi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir (Bknz: Şekil 2a).



Şekil 2. Şanlıurfa ve Antalya ili güneş ısıtım potansiyeli parametrelerinin kıyaslanması.

² <http://www.retscreen.net/tr/home.php>



İki ilin güneş ışınlam potansiyelleri kıyaslandığında; Şanlıurfa ilindeki güneş enerjisi potansiyelinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Yıllık ortalama değerler bazında; yatay düzlemdeki güneş radyasyonu, Şanlıurfa ve Antalya illeri için sırasıyla; 4,71 kWh/m²gün ve 4,55 kWh/m²gün olmaktadır. Bu veriler kullanılarak; optimum eğim açısıyla (Şanlıurfa:33°, Antalya: 32°) yerleştirilmiş 1kWp (pik) güce sahip bir PV sistem kurulduğunda; bir gün boyunca elde edilecek ortalama güçlerin her iki il için aylara göre değişimi Şekil 2(b)'de sunulmuştur.

GEPA verilerinin aksine; güneşten elektrik üretimine yönelik olarak Şanlıurfa ili, Antalya ilinden daha avantajlı konumdadır. PV sistemlerle güneşten elektrik enerjisi elde etmede Şanlıurfa ili için söz konusu bir diğer avantaj, bağıl nem değerlerinin Antalya iline göre daha düşük olmasıdır. Bu durum Şekil 2(c)'de gösterilmiş olup, yüksek nem değerlerinin PV paneller üzerinde oksitlenme oluşturmaya ve dolayısıyla ömürlerinin nispeten azalması, Antalya için bir dezavantaj olarak görülmektedir. Şanlıurfa ilinin bir diğer avantajı ise Şekil 2(d)'de sunulan ve Antalya iline kıyasla daha yüksek olan berraklık indisi değerleridir.

Özetle; bölgedeki GE potansiyelinin doğru bir şekilde belirlenmesi ve bu sayede GES yatırımları için hak edilen yolun açılması yönünde acil bir ihtiyaç söz konusudur. Diğer bir ihtiyaç, güneş enerjisinin tarımsal amaçlı (örneğin tarla sulaması, gıda ve tahıl kurutma) enerji tüketiminin karşılanmasına yönelik sistem tasarım ve imalatıdır. Ayrıca bölgede yoğun olan tekstil sektörünün ihtiyacı olan buharın üretiminde ve bölgedeki kültür turizmini canlandırmak için mevcut ya da yeni otel/konaklama tesislerindeki ısıtma-soğutma amaçlı enerjinin karşılanmasında kullanılacak sistem tasarım ve imalatı da ihtiyaçlar arasındadır.

Anahtar not sonu

TRC-2 Bölgesi için güneş enerjisi potansiyeli çalışması

Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğünden temin edilen ölçüm verilerine göre Diyarbakır ve Şanlıurfa ili için güneş enerjisi potansiyeli hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Çizelge 2'de ele alınan illerin enlem, boylam ve rakımları ve veri setine ait bilgiler verilmiştir. Çizelge 3'te TRC-2 Bölgesi illerine ait aylık güneş ışınlamı değerleri verilmiştir. Çizelge 3 ve 4'te ise Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasından (GEPA) alınan güneş ışınlamı değerleri ve güneşlenme süreleri Diyarbakır ve Şanlıurfa Merkez için verilmiştir. Çizelgeler karşılaştırıldığında GEPA ve DMİ verileri arasında farkların olduğu görülmektedir. Diyarbakır, Şanlıurfa illeri için EİE verilerinin daha düşük olduğu ve potansiyelin düşük gösterildiği belirlenmiştir. Değerler arasındaki fark, yukarıda anahtar not kısmında bahsedildiği üzere; EİE verilerinin, Türkiye Güneş Modeli, Coğrafi Bilgi Sisteminde kullanılan ESRI Solar Radiation Modelinden üretilmesidir.

Çizelge 2. TRC-2 Bölgesi illerine ait coğrafi bilgiler ve kullanılan güneş ışınlamı veri setine ait periyotlar

İl	Boylam (° " Doğu)	Enlem (° " Kuzey)	Rakım (m)	Periyot	Toplam yıl
Diyarbakır	40 12	37 55	660	1983-2001	18
Şanlıurfa	38 46	37 08	547	1983-2001	18

Çizelge 3. TRC-2 Bölgesi illerine ait aylık güneş ışınlamı değerleri (kWh/m²gün)-DMİ

İl	Ay												Ortalama
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Diyarbakır	2,09	3,04	4,23	5,43	6,54	7,57	7,31	6,57	5,63	3,95	2,58	1,76	4,73
Şanlıurfa	2,04	2,95	4,14	5,32	6,28	7,12	6,89	6,23	5,29	3,86	2,53	1,80	4,54

**Çizelge 4.** TRC-2 Bölgesi illerine ait aylık güneş ışınlamı değerleri (kWh/m²gün)- Kaynak: EİE GEPA

İl	Ay												Ortalama
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Diyarbakır	1,85	2,44	4,03	5,1	6,23	6,82	6,67	5,95	5,01	3,8	2,36	1,79	4,34
Şanlıurfa	1,95	2,47	4,09	5,06	6,16	6,82	6,55	5,93	5,00	3,79	2,44	1,80	4,34

Çizelge 5. TRC-2 Bölgesi illerine ait güneşlenme süresi değerleri (saat)- Kaynak: EİE GEPA

İl	Ay												Ortalama
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Diyarbakır	4,40	5,26	6,41	7,65	9,71	11,99	12,38	11,53	10,13	7,47	5,49	3,95	8,03
Şanlıurfa	4,69	5,67	7,01	8,17	10,00	12,34	12,45	11,70	10,07	7,75	5,96	4,49	8,36

Çizelge 6'da 1985-2001 yılları arası 17 yıllık saatlik ölçümler kullanılarak elde edilen saatlik ortalama güneş ışınlamı şiddeti değerleri (I_s) Diyarbakır için verilmiştir. Çizelgeden saatlik ortalama güneş ışınlamı şiddetinin genelde saat 11-13 arasında maksimum olmakla beraber, en yüksek değerini 847 W/m² olarak Haziran ayında saat 11-12 arasında aldığı görülmektedir. Diyarbakır ili için test referans yıldan elde edilen yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınlamı değerleri Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınlamı için en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla Aralık ayında 0,31 kWh/m²gün ve Haziran'da 8,52 kWh/m²gün'dür.

Çizelge 6. Diyarbakır için saatlik ortalama güneş ışınlamı şiddeti, I_s [W/m²].

Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazi.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
04-05	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
05-06	0	0	0	11	53	83	56	22	3	0	0	0
06-07	0	3	28	108	197	256	211	156	100	33	3	0
07-08	19	44	142	272	378	439	397	344	281	158	64	22
08-09	92	153	292	433	536	603	556	508	453	319	181	92
09-10	194	286	439	564	664	728	683	639	586	447	300	183
10-11	283	400	544	650	744	808	772	733	681	536	386	261
11-12	344	464	594	692	778	847	819	778	722	575	433	308
12-13	364	483	594	678	764	839	831	778	719	567	425	311
13-14	331	447	547	625	711	794	800	742	664	500	367	275
14-15	261	367	469	553	617	708	719	658	567	397	278	203
15-16	161	258	347	428	494	589	594	539	439	267	156	108
16-17	56	131	203	278	353	442	450	383	272	119	42	25
17-18	3	25	69	131	203	281	278	211	111	17	0	0
18-19	0	0	3	22	64	117	111	58	8	0	0	0
19-20	0	0	0	0	3	11	8	0	0	0	0	0

Çizelge 8'de ise, 1985-2001 yılları arası 17 yıllık saatlik ölçümler kullanılarak elde edilen saatlik ortalama güneş ışınlamı şiddeti değerleri (I_s) Şanlıurfa ili için verilmiştir. Çizelgeden saatlik ortalama güneş ışınlamı şiddetinin genelde saat 11-13 arasında maksimum olmakla beraber, en yüksek değerini 819 W/m² olarak Haziran ayında saat 11-12 arasında aldığı görülmektedir. Şanlıurfa ili için test referans yıldan elde edilen yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınlamı değerleri Çizelge 9'da verilmiştir. Çizelgeden de



görülebileceği gibi yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınlam için en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla 10 Şubat'ta 0,22 kWh/m²gün ve 8 Temmuz'da 8,42 kWh/m²gün'dür.

Çizelge 7. Diyarbakır ili yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınlamı (kWh/m²gün) tipik referans yıl değerleri

Gün	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazi.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1	0.63	2.24	0.83	5.45	4.96	7.35	8.47	7.75	6.58	5.17	3.67	0.89
2	1.49	2.81	3.23	5.48	5.62	5.63	8.33	7.66	6.51	5.09	3.71	1.12
3	2.75	0.94	1.89	5.71	6.59	7.22	8.22	8.03	6.40	4.84	3.47	2.85
4	2.76	1.16	5.53	5.89	6.60	7.45	7.78	7.22	6.42	4.79	3.48	2.81
5	2.45	3.28	4.01	6.18	8.01	7.27	7.50	5.68	6.33	4.80	3.62	2.99
6	1.69	1.16	5.38	5.61	7.83	6.09	7.48	5.94	6.24	4.99	3.36	2.48
7	0.83	3.28	5.65	5.29	7.85	7.99	7.35	7.00	6.00	4.48	3.37	0.62
8	3.07	4.14	6.09	4.24	7.98	8.10	7.63	7.04	5.58	4.39	3.43	0.31
9	2.79	4.14	5.75	5.31	7.66	7.58	7.94	7.09	5.29	4.35	3.22	2.43
10	2.74	4.32	4.65	5.35	7.61	8.34	8.25	7.02	6.38	5.07	2.29	2.55
11	2.86	4.49	5.47	4.64	7.43	8.10	7.94	7.41	5.88	4.84	3.06	1.89
12	2.80	2.93	5.23	5.49	7.84	6.58	7.71	6.94	6.44	4.24	3.21	1.39
13	2.00	4.28	5.70	5.86	7.54	8.24	7.54	6.91	6.36	4.18	1.63	0.36
14	2.11	4.17	4.56	4.58	7.75	7.59	7.37	7.02	6.58	3.49	2.15	0.87
15	1.06	4.34	4.40	6.57	7.68	7.77	7.38	7.09	6.49	4.60	2.02	1.49
16	2.50	4.30	4.84	6.06	7.17	7.48	6.62	7.48	5.31	4.11	2.84	1.50
17	3.12	4.54	4.85	6.30	2.28	7.31	7.26	7.18	5.41	4.19	1.20	1.86
18	0.77	2.48	3.04	6.96	3.66	7.58	7.91	7.00	5.50	4.09	2.46	1.86
19	2.68	1.61	5.81	6.80	5.49	7.74	7.60	7.15	6.55	4.10	2.51	2.74
20	1.07	2.16	7.04	6.72	5.69	7.19	6.35	6.24	6.34	4.02	3.07	2.40
21	3.08	4.73	3.32	6.36	7.55	7.74	6.74	6.21	6.33	3.86	3.06	2.37
22	3.53	3.95	4.01	6.53	5.35	8.52	7.12	6.41	5.89	3.80	2.32	2.58
23	3.34	3.17	3.69	6.62	7.63	8.49	7.65	6.66	6.00	3.72	2.71	0.79
24	3.37	1.76	4.51	6.48	4.81	8.49	7.49	6.59	5.86	3.89	2.81	1.51
25	2.64	2.54	1.57	4.85	4.70	8.30	7.29	6.30	5.51	3.86	2.76	2.45
26	3.47	1.46	4.72	4.24	7.78	8.24	6.96	5.64	5.75	4.20	1.43	2.22
27	3.68	5.15	1.99	4.78	7.41	8.02	6.64	6.69	4.61	3.20	2.21	2.42
28	3.42	5.48	3.71	6.31	8.01	7.88	7.16	6.77	4.28	2.39	2.26	1.99
29	2.91	-	7.54	5.52	8.29	8.02	7.31	7.39	5.45	3.68	0.55	2.38
30	1.42	-	6.99	6.19	6.04	7.85	6.56	7.31	4.65	3.58	2.37	2.54
31	1.57	-	6.58	-	8.23	-	7.10	6.52	-	3.57	-	2.38

Çizelge 8. Şanlıurfa için saatlik ortalama güneş ışınlam şiddeti, I_s (W/m²)

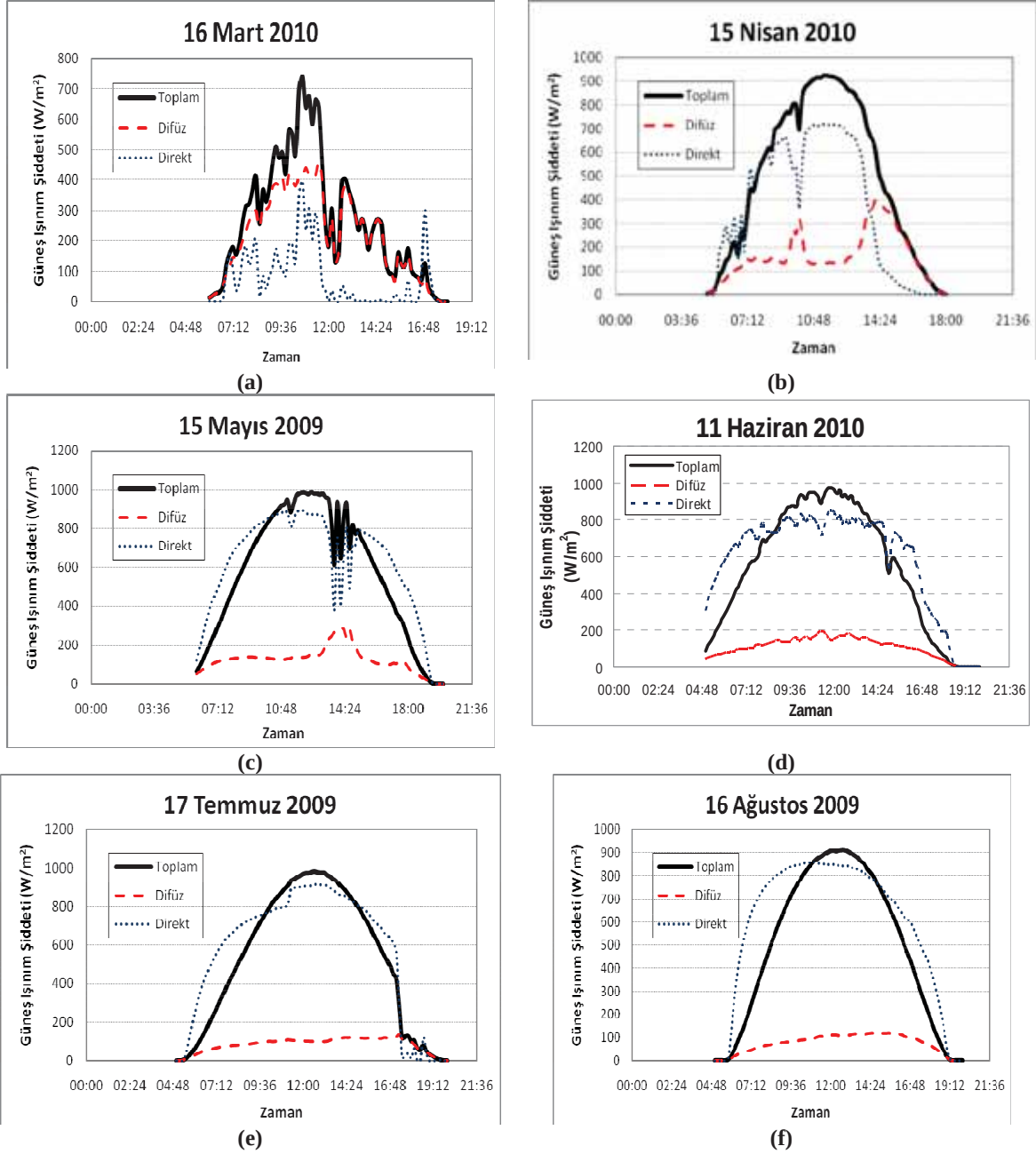
Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazi.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
04-05	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0
05-06	0	0	0	8	33	47	31	14	3	0	0	0
06-07	0	0	28	106	175	225	175	131	86	36	6	0
07-08	17	53	144	283	375	439	383	339	267	164	75	17
08-09	100	167	297	442	528	594	536	503	442	322	200	97
09-10	206	286	425	564	642	714	653	633	575	447	319	194
10-11	292	378	506	644	714	789	728	714	664	533	397	264
11-12	342	431	550	675	742	819	764	756	700	575	431	303
12-13	342	439	558	667	725	814	769	758	697	564	419	300
13-14	311	406	511	619	675	775	742	717	644	500	361	261
14-15	244	333	428	531	589	692	667	636	547	394	267	192
15-16	147	228	319	411	475	572	553	517	417	256	144	94
16-17	50	108	186	269	339	419	406	361	244	106	36	19
17-18	3	17	61	119	189	258	253	186	78	11	0	0
18-19	0	0	3	19	58	103	97	47	6	0	0	0
19-20	0	0	0	0	3	8	6	0	0	0	0	0

**Çizelge 9.** Şanlıurfa ili yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınlamı (kWh/m²gün) tipik referans yıl değerleri

Gün	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazi.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1	1.63	0.38	2.92	5.40	5.97	7.88	7.73	6.80	6.49	5.38	3.30	1.41
2	1.92	3.15	3.95	2.11	5.38	8.04	7.96	6.69	6.24	5.19	3.81	0.49
3	2.49	4.05	1.39	2.94	7.29	8.28	7.98	6.26	5.82	4.89	3.01	2.89
4	2.79	4.13	5.26	6.01	5.76	8.15	7.68	6.28	5.96	4.67	3.91	2.94
5	2.19	4.21	3.98	6.79	7.73	8.15	7.16	6.04	6.05	4.63	3.88	2.38
6	0.57	3.93	5.32	6.88	7.32	6.25	6.44	6.31	5.98	4.73	3.40	2.78
7	0.33	0.97	5.82	6.54	7.13	8.02	8.37	6.32	5.51	4.39	2.75	0.48
8	2.67	0.49	5.33	6.37	7.35	7.83	8.42	6.33	5.95	4.36	3.60	0.39
9	2.64	1.00	5.40	6.73	7.37	7.91	8.07	5.82	4.43	4.63	2.67	2.35
10	0.53	0.22	4.11	5.74	6.73	7.41	8.35	6.85	6.26	4.65	1.83	2.47
11	1.13	1.77	5.49	5.29	7.35	7.29	7.59	7.10	5.95	4.56	2.87	2.58
12	3.15	4.56	5.73	5.91	7.40	7.68	8.23	7.00	5.99	4.61	3.25	0.33
13	3.15	2.09	5.65	6.50	6.36	6.98	8.31	6.71	5.74	4.61	2.16	0.30
14	3.36	4.83	4.88	6.27	7.22	6.40	7.55	6.54	5.63	4.76	3.26	0.27
15	3.15	4.43	3.48	5.59	5.88	7.59	7.68	6.43	5.55	4.49	1.85	0.73
16	3.44	4.25	3.47	5.44	4.95	7.17	7.15	6.57	5.76	4.44	2.03	0.77
17	3.44	3.35	4.26	4.52	2.01	7.48	7.42	6.84	5.36	4.24	2.26	1.79
18	3.07	2.02	2.19	6.17	5.74	7.94	7.13	7.14	5.51	3.60	2.54	2.11
19	3.22	3.40	6.14	5.75	6.46	7.91	7.19	7.01	5.51	2.39	2.61	2.71
20	3.14	4.15	6.25	5.49	4.45	7.99	6.92	6.93	5.58	3.74	3.21	2.56
21	2.78	2.77	2.55	6.44	7.44	8.04	5.79	6.63	5.68	3.87	3.33	1.98
22	3.24	3.72	4.02	5.20	7.15	8.13	6.21	6.29	5.23	3.47	2.65	2.59
23	3.32	4.17	4.26	2.41	5.41	7.91	5.59	6.30	5.15	3.78	3.08	0.25
24	2.01	3.46	4.63	6.76	7.43	7.69	6.58	6.00	5.04	3.24	2.91	1.76
25	0.60	1.77	1.72	6.44	6.86	6.71	6.96	5.94	3.85	3.34	2.92	2.93
26	1.29	3.46	6.46	1.77	7.63	6.78	7.23	6.49	5.17	4.27	1.85	2.63
27	3.10	4.07	3.74	5.28	7.78	7.10	6.28	6.46	5.24	2.85	2.30	2.91
28	0.86	4.91	4.38	6.31	7.98	6.75	5.50	6.38	5.22	2.43	1.74	2.26
29	3.72	-	7.01	7.24	8.03	7.88	6.95	6.41	5.29	3.41	1.01	2.38
30	2.65	-	6.44	6.57	6.58	7.22	6.68	6.20	3.67	3.07	2.81	2.82
31	1.44	-	5.66	-	7.60	-	6.62	5.95	-	3.26	-	2.34

Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde kurulmuş olan toplam, direkt ve difüz güneş ışınlamalarını ölçen yüksek hassasiyetli güneş takip sistemli güneş ışınlamı ölçüm sisteminden Ağustos 2008 ve Eylül 2010 tarihleri arasında alınan ölçümlere göre Şanlıurfa'da en yüksek anlık toplam güneş ışınlamı 1154 W/m² ve anlık en yüksek direkt güneş ışınlamı 981 W/m² olarak tespit edilmiştir. Difüz güneş ışınlamının toplam güneş ışınlamına olan oranı yıl boyunca yaklaşık olarak %10 ile %60 arasında değişmektedir. Difüz güneş ışınlamının toplam güneş ışınlamına olan oranı bahar aylarında %25-40, yaz aylarında %10-20, son bahar mevsiminde %15-30 ve kış aylarında %40-60 arasında değişmektedir.

Şekil 3'te her ayı temsil eden günler veya yakın günler için toplam, difüz ve direkt güneş ışınlamı şiddetinin gün boyunca değişimleri gösterilmiştir. Şekillerden her üç güneş ışınlamı çeşitinin gün boyunca güneş ışınlamındaki değişimlere benzer davranışı gösterdikleri belirlenmiştir. Açık gökyüzünün olmadığı ilkbahar ve kış aylarında güneş ışınlamının değişkenliğinin fazla olduğu görülmektedir. Açık günlerde ve yaz aylarında direkt ve toplam ışınlamın gün boyunca ani değişimler göstermediği, gün boyunca doğal değişimini takip ettiği ve ışınlam değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak ölçüm sonuçlarından, toplam ve direkt güneş ışınlamının Şanlıurfa'da güneş enerjisinin tüm uygulamaları için yüksek potansiyele sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 3 . Mart-Ağustos ayları arasında toplam, difüz ve direkt güneş ışıınım şiddetinin temsili günler için değişimi (a-f).

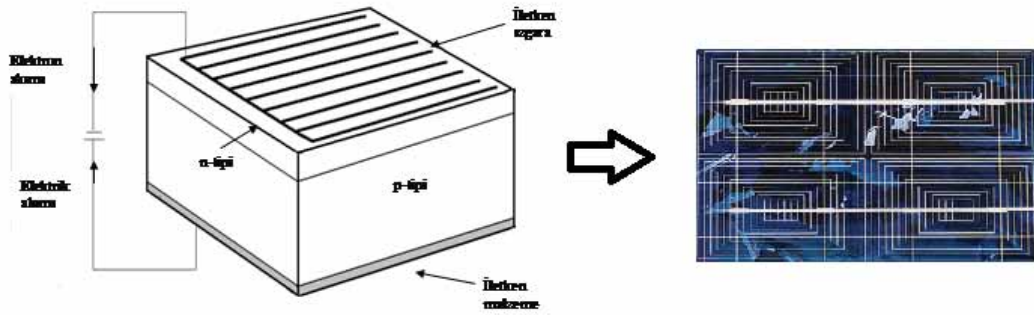
Teknoloji

Yeryüzüne gelen güneş ışığından ısı ve elektrik üreten güneş enerjisi teknolojileri; tasarım, uygulama alanı ve teknoloji düzeyi bakımından büyük çeşitlilik göstermekle birlikte, esas olarak fotovoltaik (PV) ve termal sistem teknolojileri olarak ikiye ayrılır. Fotovoltaik sistemler güneş ışınlarından yararlanarak direkt elektrik üretimini mümkün kılarken; termal sistemler güneş ışınları ile direkt ısı üretimini (eğer arzu edilirse, arada uygun bir termodinamik çevrim kullanılmak suretiyle elektrik üretimini de) mümkün kılarlar.

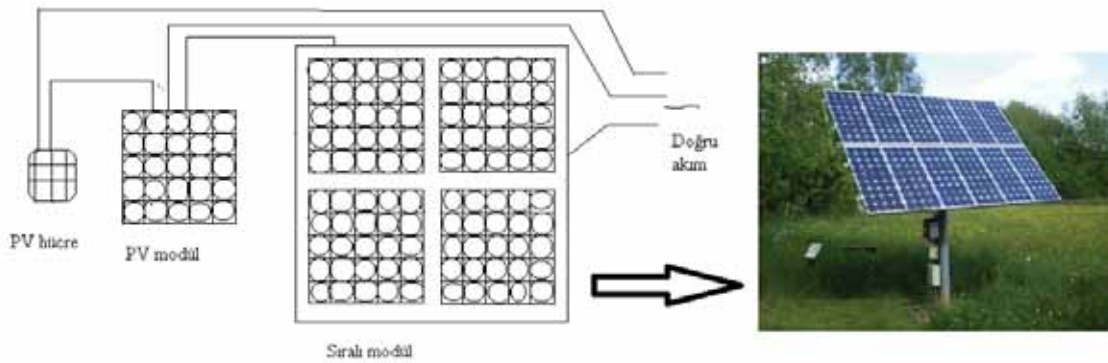
Fotovoltaik (PV) Teknolojisi

Güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaik sistemler, herhangi bir tüketim maddesine ihtiyaç duymamaları, diğer sistemlerle kolayca birleşebilme yeteneğine sahip olmaları ve tasarım açısından geniş alternatif sunmaları gibi avantajları nedeniyle son yıllarda ön plana çıkan güneş enerjisi uygulamaları arasına girmiştir. Işıktan elektrik enerjisi elde etmek yani fotovoltaik olay (Şekil 4a), Becquerel³ tarafından 1839 yılında, bir elektrolit içine batırılan elektrotlardan biri üzerine ışık düşürüldüğünde bunlar arasında bir potansiyel farkın meydana geldiğini gözlemesinden beridir bilinmesine karşın, ilk modern fotovoltaik hücrenin yapımı ancak 1954'de Amerika Birleşik Devletleri'nin Bell Laboratuvarı'nda %6 verimle gerçekleştirilmiştir⁴. Uzay araçları için gerekli olan enerjiyi temin etmek amacıyla geliştirilen bu sistemler maliyetlerinin çok yüksek olması nedeniyle, 1970 yıllarına kadar bu sahada sınırlı kalmışlardır. Ancak bu yıllarda ortaya çıkan enerji krizi sebebiyle, güneş enerjisinden yararlanmak suretiyle global enerji ihtiyacına yönelik olarak da kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle son çeyrek asırda verim ve maliyetlerinde görülen ciddi seviyedeki iyileşmeler, fotovoltaik panellerle elektrik üretimini, güneş enerjisi uygulamaları içerisinde önemli bir noktaya getirmiş ve toplam enerji üretimindeki payının hızla genişlemesine sebep olmuştur.

(a)



(b)



Şekil 4. (a) PV hücre, (b) PV modül/panel dizisi aşamaları

Kristal silisyum, amorf silisyum ve galyum arsenik gibi pek çok farklı maddeden yararlanarak üretilen güneş pilleri, yapısına bağlı olarak üzerlerine düşen güneş enerjisi %5 ile %20 arasında değişen bir

³ R. Williams. "Becquerel Photovoltaic Effect in Binary Compounds". The Journal of Chemical Physics 32 (5): 1505–1514, 1960.

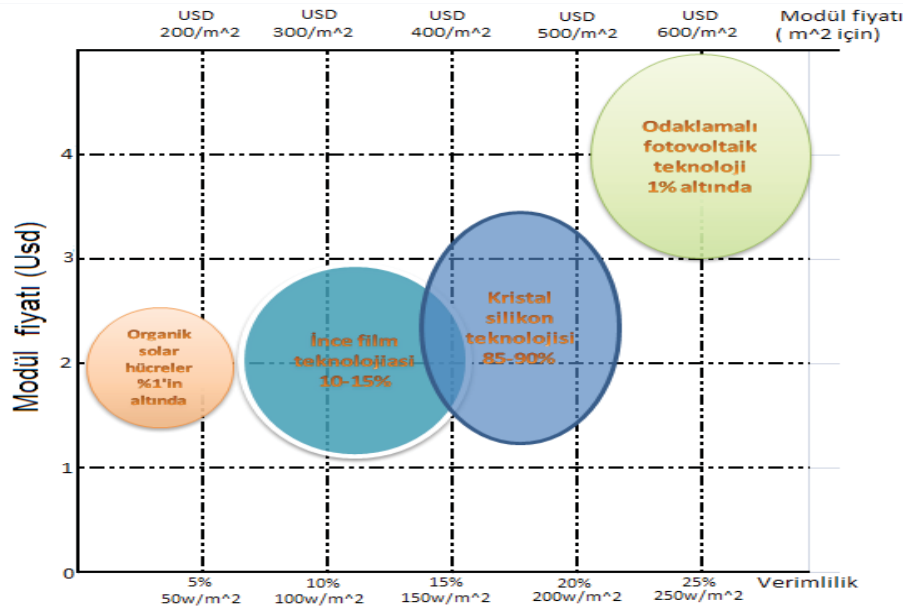
⁴ CHAPIN, D.M., FULLER, C.S. and PEARSON, G.L. A new p-n junction photocell for converting solar radiation into electrical power, Journal of Applied Physics. 25, 676-677, 1954.



verimle elektrik enerjisine çevirebilir. Çok sayıda güneş pilinin birbirine paralel yada seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilmesiyle elde edilen yapıya güneş pili modülü yada fotovoltaik modül adı verilir. Talebe bağlı olarak modüller birbirine seri ya da paralel bağlanarak çok küçük güçlerden MegaWatt'lara kadar sistem oluşturulabilir (Şekil 4(b)). Güneş pili modülleri uygulamaya bağlı olarak, akümülatörler, invertörler, akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak oluşturulan güneş pili sistemleri, elektrik enerjisine ihtiyaç duyulan her uygulamada kullanılabilir. Bu sistemler, özellikle yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan yerlerde, yakıt taşımanın pahalı olduğu durumlarda oldukça ekonomik olmaktadır.

Mevcut Durum

Günümüzde PV modül/panel üretim teknolojileri; Kristal Silikon, İnce Film, Yoğunlaştırıcı ve Organik olmak üzere 4 temel başlıkta incelenebilmektedir. Söz konusu üretim teknolojilerine ait panellerin verim ve maliyetini gösteren grafik aşağıda verilmektedir.



Şekil 5. PV modül üretim teknolojilerinin verim ve maliyetleri⁵

PV modül pazarında çok geniş teknoloji ve modül seçenekleri bulunmakla birlikte; halen ticari olarak en büyük pazar payını 'Kristal Silikon Teknolojisi (%83 pay ile)' almaktadır. İnce Film Teknolojileri ise (%17 pay ile) maliyet avantajından dolayı ticari pazardaki payını arttırmaya başlamıştır⁶. Ticari pazarda önemli payı olan bu panellerin mevcut verimleri⁵ aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 10. Ticari modüllerin mevcut verimleri⁵

Kristal Silikon Teknolojisi			İnce Film	
sc-Si	mc-Si	a-Si; a-Si/μc-Si	CdTe	CIS/CIGS
%14-20	%13-15	%6-9	%9-11	%10-12

Si: silikon, sc: tek kristalli, mc: çok kristalli, a: amorf, μc: mikro-kristal; CdTe: Kadmiyum-Tellur, CIS: Copper Indium Selenide, CIGS: Copper Indium Gallium Selenide.

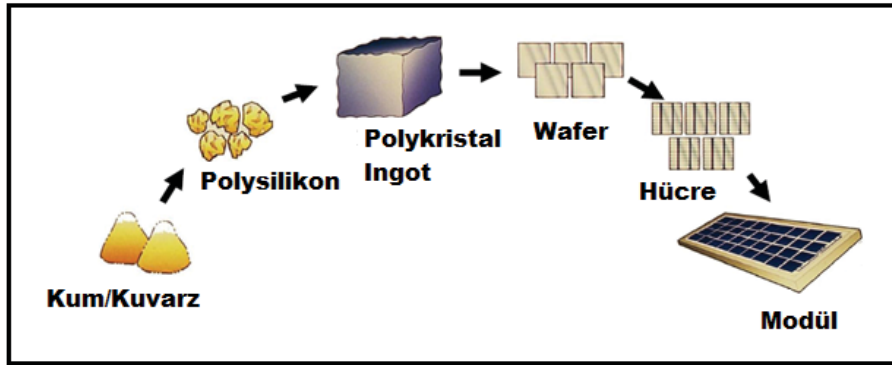
⁵ Technology Roadmaps, Solar photovoltaic energy, IEA Report, 2010.

⁶ Photovoltaic Barometer, Eurobserv'er, 2010.

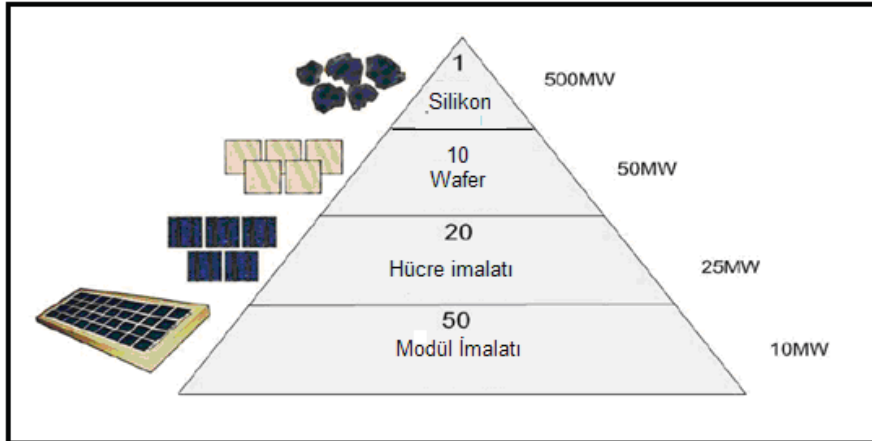
Kristal Silikon PV modül üretiminde en önemli maliyeti ‘Silikon Malzeme’ oluşturmaktadır. Özellikle tek-kristal silisyum malzemenin, üretim maliyetinin yüksek olması çok kristalli malzemenin geniş ölçekte kullanılmasına neden olmuştur.

Saf tek kristal silikon üretimi oldukça zor ve pahalı bir teknolojiyi gerektirmektedir. Oksijenden sonra doğada en çok bulunan element olan silisyumun en çok bulunan biçimi kum ve kuartzdır. Kumun saflık derecesi çok düşük olduğundan, kullanılmaya uygun değildir. Ancak, kuartzın %90’ı silisyum olup, işlenerek %99 silika elde edilir. Ardından, silikadan metalürji kalitesinde silisyum elde edilir. Bunu izleyen aşamada ise, silisyum saflaştırılarak yarı-iletken niteliğinde çok kristalli silisyum/silikon elde edilir. Poly-silikon malzeme elde edilmesine kadar olan aşamaların her birisi oldukça enerji yoğun ve maliyetli işlemlerdir. Bu aşamadan sonra büyütülmüş kristal blok (ingot), dilimlenmiş ince yüzey (wafer) üretimi söz konusudur. PV hücre üretimi ve daha sonra PV modül üretimi ise son aşamalardır. Bu aşamalar ve tipik fabrika boyutlarına ait kıyaslamalar Şekil 6’da sunulmuştur.

(a)



(b)



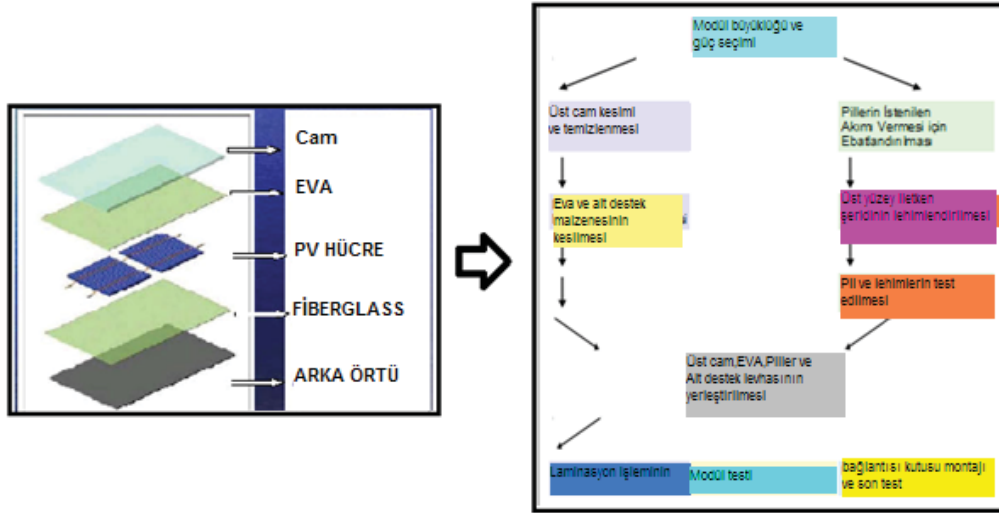
Şekil 6. (a) Kristal Silikon PV modül üretim aşamaları, (b) Tipik üretim tesisi kurulum boyutları⁷.

Tesis kurulumu yaklaşık ilk yatırım maliyetleri; Polisilikon blok için 250 M\$ (Milyon Dolar), Wafer için 40 M\$, PV Hücre için 15 M\$ ve PV Modül için 2M\$ olarak verilmektedir⁷. Bu nedenle gelişmekte olan ülkelerde hazır PV Hücreler satın alınarak, PV Modül olarak montajı tercih edilmekte ancak bu durumda katma değer düşmektedir.

⁷ Önder, E., Fotovoltaik Teknolojisi ve Dünyadaki Yeri, <http://www.teknolus.com/>.

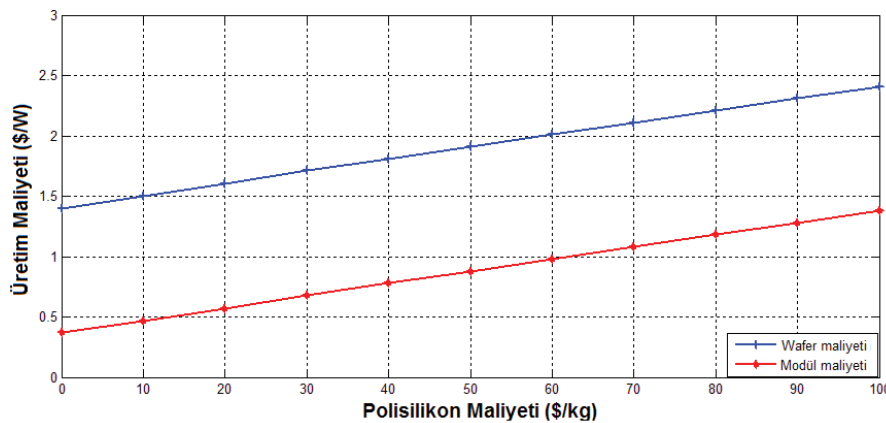


PV modül, Şekil 7'de görüldüğü gibi, birkaç tabakadan oluşmaktadır. Önce; birbirine seri ve/veya paralel bağlanmış PV hücreler bir fiber yatak üzerine oturtulup, pillerin üzerine ve fiberin altına EVA malzemesinden iki tabaka yerleştirilmektedir. Sonra üst EVA malzemesinin üstüne temiz ve sertleştirilmiş bir cam parçası, alt EVA malzemesinin altına ise bir tedlar tabakası konmaktadır. Daha sonra ise, hazırlanmış olan modül sandviç bir laminasyon fırınına yerleştirilip vakum altında bir müddet pişirilmektedir. Laminasyon sonucu tabakalar, arada hiç hava kalmaksızın birbirlerine yapışmaktadır. Laminasyon işlemi sonrası modül dikkatlice soğutulup, çerçeve ve terminal kutusu takıldıktan sonra son testi yapılmakta ve kullanıma hazır hale getirilmektedir.



Şekil 7. Kristal Silikon PV modül üretim aşamaları⁸

Teknolojik olarak Silikon malzeme fiyatlarındaki değişimin, Wafer ve Modül üretimi üzerinde direkt etkisi vardır (Şekil 8).

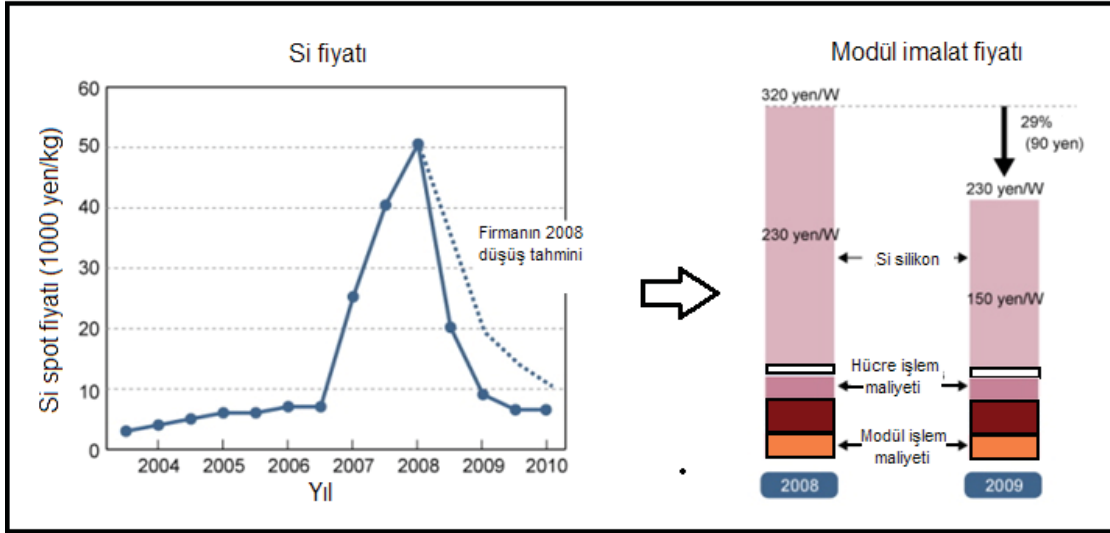


Şekil 8. Polisilikon malzeme fiyatının üretim maliyetleri üzerindeki etkisi⁷.

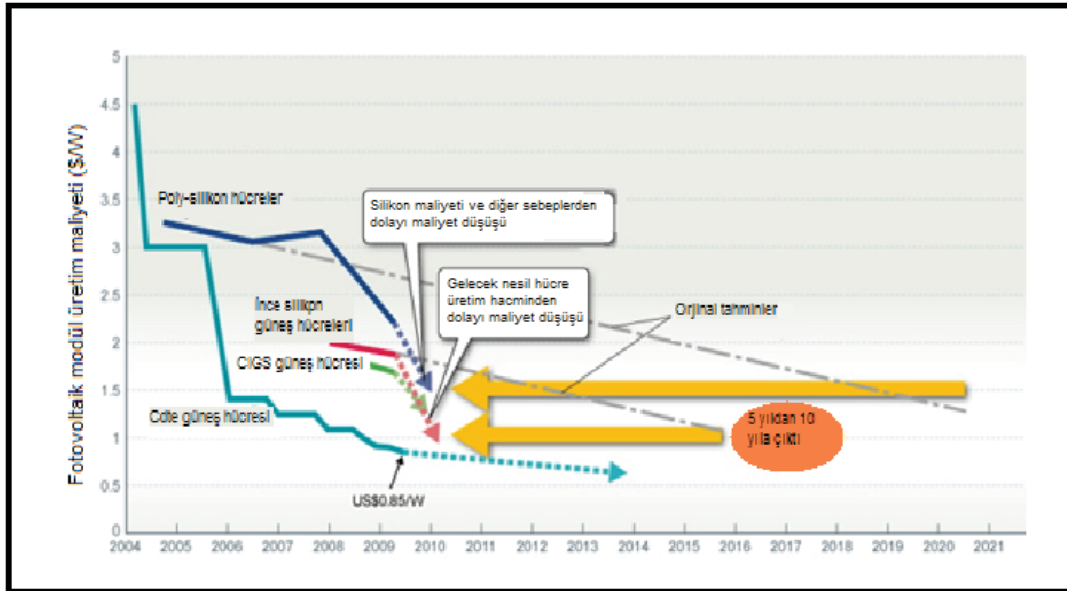
⁸ http://www.bilimbilmek.com/sayfa/Haldun_Abdullah-Fotovoltaik_Modul_Uretimi.html

Kristal silikon fiyatlarında 2008 yılının başlarında gerçekleşen yaklaşık %80 oranındaki çok sert bir düşüş; PV Modül üretim maliyetlerine hali hazırda %29 oranında yansımıştır (Şekil 9a). Bu gelişme; PV Modül Teknolojisinde 5-10 yıl sonra beklenen ucuzlamayı şimdiden getirmiştir (Şekil 9b).

(a)



(b)



Şekil 9. (a) Polisilikon malzeme fiyatındaki ani düşüşün modül üretim maliyetlerine yansımaları, (b) Modül üretimlerinde tahminlerden önce beklenen maliyet düşüşleri⁹.

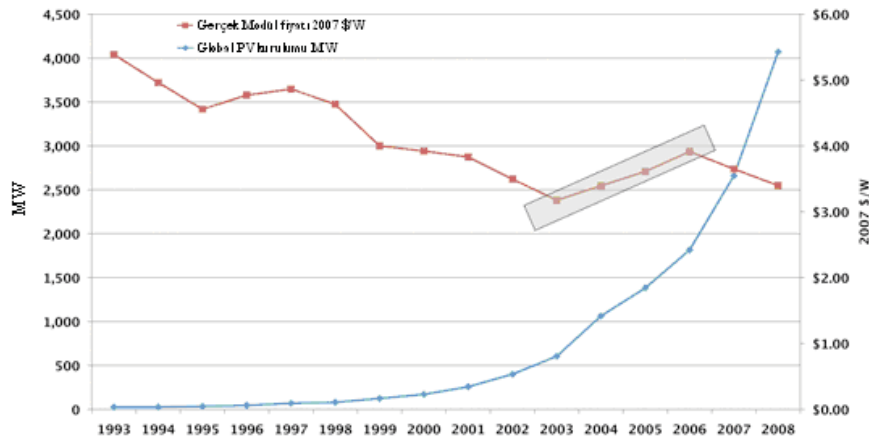
⁹ Nozawa. T. Photovoltaic Cells on the Verge of Explosive Growth. Cover Story. Nikkei Electronics Asia --April 2010



2010 yılı içerisinde yayınlanan ‘PV Barometer’ başlıklı raporda⁶, Amerika merkezli bir danışmanlık şirketi (iSuppli), Kristal Silikon PV fiyatlarında 2009 yılındaki ortalama düşüşün wafers için %50, modül için ise %37,8 seviyelerinde olduğunu, 2010 yılında ise fiyatlarda göze çarpan bir düşüş gerçekleşmediğini belirtmektedir.

PV pazarında modüllerin kullanıcıya ulaşma fiyatları için yapılan son araştırmalarda^{10,11} az da olsa farklar söz konusudur, ancak mevcut durum birim Watt başına satış fiyatlarının halen 4\$ ve üstü seviyelerinde olduğu, üretim maliyetlerinde düşüşün henüz kullanıcıya yeterince yansımadağı yönündedir (Şekil 10).

(a)



(b)



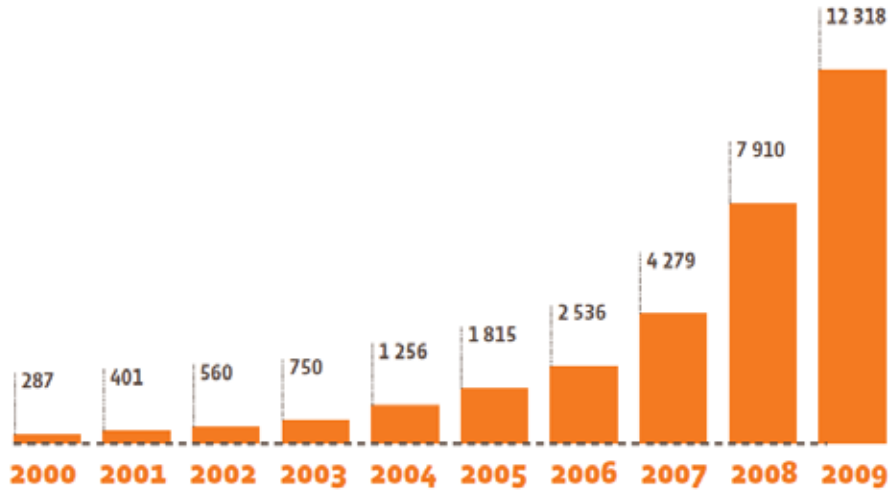
Şekil 10. (a) GTM Şirketi pazar araştırma sonuçları¹⁰, (b) Solarbuzz Şirketi pazar araştırma sonuçları¹¹

¹⁰ <http://www.gtmresearch.com/report/pv-technology-production-and-cost-2009-forecast>

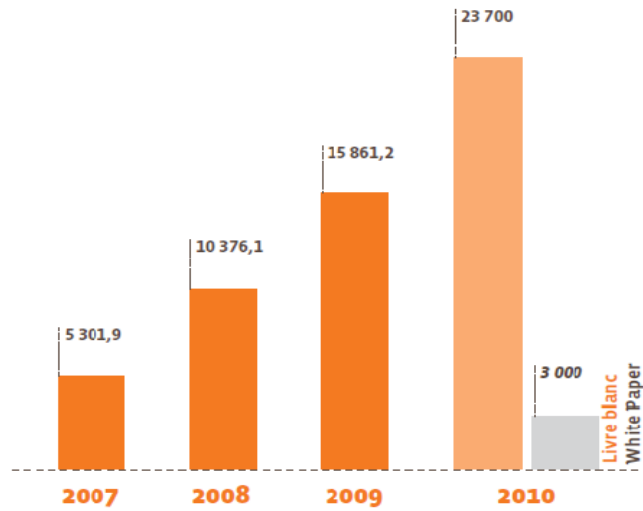
¹¹ <http://www.solarbuzz.com/Moduleprices.htm>

PV üretim teknolojisinin pazar araştırmalarında da, sunulan rakamlar arasında bazı farklılıklar mevcuttur. Ancak global üretim çok hızlı bir şekilde gelişmektedir. PV Barometer başlıklı raporda⁶ PV endüstrisinin, geçmişinden beri ilk defa, pazar ihtiyacından fazla modül ürettiğine dikkat çekilmektedir. Global düzeyde PV hücre üretimi 2008 yılında 7,9 GWp iken, 2009 yılında çarpıcı bir hızla %56 artarak, 12,3 GWp düzeyine ulaşmıştır (Şekil 11a). PV hücre üretimi; 2010 yılı için yapılan ciddi öngörü ve tahminlerden %800 daha fazla olacak şekilde, artmıştır (Şekil 11b).

(a)



(b)



Şekil 11. (a) PV hücre üretim miktarının (GWp) son on yıldaki seyri¹², (b) 2010 yılı için öngörülen üretim miktarına (MWp) kıyasla son yıllardaki seyri¹³

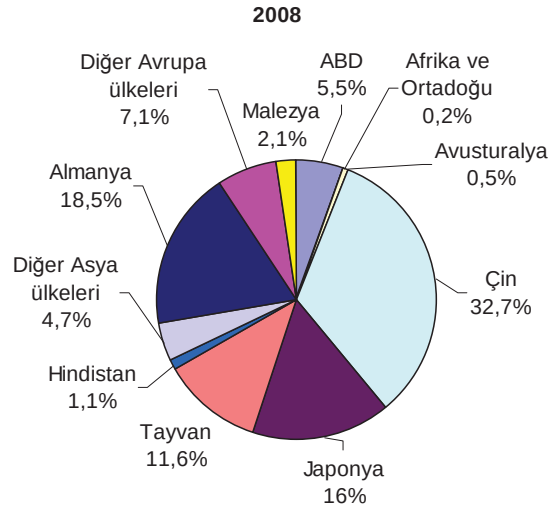
¹² Solarbuzz: <http://www.solarbuzz.com/>.

¹³ Photon International: <http://www.photon-magazine.com/>.

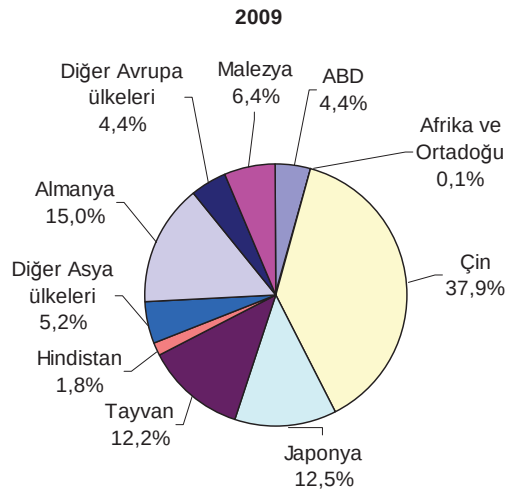


PV üretim teknolojisinde diğer dikkat çekici bir nokta da; üretimlerin ülkelere göre dağılımındadır. Üretimlerde hakimiyet Asya ülkelerine doğru kaymaktadır. 2008 yılında dünya PV piyasasında %64 olan hakimiyetleri 2009 yılında %76 oranına yükselmiştir. Almanya ve Amerika'nın dünya pazarındaki oranları gittikçe azalmaktadır (Şekil 12).

(a)



(b)

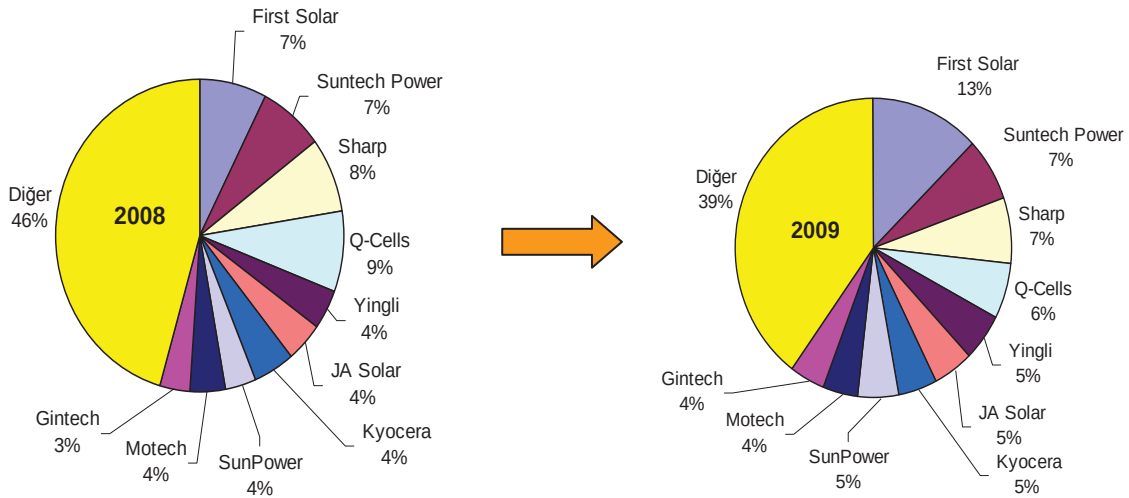


Şekil 12. PV hücre üretim miktarının (MWp) ülkelere göre dağılımı; (a) 2008 yılı, (b) 2009 yılı.

PV üretim teknolojisinde en büyük 10 üretici (Çizelge 11) sıralamasında da büyük bir yarış söz konusudur ve sıralama sürekli değişmektedir. 2008 yılından, 2009 yılına geçerken; ABD menşeli FirstSolar (5. Sıradan 1. Sıraya), Tayvan menşeli Yingli (6. Sıradan, 5. Sıraya) ve Çin menşeli JA Solar (7. Sıradan, 6. Sıraya) atlayarak, önemli sıçramalar gerçekleştirmiştir (Şekil 13).

Çizelge 11. En büyük 10 PV Hücre Üreticisi

	Firma	Ülke	Teknoloji
1.	First Solar	ABD	İnce film (CdTe)
2.	Suntech Power	Çin	Kristal (mono, multi)/İnce film (a-Si, mc-Si)
3.	Sharp	Japonya	Kristal (mono, multi)/İnce film (a-Si, mc-Si)
4.	Q-Cells	Almanya	Kristal (mono, multi)/İnce film (CIGS, CdTe)
5.	Yingli Gren Energy	Çin	Kristal (multi)
6.	JA Solar	Çin	Kristal (mono, multi)
7.	Kyocera	Japonya	Kristal (multi)
8.	Trina Solar	Çin	Kristal (mono, multi)
9.	SunPower	ABD-Flipinler	Kristal (mono)
10.	Gintech	Tayvan	Kristal (mono, multi)



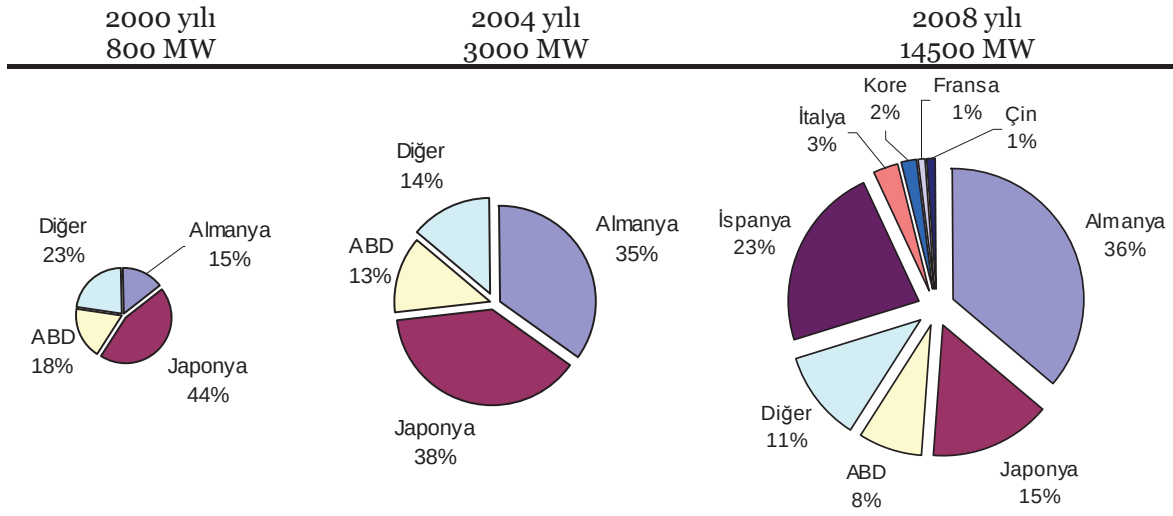
Şekil 13. En büyük 10 PV hücre üreticisi firmanın 2008 ve 2009 yılı sıralamaları.

PV üretim teknolojisinde; Asya ülkelerinin üstünlüğüne karşın, kullanım kapasitesi konusunda (Şekil 14a ve Çizelge 12) ve dünyanın en büyük PV üretim santrallerinin kurulumunda, Avrupa ülkeleri ön sıralardadır (Çizelge 13).

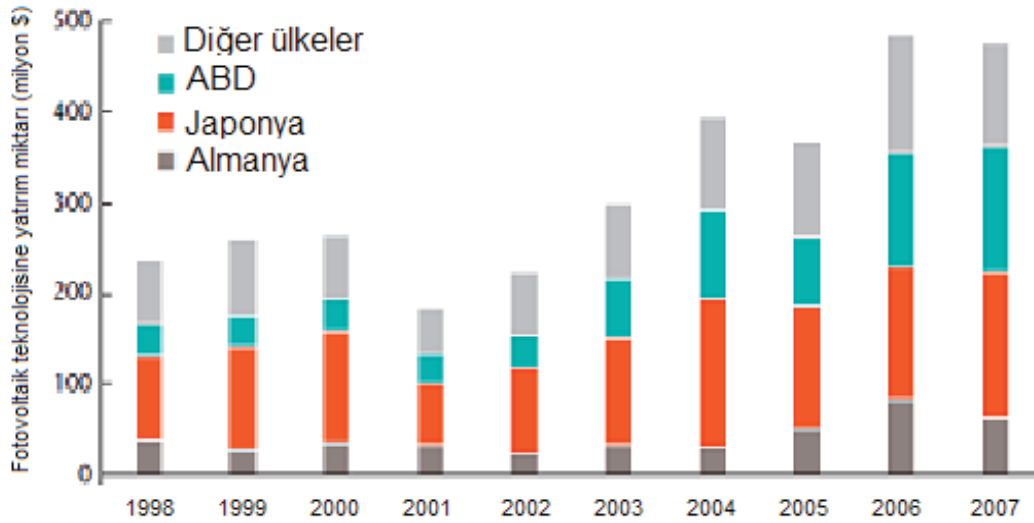
PV üretimi konusunda geçtiğimiz yıllarda ön sıralarda olan ülkelerin; söz konusu teknolojiye en fazla Ar-Ge yatırımı yapan ülkeler oldukları da göze çarpmaktadır (Şekil 14b).



(a)



(b)



Şekil 14. (a) PV kurulum kapasitesinin ülke ve coğrafyalara göre dağılımı¹⁴; (b) PV üretim teknolojisine yapılan Ar-Ge yatırımlarının ülke ve coğrafyalara göre dağılımı¹⁴.

¹⁴ Technology Roadmaps. Solar photovoltaic energy. IEA (2010)

**Çizelge 12.** Avrupa’da toplam kurulu güç (MWp) toplamı ve ilk 10 AB ülkesindeki durum

Ülke	2008			2009		
	On-grid	Off-grid	Toplam	On-grid	Off-grid	Toplam
Almanya	5.979.000	40.000	6.019.000	9.785.300	45.000	9.830.300
İspanya	3.402.235	18.836	3.421.071	3.500.000	20.082	3.520.082
İtalya	445.000	13.300	458.300	1.019.000	13.400	1.032.400
Çek Cumh.	54.294	0.380	54.674	465.321	0.580	465.901
Belçika	70.870	0.053	70.923	362.970	0.053	363.023
Fransa	82.990	20.912	103.902	268.230	21.119	289.349
Portekiz	65.011	2.941	67.952	99.164	3.041	102.205
Hollanda	52.000	5.200	57.200	58.433	5.200	63.633
Yunanistan	12.000	6.500	18.500	48.300	6.700	55.000
Avusturya	29.030	3.357	32.387	34.130	3.357	37.487
AB Toplam	10.249.931	126.130	10.376.061	15.724.798	136.406	15.861.204

*Tahmini değerler

Çizelge 13. Dünyada en büyük kurulu güce sahip (40 MWp ve üstü) PV santraller^{15**}

Santral ismi	Ülke	Kurulu güç (MWp)	Yıllık üretim (GWh)	Tamamlanma tarihi
Olmedilla Photovoltaic Park	İspanya	55	85	Eylül- 2008
Strasskirchen Solar Park	Almanya	54	-	2009
Lieberose Photovoltaic Park	Almanya	53	53	2009
Puertollano Photovoltaic Park	İspanya	47,6	-	2008
Moura photovoltaic power station	Portekiz	46	93	Aralık-2008
Kothen Solar Park	Almanya	45	-	2009
Finsterwalde Solar Park	Almanya	41	-	2009
Walddolenz Solar Park	Almanya	40	40	Aralık-2008

**California Vadisi’nde (ABD) yapımına kısa sürede başlanacak 550 MWp kurulu güçteki Topaz Solar Farm ve 250 MWp güçteki High Plains Ranch PV santralleri, hali hazırda en büyük kurulu güçteki projelerdir¹⁶

Büyük güçteki PV santrallerine ait görüntüler Şekil 15’te sunulmuştur. Söz konusu santrallerin birincisinde sabit eğimle yerleştirilmiş kristal silikon PV modül teknolojisi kullanılmıştır. Diğer santralde ise farklı olarak, güneşi tek eksenle izleyen hareketli sehpa mekanizması kullanılmıştır.

¹⁵ <http://www.pvresources.com/en/top50pv.php>

¹⁶ Sneed, D. "Calif. utility agrees to buy solar power from two proposed plants", The San Luis Obispo Tribune. <http://www.mcclatchydc.com/economics/story/48267.html>



(a)



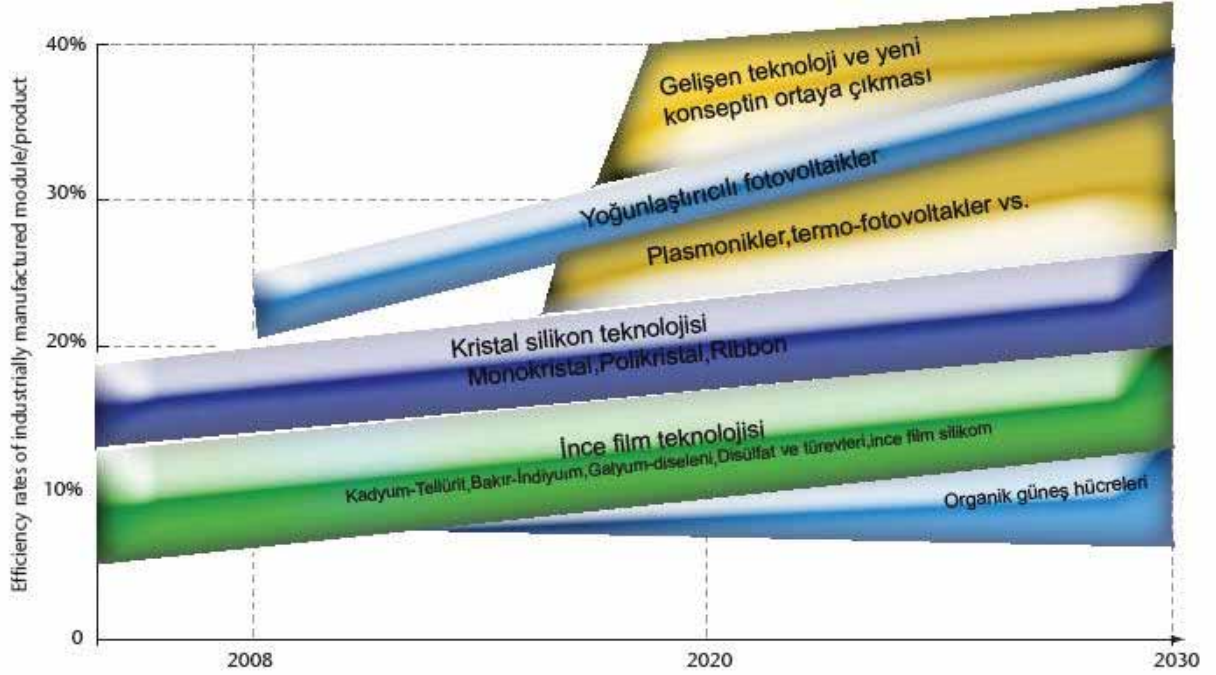
(b)



Şekil 15. PV güç santrali için örnek görüntüler; (a) sabit eğimli, hareketsiz, (b) güneş izleyicili, hareketli.

Teknolojinin yol haritası

Kristal Silikon ve İnce Film teknolojisi kullanan PV Modüllerin üretimi ve gelişimi gelecek 20 yılda da devam edecek; en büyük iyileşmenin modül verim değerlerinin ve ömürlerinin artışında olacağı öngörülmektedir (Şekil 16 ve Çizelge 14). 2020 yılından itibaren yoğunlaştıran PV ve organik PV ile birlikte yeni geliştirilecek ileri teknolojilerin ticari pazarda pay alması beklenmektedir.



Şekil 16. PV hücre teknolojilerinin gelecekteki trendi¹⁴.

Çizelge 14. PV Modül verim, geri ödeme süresi ve işletme ömrü için gelecek yıllara ait teknoloji hedefleri

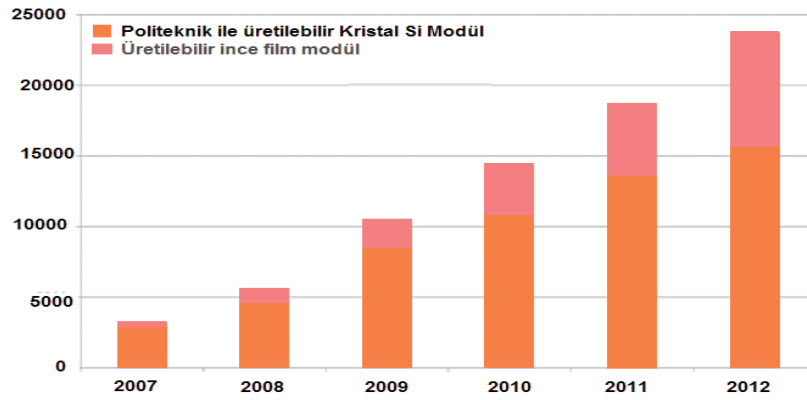
Hedefler (Yuvarlatılmış rakamlara göre)	2008	2020	2030	2050
Tipik düzlemsel modül verimi	% 16'ya kadar	% 23'e kadar	% 25'e kadar	% 40'a kadar
Tipik maksimum sistem enerji geri ödeme süresi (Yıllar içinde)	2 yıl	1 yıl	0,75 yıl	0,5 yıl
İşletme ömrü	25 yıl	30 yıl	35 yıl	40 yıl



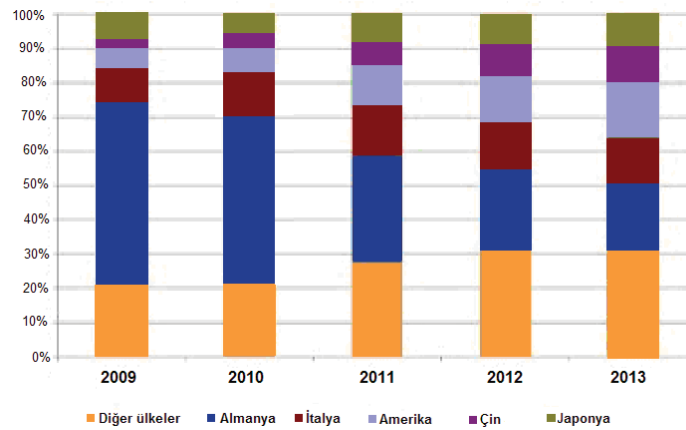
Anahtar Not-2: Gelecek yıllarda ince film teknolojisi ve gelişmekte olan ülke hakimiyetinde değişimler bekleniyor.

GTM Araştırma Şirketi¹⁰ gelecekteki olası Polisilikon malzeme sınırlamalarından dolayı; Kristal Silikon ve İnce Film PV modül pazar payları arasındaki farkın hızla kapanacağı (%66'lık fark, %30 seviyelerine kadar inebilecek) ve PV üretim teknolojisinde gelişmekte olan ülkelerin payının artacağı, öngörüsünü yapmaktadır (Şekil 17). Kristal Silikon Modül fiyatları 5 yıl içinde Watt başına 1,4\$ seviyelerine inerken, CIGS İnce Film Modül 0,75\$ seviyelerine kadar inebilecektir. Her iki teknolojiye ise %30 dolaylarında modül verimine ulaşılabilecektir. Bu öngörüler; Türkiye ve TRC-2 Bölgesi'nin doğru pozisyonu alması açısından oldukça önemlidir.

(a)



(b)



Şekil 17. (a) Ticari pazarda mevcut PV hücre teknolojilerinin ve (b) piyasaya hakim ülke paylarının; gelecekteki trendine yönelik öngörüler¹⁰.

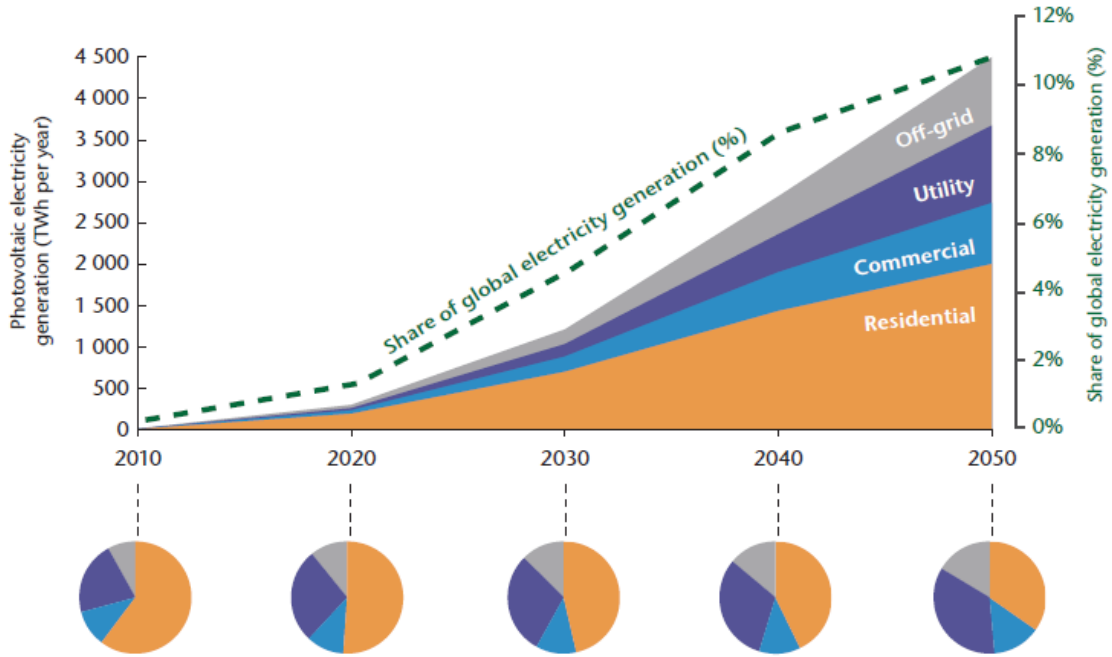
Anahtar not sonu



Günümüzde kurulu ve kullanımdaki PV gücün yaklaşık %60'lık kısmı özel konut ve binalara (<20 kW) yöneliktir. Diğer uygulama alanları; ticari ve kamu binaları (1MW'a kadar), şebekeye bağlı sistemler (>1MW) ve şebekeden bağımsız sistemler (değişken güç aralığında) olarak sınıflandırılmaktadır. Böylece PV kurulu güçler; son kullanım durumuna göre 4 ayrı başlık altında değerlendirilmektedir. Gelecekte kullanımdaki en fazla artışın, şebekeye bağlı büyük güçlü sistemlerde olacağı öngörülmektedir (Bknz: Çizelge 15 ve Şekil 18).

Çizelge 15. PV sistem son kullanıcı sektörlerinin gelecek yıllarda üretim kapasitelerine (TWh olarak) hedefler

Yıllık elektrik üretimi (TWh)	2010	2020	2030	2040	2050
Konut (Residential)	23	153	581	1.244	1.794
Ticari (Commercial)	4	32	144	353	585
Şebekeye bağlı (Utility)	8	81	368	910	1.498
Şebekeden bağımsız (Off-grid)	3	32	154	401	695
Toplam	37	298	1.247	2.907	4.572



Şekil 18. PV sistem son kullanım alanındaki gelecek yıllara yönelik öngörü¹⁴

Son kullanım sektörlerinde maliyetlerin gelecek yıllarda önemli seviyede düşeceği öngörülmektedir. Konut, ticari ve şebekeye bağlı uygulamalar için maliyet hedefleri Çizelge 16-18'de sunulmuştur.

**Çizelge 16.** Konut uygulamasında sistem ve elektrik kullanım maliyet hedefleri

		2008	2020	2030	2050
Anahtar teslimi sistem fiyatı (2008 \$/MW)		6.000	2.250	1.800	1.200
Elektrik üretim maliyeti (2008 \$/MWh)	2.000 kWh/kW	360	160	100	65
	1.500 kWh/kW	480	210	135	90
	1.000 kWh/kW	720	315	205	135

Çizelge 17. Ticari/kamu bina uygulamasında sistem ve elektrik kullanım maliyet hedefleri

		2008	2020	2030	2050
Anahtar teslimi sistem fiyatı (2008 \$/MWp)		5.000	2.250	1.500	1.000
Elektrik üretim maliyeti (2008 \$/MWh)	2.000 kWh/kWp	300	130	85	55
	1.500 kWh/kWp	400	175	115	75
	1.000 kWh/kWp	600	260	170	110

Çizelge 18. Şebeke hattı uygulamasında sistem ve elektrik kullanım maliyet hedefleri

		2008	2020	2030	2050
Anahtar teslimi sistem fiyatı (2008 \$/MWp)		4.000	1.800	1.200	800
Elektrik üretim maliyeti (2008 \$/MWh)	2.000 kWh/kWp	240	105	70	45
	1.500 kWh/kWp	320	140	90	60
	1.000 kWh/kWp	480	210	135	90



Termal Teknolojiler

Termal güneş enerjisi teknolojileri; düşük, orta ve yüksek sıcaklık uygulamaları olmak üzere üçe ayrılabilir. Düşük sıcaklık uygulamalarının en yaygın örneği; düzlemsel güneş kolektörleridir. Orta sıcaklık uygulamaları; çizgisel yoğunlaştırma yapan sistemleri (parabolik çukur kolektörler, frensel kolektörler), yüksek sıcaklık uygulamaları ise; noktasal yoğunlaştırma yapan sistemleri (parabolik çanak ve merkezi alıcılar) içerir.

Klasik plaka tipi düzlemsel güneş kolektörleri; çoğunlukla evlerde sıcak su ısıtma amacı ile kullanılmakta olup, güneş enerjisini toplayarak bir akışkana ısı olarak aktarmakta ve çeşitli tür ve biçimlerde imal edilebilmektedir. Bu sistemler içerisinde dolaşan akışkanın sıcaklığı 70-80°C mertebesine kadar çıkabilmektedir. Evlerin sıcak su ihtiyacı dışında; yüzme havuzları ve küçük sanayi tesislerinde de sıcak su temini amacıyla kullanılmaktadırlar. Son dönemlerde ülkemizde de kullanımı yaygınlaşmaya başlayan ve vakumlu ısı borularından oluşan düzlemsel toplayıcılarda ise akışkan sıcaklığı, 120°C mertebesine kadar ulaşabilmektedir.

Anahtar Not-3: Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinde Teknoloji Fırsatları Genişliyor.

Termal güneş enerjisi uygulamalarından en yaygını su ısıtma sistemleridir. Güneş enerjisi ile sıcak su hazırlama sistemleri, hazırlanacak suyun kullanma yerine, suyun ısıtılma şekline, sistemdeki suyun dolaşımına ve amacına göre değişiklik gösterirler. Güneş enerjili su ısıtma sistemleri (GESİS) teknolojik olarak iyi bilinmekle beraber, teknolojiye önemli gelişmeler olmaktadır.

EİE tarafından yapılan ve ülkemizdeki güneş kolektörü üretim ve kullanım durumunu inceleyen anket çalışmalarına göre; Güneydoğu Anadolu Bölgesi, zengin güneş enerjisi potansiyeline kıyasla ülkemizde güneş kolektörlerinin az kullanıldığı bölgedir. Temiz enerji kullanımı bilincinin az olması, sadece ilk yatırım maliyetinin göz önüne alınması, teknik bilgi eksikliği ve bu konudaki bilginin son kullanıcıya ulaştırılmaması, eski sistemlerin düşük verimlere sahip olması gibi güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin önündeki engeller; GAP Bölgesine direkt olarak yansımıştır.

Oysa güneş kolektörleri, özellikle Akdeniz ve Ege Bölgesi olmak üzere ülkemizde yıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır. Güneş kolektörlerinin yaygın kullanılmamasının GAP Bölgesine özel belli başlı ek nedenleri söz konusudur. Temelde alım gücünün düşük olması ve bunun sonucunda ticari olarak pazara giremeyen yeni kolektörler teknolojilerinin kullanıcılar tarafından yeterince tanınmamasıdır. GAP'la birlikte bölgede yaşam standardının artması sonucunda, Bölge halkının evsel sıcak su ihtiyacını karşılamada güneş kolektörlerine daha fazla yönelmesi beklentiler arasındadır.

GESİS'ler esasen güvenlik ve teknolojik açıdan doygunluk noktasına çok yakındır. Ancak, bir GESİS'in teknik ve ekonomik başarısı, ihtiyaca cevap verecek boyutları yanında, parçalarının kalitesine de bağlıdır. Birçok değişik sistem mevcuttur ve bu sistemler Şekil 19'da şematik olarak sınıflandırılmış, Şekil 20'de ise bazı örnek sistem görüntüleri verilmiştir. Bu sistemlere olan talebin dünyada artan bir eğilim göstermesi, sistemi büyüyen bir sektör haline getirmiştir. Piyasada kalite bazında değerlendirildiğinde aynı sistemler çok farklı ekonomik ve teknik şartlarda bulunabilmektedir. Ekonomik değerlendirme ve karşılaştırmalarda bu husus göz önüne alınmalıdır. Güneşli su ısıtma sistemlerinin ana parçası olan kolektörlerdeki gelişmeler ve yeni tip entegre sistemlerdeki değişimler incelendiğinde karmaşık bir durum ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bu yeni gelişen güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin teknolojik analizlerinin yapılması ihtiyacı söz konusudur ve fazla gecikmeden giderilmelidir.

Bölgede binalarda ve evlerde çatı olmaması ve genellikle düz dam olması GESİS için önemli bir avantajdır. Dolayısıyla konutlarda sıcak su ihtiyacının karşılanması için GESİS'lerin kullanım potansiyeli yüksektir. Bölgede en çok kullanılan sistem daha ekonomik olan yatay depolu açık tip GESİS'dir. Bu sistemde 2 adet su deposu bulunmaktadır. Soğuk su deposu ve sıcak su deposudur. Maliyet açısından daha ucuz olması dolayısıyla bu depolar galvanizli sac'tan yapılmaktadır. Galvanizli sac kullanılması

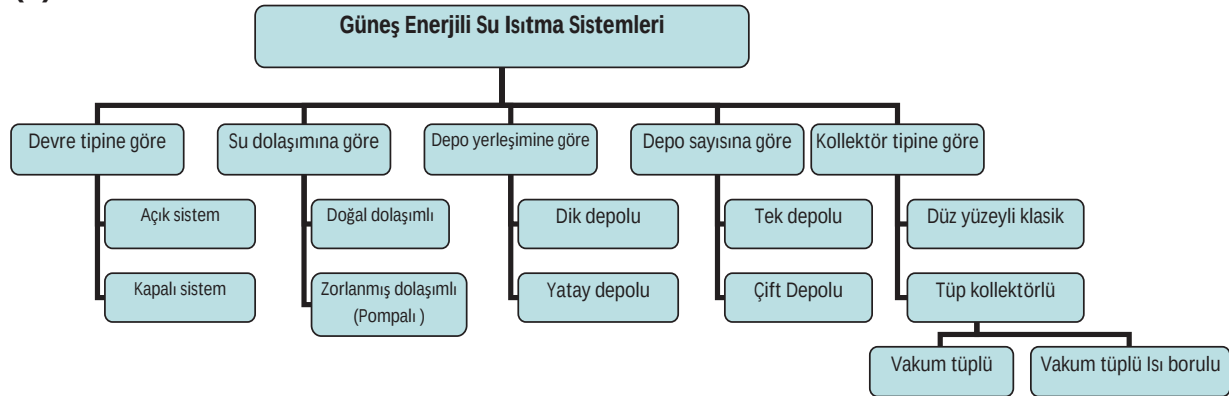


sağlık açısından uygun değildir. Bölgede bu depoların emaye veya paslanmaz çelikten yapılması gerekir. Bölgede kışın don olayından dolayı bu sistemler kışın devre dışı bırakılmaktadır. Hâlbuki kışın düşük sıcaklıklara rağmen önemli bir güneş ışınlımı mevcuttur. Kışın bu güneş enerjisini kullanmak için kapalı tip GESİS kullanılması gerekir.

Açık devre GESİS kolektör ve depo kalitesine göre piyasa değeri 600-1.000 TL arasında değişmektedir. Bölgede yıl boyu güneş enerjisi potansiyelinin kullanılması için kapalı devre GESİS kullanılması gerekir. Kapalı devre GESİS fiyatı 1.200-2.000 TL arasındadır. Bölgedeki genellikle açık devre GESİS’lerde kullanılan galvaniz saçtan yapılmış depoların değiştirilmesi ve bu depoların yerine emaya depoların kullanılması gerekmektedir.

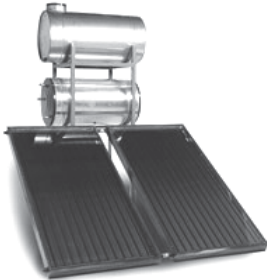
5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanununa dayanarak çıkarılan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği madde 19 (3)’a göre, yapı ruhsatına esas olan kullanım alanı 2.000 m²’nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar gibi konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerinde merkezi sıhhi sıcak su sisteminin planlanması şarttır. Bölgenin güneş potansiyeli ve yapılaşmadaki konumu göz önüne alındığında, GESİS’ler sıcak su ihtiyacının karşılanmasında önemli rol oynayabilir.

(a)



(b)

Yatay Depolu açık tip



Dik depolu kapalı tip



Vakum tüplü



Vakum tüplü ısı borulu

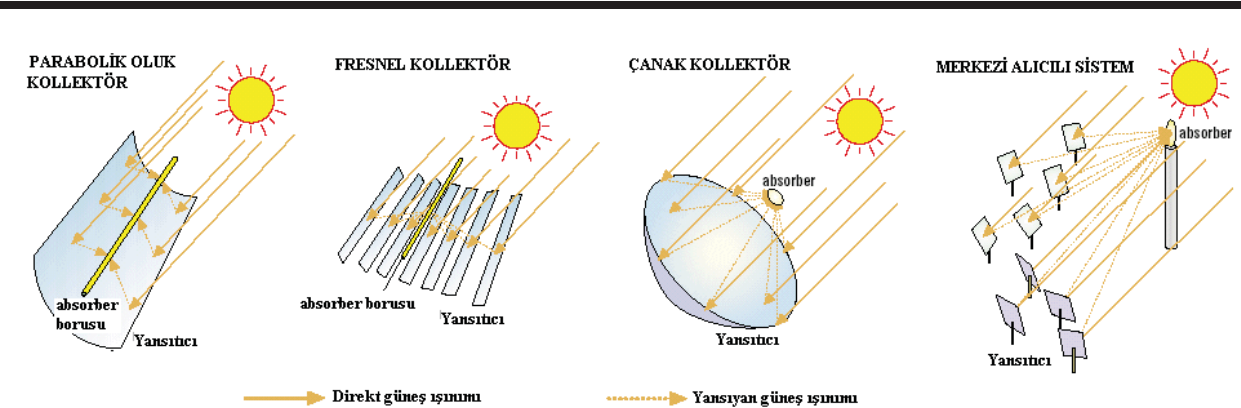


Şekil 19. (a) GESİS’lerin sınıflandırılması, (b) Sıcak su hazırlama için kullanılan bazı GESİS’ler.

Anahtar not sonu

Termal güneş enerjisi uygulamalarının ikinci büyük grubu olan yoğunlaştırıcı kolektör grubunda ise; ileri teknoloji kullanılarak, Fresnel ve parabolik oluk (çukur) kollektörlerle 300-400°C sıcaklığa, merkezi alıcılar (güneş kuleleri) ve parabolik çanak kolektörlerle ise 1.400°C sıcaklığa kadar çıkılabilmektedir. Güneş ışınlarının yoğunlaştırılmasının herkes tarafından bilinen örneği, bir mercek veya çukur ayna kullanılarak kağıt vb. malzemelerin tutuşturulmasıdır. Yoğunlaştırıcı toplayıcılarda, direkt güneş ışınlarının mümkün olan en yüksek oranda kullanılabilmesi hedeflenmektedir. Bunun için güneş yoğunlaştırıcıları, güneşin sürekli izlenebilmesini sağlayan bir izleme mekanizmasıyla donatılmışlardır. Sözkonusu teknolojilerin şematik çalışma prensibi Şekil 20’de gösterilmiştir.

Yoğunlaştıran güneş enerjisi teknolojileri ile yüksek sıcaklıklara çizgisel (Fresnel ve parabolik çukur için) ya da noktasal odaklama (çanak ve merkezi alıcı için) yapmak suretiyle ulaşılır. Yoğunlaştırma işlemi yaygın olarak çizgisel ve noktasal odaklama olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Çizgisel (doğrusal) yoğunlaştırmada; güneşten belirli bir yüzeye (yansıtıcı yüzey) gelen ışınlar, bir odak çizgisine sahip yüzey (alıcı yüzey) üzerinde toplanarak, yüzeyi oluşturan boru içerisinden geçen akışkan ısıtılır. Açıklamadan anlaşılacağı üzere; burada çizgi olarak bahsedilen odak, pratikte şerit şeklinde dar ve uzun bir alandır. Akışkanın ulaşacağı sıcaklık; akış hızı, yoğunlaştırma oranı ve anlık güneş ışınım değerine bağlı olarak değişmekle birlikte; çizgisel sistemlerde ulaşılacak en yüksek teorik sıcaklık, güneşin yüzeyindeki sıcaklık değerine çok yakındır. Noktasal yoğunlaştırmada ise; güneşten yansıtıcı yüzeye gelen ışınların tamamı, alıcı yüzeydeki bir nokta üzerinde (odak noktası) toplanarak, yoğunlaştırılma yapılmaktadır. Burada nokta olarak bahsedilen odak, pratikte bir nokta olmaktan çok, alıcı yüzeyi oluşturan küçük bir alandır.



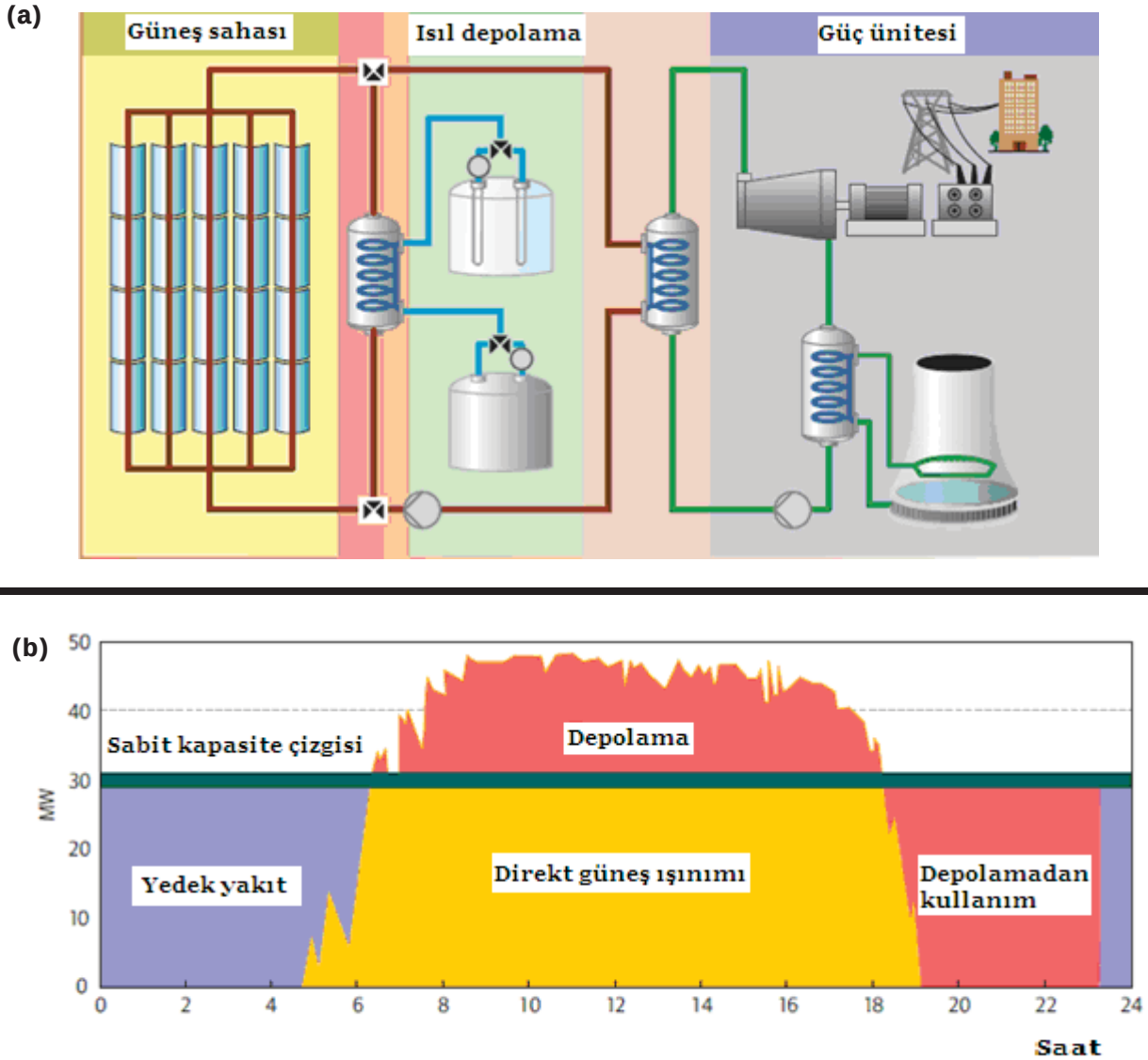
Şekil 20. Yoğunlaştıran güneş enerjisi teknolojileri şematik çalışma prensibi

Yoğunlaştıran güneş enerjisi kolektörleriyle, orta ve yüksek sıcaklıklarda elde edilebilen doymuş ya da kızgın buhar, endüstriyel tesislerde direkt olarak ısı amaçlı kullanılabildiği gibi; uygun bir termodinamik bir çevrimden geçirilerek elektrik üretiminde de kullanılabilmektedir. Termal Güneş Enerji Santrali olarak adlandırılan bu tür tesislerin genel çalışma prensibi Şekil 21(a)’da gösterilmiştir. Bu tür santrallerin birinci fazında dolaşan ısı transfer akışkanı (genellikle yüksek sıcaklıkta çalışabilen sentetik yağ); güç devresinde bulunan suya bir ısı değiştiricisi vasıtasıyla ısınıpı direkt olarak buhar fazına ulaştırır ve buhar türbini + jeneratör vasıtasıyla elektrik üretilir. Sürekli elektrik üretimini temin amacıyla; çevrimde bir ısı depolama devresi de bulunur. Kollektörlerin bir kısmı depolama devresindeki ısı depolama akışkanının (genellikle ısı depolama yeteneği yüksek tuz eriyiği) ısıtılmasını temin ederek, güneş ışınlarının yetersiz olduğu anda, güç devresindeki suyun buhar haline getirilmesinde destekleyici rol oynar¹⁷.

¹⁷ Concentrated Solar Power Now, IEA SolarPACES and GreenPeace International, 2005



Termal Güneş Santrallerinde, kesintisiz ve düzenli elektrik üretimi için son yıllarda uygulanan en önemli tedbirlerinden biri de; ek bir ısı kaynağı (hibrid sistem) kullanımıdır¹⁸. Hibrid enerji kaynağı kullanımı santralin kesintisiz çalışmasını temin etmede önemli rol oynamaktadır (Şekil 21b).



Şekil 21. Termal Güneş Santrali şematik çalışma prensibi.

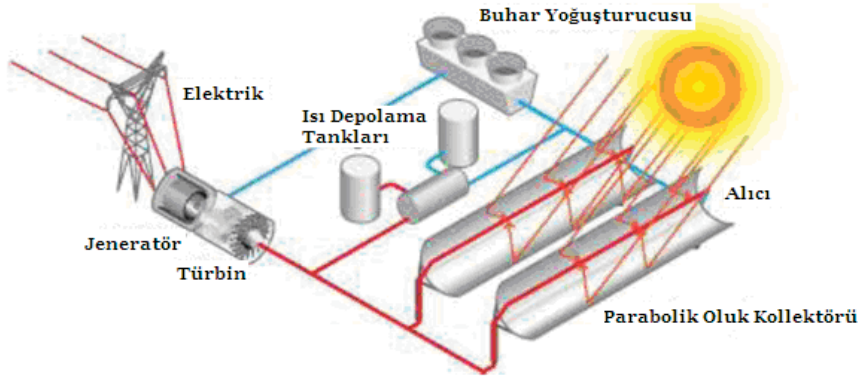
Buhar çevrimli termal güç santralleri parabolik çanak kolektör teknolojisi hariç, diğer yoğunlaştırıcı kolektör teknolojilerinin her üçü için de uygulanabilmektedir. Her bir teknolojiye yönelik santralin şematik çevrimleri Şekil 22’de gösterilmiştir.

Parabolik çukur tip santraller, bağımsız üniteler şeklinde birbirine paralel bağlanmış parabolik kolektör gruplarından oluşan alandır. Bu üniteler, gelen güneş enerjisini yüksek yansıtma oranına (%94 ve üzeri) sahip aynalar vasıtasıyla, odakta bulunan alıcı boru üzerine yansıtırlar. Borular vakumludur. Parabolik kolektör grupları, yatay eksen boyunca dönmelerini engelleyen metal yapılarla desteklenmiştir. Sistemde aynaların güneşi izlemesini sağlayan bir sensör ve otomasyon-takip sistemi bulunur.

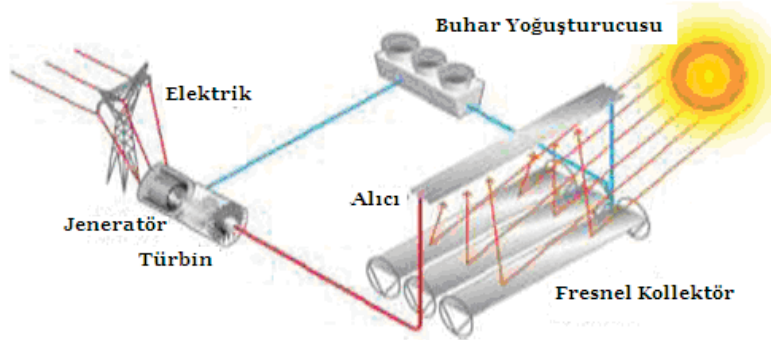
¹⁸ Concentrating Solar Power - Global Outlook, Greenpeace International, 2009.

Fresnel santrallerde, tek boyutlu parabolik bir yapıya eşdeğer şekilde; çukur yerine düzlemsel aynalar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Aynaların odak noktası boyunca yine bir ısı toplama borusu yerleştirilmiştir. Aynaların güneşi takip edebilmesi için gerekli destek yapısı ve yataklama elemanları da mevcuttur.

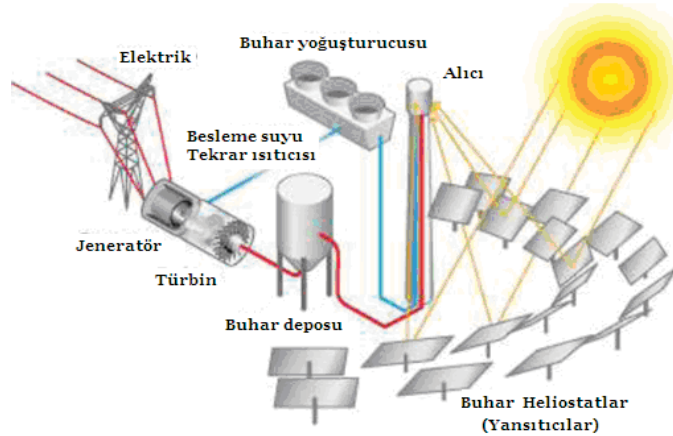
(a)



(b)



(c)



Şekil 22. Termal Güneş Santrali çevrim şemaları; (a) Parabolik çukur, (b) Fresnel (c) Merkezi alıcılı (güneş kuleli).



Merkezi alıcılı güç santrallerinde ise; tek tek odaklama yapan ve heliostat adı verilen aynalardan oluşan bir alan, güneş enerjisini, alıcı denilen bir kule üzerine monte edilmiş ısı değiştiricisine yansıtır ve yoğunlaştırır. Alıcıda bulunan ve içinden akışkan geçen boru yumağı, güneş enerjisini üç boyutta hacimsel olarak absorbe eder. Bu sıvı, Rankine makinesinde (buhar güç santralinde) elektrik enerjisi üretiminde kullanılır. Bu sistemlerde ısı aktarım akışkanı olarak hava da kullanılabilir, bu durumda sıcaklık 800°C seviyelerinde sınırlı kalır. Heliostatlar bilgisayar tarafından sürekli kontrol edilerek, alıcının sürekli güneş alması sağlanır. Sözü edilen üç farklı Güneş Santrali teknolojisinin teknik ve ekonomik kıyaslamaları Çizelge 19'da yapılmış olup; kurulu santral örneklerine yönelik görüntüler Şekil 23'te gösterilmiştir.

Çizelge 19. Yoğunlaştırıcı Kollektör Teknolojilerinin Kıyaslanması

	Parabolik Çukur	Fresnel	Merkezi Alıcı
Teknolojik	Tek eksenli takip ve çizgisel yoğunlaştırma yapıldığından verimleri düşüktür. Takip sistemi ucuz ve basittir. Küçük veya büyük tüm uygulamalarda kullanılabilir. Kullanılan ısı toplama borusu ve aynaların imalatı özel teknolojiler gerektirmektedir.	Tek eksenli takip ve çizgisel yoğunlaştırma yapıldığından verimleri düşüktür. Takip sistemi ucuz ve çok basittir. Küçük veya büyük tüm uygulamalarda kullanılabilir. Yapısında özel teknoloji gerektiren herhangi bir eleman bulunmamaktadır.	İki eksenli takip ve noktasal yoğunlaştırma yapıldığından verimleri yüksektir. Takip sistemi pahalı ve karmaşıktır. Küçük boyutlarda gerçekleştirilemez. Heliostatları taşıyan destek yapısı büyük ve hantaldır.
Ekonomik	Isı toplama borusu ve aynaların özel teknoloji gerektirmesi maliyetlerini yükseltmektedir. Elektrik veya ısı elde etmek amacıyla kullanılabilir.	Hiçbir özel teknoloji gerektiren parçasının olmaması ve basit/sade yapısı nedeniyle tüm sistemler içerisinde birim maliyeti en düşük sistemdir. Elektrik veya ısı elde etmek amacıyla kullanılabilir.	Isı toplaması amacıyla kullanılan kule ve aynalardan oluşan heliostatların hantal yapısı nedeniyle pahalı bir sistemdir. Elektrik üretim amaçlı kullanımı uygundur.
Alan kullanımı ve işletme kolaylığı	Aynaların birbirini gölgelememesi için ayna dizileri arasında belirli miktarda boşluk bırakmak gerektiğinden, aktif ayna alanının en az 3 katı yerleşim alanına ihtiyaç vardır. Sistemin en önemli iki elemanı ısı toplama borusu ve aynalar özel teknolojiler ile üretilmektedir. Arıza durumunda orijinal yedek parça temini ve bazen dış kaynaklı işçilik gerekmektedir. Ayna veya yansıtıcı yüzeylerin temizliğinin korunması iyi bir işletme ile mümkün olabilir. Ayrıca ısı toplama borusunda vakumun sağlanması gerekir.	Aktif ayna alanının 1,1-1,2 katı bir yerleşim alanı yeterli olmaktadır. Sistemin tamamı yerel malzeme ve işçilik ile üretilebilmektedir. Yapısı basit olduğundan standart bakım ekibi ile her türlü bakım ve onarımı yapılabilmektedir.	Aktif ayna alanının yaklaşık 10 katı bir alana ihtiyaç duyulmaktadır. Büyük oranda lokal malzeme ve işçilik kullanımı mümkündür. Bu nedenle işletme ve onarımı nispeten daha sorunsuzdur.

(a)



(b)



(c)



Şekil 23. Termal Güneş Santrali görüntüleri; (a) Parabolik çukur, (b) Fresnel (c) Merkezi alıcılı (güneş kuleli).

Mevcut Durum

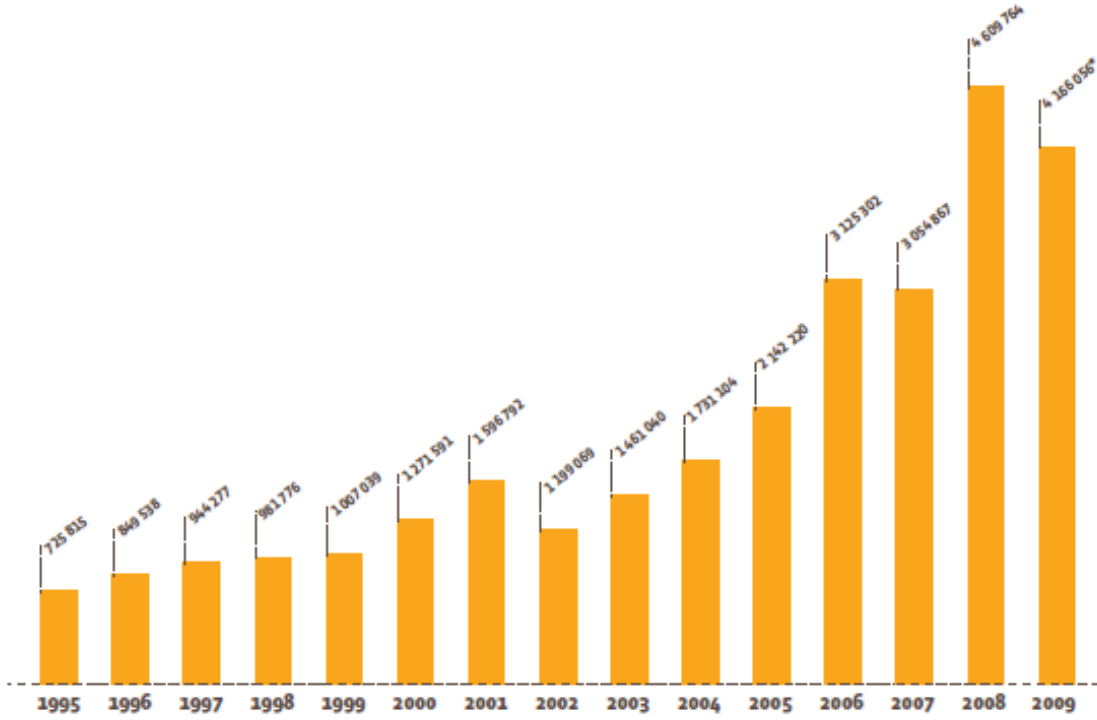
Sıcak su ve mekan ısıtma amaçlı termal güneş kolektörlerinin kullanımı çok hızlı bir şekilde gelişmektedir. Avrupa’da 2009 yılında toplam kurulu güç 4,15 milyon m²’ye ulaşmıştır¹⁹ (Şekil 24a). Toplam kurulu güç ise 35 milyon m² üzerindedir. Düz yüzeyli termal kolektör endüstrisinin, bu gelişimine karşın; 2010 yılı için yapılan ciddi öngörü ve tahminlerden %65 oranında daha az kurulu güce ulaşıldığı belirtilmektedir (Şekil 24b).

Avrupa’daki kurulu düz yüzeyli termal kolektör miktarının önemli bir kısmını halen klasik-camlı kolektörler oluşturmaktadır. Vakum borulu kolektörlerin kullanımı hızla artarken, genellikle havuz ısıtmasında kullanılan camsız güneş kolektörleri en düşük yüzdeyi paylaşmaktadır (Şekil 25).

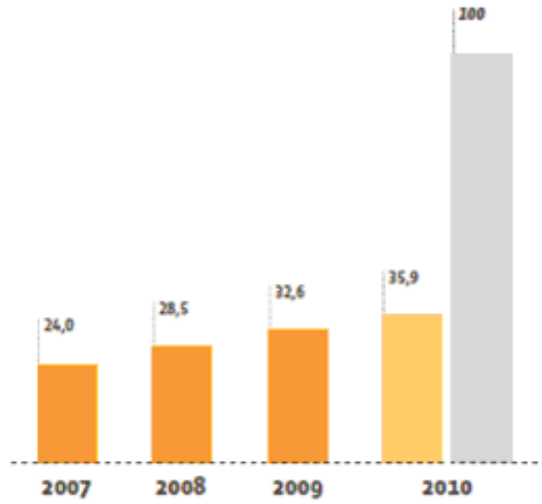
Düz yüzeyli termal kolektör üretiminde ve kurulumunda Almanya tartışmasız bir üstünlük sağlamaktadır. Avrupa’nın en büyük 10 kolektör üretici firmasından 7 tanesi Almanya menşeli firmalardır (Çizelge 20)



(a)



(b)



Şekil 24. (a) Termal kollektör kurulu güç alanının (m²) son onbeş yıldaki seyri¹⁹, (b) 2010 yılı için öngörülen üretim miktarına (MWp) kıyasla son yıllardaki seyri²⁰

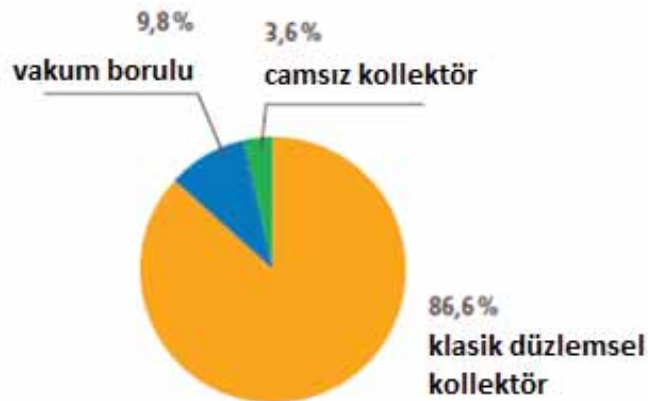
¹⁹ EurObserv'ER, 2010.

²⁰ Technology Roadmap. Concentrating Solar Power. IEA Report. 2010.

**Çizelge 20.** Avrupa’da lider termal kolektör firmaları ve üretimleri

Şirket	Ülke	Faaliyet	2008 Yılı Üretim (m ²)	2009 Yılı Üretim (m ²)
GREENoneTEC	Avusturya	Düz plaka&vakum kolektör (kollektörler) (Yutucular)	1 320 000 1 440 000	980 000 1 110 000
Viesmann	Almanya	Güneş termal uygulamaları için ısıtma cihazları sağlayıcı	410 500**	308 000**
Schüco	Almanya	Çift camlı ünite ve güneş termal ısıtma sistemleri sağlayıcı	320 000	---
Thermosolar	Almanya	Güneş termal ısıtma sistemleri sağlayıcı	300 000	270 000
Solvis	Almanya	Güneş termal ısıtma ve PV sistemleri sağlayıcı	250 000	---
Ritter Solar	Almanya	Güneş termal ısıtma sistemleri sağlayıcı	211 264	140 000
Wolf	Almanya	Güneş termal uygulamaları için ısıtma cihazları sağlayıcı	200 000	200 000
Kingspan Solar	İrlanda	Güneş termal ısıtma ve PV sistemleri sağlayıcı	180 000	135 000
Vaillant	Almanya	Güneş termal uygulamaları için ısıtma cihazları sağlayıcı	128 000	190 000

*Tahmin. **Düz plaka kollektörler, Viesmann’ın vakum tüplü kollektör üretimleri dahil değildir.
Kaynak: Sun&Wind Energy (12/2009, EurObserver 2010).

**Şekil 25.** Avrupa’da kurulu düz yüzeyli termal kolektörlerin türlere göre sınıflandırılması¹⁹

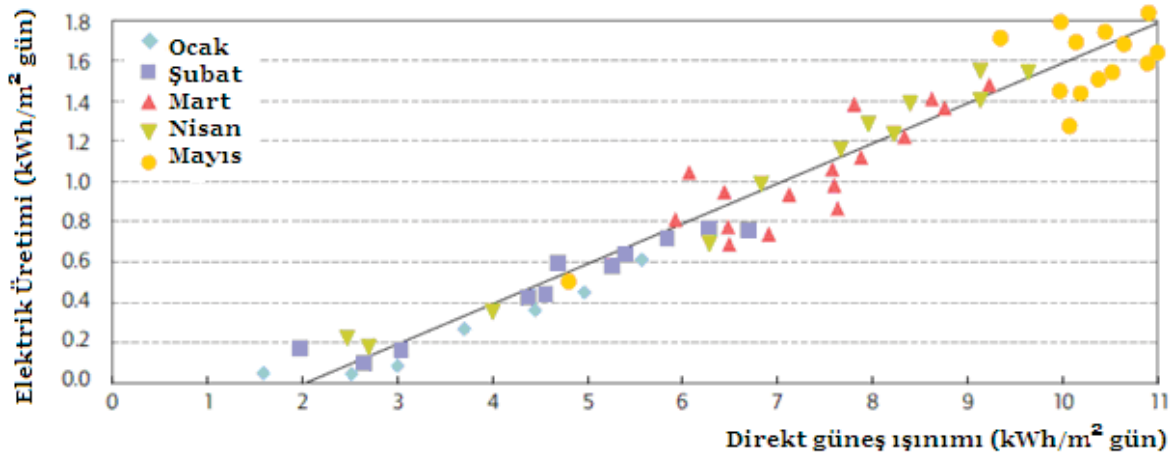


Yoğunlaştırılmış kolektör teknolojisinde kurulu güç santralleri ön plana çıkmaktadır. 1980 yılının sonlarından beri kurulu güç konusunda lider olan ABD; 2010 yılı içerisinde 50MW La Florida Güneş santralini kuran İspanya'ya liderliği kaptırmıştır. İspanya bu yeni santral ile kurulu gücünü 432MW seviyesine ulaştırırken; ABD, SEGS santralleri ile ulaştığı 422MW kurulu gücü fazla aşamamıştır. Mevcut işletmede olan büyük termal güç santralleri Çizelge 21'de verilmiştir.

Mevcut SEGS güneş santrallerinin direkt güneş ışınlam şiddetine göre ürettikleri elektrik enerjisi miktarları Şekil 26'da, yine SEGS santralleri baz alınarak belirlenen güneşten elektrik üretim maliyetine yönelik tahminler Şekil 27'de gösterilmiştir.

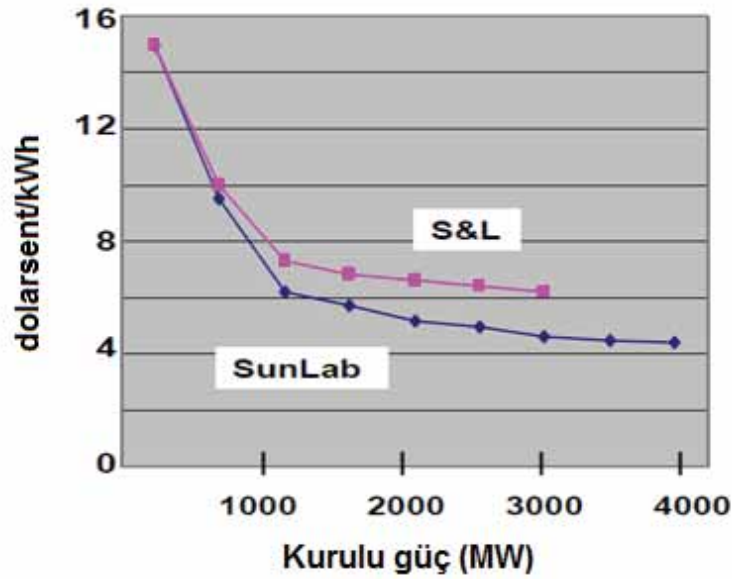
Çizelge 21. İşletmeye alınmış en büyük termal güç santralleri²¹

Kapasite (MW)	İsim	Ülke	Yer	Notlar
354	Güneş Enerjisi Üretme Sistemleri	ABD	Mojave Desert California	9 ünitenin toplamı
150	Solnova	İspanya	Seville	2010 yılında tamamlandı
100	Anadasol güneş güç santrali	İspanya	Granada	2009 yılında tamamlandı.
64	Nevada Solar One	ABD	Boulder City, Nevada	
50	İbersol Ciudad Real	İspanya	Puertollano, Ciudad Real	Mayıs 2009'da tamamlandı.
50	Alvarado I	İspanya	Badajoz	Temmuz 2009'da tamamlandı.
50	Entresol 1	İspanya	Torre de Miguel Sesmero (Badajoz)	Şubat 2010'da tamamlandı.
50	La Florida	İspanya	Alvarado (Badajoz)	Temmuz 2010'da tamamlandı.



Şekil 26. SEGS güneş santrallerinden üretilen elektrik miktarının direkt güneş ışınlam şiddetine bağlılığı¹⁹

²¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_power_tower.



Şekil 27. SEGS güneş santrallerinden elektrik üretim birim maliyetlere yönelik (SunLab ve S&G firmaları tarafından yapılan) tahmini sonuçlar²²

Teknolojinin yol haritası

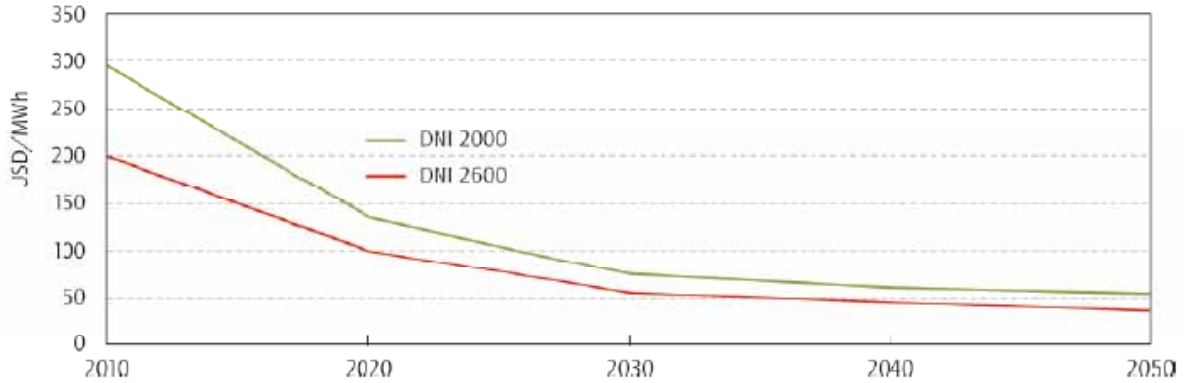
Yoğunlaştıran güneş kolektörlü teknolojilerin mevcut ve gelecekteki durumuna yönelik kısa açıklamalar Çizelge 22’de sunulmuştur.

Bu teknolojilerle kurulan GES’lerden üretilen elektriğin MWh başına maliyetinde gelecek 10 yıl ve sonraki 10 yılda önemli seviyede düşüşler beklenmektedir. İki farklı direkt ışıınım miktarı (DNI) göz önüne alınarak yapılan öngörülerde, yüksek DNI seviyesine sahip yörelerde (örneğin Şanlıurfa ve Diyarbakır) maliyetlerin şebeke elektriği ile kolayca rekabet edebilir düzeylere ineceği tahmin edilmektedir (Şekil 28).

Çizelge 22. Yoğunlaştıran güneş kolektörü teknolojisine yönelik bilgi ve öngörüler

Teknoloji	Yıllık Isıl Verim	Arazi Kullanımı	Su Soğutma (L/MWh)	Depolama	Yedekleme/ Hibrid mod	Gelecekte Geliştirme
Parabolik Çukur	%15	Büyük	3.000 veya kuru	Evet, fakat henüz DSG ile yok	Evet	Sınırlı
Doğrusal Fresnel alıcılar	%8-%10	Orta	3.000 veya kuru	Evet, fakat henüz DSG ile yok	Evet	Önemli
Kuleler(Merkezi Alıcı Sistemler)	%20-%35	Orta	2.000 veya kuru	Tesis düzenine bağlı	Evet	Çok Önemli
Parabolic Çanak	%25-%30	Küçük	Yok	Tesis düzenine bağlı	Evet, sınırlı durumlarda	Kütle üretimi ile birlikte

²² <http://www.eere.energy.gov/topics/solar.html>.



Şekil 28. Termal güneş santrallerinden elektrik üretim birim maliyetlere yönelik, farklı iki direkt ışıma seviyesi (DNI) altındaki tahmini öngörüler²³

Güneş yoğunlaştırıcı sistemlerde maliyet analizi nispeten karmaşık olup, sistem tipine, kapasitesine, yerli kaynak kullanımı ve güneş enerjisi şiddeti gibi faktörlere bağlıdır. Maliyet analizi genelde değişik ülkelerde bulunan mevcut sistemler baz alınarak yapılmaktadır. Örneğin 100 MW tesis için yatırım maliyetinin 250 Milyon US\$; elektrik üretim maliyetinin ise 9c/kWh olacağı yönünde tahminler bu tecrübelerden yola çıkılarak yapılmaktadır. Güç çıktısı açısından kuruluş için özgül maliyet 2.000-3.500 €/kW arasındadır. Rankine çevrimine göre çalışan ve ısı transferi akışkanlı sistemlerde maliyetin yarısı güneş teknolojisi ile ilgilidir. Diğer taraftan sistemlerde çalışma akışkanı olarak su buharı kullanıldığında maliyetler azalmaktadır (Çizelge 23).

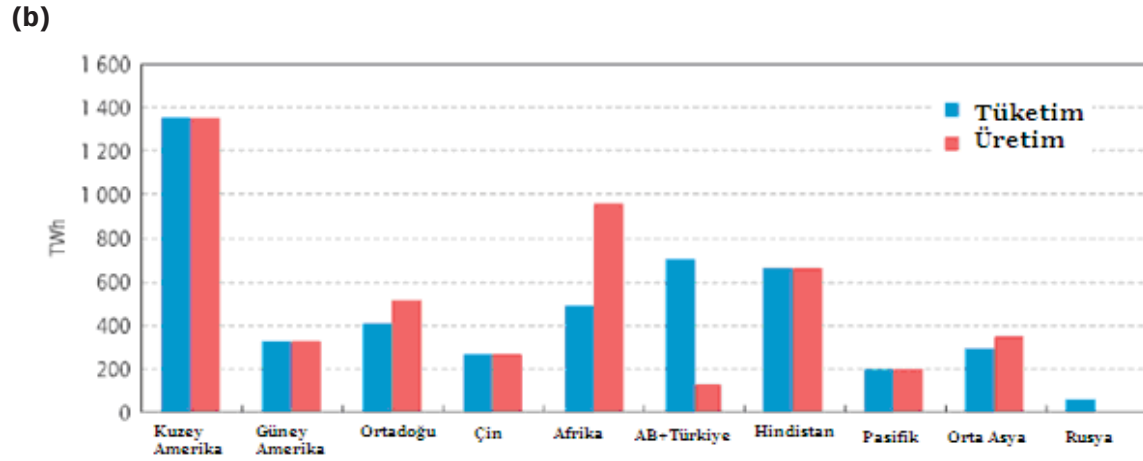
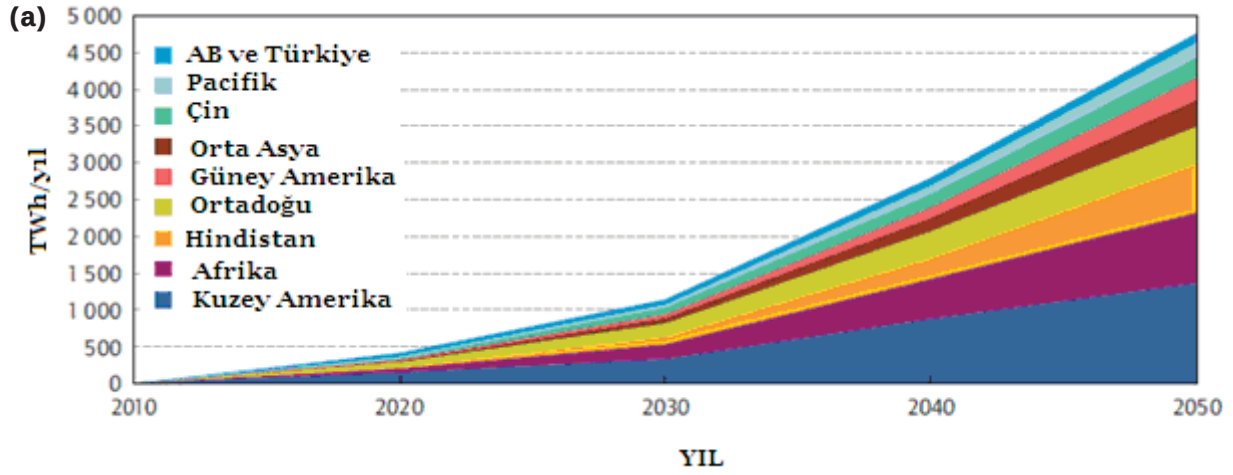
Çizelge 23. Yoğunlaştırıcı güç santrallerinde yaklaşık maliyetlere yönelik kıyaslama

	50 MW elektrik güç kapasiteli bir ısı depolamalı-ısı transfer akışkanı kullanan sistem	47 MW elektrik güç kapasiteli su buharı kullanan sistem*
Toplam tesis alanı	1,74 km ²	1,6 km ²
Saha için özgül yatırım maliyeti	206 €/m²	190 €/m²
Güç için özgül yatırım maliyeti	700 €/kW	435 €/kW
Özgül saha maliyeti	2 €/m ²	2 €/m ²
Yıllık bakım ve Onarım (43 kişi)	4.003.490 €	3.515.128 €

*Buharlı tip sistemlerde maliyetin yaklaşık %65'i güneş enerjisi teknolojileri ile ilgilidir. Buharlı sistemlerde sistemin ısı verimi yaklaşık %26 kabul edildiğinde elde edilecek buhar gücü için maliyet 1.673 €/kW olmaktadır. Bu durumda ticari güneş yoğunlaştırma tesislerinde elektrik üretimi için özgül maliyet 12 dolar-sent/kWh civarındadır. Fakat bu rakamın yeni tesislerde kWh başına 5 dolar-sent olması beklenmektedir.

Termal güneş enerjisi üretiminde 2050 yılına kadar en büyük payı Avrupa + Türkiye toplamının alacağı; ancak burada en büyük payın Türkiye'de olacağı öngörülmektedir (Şekil 29a, Çizelge 24). Benzer şekilde 2050 yılı için Güneş Santrali elektriginden Avrupa ithal yolu ile yararlanacak iken, Türkiye kendisine yetecek kadarını üretme potansiyeline sahip olarak öngörülmüyor (Şekil 29b).

²³ <http://www.nrel.gov/solar/>.



Şekil 29. (a) Termal GES'lerin ülke ve coğrafyalar göz önüne alınarak gelecek yıllara yönelik öngörüler, (b) 2050 yılında Termal GES elektrik üretim ve tüketim miktarları.

Çizelge 24. Termal güneş enerjisi kullanımında ülkelerin gelecek yıllar için öngörülen payları

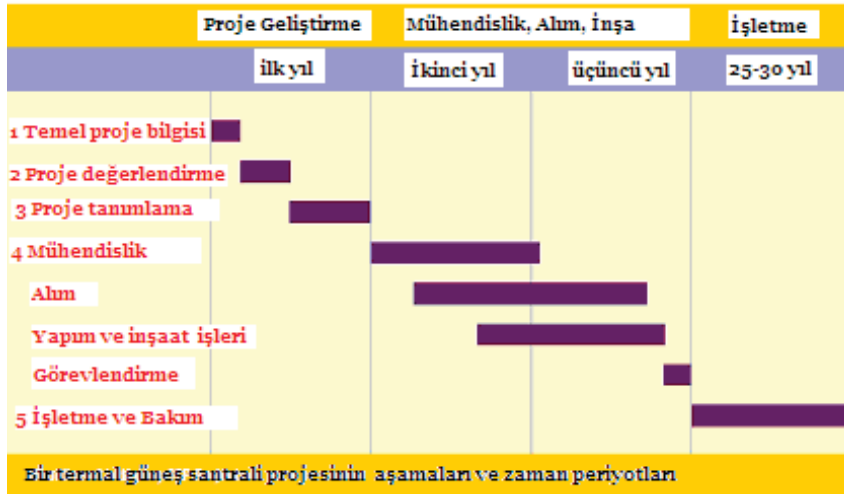
Ülkeler	2020	2030	2040	2050
Avustralya, Merkez Asya, Şili, Hindistan (Gujarat, Rajasthan), Mexico, Ortadoğu, Kuzey Afrika, Peru, Güney Afrika, ABD (Güneybatı kısmı)	%5	%12	%30	%40
ABD (Geri kalan kısmı)	%3	%6	%15	%20
Avrupa (Çoğunlukla ithalattan), Türkiye	%3	%6	%10	%15
Afrika (Geri kalan kısmı), Arjantin, Brezilya, Hindistan (Geri kalan kısmı)	%1	%5	%8	%15
Endonezya (İthalattan)	%0,5	%1,5	%3	%7
Çin, Rusya (İthalattan)	%0,5	%1,5	%3	%4



Anahtar Not-4: Türkiye için Termal Güneş Enerjisi Santrali Fırsatları Büyük Olacak. TRC-2 illerinden Şanlıurfa Birecik'te ilk adım atılıyor.

EÜAŞ GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALI FİZİBİLİTE ÇALIŞMASI İÇİN ÖN YETERLİLİK İHALESİ DUYURUSU²⁴

Şirketimizin hissedarı olduğu Birecik Hidroelektrik Santrali sahasında yer alan 38 ha'lık alan için Alman-Türk Mali İşbirliği kapsamında KfW Kurumu ile işbirliği içinde güneş enerjisi santrali fizibilitesi yapılacaktır. Bu amaçla danışmanlık hizmeti almak üzere KfW tarafından ön yeterlilik ihalesine çıkmıştır. İhale duyurusu ve ön yeterlilik için davet mektubu KfW'nin kuralları gereği Almanya Dış Ticaret ve Yatırım Ajansını (gtai) web sayfasında (http://www.gtai.com/web_en/homepage) yayımlanmıştır. Bir termal güneş santralinin kurulum aşamaları ve süreler Şekil 30'da gösterilmiştir. Bu şartlarda Birecik Termal Santrali her şey yolunda giderse; 2013 yılının sonlarında devreye girebilecektir.



Şekil 30. Bir termal GES'in kuruluş ve işletme ye geçme süreleri²⁵.

Anahtar not sonu

²⁴ www.euas.gov.tr adresinden 1 Eylül 2010 tarihinde kopyalanmıştır.

²⁵ Concentrated solar power now, 2003



TRC-2 Bölgesi Proje Fırsatı-1

GAP Bölgesi'nde 2008 Ocak itibarıyla 272.972 hektar alan sulamaya açılmıştır. 99.518 hektar alanda halen sulama şebeke inşaatı devam etmektedir. GAP'ın tamamlanması ile birlikte 1,82 milyon hektar arazi sulu tarıma geçecektir. Bölge'nin sulu tarıma açılması ile beraber sanayide önemli gelişmeler meydana gelmiş; sanayi tesisleri sayısı iki katına çıkmıştır. 2007 yılı sonu itibarıyla GAP Bölgesi'nde on kişiden fazla işçi çalıştıran işletme sayısı 1.969'dur. Bu işletmelerde toplam 87.566 kişi istihdam edilmektedir. Dolayısıyla, yeni kurulan ve kurulacak olan işletmelerin sulamaya yönelik bir sektör olacağı açıktır.

Bu sektörlere yatırımları yönlendirmek ve desteklemek için, Tarım ve Köyüşleri Bakanlığınca 2006 yılından bu yana "Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı" hayata geçirilmiştir. Bu programla, özellikle kırsal kesimde sivil toplum örgütleri, özel ve kamu sektörünün belirlenmiş olan kriterlere uygun yatırım ve harcamalarının belirli oranlarda finansmanı yoluyla, gelir ve sosyal standartların geliştirilmesi için olduğu kadar, Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne katılım politikasının bir parçası olarak, Avrupa Birliği fonlarının kullanım potansiyelini geliştirmek amacıyla uygulamaya konulmuştur. Bu proje ile doğal kaynakların korunmasını dikkate alarak, kırsal alanda gelir düzeyinin yükseltilmesi, tarımsal üretim ve tarımsal sanayi entegrasyonunun sağlanması, tarımsal pazarlama altyapısının geliştirilmesi, gıda güvenliğinin güçlendirilmesi, kırsal alanda alternatif gelir kaynaklarının oluşturulması, basınçlı sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması, yürütülmekte olan kırsal kalkınma çalışmalarının etkinliklerinin artırılması ve kırsal toplumda belirli bir kapasitenin oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda 2006-2008 yıllarında tamamlanan projelerin sektörel dağılımı Çizelge 25'de gösterilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi modern tarımın gereği olarak belirlenen projeler, özellikle GAP projesinin devreye girmesiyle birlikte GAP'taki çiftçiler tarafından yoğun bir ilgi görmektedir. Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı ile hayata geçirilen basınçlı sulama projeleri ile ilgili bilgiler Çizelge 26'da verilmiştir.

Çizelge 25. 2006-2008 yıllarında tamamlanan projelerin sektörel dağılımı

Proje Konusu	Adet	Toplam Proje Maliyeti (TL)	Toplam Hibe Miktarı (TL)
Altyapı Sulama	420	55.922.000	30.960.000
Alternatif enerji sera	83	17.868.000	7.895.000
Bitkisel ürün işleme ve paketlenme	600	201.359.000	83.688.000
Hayvansal ürün işleme ve paketlenme	325	99.206.000	46.784.000
Tarımsal ürün depo (silo)	220	71.655.000	47.665.000
TOPLAM	1.648	446.010.000	216.992.000

Çizelge 26. Toplu basınçlı sulama projeleri

	Damla	Yağmurlama	Toplam	Hibe**	Alan (da)	Çiftçi Sayısı
2005-2008 Yılı	181	150	331	26.192	248.044	21.383
Altyapı*	-	-	90	8.338	-	-
2009 Yılı	35	37	72	623	100.052	25.464
TOPLAM	216	187	493	35.153	348.096	46.847

*23 İçme suyu, 67 Kanalizasyon, Yol , **Milyon TL

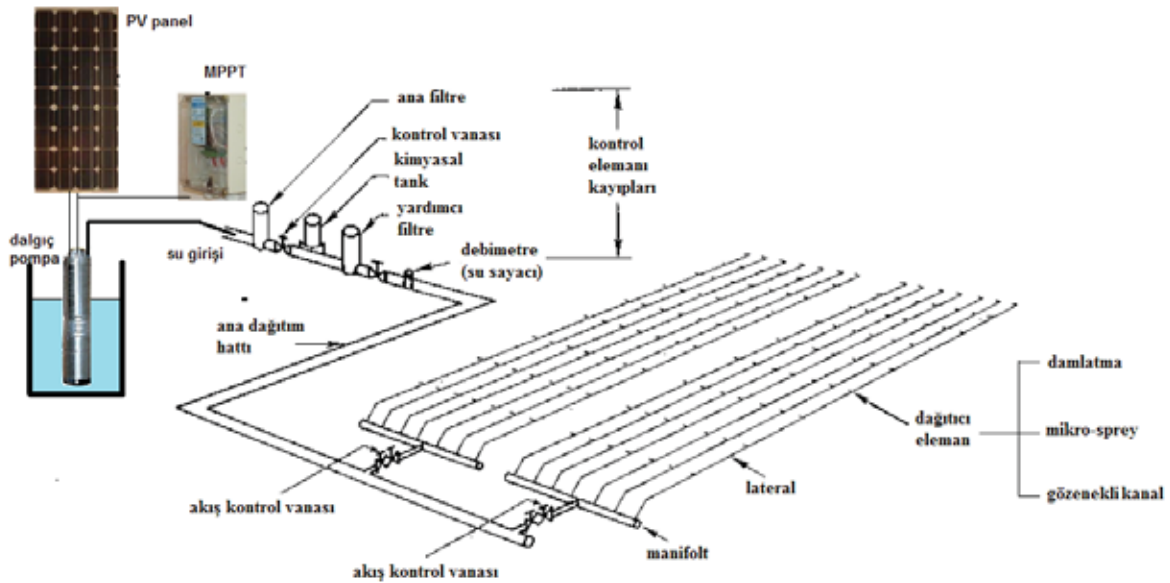
Çizelgeden görüleceği gibi, optimum bitki gelişmesinin ve denetimin sağlanması için gerekli olan modern sulama sistemlerinde alternatif enerji kaynakları kullanımı GAP ve TRC-2 Bölgeleri'nde giderek



yaygınlaşmaktadır. Tarımsal üretimde hayati bir öneme sahip olan modern sulama sistemlerinde alternatif enerji kaynaklarının kullanılması ile su ve enerji tasarrufu sağlanmakta, ayrıca toprağın tuzlaşması, CO₂ emisyonunun artması gibi çevre üzerindeki olumsuz etkiler de minimize edilmektedir.

Alternatif enerji kaynakları arasında sulama sistemlerinde en fazla tercih edilen sistem, güneş enerjisinden elektrik enerjisi üreten fotovoltaik (PV) paneller olmaktadır. Bu sistemlerin yaygınlaşmasındaki sebeplerin başında sulama ihtiyacının gösterdiği zaman ile güneş enerjisi potansiyeli arasındaki paralellikten kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla fotovoltaik-sulama sistemlerinde sulama, güneş enerjisinin olduğu saatlerde yapıldığından sistem için enerji depolama (batarya bank) ünitesine gerek kalmamakta ve yatırım maliyetinde önemli tasarruflar sağlanmaktadır. Ayrıca bu sisteme rüzgâr türbini birleştirilerek sulama sistemi için gerekli olan enerjinin sürdürülebilirliği artırılmaktadır. Dolayısıyla sulama tüm zamanlara yayılabilmektedir.

Fotovoltaik güç destekli pompaların kullanımında ülkemiz açısından da son yıllarda olumlu bir kamuoyu oluşmuş olup, yaygınlaşma trendi henüz başlamıştır. Bu anlamda, GAP Bölgesi kullanım ve yaygınlaşma potansiyeli en yüksek coğrafyalardan biri olarak gösterilmektedir. Modern bir sulama sisteminde suyun basınçlandırılması için pompa, pompanın tahriki için enerji grubu ve suyun toprağa iletimi için dağıtım ünitesinden oluşur. Klasik sulama sistemlerinde pompa tahriki için enerji kaynağı olarak, şebeke kaynaklı elektrik enerjisi ile şebekenin olmadığı kırsal alanlarda dizel jeneratör ile yapılmaktadır. Bunun sonucu olarak devletin kırsal bölgelere şebeke hattı için yatırımını, şebekenin olmadığı kırsalda ise çiftçinin alternatif arayışlara girerek çeşitli yatırımını gerektirmektedir. Özellikle şebekenin olmadığı kırsal alanlarda güneş enerji destekli sulama sistemleri ekonomik olmaktadır. Fotovoltaik güç destekli pompa sistemi, Şekil 31’de gösterildiği üzere; fotovoltaik güç ünitesi (panel ve solar kontrol cihazı), solar pompa ve sulama grubu birleştirilerek dizayn edilir.



Şekil 31. Fotovoltaik güç destekli sulama sistemi.

Fotovoltaik panel doğru akım (DC) üreten sistemlerdir. Üretilen bu gücün piyasada bulunan pompalarda direk kullanımı olmamakta arada dönüştürücü (invertör) kullanılarak DC’den alternatif akıma (AC) çevrilmesi gerekir. Buda maliyet artışı ile birlikte verim kaybına da sebep olur. Bu amaçla solar uygulamalar için üretilen yüksek verimli fırçasız tip özel pompalar doğrudan DC güç ile çalışmaktadır. Solar pompalar su kaynağının özelliklerine göre santrifüj ve dalgıç tipi olarak çeşitli modellerde üretilmektedirler.



Üretilen solar dalgıç tipi pompalar ortalama olarak 2,8 kWp gücündeki fotovoltaik panellerle 140 metreden yaklaşık olarak günde 130 m³ su basılabilmektedirler. Santrifüj tipi pompalar ise 225 W'lık enerji girdisi ile 45 metre yüksekliğe 860 l/h debi ile yaklaşık olarak günde 7 m³ su basılabilmektedirler. Solar pompa sisteminin çalışması için hız/voltaja bakılmaksızın hemen hemen sabit akıma ihtiyaç duyar. Düşük radyasyon değerlerinde PV dizisinde gerekli akım üretilemez. Voltaj azalarak sıfıra doğru düşer, dolayısıyla pompa çalışmasında zorlanma başlar. “Lineer Control Booster” (LCB) lineer akım destekleyici olarak adlandırılan pompa kontrolünde, maksimum güç noktası takip “Maximum Power Point Tracking” (MPPT) sistemi vardır. Bu motora verilen akımı artırırken voltajı düşürerek yük ile güç kaynağını uygun olarak eşleştirir. Sistemde kullanılan MPPT şarj kontrol ünitesi fotovoltaik sistemlerin verimlerini artırmanın teknolojik bir metodudur. MPPT teknolojisi sayesinde kontrol cihazı, PV panelinden üretilen enerji, maksimum noktada kullanıldığından klasik kontrol cihazlara göre daha fazla performans sağladığından sistemin verimini (%30) artırmaktadır²⁶.

²⁶ Aktacir ve Ark., 2008.



TRC-2 Bölgesi Proje Fırsatı-2

Seralarda üretim sezonu dışında daha karlı ürün elde edildiği için çok cazip gelmektedir. Ülkemizde seracılık 1960'lı yıllardan itibaren yayılmaya başlamıştır. Seracılığımızdaki en önemli kilometre taşları, tarımda plastiğin kullanılmaya başlaması (1960'lar), ısıtma maliyetlerinin yükselmesine neden olan petrol fiyatlarındaki yükselmeler (1970'ler), sera örtü materyallerindeki gelişmeler (1980'ler), sera yatırımlarına ve serada yetiştiriciliğe uygulanan % 25'lik kaynak kullanımı ve destekleme fonu teşviki (1990-95), yüksek teknolojinin kullanıldığı modern seraların ve topraksız tarımın girişi (1990'lar) ve sürdürülebilir üretim tekniklerinin ve danışmanlı/sertifikalı üretimin yaygınlaşmaya başlaması (2000'ler) olarak sayılabilir²⁷.

Seralarda en önemli ve büyük girdi ısıtma maliyetleridir. Dolayısıyla ısıtma maliyetinin düşük olduğu Akdeniz sahillerinde ve Şanlıurfa Karaali jeotermal bölgesindeki gibi jeotermal kaynakların yakınlarında seralar kurulmaktadır. Bugün ülkemizde kurulu olan seraların % 87'si Akdeniz Bölgesi'nde iken Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde % 0,1 civarındadır. Özellikle GAP projesinin işlerlik kazanmasıyla birlikte sulı tarıma geçilen bölgede ülkemizin en yüksek güneş enerji potansiyelinin seracılık alanında kullanılması ile bölge insanının refah seviyesinin yükseleceği kaçınılmaz olacaktır. GAP merkezindeki Şanlıurfa'ya 45 km uzaklıktaki Karaali jeotermal bölgesinde (42-48°C sıcaklık, 118 lt/sn debi ve 4,5 MW termal potansiyele sahip) ülkemizin en büyük tek parça (45 dekar) seraları kurularak başarılı bir çalışma örneği gösterilmiştir. Bu alanda kurulan ilk seralardan 1997 yılında ilk ürünler elde edilmiştir. Günümüzde bu jeotermal alanda kurulan seralarda sebze ve süs bitkileri üretilmekte olup bölge ihtiyacı karşılanmakta ve birçok ülkeye ihraç edilmektedir. Bu bölgenin dışında kalan binlerce dönüm arazide kurulacak seralarda güneş enerjisi kullanılmak suretiyle ısıtma maliyetleri sınırlandırılabilir. Ayrıca seraların sulama sistemlerinin ve diğer elektrik enerji ihtiyaçlarının temininde güneş enerjisi kullanılabilir (Şekil 32).



Şekil 32. Fotovoltaik enerjinin seralarda kullanımı.

Genel olarak seralarda güneş enerjisi aktif ve pasif sistem olarak iki şekilde kullanılmaktadır. Aktif sistemde ısıtma için bir cihaz (pompa, eşanjör, kolektör vb.) kullanılırken pasif sistemlerde ise herhangi bir cihaz kullanımı söz konusu değildir. Seralar genel itibarı ile gün boyunca saydam yüzeylerden alınan güneş enerjisi ile ısıtılmada faydalanılmaktadır. Geceleri gerekli ısı ise; havalı veya sulı tip güneş kolektörleri ile elde edilen ısı enerjisinin, su, çakıl veya faz değiştiren malzemeler gibi çeşitli elemanlarda depolanması ile karşılanmaktadır. Dolayısıyla bir sera ısıtma sistemi, gün boyunca sera içerisindeki fazla ısı enerjisi depolamada veya seranın içerisinden ısı depolama alanına ısının transferinde kullanılır. Bu ısı, seranın ısı ihtiyacının gerekli olduğu zamanlarda yeniden kullanılır. En önemli ısıtma sistemleri; su depolama, taş yatak depolama, ve faz değiştiren malzemelerdir. Bunların dışında, hareketli yalıtım (ısı perdeler), zemin hava kolektörleri, kuzey masif duvar sistemleri de sera ısıtmasında kullanılmaktadır.

²⁷ Tüzel ve Ark., 2010.

TRC-2 Bölgesi Proje Fırsatı-3

GAP'ın işlerlik kazanmasıyla birlikte, kurutma işlemi Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde büyük bir potansiyel bulmuştur. Özellikle büyük bir kültürel mirasa sahip olan Şanlıurfa'da Kırmızı Biber kurutmanın ayrı bir önemi vardır. Bunun yanı sıra kurutma sektöründe bulgur ve mısır diğer önemli ürün olarak görülmektedir. Ayrıca ülkemizde yeni gündeme gelen organik tarıma bölgede geçilmesiyle birlikte "organik ürünlerin kurutulması" alanında büyük bir potansiyel beklenmektedir. Benzer şekilde nane, kekik gibi baharat olarak gıda sanayinde ve ilaç sanayide kullanılan tarım ürünlerinde de bir artış beklenmektedir. Ürün desenlerinin çeşitlenmesi ve artması kurutma alanında irili ufaklı endüstriyel işletmelerin kurulmasına olanak sağlayacaktır. Bölgenin iklim özellikleri (düşük nem, yüksek sıcaklık ve yüksek güneş radyasyonu olması) kurutma işlemini kolaylaştırıcı bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır.

Biber kurutma, açık alanlarda direkt güneş ışınları ile geleneksel yöntemle yapılmaktadır. Geleneksel yöntemle yapılan kurutma işlemi, hem 10 günlük bir periyotta sürmekte hem de geniş kurutma (sergi) alanları gerekmektedir. Geleneksel mimariye uygun eski yapılarda avlu ve damlar geniş olduğundan biber kurutma için yer problemi olmamaktadır. Ancak nüfus artışıyla birlikte çok katlı yapılara yerleşen halk için gerek yer bulma açısından gerekse zaman ayırma açısından büyük zorluklar doğurmaktadır. Bunun yanı sıra açık sergide kurutmanın tozlanma, mikroorganizma üremesi, ürün kayıpları ve bozulması gibi dezavantajları da bilinmektedir. Teknolojik gelişmeler sonucunda günümüzde artık modern kurutma tesisleri kurulmuştur. Bu tesislerde kurutulacak malzemeye göre çeşitli kurutma teknikleri uygulanmaktadır. Günümüzde dünyada ticareti yapılan kurutulmuş sebzelerin %97-98'i modern tesislerde kontrollü bir şekilde kurutulmaktadır.

Şanlıurfa ve Diyarbakır illeri önemli bulgur üreticileridir. Bulgurun kurutulması yazın açık alanda ve güneş altında yapılmaktadır. Toz ve hayvan pislikleri bulgura karışabilmektedir. Bu yüzden açık alanda bulgur kurutma sağlığa uygun olmamaktadır. Bulgur fabrikalarında kule tipi kurutma sistemleri kışın veya kapalı günlerde kullanılmaktadır. Bu kurutma sistemleri önemli miktarda enerji harcamakta ve bu bulgur maliyetine yansımaktadır. Güneş enerjisinden elde edilecek buharın bulgur kurutma uygulaması için bulgur fabrikalarında kullanılması önemli bir potansiyeli taşımaktadır. Bölgede kurutulan diğer bir ürün mısırdır. Mısır kurutma, genellikle LPG ile çalışan mısır kurutma kulelerinde yapılmaktadır. Güneş enerjili buharlı sistem ile sıcak havanın elde edilmesi ve mısırın kurutulması önemli bir uygulama olacaktır. (Şekil 33).



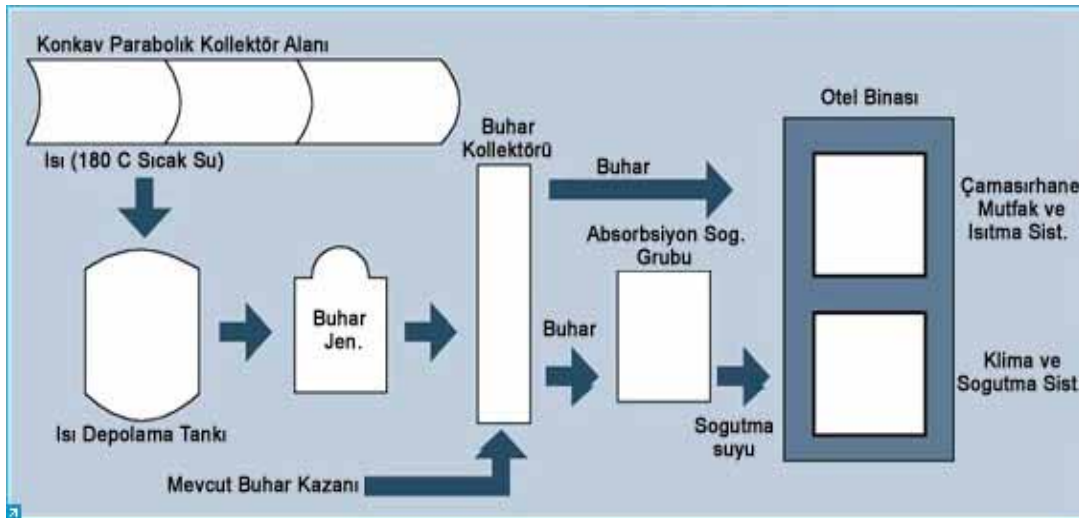
Şekil 33. Termal güneş enerjisinin kurutmada kullanımı.



TRC-2 Bölgesi Proje Fırsatı-4

Güneş enerjili soğutma uygulamalarında absorpsiyonlu soğutma sistemleri kullanılmaktadır. Fakat güneş enerjili absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde düz yüzeyli kolektörler kullanıldığında büyük kolektör alanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Güneş enerjisi ile birlikte ek enerji kaynağı gerekmektedir. Günümüzde büyük soğutma yükleri için yapılmış absorpsiyonlu soğutma sistemleri mevcuttur. Gerekli ısı, güneş enerjisinden panel tip güneş kolektörleri yerine parabolik kolektörlerden alınabilmektedir.

GAP Bölgesi soğutma ihtiyacı en çok olan bölgelerden biridir. Bölge, yaz aylarında sıcak ve kurak bir iklime sahiptir. Bölgede soğutma sezonu Mayıs-Ekim ayları arasındadır. Bu aralıkta kullanılacak güneş enerjisi de en yüksek seviyededir. Şehirdeki yapılaşmadan ayrık büyük alışveriş merkezleri ve otellerde güneş enerjili absorpsiyonlu soğutma sistemleri kullanılabilir. Absorpsiyonlu soğutma sistemleri teknoloji olarak dışa bağımlılık söz konusudur. Ancak güneş kolektörlerinin yerli kaynaklar kullanılarak yapılabilmesi mümkündür. Diğer taraftan; tek veya çift etkili absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin maliyetinin yüksekliği yanında ve işletimi de zordur (Şekil 34).



Şekil 34. Parabolik çukur kolektörlü absorpsiyonlu soğutma sistemi şematik çalışma prensibi.



YARARLANILAN BAZI DİĞER KAYNAKLAR

Assessment Of The World Bank / Gef Strategy For The Market Development Of Concentrating Solar Thermal Power, GEF/C.25/Inf.11, June 6, 2005.

Aydın M., Yeşilata B. “Fotovoltaik Panellerde Eğim Açısı Etkisinin Deneysel Tespiti”, Termodinamik, sayı. 148, sy. 88-98 (2004).

Aydın M., Yeşilata B. “PV Panel Güç Karakteristiklerinin Deneysel Yöntemle Belirlenmesi”, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, cilt 25, sayı 1, sy. 1-8 (2005).

Ayhan M. “Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi (CSP) Uygulamalarında Türkiye Şartlarına Uygun Teknolojilerin Belirlenmesi”, Yeni Enerji, Sayı 10, Mayıs- Haziran 2009.

Bulut, H. “Typical Solar Radiation Year for Southeastern Anatolia”, Renewable Energy, 29/9, 1477-1488 (2004).

Bulut, H. ve Büyükalaca, O. “Diyarbakır İli İçin Güneş Verilerinin Analizi ve Tipik Güneş Işınım Değerlerinin Türetilmesi”, III. GAP ve Sanayi Kongresi Bildiriler Kitabı, 337-343, Diyarbakır, 2003.

Bulut, H. ve Yeşilata, B. Şanlıurfa İli Güneş Enerjisi Potansiyelinin Tespiti, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Raporu (HÜBAK-458), 2006.

Bulut, H., Işiker, Y., Aktacir M. A., Yeşilata, B. “Güneş Enerjisi Uygulamalarının Potansiyelini Belirlemek İçin Toplam, Direkt ve Yayıllı Güneş Işınım Şiddetlerinin Anlık Ölçümü”, UDUSİS 2010-Uluslararası Katılımlı Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliği Sempozyumu ve Mermercilik Şurası Bildiriler Kitabı, 484-490, Diyarbakır, 2010.

ECOSTAR, European Concentrated Solar Thermal Road- Mapping, SES6-CT-2003-502578, Roadmap Document, 2004.

EİE, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Güneş Enerjisi Genel Müdürlüğü, “Güneş enerjisi ve GAP”, GAP Dergisi, Sayı 8, 1997. www.gap.gov.tr/Turkish/Dergi/D581997a/gunes.html

Fıratoglu Z. A., Yeşilata B. , “Lineer Elektriksel Yüke Bağlı PV Panellerin Optimizasyonu ve Bölgesel Uygulanabilirliğinin Araştırılması”, Havacılık ve Uzak Teknolojileri Dergisi. sy. 64-70, Şubat-2003.

Fıratoglu ZA, Yeşilata B. " Sabit Güç Üreten Fotovoltaik Panellerin Optimizasyonu ve Dalgıç Pompalı Hidrolik Sistemlerde Kullanımı" Tesisat Mühendisliği, sayı 62 (Mart-Nisan), sayfa 59-66 (2001).

Fıratoglu, Z., A., Yeşilata B. , Bülent, “Maksimum Güç Noktası İzleyicili Fotovoltaik Sistemlerin Optimum Dizaynı ve Çalışma Koşullarının Araştırılması”, Dokuz Eylül Fen ve Mühendislik Dergisi, Ocak-2003.

Fıratoglu, Z.A., Yesilata B. " New approaches on the optimization of directly-coupled photovoltaic water-pumping systems”, Solar Enery, v77, n1, pp. 81-93, (2004).

Fıratoglu, Z.A., Yeşilata B. “Dinamik Çevre Koşullarının Fotovoltaik Destekli Su Pompası Sistemi Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması”, Mühendis ve Makina, cilt 46, sayı 544, sy. 17-24 (2005).

Fıratoglu, Z.A., Yeşilata B. “Direkt-Akupleli Fotovoltaik Su Pompası Sistemlerinin Çok Aşamalı Optimizasyonu”, Sigma, sayı 1, sy. 53-67 (2005).

Fıratoglu, ZA., Yeşilata B. , “Bataryalı ve Direkt Akupleli Fotovoltaik Pompa Sistemlerinin Çalışma Karakteristiklerinin Araştırılması”, Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi, sayı. 2, sy. 1-11 (2003) .



Varınca, K. B. ve Gönüllü, M. T. "Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Arastırma", UGHEK'2006: I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, 270-275, Eskişehir, 2006.

Yeşilata B, Firatoglu, Z.A. "Effect of solar radiation correlations on system sizing: PV pumping case ", Renewable Energy, v33, n1, pp. 155-161 (2008).

Yeşilata B, Aktacir A. " Fotovoltaik Güç Sistemli Su Pompalarının Dizayn Esaslarının Araştırılması" Mühendis ve Makina Dergisi , cilt 42, sayı 493 (Şubat), sayfa 29-34 (2001).

Yeşilata B., Aydın M., Işiker, Y., "Küçük ölçekli bir PV su pompalama sisteminin deneysel analizi", Mühendis ve Makina, cilt 47, sayı 553, sy. 31-38 (2006).



Potansiyel ve İhtiyaç

1970'lerdeki petrol krizinden sonra, jeotermal enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve hidroenerji gibi yeni ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişimi üzerine odaklanılmıştır. Atık biyokütle (hayvan dışkıları, tahıl kalıntıları vs.) dünyanın birçok yerinde yemek pişirmede ya da ısınmada uzun yıllardır doğrudan kullanılmaktadır. Biyokütle kaynakları yakıt olarak doğrudan kullanılabilecekleri gibi, biyo gaz, biyo karbon ve biyodizel üretimi için de oldukça elverişli ve yüksek potansiyele sahip ürünlerdir^{1,2}.

Bitkisel ve hayvansal kökenli, kendini yenileyebilen, ortamdaki karbonu kullanıp fotosentezle depolayarak ortaya çıkan kütlelere biyokütle denilebilir. Biyokütle olarak; odun (enerji ormanları, ağaç artıkları), yağlı tohum bitkileri (ayçiçek, kolza, soya v.b), karbo-hidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, v.b), elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, vb.), bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk v.b), hayvansal atıklar ile şehirselle ve endüstriyel organik atıklar değerlendirilmektedir. Biyokütle yenilenebilir, her yerde yetiştirilebilen, çevre dostu, elektrik üretilen, taşınabilir yakıt elde edilebilen stratejik bir enerji kaynağıdır.

Biyokütle doğrudan yakılarak veya çeşitli süreçlerle yakıt kalitesi artırılıp, mevcut yakıtlara eşdeğer özelliklerde alternatif biyoyakıtlar (kolay taşınabilir, depolanabilir ve kullanılabilir yakıtlar) elde edilerek enerji teknolojilerinde değerlendirilebilmektedir. Tarihteki en eski biyokökenli ürün hint tohumu yağı (castorbean oil) olup, Mısırlılar bunu lambalarda aydınlatma amaçlı kullanmışlardır³.

Biyokütle yüksek uçuculuğu ve yüksek reaktivitesi nedeni ile yakma malzemesi olarak önemli bir avantaja sahiptir. Biyokütle; yüksek nem ile oksijen ve düşük karbon içeriğine sahiptir. Bu nedenle, katı fosil yakıtları ile kıyaslandığında biyoküteller daha düşük ısıtma değerlerine sahiptirler. Biyokütle yakımı, kömür yakımına göre daha temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır¹.

Biyokütleden; fiziksel süreçler (boyut küçültme-kırma ve öğütme, kurutma, filtrasyon, ekstraksiyon ve briketleme) ve dönüşüm süreçleri (biyokimyasal ve termokimyasal süreçler) ile pek çok sıvı, katı veya gaz biyoyakıt elde edilmektedir. Dünya genelinde ticari uygulamalarda öne çıkan biyoyakıtlar: biyodizel, biyoetanol ve biyogaz sekindedir³.

GAP Master Planı'nın temel kalkınma senaryosu, "Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni, Tarıma Dayalı İhracat Bölgesi" haline getirmektir. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ve GAP İdaresi tarafından Mart 1995'te organize edilen "Sürdürülebilir Kalkınma ve GAP Semineri" tarımsal sürdürülebilirliğin teşvik edilmesi ve kırsal üretkenliğin geliştirilmesinin GAP projesinin başarısı için gerekli olduğu sonucunu çıkarmıştır. Bölge ekonomisinin lokomotifleri olan tarım ve hayvancılık faaliyetleri nedeniyle önemli miktarda zirai ve hayvansal atık oluşmaktadır. Bu nedenle, bu atıkların çevreye zarar vermeden değerlendirilerek enerji üretimi amacıyla kullanılması ve potansiyelin araştırılması oldukça önemlidir.

¹ Demirbas vd., 2006

² Gokcol vd., 2009

³ Karaosmanoğlu, F., 2006



Bu atıklardan enerji üretim potansiyel ve maliyetinin belirlenmesiyle, bölge halkının atık biyokütleden yenilenebilir enerji kullanımına yönelmesi kaçınılmazdır. Bunun yanı sıra endüstriyel tarımda biyoteknolojik uygulamaların yaygınlaştırılması (kütlesel üretimin artırılması için bitki genlerinde değişikliklerin yapılması) ile bölgede enerji üretim amaçlı kullanılabilecek bitkilerin yetiştirilmesi uygulamaları başlayacaktır. Dolayısıyla, hem tarımsal ve hayvansal faaliyetlerden kaynaklanan atıkların bertarafında, hem de enerji amaçlı tarımsal üretimin önünün açılması açısından bölgede ciddi bir potansiyel mevcuttur.

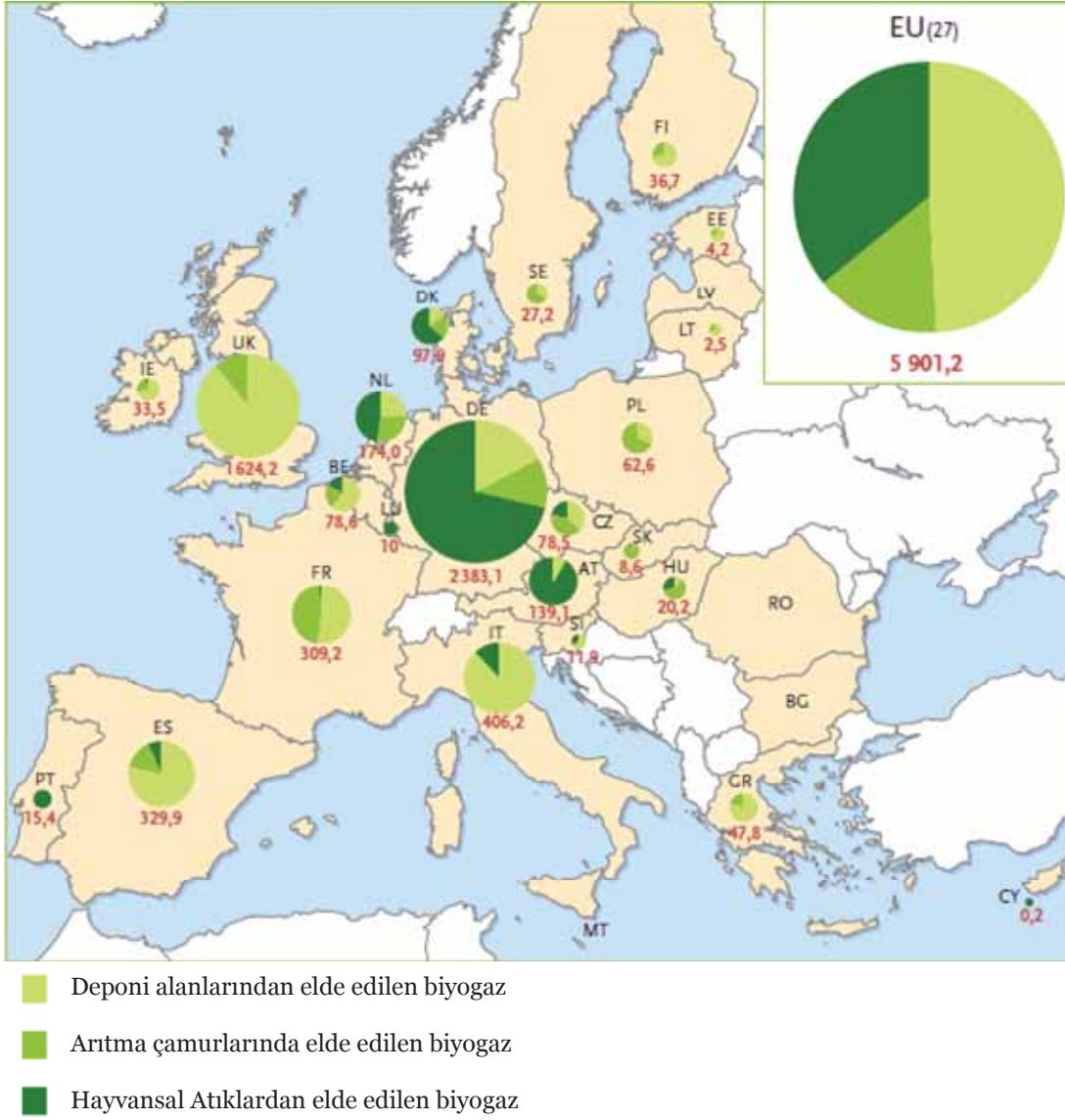
Hayvansal atıkların anaerobik çürütülmesi uygulamaları Avrupa ve Amerika'da yaygın bir şekilde uygulanmakta olup (Çizelge 1, Şekil 1), bu uygulama ile aşağıdaki olumlu sonuçlar elde edilebilir.

- Biyogaz üretilerek ve bu üretimle enerji eldesi gerçekleştirilebilir,
- Isı elde edilebilir,
- Biyogübre elde edilebilir,
- Çiftliklerde var olan çevresel koşullar iyileştirilebilir,
- Yatırım yapılan bölgede sosyal ve ekonomik faydalar elde edilebilir.

Çizelge 1. AB ülkelerinin 2004-2005 yıllarında biyogazdan elde ettikleri elektrik enerjisi miktarları⁴.

ÜLKE	2004 ÜRETİMİ (GWh)	2005 ÜRETİMİ (GWh)
Almanya	4.414	5.564
İngiltere	4.383	4.690
İtalya	1.170	1.313
İspanya	824,7	879,4
Fransa	444	460
Hollanda	282	286
Danimarka	265	274
Belçika	231,9	236
Yunanistan	179	274
Polonya	155	236,9
Çek Cumhuriyeti	138,8	179
İrlanda	101	175
Avusturya	57,7	160,9
Portekiz	14,6	122
Slovenya	30,3	57,7
İsveç	61,6	34,4
Lüksemburg	20,3	32,2
Macaristan	23	53,4
Finlandiya	21,7	27,1
Slovakya	2	25
Toplam	12.819,9	14.593,8

⁴ http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/biyoenerji/01-biyogaz/bg_AB_uretim.html



Şekil 1. Avrupa biyogaz üretiminin ülkelere dağılımı⁵ (Kırmızı ile yazılan rakamlar üretilen enerjinin ktoe olarak petrol eşdeğeridir).

Ülke geneline bakılacak olursa, iyimser ve gerçekçi senaryolarla hayvansal atıklardan biyogaz eldesi durumunda ortaya çıkabilecek enerji üretimi ve bunları gerçekleştirebilecek tesis sayıları Çizelge 2' de verilmiştir. Türkiye'deki hayvansal atıkların gerçekçi senaryoya göre biyogaz üretiminde kullanılması durumunda; yaklaşık 2.000 adet 500 kWh gücünde elektrik üretebilecek tesis sayısına sahip olunabilecektir.

⁵ Biogas Barometer, 2008

**Çizelge 2. Türkiye’de Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyeli⁶****a) İyimser Senaryo;** Tüm hayvan atıklarının kullanılabilmesi durumundaki potansiyel

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Atık miktarı (ton/yıl)	Biyogaz Üretimi (m ³ /ton)	Kapasite (kW)	500 kW kapasiteli Tesis Sayısı
Büyükbaş	10.946.239	108.805.615	42	1.169.027	2.338
Küçükbaş	29.568.152	2.424.588	68	179.907	359
Kanatlı	244.285.376	7.084.275	82	45.785	91
TOPLAM	284.799.767	118.314.480		1.394.719	2.788

b) Gerçekçi Senaryo; Belirli oranda hayvan atıklarının kullanılabilmesi durumundaki potansiyel

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Atık miktarı (ton/yıl)	Kullanılabilir Oran (%)	Atık Miktarı	Biyogaz Üretimi (m ³ / ton)	Kapasite (kW)	500 kW kapasiteli tesis sayısı
Büyükbaş	10.946.239	108.805.615	65	700.723.650	42	759.868	1.520
Küçükbaş	29.568.152	2.424.588	13	315.196	68	178.109	359
Kanatlı	244.285.376	7.084.275	99	7.013.433	82	45.327	90
TOPLAM	284.799.767	118.314.480		78.052.279		983.304	1.969

Gerçekte GAP Bölgesi; gerek doğa koşulları, gerekse sosyal yapısı itibarıyla hayvancılık faaliyetleri için uygun bir potansiyel arz etmektedir. Bölgede sulu tarıma geçilmesi ile elde edilen gelirin, bölge halkının yakından bildiği hayvancılık alanında kullanılması ile çeşitli büyükbaş hayvan üretimi ile ilgili projeler uygulamaya konmaktadır. Hayvancılık sektörünün ekonomik getirilerinin olmasıyla birlikte, atıklarının bertaraf edilmemesi halinde, bir takım çevresel sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Gelişmiş ülkelerde bu sektörde meydana gelen gelişmeler takip edilerek, ihtiyaç duyulan, üretimin yanı sıra çevre sorunlarına yol açmayacak teknolojilerin etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

TÜİK verilerine göre Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yetiştirilen büyük baş hayvan sayısı yıllara göre Çizelge 3’de verilmiştir. Yetiştirilen sığır sayısında azalma olmasında rağmen, bölgede hayvancılık atığı önemli bir yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Son yıllarda ülkemizde artan et fiyatları ve GAP Bölgesi’nde hayvancılığa verilen teşviklerle, giderek artacağı öngörülen hayvan üretiminin ortaya çıkaracağı atıklardan enerji üretimi kaçınılmazdır. GAP Bölgesi’nde 135.143 adet büyükbaş hayvancılık işletmesi bulunmakta olup, işletme ölçeklerine baktığımızda işletme başına düşen hayvan sayısının %70’inin 1-4 baş arasında olduğu görülmektedir. Küçük işletmelerin yoğun olduğu bölgede, yaklaşık 10 işletmede 1.000 ve üzeri büyükbaş hayvan sayısı bulunmaktadır.

Son yıllarda kurulması planlanan Organize Hayvan Besi İşletmelerinin faaliyete girmesiyle, bu rakamlar artacaktır.

⁶ TÜBİTAK MAM, 2010



Çizelge 3. GAP Bölgesi'nde yetiştirilen Büyükbaş (sığır) hayvan sayısının yıllara göre dağılımı⁷.

Yıllar	Tür	Hayvan Sayısı (Baş)	Sağılan Hayvan Sayısı (Baş)
2007	Sığır(Yerli)	421.813	177.499
	Sığır(Melez)	170.556	60.085
	Sığır (Kültür)	70.581	26.630
	Manda	3.836	1.522
	TOPLAM	666.786	265.736
2008	Sığır(Yerli)	403.121	144.102
	Sığır(Melez)	175.440	60.610
	Sığır (Kültür)	78.520	27.961
	Manda	3.953	1.282
	TOPLAM	661.034	233.955
2009	Sığır(Yerli)	330.724	120.400
	Sığır(Melez)	216.608	74.692
	Sığır (Kültür)	92.089	31.400
	Manda	4.935	2.188
	TOPLAM	644.356	228.680

Teknoloji

Metan üreten ilk anaerobik çürütücü sistem Bombay/Hindistan'da 1859'da kurulmuştur. Metan çürütücü sistem (methane digester system) temelinde organik maddelerin bozunması ve bunun sonucunda da daha basit yapıları organiklerin ve biyogaz ürünlerin oluşması anlamında kullanılmaktadır. Anaerobik bozunma kompleks bir prosestir. Metan, organik maddelerin mevcudiyetinde ve oksijen yokluğunda üretilir. Bu proseste; bir dizi bakteri işbirliği içinde çalışarak adım adım organik maddeyi parçalamak suretiyle metana, karbon dioksit ve besin içeriği yüksek çamura dönüştürmektedirler.

Bu dönüşüm çeşitli mikroorganizmaların aktivitelerinin dört temel adımı sonucunda gerçekleşmektedir. Birinci aşamada hidroliz bakterileri organik maddeleri daha basit yapıları organik maddelere dönüştürür. İkinci aşamada ise; asidojenler adı verilen bakteri grubu basit organik maddeleri kullanarak organik asitlere dönüştürürler. Üçüncü aşamada ise; asetojenler adı verilen grup organik asitleri asetata dönüştürür. Bu dönüşümler sırasında ayrıca hidrojen de üretilmektedir. Son aşamada ise metan üreten bakteriler asetat ve hidrojeni kullanarak metan gazına dönüştürür¹ (Şekil 2).

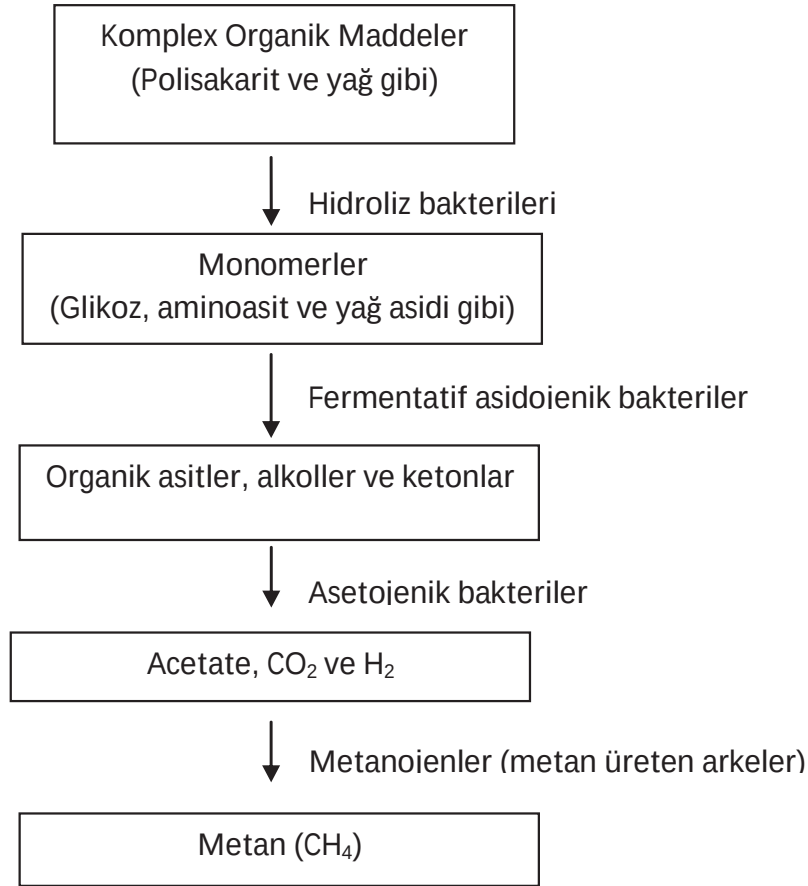
Gelişen ülkelerde ortalama olarak işlenmiş toprağın %68'i buğday, arpa ve mısır yetiştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Buğday sapları biyolojik olarak metan üretimini amacıyla kullanılabilirse, potansiyel bir enerji kaynağıdır. Bu kapsamda; gübre ve gübre/sap karışımları biyogaz kaynağı olarak etkin bir şekilde araştırılmıştır. Gübre ve gübre/sap karışımı anaerobik arıtıma tabi tutulursa; ilk üç gün boyunca metan üretilmemekte ve organik karbon, karbon dioksit dönüştürülmektedir. Bu periyotta, aerobik oksidasyon gerçekleşmektedir. Yaklaşık on gün sonra, organik maddelerin yarısı karbondioksit, diğer yarısı da metan gazına dönüşmektedir. Yaklaşık üç hafta sonra ise anaerobik çürüme aşamasına tamamen

⁷ TÜİK verileri, 2010



ulaşmış olup üretilen gazın metan içeriği %75 civarındadır. Yaklaşık 30 günlük bir anaerobik çürüme safhasında, oluşan toplam metan gazının yaklaşık %80-85 kadarı ilk 15-18 günde tamamlanmakta olup, bu amaç için kurulacak bir anaerobik çürütücünün bekleme zamanı yaklaşık 20 gün olarak alınabilir¹.

Zirai atıkların biyokimyasal olarak bozunması zor bir iştir. Samanın mekanik olarak öğütülmesi, ısı işlem ve/veya asit yada baz ile kimyasal işlem çürümeyi hızlandırmakta ve metan üretimini de arttırabilmektedir. Zirai kalıntılar genellikle düşük azot içerirler ve C/N oranı yaklaşık olarak 60–90 arasındadır. Olması gereken C/N oranı ise 25–35 arasındadır. Bu nedenle çürüme öncesinde N miktarının artırılması gerekmektedir. Azot; amonyak gibi inorganik bir formda ya da hayvan gübresi, üre ve yiyecek atıkları gibi organik formda eklenebilir. Azot organik maddeden ayrıldıktan sonra, suda çözünabilir amonyak formuna geçmektedir. Çürütücü içerisinde azot çevrimi azot ihtiyacını azaltmaktadır⁸.



Şekil 2. Anerobik çürütmede rol oynayan bakteri grupları⁸.

⁸ Bitton, 2005



Hayvansal atıklardan biyogaz eldesi basit sistemlerle bir büyükbaş hayvan atığı için bile uygulanabilir. Kapasitelerine bağlı olarak biyogaz üretim tesislerini dört sınıfa ayırabiliriz¹:

- 1. 6-12 m³ Kapasiteli Aile Tipi:** 6-12 m³ kapasiteli sabit kubbeli biyogaz sistemi Çin'de yaygın olarak kullanılmaktadır. Çin'de genel olarak ufak çiftliklere yakın inşa edilen bu kapasite de bir tesiste elde edilen biyogaz ocak ve araçlarda kullanılır. Kurulum maliyeti çok düşüktür. Bu sistem ülkemizde de bir dönem denenmiş, fakat rağbet görmemiştir.
- 2. 50-100 m³ Kapasiteli Çiftlik Tipi:** Çin ve Hindistan başta olmak üzere dünyanın birçok yerinde bu tip tesislere rastlanmaktadır. Kurulumu ve çalışma sistemi oldukça basittir. Çelik veya betondan yapılan fermentörler gaz sızdırmayacak şekilde dizayn edilmektedir. Bu sistemi sabit sıcaklıkta tutmak gerektiğinden dolayı yalıtım önemlidir.
- 3. 100-200 m³ Kapasiteli Köy Tipi:** Çiftlik tipi üretim sisteminde farkı daha büyük olmasıdır. Bu tesislerde fermentörde bekleme süresi organik atığın cinsine bağlı olarak 20 ile 40 gün arasında değişmektedir. Bu tesislerde kompost gübre ve gaz olmak üzere 2 farklı ürün elde edilir.
- 4. 1.000-10.000 m³ Kapasiteli Büyük (Endüstriyel) Tip:** Bu tür tesislerde fermentör büyüklüğü; tesisin kapasitesine ve organik atığın fermentörde bekleme süresine göre değişir. Fermentör köy tipinde olduğu gibi beton veya çelikten inşa edilmektedir. Burada fermentör içerisine karıştırıcılar yerleştirilerek sürekli karışım sağlanmaktadır. Bunun dışında sistemin istenilen sıcaklıkta muhafaza edilebilmesi için fermentör içerisine ısıtıcılar yerleştirilmektedir.

Bu sistemlerden ilk üçü sadece ısınma amaçlı uygulamalar için kullanılabilecekken, dördüncü sistem olan Endüstriyel Tip hem ısınma hem de elektrik üretimi amaçlı kullanılabilir. Biyogazdan ısı ve elektrik enerjisi eldesini sağlayan kojenerasyon sistemleri 1960'lı yıllardan bu yana başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak sistemin ilk yatırım maliyetinin yüksek olması nedeniyle, elektrik üretimi amacıyla sadece hayvansal atıkların kullanılması durumunda en az 1.000 büyükbaş hayvan varlığı gereklidir. Hayvansal atıklarla birlikte tarımsal atıklar veya mısır silajının kullanılması durumunda, elektrik üretiminin fizibil olması için bu rakamlar 500 büyükbaş hayvana kadar düşürülmektedir.

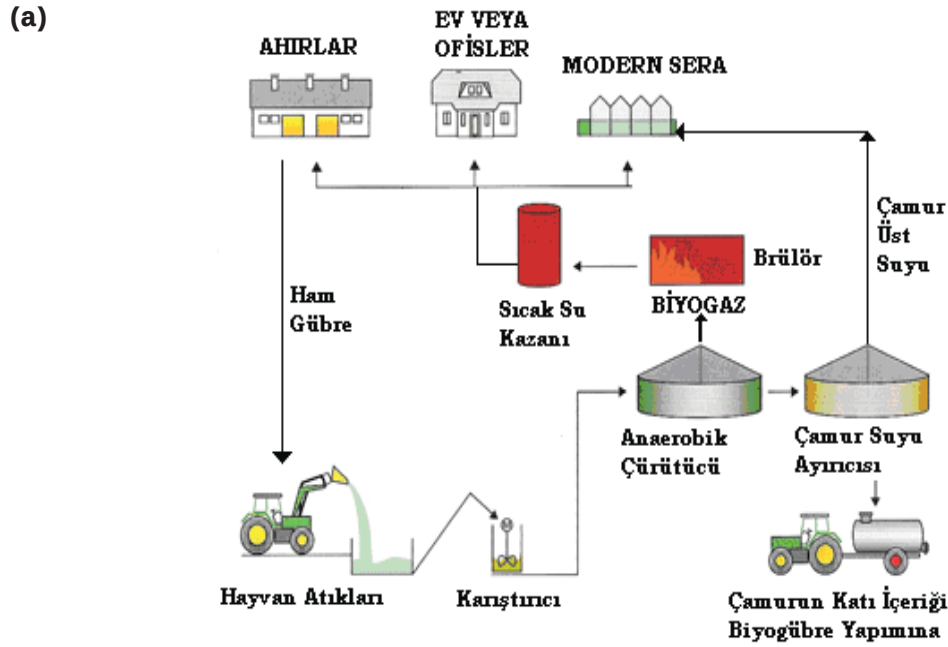
GAP Bölgesi'nde 135.143 adet büyükbaş hayvancılık işletmesi bulunmakta olup işletme ölçeklerine baktığımızda işletme başına düşen hayvan sayısının % 70'inin 1-4 baş arasında olduğu görülmektedir. Bu işletmelerde aile veya çiftlik tipi küçük biyogaz sistemlerinin kurulumu GAP Bölgesi için oldukça önemlidir. Ülkemizde "Kırsal Kesim Biyogaz Sistemlerinin Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılması" isimli DPT projesi ile Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Biyokütle Enerji Teknolojileri Araştırma Grubu bu konuda çalışmalar yürütmüş ve küçük ölçekli biyogaz üreteçleri geliştirerek, seçilen bölgede uygulamıştır.

Anahtar Not-1: Küçük ölçekli biyogaz tesisleri profesyonel işleme ihtiyaç duyarlar.

Küçük ölçekli biyogaz tesisleri Köy İşleri Bakanlığı Toprak Su Genel Müdürlüğü tarafından 1970 li yıllarda yoğun bir şekilde çalışılmış ve uygulamaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sırasında biyogaz tesislerinin işletilmesinde sorunlarla karşılaşmış ve denemelerin başarısız olduğu görülmüştür. Bunun en önemli nedeni, biyogazın biyolojik bir bozuşma zincirinin son halkası olması, diğer bir deyişle bakteriler tarafından gaz üretiminin gerçekleştirilmesidir. Biyogazı üreten bakterilerin yaşam koşulları optimum ayarlanamaz ise, sistem başarısız olacaktır. Bunun için yetkili ve deneyimli personel tarafından tesisin işletilmesi gerekmektedir. Küçük çiftliklere veya köylere biyogaz üreteçleri kurmak kolay olabilir ancak işletilmesinde kalifiye personel istihdamı yapacak bütçesi bulunamayan yerleşimlerde bu tür uygulamaların başarısız olması kaçınılmazdır.

Anahtar not sonu

Hayvansal atıklardan biyogaz ve biyogübre eldesi şematik olarak Şekil 3'te gösterilmiş olup, kısaca şöyle özetlenebilir:



(b)



Şekil 3. Hayvansal atıklardan biyogaz ve biyogübre elde eden bir tesis için (a) çalışma prensibi, (b) örnek bir görüntü.

Çiftlikte oluşan hayvan atıklar bir adet dengeleme ve gübre hazırlama tankına alınır. Burada gübre, su ve çürütülmüş çamurun susuzlaştırılmasından çıkan süzöntü suyu ile karıştırılarak istenilen konsantrasyona getirilir. Hazırlanan gübre, besleme pompaları ile düzenli bir şekilde ısıtıcılardan geçirilerek çürütme tanklarına pompalanır. Havasız ortamda çürütme işlemi, kapalı, silindirik ve içten kendi ürettiği biyogaz ile veya mekanik karıştırıcılarla karıştırılarak, betondan veya paslanmaz çelik tanklarda yapılır (Şekil 4). Tank içi sıcaklığı mezofilik şartlarda (35 °C) tutulmalıdır. Tanklar kesintisiz besleme ve çürütülecek gübrenin çekilmesi esasına göre çalıştırılabilir.



Ön Karıştırıcı



Çürütücü



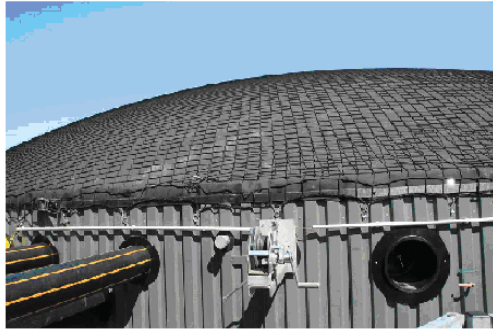
Mekanik Karıştırıcı



Pompalar



Gazometre

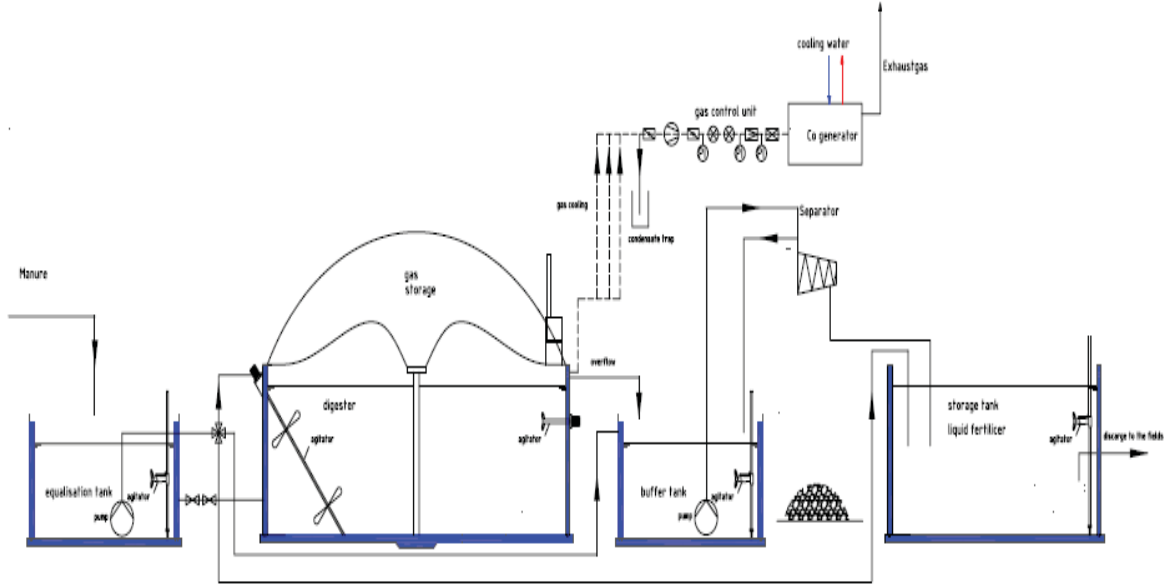


Kojeneratör



Şekil 4. Hayvansal atıklardan biyogaz ve biyogübre elde eden bir tesise ait temel birimler.

Biyogaz, organik maddelerin anaerobik ortamda birbiriyle bağlantılı çalışan bir grup bakteri tarafından parçalanması ile gerçekleşir. Bu esnada son ürün olarak açığa çıkan bileşenler metan (CH_4), karbondioksit (CO_2), su buharı (H_2O), hidrojen sülfür (H_2S), amonyak (NH_3), azot (N_2) ve hidrojen (H_2). Oksijensiz ortamlarda bekletilen organik maddeler öncelikle su içerisinde ayrışır ve bu işlem hidroliz olarak adlandırılır. Ayrıştırılan organik maddeler, asit oluşturan bakteriler tarafından uçucu yağ asitlerine çevrilir. Oluşturulan bu ürünler daha sonra metan üreten bakteriler tarafından metana çevrilir (Şekil 5).



Şekil 5. Biyogaz üretim akış şeması.

Üretilen biyogaz üretimden hemen sonra kojenerasyon sistemleri olarak adlandırılan sistemlerde yakılarak elektrik enerjisine dönüştürülebilir (Şekil 6). Ünite şebeke ile senkronize çalışacak yapıda olur ise, tesisinin ihtiyaç fazlası istenildiği takdirde şebekeye taşınabilir. Kullanılmadan önce biyogaz içerisindeki H_2S ve su buharından arındırılması gerekmektedir. Temizlenen biyogaz, toplama tanklarında (gazometre) yakma öncesi biriktirilebilir. Çürütme tanklarından çıkan çamurlar bir adet toplama ünitesine iletilir. Burada biriken çamur iki şekilde değerlendirilebilir. Sulu kısmı tarımda sıvı gübre olarak kullanılabilir. Koyu kısmı ise seperatörle susuzlaştırılıp kompostlanarak markete hazır paketlenmiş biyogübre (çiçek toprağı) olarak pazarlanabilir. Görüldüğü üzere hayvansal atıklardan gelir elde edilebilecek biyogaz ve biyogübre üretilebilir ve çiftliklerde oluşabilecek çevresel sorunlar bertaraf edilebilir.

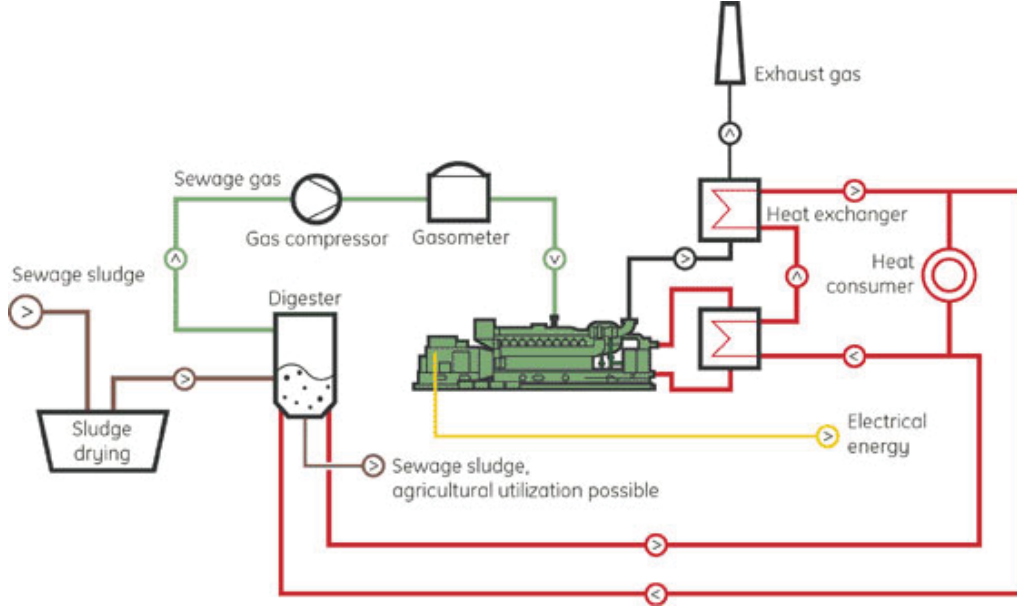
Biyogazın yakılarak ısı ve elektrik enerjisi üretimi dışında elde edilen biyogaz sıvılaştırılarak araç yakıtı olarak kullanılabilir. Ayrıca, biyogazın kojenerasyon sistemlerinde elektrik enerjisine çevrilmesi esnasında açığa çıkabilecek atık ısı seracılık ve tarım ürünlerinin kurutulmasında kullanılabilir. Atıklardan gaz elde edilmesinin yanı sıra, bölgede hayvansal ve tarımsal atıklardan biyogaz eldesi ile ortaya çıkacak biyogübre üretimi potansiyel bir yan sanayi olarak değerlendirilmelidir.

Gübre tarımsal üretim için gerekli temel girdilerden biridir. Gübreleme bitkisel üretimden amaçlanan verim ve kaliteye ulaşmak için içerisinde birden çok bitki besin maddesi bulunan organik ya da inorganik bileşiklerin toprağı veya doğrudan doğruya bitkiye verilmesi şeklinde tarif edilebilir. Organik atıklar ve çiftlik gübresi toprağın fiziksel, biyolojik özelliklerinde yaptıkları olumlu etkileri nedeniyle bitki gelişmesi için uygun bir ortamın oluşmasında büyük ölçüde yararlıdır.

Organik atıkların mikroorganizmalarca parçalanması sonucunda bitkiler için en önemli olan besin maddelerinden azot ve fosfor miktarı aynı kaldığı için değerinden hiçbir şey yitirmemektedir. Ayrıca



organik madde mikroorganizmalar tarafından parçalanıp küçük yapıli moleküllere dönüştürülmekte ve bu sırada bitkiler için gerekli olan besi maddeleri serbest duruma geçmekte olup bitkiler tarafından daha kolay kullanılabilmekte, ve böylelikle oluşan biyogübre açık ortamda olgunlaşan gübreye nazaran %30-45 veriminin artmasını sağlamaktadır.



Şekil 6. Biyogaz kojenerasyon ünitesinin çalışma prensibi.

Biyogübrenin bitkilerin gelişmesi ve toprağın yapısına olan faydaları aşağıda sunulmuştur¹:

- Biyogübrenin kullanılması ile toprağımızın su tutma kapasitesi artar. Toprağın su geçirgenliği iyileşir. Böylece biyogübre atılan topraklarda suyun toprak yüzeyinden akıp gitmesi ve buharlaşmasına engel olunur. Su toprak yüzeyinden akarken tarıma elverişli toprakları da götüreceğinden toprağın tarlamızda kalmasını sağlar. Bu durum erozyonun son derece büyük zararlar verdiği ülkemiz toprakları için gerçekten çok önemlidir.
- Biyogübre kullanılan ince yapıli ve kumlu topraklarda toprak parçacıklarının birbirine bağlanmasını sağlar. Ağır killi topraklarda ise toprağın gevşemesini ve toprak içindeki boşlukları artırır. Her iki durumda da toprağa bitki gelişimi için daha iyi bir yapı kazandırır.
- Biyogübre en önemli özelliklerinden biriside zengin mikro- organizma kaynağı olmasıdır. 1 gram sıgır dışkısında 60 ila 137 milyar bakteri bulunmaktadır. Toprağa katılan biyogübre, topraktaki mikro- organizma sayısını ve etkinliğini artırır. Böylece bitkilerin gelişmesi için çok yararlı olan, topraktaki faaliyetleri artırır.
- Biyogübre toprağın kolay tava gelmesini sağlar ve işlenmesini kolaylaştırır. Biyogübre yapısı nedeniyle toprağın havalanmasını uygun hale getirir. Yine biyogübre toprakta var olan ve bitkilerin kullanamadığı bazı besin maddelerini bitkiler için faydalı hale getirir.
- Biyogübre bitkilerin gelişmesi için lazım olan besin maddelerini, doğrudan toprağa sağlar.



Anahtar Not-2: TRC-2 Bölgesi illerinde hayvan varlığı 1.000 ve üzeri modern tesis sayısı en az 5 olup, bu tesisler biyogaz ve biyogübre üretimi için idealdir.

Küçük işletmelerin yoğun olduğu GAP Bölgesi'nde yaklaşık 10 işletmede 1.000 ve üzeri büyükbaş hayvan sayısı bulunmaktadır. Son yıllarda illerde kurulması planlanan Organize Hayvan Besi İşletmelerinin faaliyete girmesiyle bu rakamlar artacaktır.

Ülkemizde büyük ölçekte biyogaz ve biyogübre üreten tesisler henüz kurulmamıştır. Akdeniz ve Marmara bölgelerinde özel sektör ve TÜBİTAK desteğiyle kurulma aşamasında olan tesislerimiz bulunmaktadır. Bu tür tesisler kurulmadan önce hayvan sayıları dikkate alınarak fizibilite raporları hazırlanmalı ve ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süreleri hesaplanmalıdır. Hayvansal atıklardan biyogaz ve biyogübre üretim sistemi için inşaat ve mekanik aksam ilk yatırım maliyetleri tesisin ana gideridir. Ayrıca proje danışmanlık hizmeti ve müşavirlik alımları da proje gideri olarak eklenmelidir. Bunların yanı sıra, tesisin kurulacağı arazinin bedeli proje ilk yatırım maliyetine eklenmelidir. Biyogaz üretim tesisi için anaerobik çürütücüler, gaz toplama sistemleri ve kojenerasyon üniteleri ana gider kalemleridir.

Biyogübre üretimi için, susuzlaştırma için seperatörler, kompost üniteleri ve paketleme tesisleri ana gider kalemleridir. Elektrik enerjisi, ısı ve biyogübre üreten endüstriyel tip biyogaz tesislerinde teknolojinin ana unsurlarının yurtdışından getirilmesi nedeniyle ilk yatırım maliyetleri yüksek olmaktadır. Günümüzde 1.000 büyükbaş hayvan atığını elektrik enerjisine çevirebilen sistemlerin maliyeti hayvan başına ortalama 1.000 Eurodur. Bu rakam hayvan sayısı arttıkça azalma eğiliminde olup, teknolojinin yurt içinde üretilmesi ile bu rakamların yarı yarıya azalabileceği tahmin edilmektedir.

Biyogaz üretme tesisleri kurulumları ile ortaya çıkması olası çevresel, sosyal, finansal ve diğer etkiler aşağıda belirtilmiştir.

Çevresel etkiler:

Hayvan yetiştiriciliği yapan tesislerden kaynaklanan en büyük sorunlardan biri olan koku sorunu, atıkların anaerobik çürütülmesiyle ortadan kalkacaktır.

Hayvan yetiştiriciliği yapan çiftliklerde, açıkta bekletilen ham gübreler yağmur suyu veya rüzgârla yeraltına ya da yüzey sularına karışabilirler. Buda yüzeysel sularda ötrofikasyona, yeraltı sularında kirliliğe neden olur. Biyogaz yatırımı ile bu olumsuz etkiler ortadan kalkacaktır.

Gübrenin biyogaz üreteçlerinde olgunlaştırılması esnasında ortamda doğal ayırım esasına dayalı ortam oluştuğundan, zararlı parazit ve patojen mikroorganizmaların üremesi imkânsızlaşmakta ve bu şekilde atık ortamının çevre ve insanı sağlığını tehdit etmesi önlenmektedir.

Tesiste uygulanacak yöntemlerle, oluşan katı atıklar geri kazanılarak, sürdürülebilir çevre-ekonomi kapsamında ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Küresel ısınmaya neden olan sera gazlarından en etkilisi metan gazıdır. Açıkta bekletilen hayvan atıklarından salınan metan gazının sera etkisine olan salınımı biyogaz tesisleri ile azaltılacaktır.

Sosyal etkiler:

Ulusal kalkınma programlarında, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin hayvancılık alt sektöründe doğal avantajlara sahip olduğu ve bu avantajlarını ileriye (hayvancılık, gıda sektörü, organik tarım, biyoteknolojik yatırımlar vb.) ve geriye doğru (yem üretimi) kurulacak sektörel bağlantılar ile daha



yüksek bir katma değere dönüştürme potansiyeli taşıdığı bilinmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin sahip olduğu potansiyelin değerlendirilmesi ile; hayvancılık ve tarım sektöründe izlenen politikalara uygun, modern entegre tesisler kurulacaktır. Ülkemizde sürdürülebilir modern tarımın gelişimine katkı sağlayacaktır.

Biyogaz tesislerinin kurulumu ile Şanlıurfa ve Diyarbakır'da yenilenebilir enerji kaynakları, enerji verimliliği ve biyogaz konusunda halkın ilgisi çekilerek, bilgi edinmeleri sağlanacaktır.

Finansal Etkiler:

Atıkların biyogaz gibi faydalı bir ürün elde edilerek enerji eldesi, gübrenin geri kazanımının çevre dostu bir proje olması, bu bölgede yaygınlaşmasının bölge ekonomisine katkı sağlayacaktır. Çevreci ve ekonomik bir yatırım olacağı gibi faydalarından dolayı, biyogaz yatırımları için destekler ve teşvikler kolayca alınabilecektir. Böylece Şanlıurfa ve Diyarbakır illerine aşağıda ismi geçen kurumlardan biyogaz projelerine destek amaçlı nakit akışı sağlanacaktır.

- AB Hibe Programları,
- Tarım Bakanlığı,
- Çevre ve Orman Bakanlığı,
- DPT, Kalkınma Ajansları,
- Banka kredileri ve self-finans.

Biyogaz yatırımlarının başlaması ile Şanlıurfa ve Diyarbakır'da mekanik parçaların imalatı ve inşası alanlarında tecrübe sahibi olabilecek sanayiciler ortaya çıkacaktır. İlk uygulamalardan sonra biyogazla ilgili yan sanayi illerimizde gelişecek ve diğer illere, hatta yurtdışına imalatlar yapılabilecektir.

Biyogaz tesisleri bölgede sorun olan işsizliğin azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Dünyada, son yıllarda yenilenebilir enerji sektöründe çalışan, yeşil iş gücü olarak adlandırılan ve her geçen gün artan yeni bir istihdam alanı oluşmaktadır. Bölgede biyogaz tesislerinin imalatı, inşası ve işletimi ile oluşabilecek bu iş gücü, işsizliğin azaltılmasında rol oynayacaktır.

Biyogaz tesisleri önümüzdeki yıllarda gündeme sıkça gelecek olan karbon kredileri alanında da yatırımcılara fayda sağlayacaktır.

Diğer etkiler:

Dünyada oldukça yaygın şekilde kullanılan biyokütleden biyogaz eldesi ülkemizde henüz hak ettiği yere gelememiştir. Bunun en önemli nedeni geçmişte yetkin olmayan kişilerin biyogaz la ilgili yaptıkları başarısız çalışmalardır. Teknolojinin zor gösterilmesi ve ekonomik analizlerinin iyi yapılamayışı gibi nedenlerden dolayı, biyogaz teknolojisinin ülkemiz için uygun olamayabileceği gibi bir yanlışlığa ortaya çıkarılmıştır. GAP Bölgesi sıcak iklimi nedeniyle biyogaz eldesi açısından, soğuk iklimli bölgelere nazaran avantajlıdır. Bu avantajı kullanarak, biyogaz teknolojisinin başarılı bir örnekle kurulması ve ekonomik olarak karlı olduğu gerçeğinin ortaya çıkması durumunda, özellikle hayvansal atıklardan biyogaz eldesi çalışmaları bölgede yineleneyecektir.

Mevcut koşullarda "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun"a göre resmi makamlar Biokütleyle dayalı üretim tesislerine (çöp gazı dahil) 13,3 cent/kWh'dan elektrik alım garantisi vermektedir. Ayrıca yurt içinde gerçekleşen imalat içinde yerli katkı ilavesi verilmektedir. Bunun yanı sıra, Şanlıurfa ve Diyarbakır illeri elektrik kayıp/kaçak oranlarında ülke ortalamasının üzerinde olup, oran yaklaşık %60 civarındadır. Bu kayıp/kaçak oranlarının elektrik tarifelerine yansımaları ihtimaliyle, fiyatların önümüzdeki yıllarda artması muhtemeldir. Dolayısıyla, muhtemel teşvikler ve yükselen elektrik fiyatları, biyogaz yatırımlarını bölgede cazip hale getirecektir. Biyogaz teknolojisinin bölgede yinelenebilmesi için aşağıda belirtilen unsurların da katkısı olacaktır.

- Yenilenebilir enerji kaynakları içinde biyogazla ilgili olarak ek teşvikler ve düzenlemeler (alım garantisi, şebekeye bağlanmada öncelik, lisans kolaylığı, yüksek fiyattan alım v.b.),



- Ulusal toplam enerji üretiminde belli bir oranın biyogazdan sağlanması ile net hedeflerin konulması ve bu hedeflerin tutturulması için hibe, kredi ve teşviklerin sağlanması,
- Teknolojinin ilk başarılı uygulamasını sağlamak için kısıtlı süre ile biyogaz üreteçlerine ait mekanik aksam ve enerji eldesini sağlayan kojenerasyon sistemlerinin ithali konusunda kolaylıklar sağlayacak düzenlemelerin yapılması (Başarılı ilk uygulama için daha önce bu teknoloji ile biyogaz üreten yurtdışı firmalarla işbirliği çok önemlidir.).

Yenilebilir enerji kaynaklarının, özellikle atık biyokütlelerden biyogaz eldesi neticesinde, Şanlıurfa ve Diyarbakır'da sayısız çevresel, sosyal ve ekonomik faydalar sağlanacaktır.

Anahtar not sonu



TRC-2 Bölgesi Proje Fırsatı-1

1.000 Büyükbaş Hayvan İçin Biyogaz Tesisi Kurulumu

1.000 besi hayvanı içeren örnek bir tesis için biyogaz miktarı, gübre miktarı ve sistem maliyeti hesaplanarak, biyogaz vasıtasıyla elde edilecek yenilenebilir enerji için bir ön fizibilite analizi gerçekleştirilmiştir. Atıkların nakliyesinden kaynaklanacak maliyetleri minimumda tutmak için sistemin ölçeği büyük (1.000 büyükbaş hayvan kapasiteli) seçilmiş olup; hesaplamalara esas veriler yöre halkından ve literatürden temin edilmiştir.

1. Biyogaz Üretim Potansiyeli:

Potansiyel hesabında minimum ve maksimum gübre miktarlarını baz alarak, ayrı ayrı biyogaz üretimleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu minimum ve maksimum biyogaz miktarları için elektrik ve ısı üretim miktarları hesaplanmış ve ortalamaları alınmıştır.

Minimum biyogaz üretimi;

Tesiste ortalama 1.000 -büyükbaş hayvan olacağı varsayımıyla;
Çiftlikte oluşan hayvansal atık üretimi (20 kg/gün kabulü ile)
 $1.000 * 20 = 20.000$ kg ham gübre/gündür.
Bunun katı içeriği (gübrenin % 15 katı madde içerdiği kabulü ile)
 $20.000 * 0,15 = 3.000$ kg katı madde/gündür.
Üretililecek biyogaz (275 m³ biyogaz/ ton katı madde kabulü ile)
 $3.000 * 0,275 = 825$ m³ biyogaz / gündür.
 Metan içeriği.....65 %
 1 m³ Metan10 kWh/m³
 Kalorifik değeri 6,5 kWh/m³ Biogaz
 Toplam elde edilen enerji $825*6,5= 5.362,5$ kWh / gün

Kojenerasyon Ünitesinde Elektrik Dönüşümü

Biyogaz kojenerasyon ünitesinde yakılarak elektrik ve ısıya dönüştürülür.
 Gaz motorunun elektrik dönüştürme verimi % 38,5 tir. Enerjinin kalan kısmı ısıya dönüşür. Son kısım ise egzost ısısı olarak atmosfere atılır. Isı gaz motorunun ceket suyundan ve baca atık ısısından kombine çevrimle geri kazanılır.

Elektrik üretim etkinliği: % 38,5
 Elektrik üretimi: $5.362,5 * 0,385 = 2.064,5$ kWh el./gün
 Biyogaz tesisinde elektrik kullanımı yaklaşık 400 kWh el./gündür.
 Günlük net satılabilecek elektrik üretimi= $1.664,5$ kWh el./gündür.
Yıllık minimum elektrik satışı: $1.664,5*365= 607.565$ kWh/yıl'dır.

Isıl etkinlik:.....44,0 %
 Isı üretimi: $5.362,5 * 0,44 = 2.360,6$ kWh ısı/gün
 Biyogaz tesisinde ısı kullanımı yaklaşık: 2.000 kWh ısı /gün
 Günlük net kalan ısı: 360,6 kWh ısı /gündür.
Yıllık minimum ısı satışı: 131.619 kWh ısı /yıl'dır.

**Maksimum biyogaz üretimi;**

Çiftlikte oluşan hayvansal atık üretimi (35 kg/gün kabulü ile)
 $1.000 * 35 = 35.000$ kg ham gübre/gündür.
Bunun katı içeriği (gübrenin % 15 katı madde içerdiği kabulü ile)
 $35.000 * 0,15 = 5.250$ kg katı madde/gündür.
Üretilebilecek biyogaz (275 m³ biyogaz/ ton katı madde kabulü ile)
 $5.250 * 0,275 = 1.443,75$ m³ biyogaz / gündür.
Metan içeriği.....65 %
1 m³ Metan10 kWh/m³
Kalorifik değeri 6,5 kWh/m³ Biogaz
Toplam elde edilen enerji $1.443,75 * 6,5 = 9.384,4$ kWh / gündür.

Kojenerasyon Ünitesinde Elektrik Dönüşümü

Elektrik üretim etkinliği: 38,5%
Elektrik üretimi: $9.384,4 * 0,385 = 3.613$ kWh el./gün
Biyogaz tesisinde elektrik kullanımı yaklaşık 400 kWh el./gündür.
Günlük net satılabilecek elektrik üretimi=3.213 kWh el./gündür.
Yıllık maksimum elektrik satışı: $3.213 * 365 = 1.172.745$ kWh/yıl' dır.

Isıl etkinlik:% 44,0
Isı üretimi: $9.384,4 * 0,44 = 4.129$ kWh ısı/gün
Biyogaz tesisinde ısı kullanımı yaklaşık: 2.000 kWh ısı /gün
Günlük net kalan ısı: 2.129 kWh ısı /gündür.
Yıllık maksimum ısı satışı: 777.085 kWh ısı /yıl' dır.

En kötü senaryo, en iyi senaryo göre yapılan hesaplamalar neticesinde bulunan elde edilebilecek enerji miktarları ve bunların TL'ye çevrilmesi neticesinde (1 kWh elektrik = 0,2 TL ve 1 kWh eşdeğeri ısı= 0,06 TL) işletim sırasında elde edilebilecek gelirler Çizelge 3'te sunulmuştur.

Çizelge 3. Biyogaz Potansiyeli ve Yıllık Gelirler

Senaryo	Üretilecek Tahmini Elektrik Enerjisi (kWh el./ yıl)	Üretilecek Tahmini Isı Enerjisi (kWh ısı/ yıl)	Gelir (TL / yıl)
En kötü duruma göre	607.565	131.619	129.410
En iyi duruma göre	1.172.745	777.085	281.174
Ortalama	890.155	454.352	205.292



2. Biyogübre Üretim Potansiyeli:

Potansiyel hesabında minimum ve maksimum gübre miktarları baz alınarak, ayrı ayrı hesaplama yapılmış ve ortalamalar alınmıştır.

Minimum biyogübre üretimi;

Biyogaz üretim tesisinde ortalama 1.000 büyükbaş hayvan olacağı bildirilmiştir.

Çiftlikte oluşan hayvansal atık üretimi (20 kg/gün kabulü ile)

$1.000 * 20 = 20.000$ kg ham gübre/gündür.

Bunun katı içeriği (gübrenin % 15 katı madde içerdiği kabulü ile)

$20.000 * 0,15 = 3.000$ kg katı madde/gündür.

Paketlenebilir pellet haline getirilmiş biyogübrenin ortalama %12 nem içeriğinin olması gerekir.

Bunu sağlayabilmek için 3.360 kg biyogübre/gün üretim sağlanacaktır.

Aylık üretim

$3.360 * 30 = 100.800$ kg biyogübre / aydır.

Yıllık üretim

$100.800 * 12 = 1.209.600$ kg biyogübre / yıldır.

Yıllık biyogübreden gelebilecek gelir (1 kg biyogübre 0,20 TL kabulü ile)

Maksimum biyogübre üretimi;

Çiftlikte oluşan hayvansal atık üretimi (35 kg/gün kabulü ile)

$1.000 * 35 = 35.000$ kg ham gübre/gündür.

Bunun katı içeriği (gübrenin % 15 katı madde içerdiği kabulü ile)

$35.000 * 0,15 = 5.250$ kg katı madde/gündür.

Paketlenebilir pellet haline getirilmiş biyogübrenin ortalama %12 nem içeriğinin olması gerekir.

Bunu sağlayabilmek için 5.880 kg biyogübre/gün üretim sağlanacaktır.

Aylık üretim

$5.880 * 30 = 176.400$ kg biyogübre / aydır.

Yıllık üretim

$176.400 * 12 = 2.116.800$ kg biyogübre / yıldır.

Yıllık biyogübreden gelebilecek gelir (1 kg biyogübre 0,20 TL kabulü ile)

$2.116.800 * 0,20 = 423.360$ TL / yıldır.

En kötü senaryo, en iyi senaryo göre yapılan hesaplamalar neticesinde bulunan biyogübre miktarları ve bunların TL'ye çevrilmesi neticesinde işletim sırasında elde edilebilecek gelirler Çizelge 4'te sunulmuştur.

Çizelge 4. Örnek tesiste biyogübre üretim potansiyeli

Senaryo	Üretilen Biyogübre (kg / yıl)	Gelir (TL / yıl)
En kötü duruma göre	1.209.600	241.920
En iyi duruma göre	2.116.800	423.360
Ortalama	1.663.200	332.640

3. Biyogübrenin Hammadde Girdi Maliyeti

Projesi yapılacak işletmede hammadde işletme içerisindeki hayvanlardan sağlanacak olması nedeniyle bir bedel ödenmeyecektir. Ancak, işletme biyogaz tesisi olmazsa bu atığı satarak gelir elde etme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle fizibilite raporunda hayvan atıkları bir bedel ödenerek, alınmış gibi hesaplamalar yapılmıştır.



Minimum koşullarda günlük üretim	= 20 ton/gün
Maksimum koşullarda günlük üretim	= 35 ton/gün
ORTALAMA	= 27,5 ton/gün

GAP Bölgesinde hayvan atıklarının kamyonu Eylül 2010 tarihi itibarıyla 250 TL bedelle satılmaktadır. Kısmen sıvı kısmı ayrılmış, kurutulmuş gübre (Yaklaşık %40 katı madde içeren gübre) için kamyon bedelleri 500 TL'ye kadar çıkmaktadır. Hesaplamalarda hammadde için belirlenen bedel 10 TL/ton ham gübre olarak belirlenmiştir.

Günlük atık hammadde bedeli: $27,5 \times 10 = 275$ TL/gün
Yıllık atık hammadde bedeli: $275 \times 365 = 100.375$ TL/yıl

4. İşletme Maliyet Analizi

GELİRLER

Yıllık ortalama elektrik üretimi;	890.155 KWh/yıl
Elektrikten elde edilecek gelir;	178.031 TL/yıl
Yıllık gübre üretimi;	1.663.200 kg/yıl
Gübreten elde edilecek gelir;	332.640 TL/yıl
Yıllık satılabilecek ısı;	454.352 kWh/yıl
Isıdan elde edilecek gelir;	27.261 TL/yıl
TOPLAM GELİRLER;	537.932 TL/yıl

GİDERLER

Yıllık işçilik giderleri;	80.000 TL/yıl
Yıllık bakım giderleri;	30.000 TL/yıl
Yıllık idari işler giderleri;	20.000 TL/yıl
Yıllık atık hammadde girdi gideri;	100.375 TL/yıl
TOPLAM GİDERLER;	230.375 TL/yıl



YARARLANILAN BAZI DİĞER KAYNAKLAR

- Bitton G, 2005. Wastewater Microbiology, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Demirbas A., Pehlivan E., Altun T., 2006. Potential Evaluation of Turkish Agricultural Residues as bio-gas, bio-char and bio-oil sources. International Journal of Hydrogen Energy, 31, 613-620.
- Gokcol C., Dursun B., Alboyacı B., Sunan E., 2009. Importance of biomass energy as alternative to other sources in Turkey. Energy Policy, 37, 424-431.
- Karaosmanoğlu F., 2006, Türkiye Biyoyakıt Potansiyeli ve Son Gelişmeler, Türkiye 10. Enerji Kongresi, DEK-TMK, İstanbul.
- Anderson G.K., Sallis P.J., Uyanık S., 2002, Anaerobic Treatment Processes, in The Handbook of Waster and Wastewater Microbiology, Acedemic Press, London.
- Biogas Barometer, 2008, Le Journal des Energies Renouvelables, No: 186 – 2008, EurObserv'er.



HİDRO, RÜZGAR VE JEOTERMAL ENERJİ

5

1. HİDRO ENERJİ

Potansiyel ve ihtiyaç

GAP Bölgesi hali hazırda mevcut hidroelektrik santralleri (HES) ile yenilenebilir enerji üretimi konusunda ülkemizde öncü bölgelerden birisidir (Bknz: Çizelge 1). GAP Master Planı içerisinde tamamlanması planlanan HES'lerin devreye alınmasıyla toplam kurulu güç yaklaşık 5.500 MW'tan 7.490 MW'a, yıllık üretim ise 15.500 GWh değerinden 27.400 GWh değerine ulaşacaktır¹.

Çizelge 1. GAP Bölgesi ve TRC-2 Bölgesi İlleri (koyu font) HES Verileri

HES ismi	Yerleşke	Kurulu Güç (MW)	Üretilen Enerji (GWh)
Atatürk	Ş.Urfa	2.405	6.610,5
Batman	Batman	198	139,8
Dicle	Diyarbakır	110	145,0
Karakaya	Diyarbakır	1.800	6.296,9
Karkamış	G.Antep	189	355,5
Kralkızı	Diyarbakır	94,5	115,3
Besni	Adıyaman	0,3	0,2
Çağ-Çağ	Mardin	14,4	26,5
Birecik	Ş.Urfa	672,0	1.800,0
Botan	Siirt	1,6	5,8
Toplam		5.484,8	15.495,5

Ülkemizin brüt hidroelektrik enerji potansiyeli, 433 milyar kWh/yıl olup, bu dünya toplam potansiyelinin yaklaşık %1'idir (Şekil 1). Avrupa'daki toplam hidroelektrik kapasite içinde ise Türkiye'nin payı % 14'dür. Gelecekte teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik enerji potansiyeli olan 216 milyar kWh/yıl'ın yüksek bir oranda kullanımı mümkün olabilecektir. 2009 yılı itibarıyla DSİ tarafından tesbit edilen ekonomik hidroelektrik enerji potansiyelimiz yaklaşık 130 milyar kWh'dır. Ülke genelinde henüz etüdü yapılmamış 1-30 MW arası küçük hidroelektrik tesislerden 10-15 milyar kWh mertebesinde ilave elektrik enerjisi üretilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca nehir havzalarında yapılan çalışmaların güncel ekonomik kriterler çerçevesinde yeniden değerlendirilmesi sonucunda teknik olarak yapılabilir

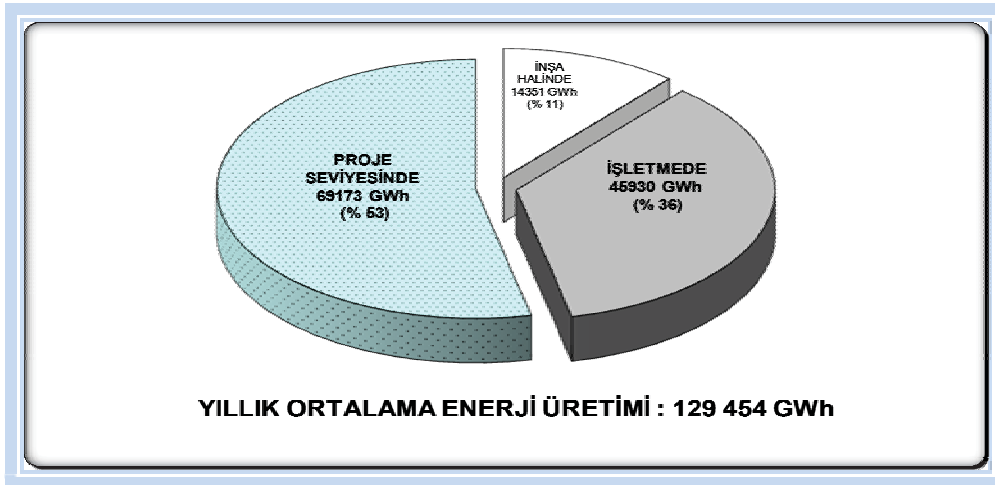
¹ Elektrik Enerjisi 10 yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu; 2009-2018, TEİAŞ

bulunan birçok projenin ekonomik olarak yapılabilir yatırımlara dönüştürülmesiyle ekonomik hidroelektrik potansiyelin 170-180 milyar kWh mertebesine yükselmesi beklenmektedir.

(a)



(b)



Şekil 1. Türkiye HES (a) potansiyeli², (b) gelişimi³.

Dünya elektriğinin beşte biri barajlardan sağlanmaktadır. Barajların hidroelektrik enerji üretimi amacıyla kullanımı 1890'lara kadar uzanmaktadır. Günümüzde 150 ülkede kullanılan hidroelektrik santraller toplam enerji gereksiniminin %19'unu karşılamaktadır. Dünya hidroelektrik enerji üretiminin %50'si ABD, Brezilya, Çin, Kanada ve Rusya tarafından üretilmektedir. Dünyada 24 ülkede toplam ulusal elektriğin %90'ının ve 63 ülkede %50'sinin hidroelektrik santrallerinden elde edilmesi bu yapıların enerji sağlamada önemini göstermektedir⁴.

² http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/HES/proje/HESProje11_istik.html

³ <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>

⁴ Akkaya U., Gültekin A.B., Dikmen Ç.B., Durmuş G. Baraj ve Hidroelektirik Santrallerin (HES) Çevresel Etkilerinin Analizi: Ilısu Baraj Örneği. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye



2009 sonu itibarıyla ülkemizde 208 adet hidroelektrik santral (HES) işletmede bulunmaktadır. Bu santraller yaklaşık 14.300 MW'lık bir kurulu güç ve toplam ekonomik potansiyelin % 38'ine karşılık gelen yaklaşık 50.000 GWh'lık yıllık ortalama elektrik üretim kapasitesine sahiptir. Ülkemizdeki toplam kurulu güç ise halen yaklaşık 44.500 MW'dır. Ülkemizin 2015'de, pik yük ihtiyacı da dikkate alındığında toplam kurulu güç kapasitesinin 60.000 MW- 65.000 MW, 2020'de ise 80.000 MW- 90.000 MW mertebesinde olması gerekmektedir. Bu da 2015'e kadar en az 16.000 MW'lık enerji projesi paketinin sağlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bunun en az 4.000-5.000 MW'ının hidroelektrik proje olması beklenilmektedir.

Halen yaklaşık 4.300 MW'lık bir kurulu güç ve toplam ekonomik potansiyelin % 11'i olan yaklaşık 14.000 GWh'lık yıllık üretim kapasitesine sahip 40 adet hidroelektrik santral inşa halinde bulunmaktadır. Kalan yaklaşık 66.000 GWh/yıllık ekonomik potansiyeli kullanabilmek için DSİ tarafından belirlenen 478 HES daha yapılacak ve toplam 36.855 MW'lık kurulu güçle hidroelektrik santrallerin sayısı 726'ya ulaşacaktır. Bu santrallerin tamamının devreye girmesiyle toplam ekonomik hidroelektrik üretim ise 130 milyar kWh mertebesine yükselecektir. Yaklaşık 18.000 MW'lık ilave yatırımın gerçekleşmesi ile bu hedefe varılması öngörülmektedir.

2005 yılında 672 adet olan HES sayısı, özel sektöre gerçekleştirilmek üzere EPDK'ya yapılan başvurularla 2009'da 1.500'i aşmıştır. Halen özel sektör tarafından müracaat edilen hidroelektrik projelerin toplam kurulu gücü 20.000 MW'ı aşmıştır. Bunlardan 13.000 MW'lık güce haiz yaklaşık 500 adet projeye lisans verilmiştir. Ülkemizde 2009'da elektrik üretimi yaklaşık 194 milyar kWh seviyesindedir. HES'lerin üretimdeki payı % 18,5 düzeylerindedir. Son yapılan ulusal projeksiyonlar 2010'da 205.000 – 210.000 GWh, 2015'de 300.000 GWh, 2020'de 400.000 GWh mertebesinde bir elektrik enerjisi talebinin olacağını göstermektedir. Bu talebi karşılamak için enerji kaynaklarımızın çeşitlendirilmesi gerekmekte, bu noktada HES'lerin katkı oranının yüksek tutulması önem taşımaktadır. Ancak dünyada trend mikro/mini HES'lerin kullanımına yönelik olup, ülkemizde küçük boyutlu HES potansiyeline yönelik çalışmalar henüz tüm bölgeleri tarayacak seviyeye ulaşmamıştır (Şekil 2).



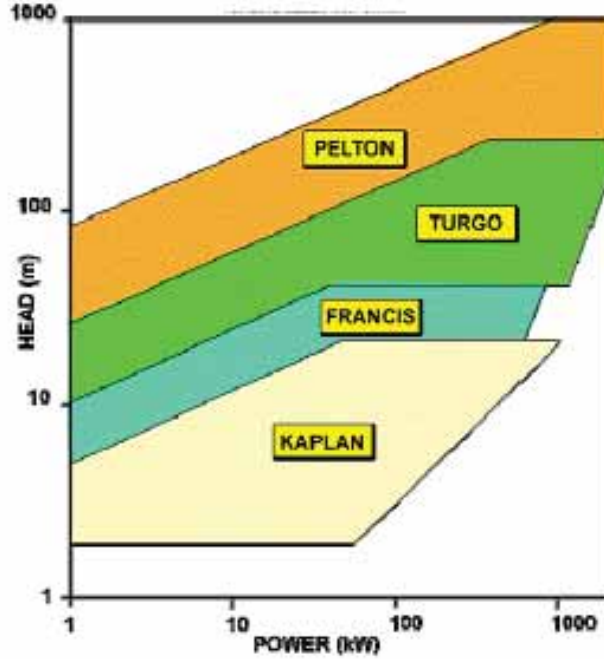
Şekil 2. Türkiye küçük ölçekli (nehir tipi) HES potansiyel çalışmaları atlası.

Barajların ve HES'lerin çevreye verecekleri zararı minimuma indirmek oldukça önemlidir. Baraj ve HES yapıları için yer seçiminin alana ait analiz, gözlem ve araştırmalarla desteklenerek, uygulanabilirliklerinin etüt edilmesi, ÇED ile desteklenmesi ve barajın uygulanması durumunda oluşabilecek olumsuz çevresel etkilerin değerlendirilmesi gerekir. Yer seçim ölçütlerinde ülke

kaynaklarının korunması ve sosyo-ekonomik yapının etkileşimi konularına özen gösterilmelidir. Yapılan tüm eleştirilere ve çevresel etkilere rağmen halen HES'lerden daha temiz ve verimli enerji kaynakları bulunamamıştır⁴.

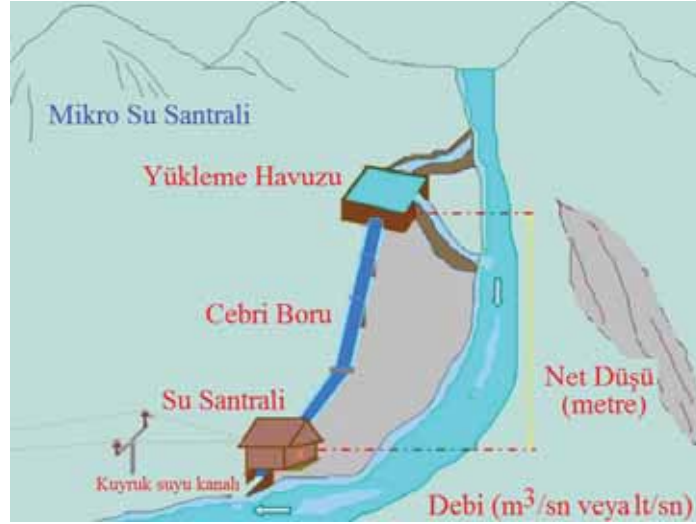
Teknoloji

Hidroelektrik santrallerin kurulu gücü; akarsudan elde edilebilecek olan debi ve suyun türbine gönderildiği net yükseklik (düşü) ile hesaplanır. Bu nedenle debi ve düşü santral projelendirilmesinde ve türbin sisteminin seçiminde en önemli iki parametredir. Günümüzde santral güç değerlerine bağlı olarak; 100-200 kW'a kadar olan sistemler mikro, 200 kW-1 MW aralığında kalanlar mini, 1 MW-50 MW aralığındakiler küçük ve 50 MW değerinden büyük olanlar büyük güçlü olarak sınıflandırılmaktadır. Büyük güçlü hidroelektrik santrallerde barajda toplanan su hacminin büyüklüğüne bağlı olarak debi ve düşü ilişkisi istenilen düzeyde ayarlanabilir. Şekil 3'te gösterildiği üzere; bu tür sistemlerde Francis veya Kaplan tipinde türbinler yaygın olarak kullanılmaktadır. Düşü değerindeki azalmaya bağlı olarak güç değeri küçülen tesislerde sırasıyla Pelton, karşı akışlı (cross-flow veya Banki) ve pervaneli sistemler kullanılmaktadır.



Şekil 3. Hidro türbin tipleri ve kullanım aralıkları.

Özellikle baraj tipi büyük santrallerin yapımı hem uzun zaman almakta, hem de büyük bir sermaye birikimi gerektirmektedir. Dolayısıyla istisnalar dışında ülkemizde bu tür büyük santraller, şimdiye kadar sadece devlet tarafından yapılabilmektedir. Buna karşın kısa zamanda inşa edilebilen, başta arazi istimlakleri olmak üzere hukukî ve malî yükümlülükleri nispeten az olan nehir santrallerinin (Şekil 3) yapımı çok daha kolaydır. Bu nedenle özel sektör daha çok bu tip santrallere ilgi göstermekte olup, son birkaç yıldır bu alanda âdetâ proje patlaması yaşanmaktadır. Şüphesiz bu gelişmede özel sektöre sağlanan teşviklerin ve yatırım kolaylıklarının payı büyüktür.



Şekil 3. Mikro HES çalışma prensibi.

Anahtar Not-1: TRC-2 Bölgesi illeri için mikro/mini HES'ler üretebilen TEMSAN önemli bir şanstır.

Türkiye, teknoloji ve ekipman bakımından her türlü hidroelektrik santrali kurabilecek altyapı olanaklarına sahiptir. Nitekim dünyanın sayılı baraj ve santrallerinden olan Atatürk Barajı ve Hidroelektrik Santrali'nin yapımı, büyük ölçüde yerli firmalar tarafından gerçekleştirilmiştir. Hatta bazı Türk firmaları, yabancı ülkelerde santraller inşa etmektedirler. Özellikle küçük ve orta ölçekli santral kurabilmek için gerekli olan teknoloji, pek çok Türk müteahhitlik şirketinde fazlasıyla mevcuttur.

TRC-2 Bölgesi illerinden olan Diyarbakır'daki Türkiye Elektromekanik Sanayi (TEMSAN⁵) bu alanda ihtiyaç duyulan ürün ve ekipmanları imal etmektedir (Şekil 5) ve özellikle mini/mikro HES sektöründe bir dinamiklik oluşturmak açısından TRC-2 Bölgesi illeri için önemli bir şanstır.

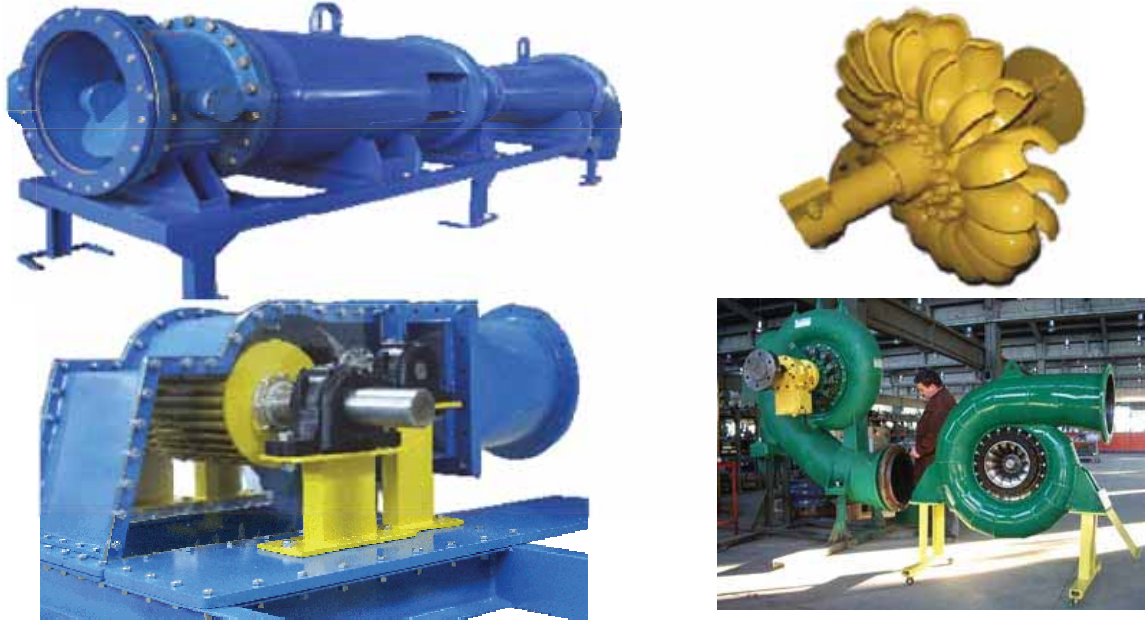
Elektrik üretim ve dağıtımında kullanılan malzemelerin imalat ve montaj üretimini yapan, hidroelektrik santralleri kuran ve işleten, küçük su türbinleri dizayn eden TEMSAN tarafından geliştirilen ve küçük derelerden bile elektrik üretilmesini sağlayan mikro hidroelektrik santraller (HES) halihazırda yurtdışına satılmaya başlanmış olup, TRC-2 Bölgesi'ndeki sanayiciler ile TEMSAN arasındaki işbirliğinin başlatılması için hazır bir altyapı söz konusudur. TEMSAN'ın özel sektöre devri de söz konusudur, bu konuda taliplilerden biri olan OSTİM-Ankara ile TRC-2 Bölgesi sanayicileri ortak hareket edebilecek bir zemin bulmalıdır.

TEMSAN hali hazırda, Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki hidroelektrik potansiyelin küçük, mini ve mikro hidroelektrik santralleri ile değerlendirilerek bölgenin kalkınmasına yardımcı olunması amacıyla Doğu Karadeniz Küçük Hidroelektrik Santralleri Kalkınma Projesinin bir parçasıdır. Projeye göre, Giresun,

⁵ www.temsangov.tr/



Trabzon, Rize, Artvin, Ordu, Bayburt ve Gümüşhane illerinde 3 bin MW üzerinde hidroelektrik potansiyeli bulunuyor. Bu potansiyelin değerlendirilmesi amacıyla söz konusu illere yaklaşık 2 bin adet mikro HES kurulacak. Kurulum maliyeti yaklaşık 120 milyon dolar olarak tahmin edilen 2 bin mikro HES'in her yıl toplam 200 milyon dolar getiri sağlaması öngörülüyor.



Şekil 5. TEMSAN Üretim tesislerinde gerçekleştirilen Mikro-HES imalatına yönelik görüntüler.

Anahtar not sonu

2. RÜZGAR ENERJİSİ

Potansiyel ve ihtiyaç

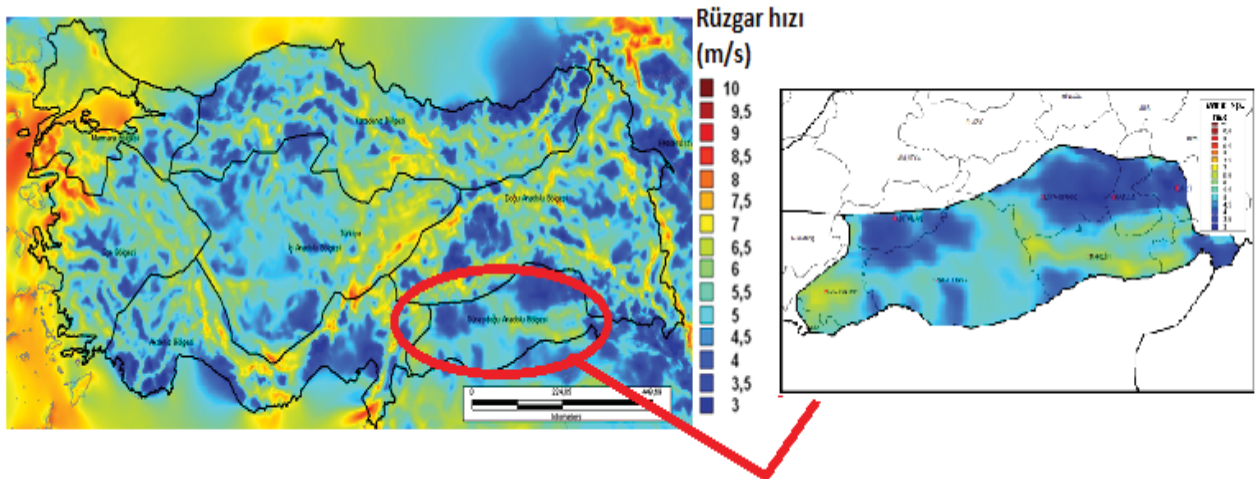
Türkiye Avrupa'nın rüzgar enerjisi potansiyeli açısından en zengin ülkelerinden biridir. EİE tarafından hazırlanan potansiyel atlası REPA (Şekil 6) verilerine⁶ göre, GAP Bölgesi ortalama rüzgar hızı dağılımında, Marmara Bölgesi'nden sonra yüksek potansiyele sahip bölgelerden biridir (Bknz: Çizelge 2).

Ancak bölge genelinde Gaziantep, Kilis, Mardin ve Adıyaman başta olmak üzere; sadece bazı yerel noktalarda mevcut potansiyel, bir RES santrali kurulumunu mümkün kılacak seviyede yüksektir. GAP Bölgesi genelinde hali hazırda EPDK'ya Lisans başvurusu yapılmış 7 adet büyük ölçekli RES tesisi (5 Gaziantep, 1 Kilis ve 1 Adıyaman ili sınırlarında) hazırlığı/kurulumu da söz konusudur⁷.

TRC-2 Bölgesi illeri Şanlıurfa ve Diyarbakır'da ise bazı yerel noktalar hariç (Örneğin; Şanlıurfa'nın Siverek ilçesi) genellikle orta ya da düşük seviyede (5 m/s ve altı hızlarda) RE potansiyeli bulunmaktadır.

Çizelge 2. Bölgelere göre ortalama rüzgar hızları

Bölge	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	Ortalama Rüzgar Enerjisi Yoğunluğu (W/m ²)	Rüzgar Güç Endeksi
Marmara	3,3	51,91	100
Güneydoğu Anadolu	2,7	29,33	57
Ege	2,6	23,47	45
Akdeniz	2,6	21,36	41
Karadeniz	2,4	21,31	41
İç Anadolu	2,5	20,14	39
Doğu Anadolu	2,1	13,19	25



Şekil 6. Türkiye ve GAP Bölgesi için Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)¹.

⁶ http://www.eie.gov.tr/duyurular/YEK/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html

⁷ www.epdk.org.tr/lisans/elektrik/yek/yek.html



Anahtar Not-2: TRC-2 Bölgesi illeri için arazi bazlı REPA oluşturulması gereklidir.

GAP Bölgesi Rüzgar Enerjisi potansiyelinin modeller vasıtasıyla geniş alana yayılarak belirlenmesinde; güneş enerjisi ölçümlerine benzer bazı sorunlar söz konusudur. Potansiyel arz eden bazı yerel noktalarda (Örneğin; Şanlıurfa'nın Siverek ilçesi), odaklanmış hassas ölçümlerin yapılarak, arazi bazlı bir potansiyel atlasının oluşturulması gerekmektedir.

Rüzgar enerjisinin bölgede, şebekeden bağımsız hibrit sistem (PV + Rüzgar Türbini) bileşeni olarak, özellikle tarımsal uygulamalara (örneğin sulama) yönelik kullanılması ve yaygınlaştırılması, bölgesel ve ulusal ekonomiye katkı açısından önemlidir. Bu doğrultuda özellikle orta ya da düşük rüzgar güçlerinde çalışabilecek 1-5 kW güç ölçeğinde Rüzgar Türbini tasarımı/imalatı bölgeye iş/istihdam alanı oluşturabilecektir. Söz konusu ölçekte yüksek verimli türbin imalatına yönelik bir sanayi Ar-Ge altyapısının oluşturulması bu nedenle oldukça önemlidir.

Anahtar not sonu

Teknoloji

Rüzgar Enerjisi teknolojilerinin temelini teşkil eden Rüzgar Türbinleri (RT); yatay eksenli, dikey eksenli ve yükselen hava akımlı olarak üç farklı mekanik prensipte imal edilebilmektedir. Uygulamada küçük (1-5 kW) ve orta güçlerde (5-100 kW) dikey eksenli; büyük güçlerde ise (>100 kW) yatay eksenli RT kullanılmaktadır. Farklı türbin teknolojileri ve yaygın kullanım alanları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. RT teknolojileri ve yaygın uygulama alanları

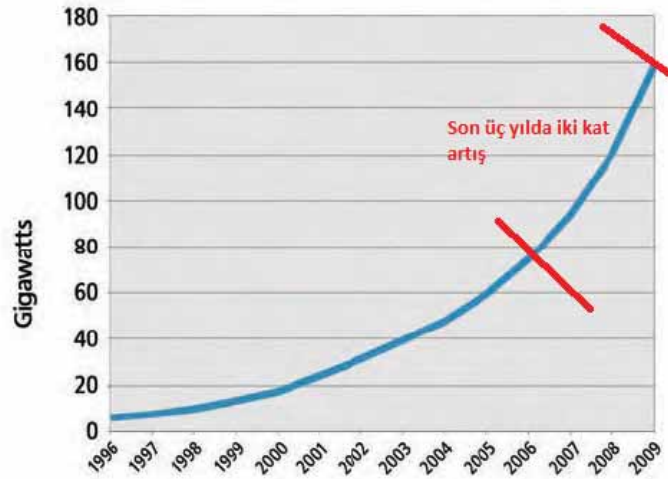
Rotor Tipi	C_p	Rpm	Tork	Kullanım Yeri
PERVANE TİPİ	0,42	Yüksek	Alçak	Elektrik Üretimi
DARRIEUS TİPİ	0,40	Yüksek	Alçak	Elektrik Üretimi
CYLOGIRO TİPİ	0,45	Orta	Orta	Elektrik Üretimi veya Su Pompalama
ÇOK KANAT TİPİ	0,35	Orta	Orta	Elektrik Üretimi veya Su Pompalama
YELKEN KANAT TİPİ	0,35	Orta	Orta	Elektrik Üretimi veya Su Pompalama
FAN TİPİ	0,30	Orta	Orta	Su Pompalama
SAVONIUS TİPİ	0,15	Alçak	Yüksek	Su Pompalama
HOLLANDA TİPİ	0,17	Alçak	Yüksek	Su Pompalama ve Değirmen



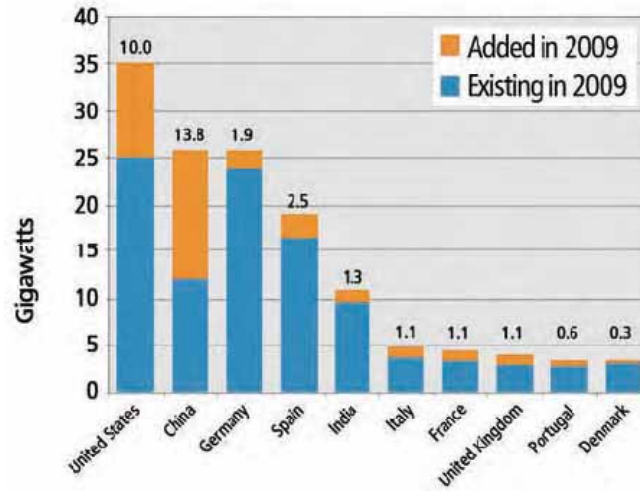
Mevcut Durum

RT güç santralleri kurulumunda son üç yılda çarpıcı seviyede gelişmeler kaydedilmiş olup, bu dönemde kurulan toplam güç, 1995 yılından 2006 yılına kadar kurulan kapasiteyi bulmuştur (Şekil 7a). RT kurulumunda lider konumunda bulunan ilk 5 ülkede 2009 yılında ilave edilen miktarlar rekor seviyeye ulaşmıştır (Şekil 7b).

(a)

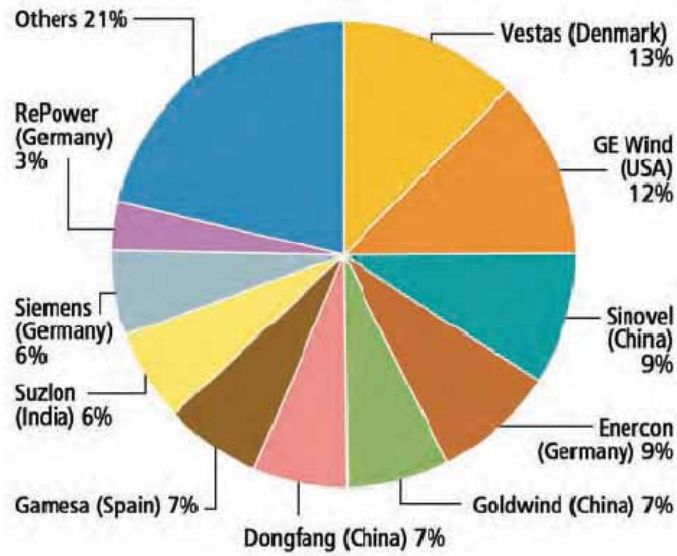


(b)



Şekil 7. Dünyada RES; (a) yıllara göre potansiyel, (b) lider konumdaki ülkelerde son durum.

RT teknolojisi üreten en büyük 10 firma dünya genelindeki toplam üretimden yaklaşık %80 pay almaktadır. Danimarka'daki Vestas firmasının toplamda %13 pay alması ve bu payını istikrarlı olarak yükseltmesi dikkat çekicidir (Şekil 8).



Şekil 8. RT üretiminde lider konumdaki ilk 10 üreticinin pazar payları.

Rüzgar enerjisinin hammaddesi tamamen atmosferdeki hava hareketleri olduğundan hava veya çevre kirlenmesi şeklinde bir kirlenici etkisi bulunmamaktadır. Rüzgardan enerji eldesi için kullanılan 1 MW kapasiteli bir türbin, aynı enerjiyi kömür ile çalışan bir santralden karşılanmak istendiğinde yakılacak olan ve 135.000 ağacın üretebileceği oksijeni tasarruf etmek demektir. Herhangi bir radyoaktif ışınım tahribatı yapmamaları, atık üretmemeleri, hammadde için dışarıya bağımlı olmamaları, teknolojilerinin basitliği, atmosfere ısı emisyonlarının olmaması, işletmeye alınma sürelerinin kısıtlılığı gibi avantajlar rüzgar türbinlerini günden güne tüm dünyada daha da popüler hale getirmektedir. Rüzgar kaynaklı enerji üretim sistemlerinin sahip olabileceği muhtemel olumsuzluklar ise şöyle sıralanabilir; büyük arazi kullanımı, gürültü, görsel ve estetik etkiler, doğal hayat ve habitata etkisi, gölge ve titreşimler olarak sıralanabilir.⁸

KUTU-1: Rüzgar Enerjisi Sektörü Saatte İki Türbin Hızıyla Gelişiyor⁹

Küresel Rüzgar Enerjisi Konseyi (Global Wind Energy Council - GWEC) ile Greenpeace'in ortaklaşa çalışması ile hazırlanan "Küresel Rüzgar Enerjisi Görünümü 2010" adlı rapor gerekli desteklerin sağlanabilmesi halinde rüzgar enerjisi sektörünün bir çok ülke için enerji talebinin karşılanmasında, ekonomik bağımsızlık sağlanmasında ve sera etkisi yaratan gaz salınımının azaltılmasında çok önemli bir işlev göreceğini ortaya koyuyor.

Dünyanın en büyük rüzgar enerjisi pazarı haline gelmiş olan Çin'in Pekin şehrinde düzenlenen Çin Rüzgar Enerjisi Fuarı - 2010'un açılışında tanıtılan çalışmadaki senaryolara göre 2020 yılında rüzgar enerjisi küresel enerji talebinin karşılanmasında % 12, 2030 yılında ise % 22'lik bir pay sahibi olarak dünyanın en büyük beşinci enerji kaynağı olabilecek.

⁸ Kamil B. Varınca, M. Talha Gönüllü, (2006), "*Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Çevresel Olumlu Etkileri*", VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu - UTES'2006, Süleyman Demirel Üniversitesi, 25-27 Mayıs 2006, Isparta.

⁹ <http://www.yesilekonomi.com/ruzgar-enerjisi-sektoru-saatte-iki-turbin-hizla-gelsiyor.html>



Hali hazırda dünyanın 80 ülkesinde var olan rüzgar tarlalarının sayısının artması ve 2020 yılına kadar ulaşılabilir 1.000 GW'lık kurulum günde 1,5 milyar ton karbondioksitin atmosfere salınmasını engelleyebilecek. Bu rakam sanayileşmiş ülkelerin 2020 yılına kadar düşürmeyi taahhüt ettikleri salınım miktarının yüzde 50-75 aralığında. Çalışmadaki senaryolara göre 2030 yılına kadar ulaşılabilir 2,300 GW'lık küresel kurulu güç ise 34 milyar tonluk karbondioksit salınımının engellenmesi anlamına gelebilecek.

Küresel rüzgar enerji sektörünün gelişmesi ile şu an 600 bin olan sektördeki çalışan yeşil yakalı sayısının 2030 yılında 3 milyonu aşması öngörülmektedir.

Etkinlikte konuşan Greenpeace'in Yenilenebilir Enerji Direktörü Sven Teske 2010 yılında dünyadaki 600 bin rüzgar enerjisi çalışanın her yarım saatte bir türbinin kurulumunu sağladığını, hedeflerinin ise 2030 yılında sektörün şimdikinden üç kat daha büyüyerek her 7 dakikada bir türbin kurulumunun sağlayabilmesi olduğunu söyledi. Teske açıklamasında ayrıca 2010'da kurulumu yapılan türbinlerin üçte birinin Çin'de gerçekleştiğinin de altını çizdi.

GWEC Başkanı Klaus Rave ise yaptığı açıklamada ilginç bir şekilde rüzgar enerjisinin büyük oranda sanayileşmemiş ülkelerde geliştiğini 2030 yılında dünyadaki rüzgar tarlalarının yarısından fazlasının gelişmekte olan ülkelerde görüleceğini ifade etti.



3. JEOTERMAL ENERJİ

Potansiyel ve ihtiyaç

Jeotermal Enerji ülkemiz için önemli bir yenilenebilir kaynaktır. Türkiye jeotermal potansiyel açısından dünyanın yedinci ülkesidir. Yüzey sıcaklığı 40°C'nin üzerinde 140 jeotermal saha mevcuttur. Türkiye'nin muhtemel jeotermal ısı potansiyeli 31500 MW olarak tahmin edilmektedir. 2000 yılı sonu itibarıyla MTA tarafından yapılan 304 jeotermal sondaja göre, muhtemel potansiyelin 2.046 MW'ı görünür potansiyel olarak kesinleştirilmiştir. Türkiye'deki doğal sıcak su çıkışlarının 600 MWt olan potansiyeli de bu rakama dahil edildiğinde toplam görünür jeotermal potansiyel 2.646 MW değerine ulaşmaktadır.

GAP Bölgesi'nde teorik jeotermal potansiyel 81 MW, görünür potansiyel ise 34,87 MW olarak belirlenmiştir (Bknz: Çizelge 4). Bölgede jeotermal enerji ağırlıklı olarak sera ısıtmasında kullanılmaktadır. 2008 yılı itibarıyla; MTA Güneydoğu Anadolu Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa-Karaali civarı, Şırnak (Güçlükönak)-Hısta ve Mardin (Dargeçit)-Germav sahalarında ek jeotermal enerji potansiyeli belirleme çalışmaları yapılması gerekliliğini öngörmüştür.

Çizelge 4. GAP Bölgesi ve TRC-2 İlleri JE Potansiyeli¹⁰

İli	Sondaj	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Üretim (lt/s)	Potansiyel (MW)	Görünür Potansiyel	Teorik Potansiyel
Şanlıurfa	K-1	190	44	40	1,51	20,32	10
	K-2	130	47	42	2,11		
	K-3	170	42,8	80	2,61		
	K-4	190	49	48	2,81		
	K-5	200	48	39	2,12		
	K-6	200	46	35	1,61		
	K-7	180	53	45	3,39		
	K-8	190	48	44	2,39		
	K-9	170	44	47	1,77		
Diyarbakır	MTA-1	115,5	51	21	1,41	4,22	2
	Özel İdare	250	51	22	1,47		
	Özel İdare	250	51	20	1,34		
Siirt					0	0	2
Şırnak					0	0	4
Mardin							8
Batman	Şelmo-32A	2.400	83	16	3,21		
Adıyaman					0	0	
Kilis							
Diğer Alanlar							
Toplam					34,87	34,87	81

¹⁰ http://www.mta.gov.tr/v1.0/daire_baskanliklari/enerji/index.php?id=jeotermalpotansiyel



Şekil 9. Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyel Atlası¹¹.

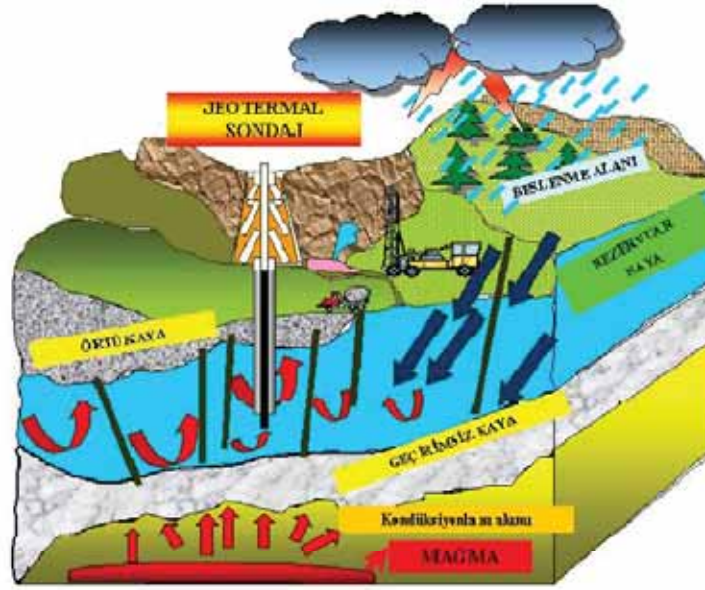
Teknoloji

Jeotermal enerji; yer kabuğunun, çeşitli derinliklerinde bulunan birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklıkları bölgesel atmosferik sıcaklıkların üzerinde olan, normal yer altı ve yer üstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, tuzlar, gazlar içeren sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir. Bazı alanlarda bulunan sıcak kuru kayalar da akışkan içermemesine rağmen jeotermal enerji kaynağı olarak kabul edilirler. Jeotermal akışkanı oluşturan sular genelde meteorik kökenli olduğu için atmosferik koşullar devam ettiği sürece jeotermal kaynaklar yenilenmektedir.

Bir jeotermal sistemin oluşabilmesi için gerekli olan parametreler; yer kabuğunun derinliklerindeki ısı kaynağı, ısıyı taşıyan akışkan (beslenme), akışkanı bünyesinde barındıran rezervuar kayaç ve ısının kaybını önleyen örtü kayaçtır. Dünyanın merkezinde sıcaklığı 4.200 °C'yi bulan magma adı verilen eriyik kütle bulunmaktadır. Tektonizmanın yarattığı kırık ve zayıflık zonlarından kabuk içerisinde sığ derinliklere ve/veya yer yüzüne kadar ulaşan magma faaliyetleri jeotermal sistemin ısı kaynağını oluşturur.

Yeryüzünden kırık ve çatlaklar boyunca süzülen meteorik sular derinlerde ısındıktan sonra gözenekli ve geçirimli olan rezervuar kayaç içinde birikir. Bu suların bir kısmı fay hatları boyunca yükselerek yeryüzüne ulaşırlar ve jeotermal kaynakları oluştururlar. Üzeri geçirimsiz bir örtü kaya ile kuşatılan ve çoğu zaman yer yüzüne ulaşamayan rezervuar kaya içerisindeki jeotermal akışkan sondaj çalışmalarıyla yüzeye çıkarılır (Şekil 10).

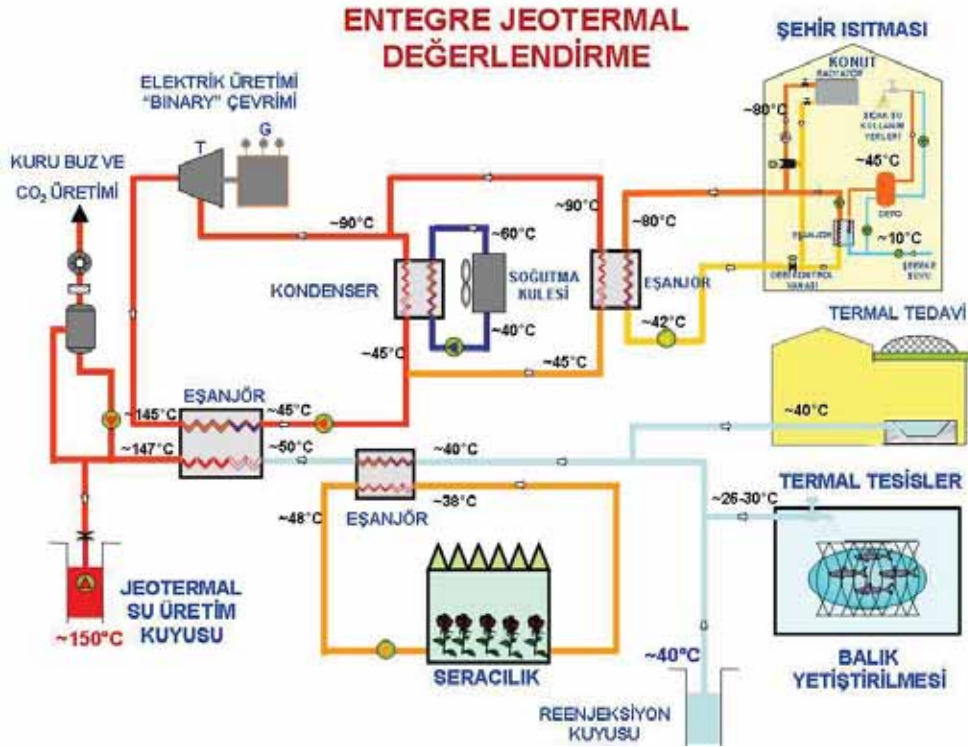
¹¹ http://www.tarimsal.com/makaleler/Seracilik_Nerede_Yapilmali.htm



Şekil 10. Jeotermal enerjinin oluşumu.

Türkiye’de jeotermal enerji uygulamaları; daha çok konut ısıtması, sera ısıtması ve kaplıca amaçlı olarak yapılmaktadır. Elektrik üretimine yönelik yüksek sıcaklıklı sahalar bulunmasına rağmen üretim düşük seviyede kalmıştır. Halen 20,4 MWe kurulu güce sahip olan Denizli-Kızıldere santrali ortalama 12 MWe elektrik üretmektedir. Kızıldere sondaj çalışmalarına 1968 yılında başlanmış, santral 1984 yılında işletmeye alınmıştır.

Bu tarihten günümüze kadar jeotermal enerjiden elektrik üretimi amaçlı herhangi bir yatırım yapılamamıştır. Aydın-Germencik sahasında MTA tarafından 9 adet jeotermal kuyu açılmış, maksimum 232 °C’de toplam 725 lt/sn debide jeotermal akışkan bulunmuştur. Elektrik üretimine uygun olan bu sahada , “Yap-İşlet” modeline göre 100 MWe kapasiteli santral kurulması çalışmaları devam etmektedir. 171 °C sıcaklığa sahip Aydın-Salavatlı jeotermal sahasında da elektrik üretimi planlanmaktadır. Elektrik üretimine uygun diğer sahalarında devreye girmesiyle Türkiye’deki toplam elektrik gücünün 2010 yılında 500 MWe’e ulaşması hedeflenmektedir. Türkiye’de son yıllarda özellikle bölgesel ısıtma ve termal turizm-tedavi uygulamalarına yönelik jeotermal enerji kullanımı artmıştır (Şekil 11). Bunun dışında sera ısıtması, karbondioksit üretimi gibi uygulamalarda bulunmaktadır.



Şekil 11. Jeotermal enerjinin entegre kullanımı.

Anahtar Not-3: Jeotermal Isı Pompası Kullanımı Önem Taşıyor

Bölgenin jeotermal enerji potansiyelinin belirlenmesine yönelik çalışmalar oldukça yavaş ilerlemektedir. Öncelikle Şanlıurfa Karaali Köyü ve civarında yer alan jeotermal akışkan potansiyelinin boyutlarının ortaya konacağı ayrıntılı model etüt çalışmalarının yapılması gereklidir. Yüksek sıcaklık ve yüksek debiye sahip alanların bulunması amacıyla hidrojeolojik ve radyoaktif analizleri içeren ar-ge araştırması yapılmalıdır.

Ayrıca potansiyelin etkin kullanılması amacıyla jeotermal ısı pompası kullanımına yönelik çalışmalar başlatılmalıdır. Çünkü, mevcut jeotermal akışkanın sera ısıtmada kullanımı bilinçsizce (çıkış ucu atmosfere açık) yapıldığından, kaynak sıcaklıklarında yıllara göre azalma söz konusudur. Jeotermal akışkanın dolandırılması amacıyla kullanılan klasik dalgıç pompalar ise radyoaktif madde içeriği nedeniyle sık sık arıza vermekte ve çok yüksek elektrik enerjisi tüketmektedir.

Anahtar not sonu



YE SEKTÖRÜNÜ DESTEKLEYİCİ UNSURLAR

TRC-2 Bölgesi Araştırma Altyapısı

TRC-2 Bölgesi illeri Şanlıurfa ve Diyarbakır'da bulunan Harran ve Dicle Üniversiteleri bölgenin yüksek yenilenebilir enerji potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik, özellikle güneş enerjisi ağırlıklı olmak üzere, çok sayıda sayısal ve deneysel çalışma yürütmektedir.

Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi AU Merkezi

Yenilenebilir Enerji Teknolojileri Konusunda, bölgede liderlik misyonu üstlenen Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi tarafından çok sayıda çalışma hali hazırda yürütülmektedir. Merkez, bir taraftan hazır yenilenebilir enerji teknolojilerini kampüs enerji tüketimini azaltmada kullanırken, diğer taraftan yeni üretim teknolojisi, yeni kullanım yöntemi ve yeni birleşik-sistem oluşturma hedeflerine yönelik çalışmaktadır. Hazır teknolojilerin seçimi, tamamen bölgesel gereklilik ve uygulanabilirlik göz önüne alınarak yapılmaktadır. Farklı disiplinlere sahip araştırmacıların yürüttüğü çalışmalarda, 2006 yılından sonra önemli bazı aşamalar kaydedilmiştir. Örneğin, ülkemizde üretimi yapılamayan ve yüksek maliyetle ithal edilen güneş panelinin düşük maliyet ile üretimini mümkün kılacak sol-gel yöntemi ile fotovoltaiik hücre üretilmiştir. Bu hücrelerin ilk aşamada düşük olan veriminin artırılması yönünde çalışmalar sürmektedir. Kampüs içi enerji tüketiminin düşürülmesi amacıyla; Merkez Kütüphane Binasına 3,5 kWp gücünde şebekeye entegreli ve batarya bank takviyeli güneş enerjili elektrik sistemi kurulmuştur. Ayrıca, toplam gücü 1,3 kWp olan 16 adet güneş enerjili aydınlatma direği ile kampüs içerisinde bulunan köprü, otobüs durağı, otopark ve kapalı yüzme havuzu aydınlatması bedelsiz olarak yapılmaktadır. Diğer bir uygulama ise projektörle alan aydınlatması yapan ve toplam gücü 1,1 kWp olan Rüzgar Türbini ve Güneş Paneli Hibrid Sistemi'dir.

Dünyanın sayılı entegre projelerinden biri olan GAP projesinin tam merkezinde bulunan Harran Üniversitesi'nde bölgesel gereksinime paralel olarak güneş enerjisiyle çalışan pompa, buzdolabı ve yakıt pili ünitelerine yönelik prototip sistemler hali hazırda kurulmuştur. Bölgedeki yatırımcı ve kullanıcı açısından bu sistemlere ait en uygun koşulların araştırıldığı bir laboratuvar oluşturulmuştur. Bu laboratuvar; araştırma geliştirme çalışmalarına ek olarak bölgedeki ilköğretim ve lise öğrencileri ile çiftçiler ve potansiyel yatırımcılara 'Yenilenebilir Enerji' konusunda eğitim ve seminer verilmesi konusunda Milli Eğitim Bakanlığı ile bir ortak çalışma planlanmıştır. GAP Bölgesi tarım sektörüne yönelik fotovoltaiik enerjili su pompalama sistemi konusunda Tarım Bakanlığı; GAP Bölgesi sağlık sektörüne yönelik fotovoltaiik enerjili ilaç muhafaza soğutucusu konusunda Sağlık Bakanlığı ile işbirliği konusunda yeni proje önerileri hazırlık aşamasındadır. Fotovoltaiik + yakıt pili hibrid güç sistemi konusunda ise benzer işbirliğinin Milli Savunma Bakanlığı ile oluşturulması planlanmıştır. Bölgenin

güneş enerjisi potansiyelinin hassas ve kapsamlı bir şekilde ölçülebileceği düzeneklerin kurulumu tamamlanmış olup, son iki yıldır bu kapsamda ölçümler sürdürülmektedir.

Bu çalışmalarla ilgili özet bilgiler aşağıda verilmiştir:

1. Fotovoltaik-Rüzgar Hibrid (Birleşik) Sistem

Osmanbey yerleşkesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılarak elektrik şebekesinden bağımsız elektrik enerjisi üretimi için, rüzgar-güneş enerjili hibrid güç sistemi kurulmuştur. 1,1 kW kapasitesindeki bileşik sistem yerden yaklaşık 15 m yükseklikteki Mühendislik Fakültesi'nin eski binası çatısına yerleştirilmiştir (Şekil 1). Yerel elektrik şebeke hattından bağımsız olarak çalışan hibrid sistemde üretilen enerji, fakülte binasının çeşitli bölümlerinin aydınlatılmasında kullanılmaktadır. Hibrid sistemde kullanılan aydınlatma armatürleri, Light Emitting Diode kelimelerinin kısaltılmış olan ve "Işık Yayan Diyot" anlamına gelen LED'li projektörlerdir. Bu armatürler, klasik armatürlere göre daha uzun ömürlü ve az enerji kullanarak yüksek yoğunlukta aydınlatma sağlarlar.



Şekil 1. Rüzgar-güneş enerjili birleşik enerji sistemine ait görüntüler.

2. Şebekeye Entegreli ve Batarya Destekli PV Sistem

Osmanbey kampüsünde bulunan Merkezi Kütüphane binasının elektrik enerji tüketimini azaltmak ve uzaktan erişim hizmetinin verildiği ana server ve kullanıcı bilgisayarlarına kesintisiz enerji sağlamak amacıyla şebekeye entegreli ve batarya Destekli PV sistem kurulmuştur. Sistemin toplam kurulu kapasitesi 3,5 kWp'tır. Sistem üzerindeki enerji analizörüyle çalışma performansı takip edilmektedir. Sistem ile ilgili fotoğraflar Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Kütüphanede kurulu 3,5 kWp güçteki PV sistemin dış ve iç mekan fotoğrafları.

3. PV-Yakıt Hücresi Birleşik Sistemi

Bu sistemde, bilim çevrelerinde 21.yüzyılın enerjisi olarak sunulan hidrojen enerjisi ve güneş enerjisi birlikte kullanılmaktadır. Kurulumu yaklaşık 3 yıl önce tamamlanan sistemin ülkemizin gelecekteki enerji ve savunma stratejisi açısından kullanılabilirliği deneysel olarak araştırılmaktadır. Sistem temel olarak, güneş hareketini takip eden 1,4 kWp güçte bir fotovoltaik modül dizisi, hidrojen jeneratörü, metal hibrit hidrojen depolama ünitesi ve 1,2 kWp güçte çalışan PEM tipi yakıt pilinden oluşmaktadır (Şekil 3). Bahsedilen özellikte birleşik sistem Türkiye’de (2007 yılı itibariyle) ilk kurulan sistem olma özelliğini taşımaktadır. Dünyada ise, güneş hareketini takip eden PV modüle sahip benzer bir sisteme (2007 yılı itibariyle yapılan internet araştırması sırasında) rastlanmamıştır. Ancak sabit fotovoltaik modül kullanan yakıt pili birleşik sistemine sahip sınırlı sayıda üniversite ya da araştırma merkezi mevcuttur.



Güneş izleme sistemli PV-panel dizisi



Yakıt pili pistemi

Şekil 3. Solar pompa sistemine ait görüntüler.

4. PV-Dış Mekan Aydınlatma Sistemi

Yerel elektrik şebekesinden bağımsız güneş enerjili (PV panel) aydınlatma sistemiyle, Osmanbey kampüsünde bulunan sulama kanalı üzerindeki köprü, otobüs durakları, lojman ve kapalı yüzme havuzu araç parklarının dış mekan aydınlatılması sağlanmıştır. Toplam 16 adet şebekeden bağımsız aydınlatma sisteminin toplam kapasitesi 1,3 kWp’dir. Sistemde kullanılan solar kontrol cihazı aydınlatma uygulamaları için özel üretilmiştir. Bataryanın aşırı şarj ve deşarjını engelleyen kontrol cihazı, otomatik olarak ışık yoğunluğuna göre sistemi açıp/kapatma ve zaman ayar fonksiyonlarına sahiptir. Aydınlatma

direkleri Harran Üniversitesi makine fabrikasında imal edilmiştir. Şekil 4'te kampüsün çeşitli noktalarına yerleştirilen aydınlatma sistemlerinin fotoğrafları gösterilmiştir.



Otobüs durağı



Havuz



Köprü

Şekil 4. Kampüs dış mekan aydınlatma sistemleri.

5. PV-Pompa Sistemi

PV-pompa uygulamaları, güneş enerji potansiyeli olarak Türkiye'nin en şanslı ili olan ve GAP'ın merkezinde bulunan Şanlıurfa'nın sulama sektöründe harcadığı enerjinin azaltılması için önerilen en iyi çözümdür. Solar pompalar santrifüj ve dalgıç olarak iki grupta üretilir. Harran Üniversitesinde kurulan pompa, DC akım ile doğrudan çalışan fırçasız tip santrifüj pompadır. Şekil 5'te Solar pompa ve PV grubu gösterilmiştir. DC ile doğrudan çalışan solar pompadan sadece güneşli saatlerde faydalanılmaktadır. Güneşin olmadığı saatlerde sistemin çalışması isteniyorsa sisteme batarya ya da su deposu ilavesi yapılabilmektedir.



Solar Pompa grubu



PV-panel

Şekil 5. Solar pompa sistemine ait görüntüler.

6. PV-Buzdolabı Sistemi

İlaç ve aşı gibi tıbbi malzemelerin sıcaklıktan etkilenmemesi için uygun saklama koşullarının sağlanması gerekir. Aksi halde sağlık açısından telafisi mümkün olmayan sonuçlarla karşılaşılabilir. Yaz aylarında hava sıcaklığının artması ve uzun süreli elektrik kesintilerinin görülmesi depolama işlemini zorlaştırmakta, bazen depolanan malzemeler kullanılamaz hale gelmektedir. Buda kesintisiz bir güç kaynağına olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu uygulamanın temel hedefi, PV-soğutma grubunun tıbbi amaçlı ilaç ve aşıların saklanması için kullanılmasıdır. Yerel elektrik şebekesinden bağımsız, kurulumunun ve taşınmasının kolay olması (mobil) sistemin en önemli özellikleridir. Sistemin genel görünüşü Şekil 6'da gösterilmiştir.



Buzdolabı-Solar kontrol ve batarya Grubu



PV-panel

Şekil 6. PV-Soğutma/Buzdolabı sistemine ait görüntüler.

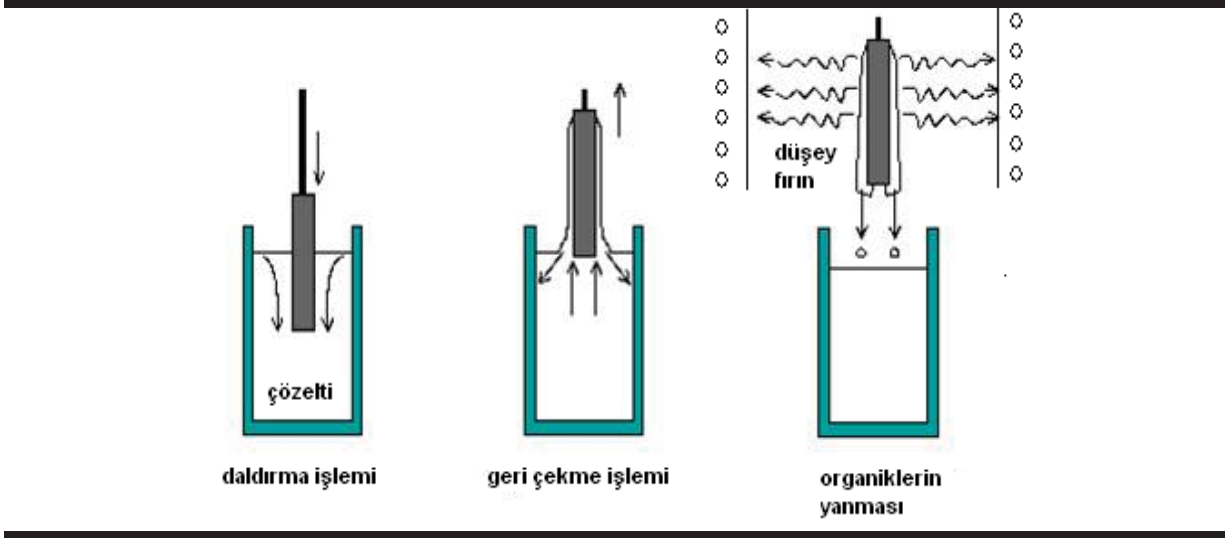
7. Sol-gel ince film yöntemi ile fotovoltaiik hücre üretimi

İnce film malzemeleri, daha geniş alanlı ve daha ekonomik güneş pilleri üretme olanağı sağlamaktadır. Bu yüzden ince film güneş pilleri ile ilgili bir çok metot geliştirilmiştir. Fakat bu metotların çoğu karmaşık ve pahalı sistemlerden oluşmaktadır. Sol-jel yöntemi, geniş yüzeylere rahatlıkla uygulanabilirliği ile ve daha ucuz film üretme imkanıyla, diğer yöntemlere göre daha avantajlı olduğundan, tercih edilmiştir. Sol-gel yöntemiyle; In_2Se_3 , Ga_2Se_3 , ITO, CdS ve CdTe ince film güneş elemanlarının üretilmesi; çözelti hazırlama, kaplama işlemi ve tavlama işlemi olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Çözelti hazırlama işlemi iki aşamadan oluşmaktadır. Birincisi çözülecek olan başlangıç kimyasalları temin etmek. İkincisi ise bu kimyasallara uygun çözücüler belirlemektir. Başlangıç kimyasalları uygun çözücülerle birlikte bir ısıtıcı magnetik karıştırıcıda oda sıcaklığında ortalama 24 saat karıştırıldıktan sonra şeffaf çözeltiler elde edilmektedir.

Kaplama işlemi, Şekil 7'de gösterildiği üzere, üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar sırası ile, daldırma işlemi, geri çekme işlemi ve organiklerin yanmasıdır. Sol-jel yöntemiyle yapılan kaplamaların kalınlıkları, çözeltinin viskozitesine, daldırma işleminden sonraki geri çekme hızına ve bu işlemin tekrarlanma sayısına bağlıdır. Geri çekme hızını, daldırma sayısını ve çözeltinin viskozitesini ayarlayarak istediğimiz kalınlıkta ve kalitede film hazırlamak mümkün olmaktadır. Organiklerin yanması 300 °C ile 400 °C sıcaklıkları arasında olmaktadır. Yanma işleminden sonra, alttaş üzerinde sadece metal-oksijen-metal bağları kalır. Burada filmler, cam, kuantz, iletken kaplı cam (ito), nikel, bakır, alüminyum ve çelik gibi farklı alttaşlar üzerine kaplanır.

Kaplama sonrası henüz amorf yapıda olan filmlere kristalleşmeleri için bir ısı tavlama işlemi uygulanması gerekir. Malzemenin türüne göre 400 °C ile 600 °C arasında argon veya azot ortamında bir yatay fırında farklı sürelerle tavlama işlemi uygulanır ve oda sıcaklığına kadar soğuması beklenir. Yüksek sıcaklıklarda malzemeler çabuk oksitlenir. Bu oksitlenme malzemenin, elektriksel, yapısal ve optiksel özelliklerini etkilemektedir. Bu yüzden argon veya azot gibi malzeme ile etkileşmeyen soygaz ortamında ısı işlem uygulanmaktadır.

Farklı türlerde ve kalınlıklarda elde edilen filmlerin, tavlama sıcaklıklarına ve film kalınlıklarına bağlı olarak; öncelikle X-ray kırınım cihazı ile kristal yapıları belirlenmekte ve kristal yapılar içinde farklı fazların oluşup oluşmadığı araştırılmaktadır. Termal buharlaştırıcı ile film yüzeyine kontaklar yapıldıktan sonra, dört nokta yöntemiyle elektriksel özellikleri incelenmektedir. Daha sonra, UV spektrometresi ile optiksel özellikler incelenip, bu filmlere ait yasak bant aralıkları belirlenmektedir. Son aşamada ise, taramalı elektron mikroskobu ile filmlerin yüzey morfolojileri incelenerek, yüzeyde çatlak oluşup oluşmadığı araştırılmaktadır.



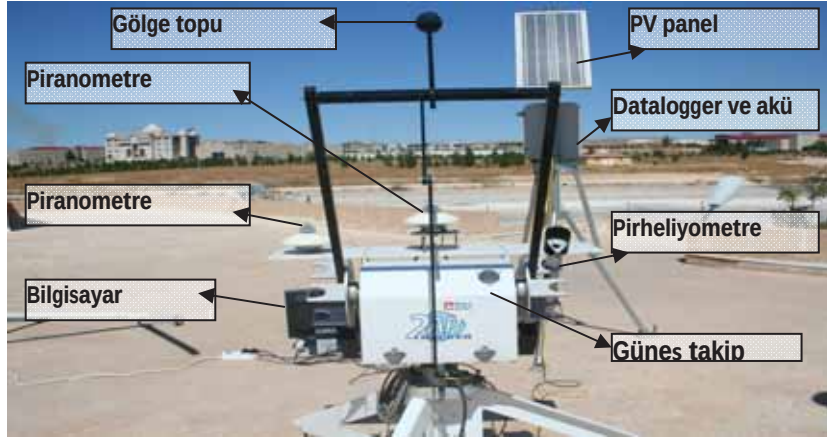
Şekil 7. PV-Soğutma/Buzdolabı sistemine ait görüntüler.

8. Bölgesel güneş enerjisi potansiyeline yönelik hassas ölçümler

EİE tarafından son yayınlanan güneş enerjisi potansiyel haritası (GEPA) hassasiyet derecesi çok düşük ve çelişkilerle dolu bir haritadır. En büyük çelişkilerden biri; GAP Bölgesi'ndeki, özellikle TRC-2 Bölgesi illerindeki güneş enerjisi potansiyelinin gerçek düzeyinin çok altında belirlenmesidir. GEPA tarafından yayınlanan değerlerdeki hataların sebepleri; bu raporun Güneş Enerjisi kısmında irdelenmiş olup gerçek potansiyelin belirlenmesinde arazi bazlı hassas ölçümler yapılması gerektiği açıktır. Bu nedenle; Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde kurulmuş olan güneş ışıınım ölçüm sistemi; güneş ışıınının tüm bileşenlerini (direkt, yayılı ve toplam) oldukça hassas olarak ölçebilme kapasitesine sahiptir. Yüksek hassasiyetli güneş takip sistemli, güneş ışıınımı ölçüm sistemi Şekil 8'de gösterilmiştir.

Sistem, toplam ışıınımı ölçmek için 1 adet piranometre, difüz ışıınımı ölçmek için 1 adet piranometre ve 1 adet gölge topu ve direkt güneş ışıınımını ölçmek için 1 adet pirheliyometre ve güneş takip ediciden oluşmaktadır. Ölçülen veriler datalogger cihazına kaydedilmektedir. Veriler daha sonra belirlenen formatta bilgisayara aktarılmaktadır. Datalogger cihazının güç beslenmesi için bir adet PV panel ve batarya kullanılmıştır. Güneş izleyici gücünü şebeke elektriğinden almaktadır. Datalogger ise PV panelle beslenen bataryadan enerji çekmektedir. Güneş izleyici, güneşi izlemeyi doğu-batı yönünde ve güneş azimut yüksekliğine göre aşağı-yukarı yönünde olmak üzere iki eksenle yapmaktadır.

Son iki yıllık ölçüm sonuçlarından, bölge güneş enerjisi potansiyelinin, gerek toplam güneş ışıınım, gerekse direkt güneş ışıınım uygulamaları açısından, GEPA tarafından aktarılan verilerden %10 - % oranında daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 8. Güneş ışıınının tüm bileşenlerini ölçen takip sistemli ölçüm istasyonu.

Anahtar Not-1: GEPA verileri, TRC-2 Bölgesi illeri açısından haksız bir dezavantaj yaratmıştır.

GEPA gerçekte sadece Türkiye'nin bağıl Güneş Enerjisi potansiyelini yansıtmakta olup, ülkemizin dikkate alınabilir bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğunun kamuoyuna duyurulması amacıyla yayınlanmıştır. Kullanılan modelin kendi doğasından kaynaklanan hata oranı da %10-%15 arasında değişmektedir. Ancak yatırımcılar bu atlası GES kurulumu için temel referans alma panik ve yanılgısına düşmüştür. Güneş Santralı kurma düşüncesinde bulunan girişimciler ise yatırım amacıyla GAP Bölgesi (özellikle TRC-2 Bölgesi illeri) yerine Akdeniz Bölgesi'ne (özellikle Antalya) yönelmiştir.

Anahtar not sonu

9. Güneş Enerjisi Yan Sanayisine Yönelik İmalat ve Otomasyon

a) PV santralleri için sabit yada eğim açısı ayarlanabilir ekonomik PV sistem sehpaı

Işınım şiddetinden maksimum şekilde yararlanabilmek için panel veya kolektörlerin güneş geliş açısı dikkate alınarak, optimum açılarda yatay yüzeye yerleştirilmesi gereklidir. Üretilen 4 adet PV sistem sehpaılarından; 1 tanesi güneşi hem yatay hem de düşey ekseninde, diğer 3 tanesi ise yalnızca düşey ekseninde izleyebilmektedir. Sistem sehpaılarından 1 tanesi, PV panel eğiminin, 0°-65° eğim aralığında 5'er derece, 2 tanesi ise 0°-65° eğim aralığında 3'er derece aralıklarla ayarlanabilmesine olanak sağlamaktadır. PV sistem sehpaılarına, panel eğim açısının değiştirilmesi oldukça basittir. Sehpaıların üretiminde malzeme olarak profil ve köşebentler kullanıldığından maliyet açısından oldukça ekonomiktir (Şekil 9a).

b) PV modüler ve güç santrali uygulamaları için anlık güç izleme/otomasyon sistemi:

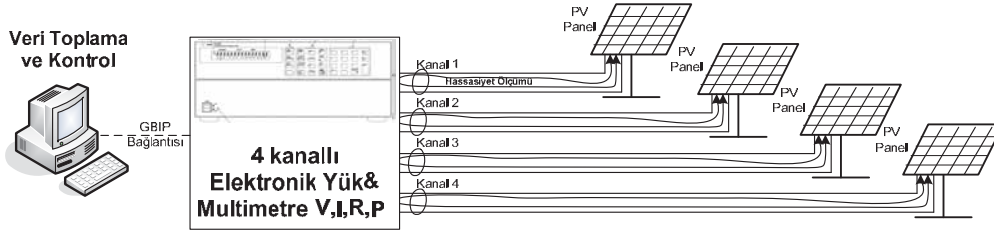
PV panel ya da panel dizilerinin karakteristik güç (akım-gerilim-güç) değerlerinin gerçek atmosferik çalışma koşulları altında ölçümüne/izlenmesine/otomasyonuna olanak sağlayan özgün bir elektronik yük düzeneği kurulmuştur. Ölçüm sistemi sadece bir Elektronik Yük Ünitesi ve bir PC bilgisayardan oluşmaktadır (Şekil 9b). Kullanılan elektronik yükün; sabit gerilim, sabit akım ve sabit direnç sağlama özelliğine ek olarak; tek cihaz ile gerilim, akım, direnç ve güç ölçme olanağı verebilmesi, düzeneğin en önemli avantajlarından biridir. Düzenekte hali hazırda 4 kanal bulunmakla birlikte, harici modül ilavesi ile kanal sayısının artırılması mümkündür. Mevcut dört kanalın paralel bağlanması ile yüksek güçteki PV panel ya da sistemlerin karakterizasyonu yapılabilmektedir. Elektronik yük ile PC arasında bulunan GBIP portu üzerinden sağlanan bağlantı ile her bir kanal ayrı ayrı kontrol edilebilmekte ve veriler ayrı

ayrı kaydedilebilmektedir. Akım ölçümleri cihaz içinde gerçekleştirildiğinden ölçüm hataları en alt seviyede, düzenekteki ölçüm cihazı sayısı azaltıldığından programlamadaki kolaylık ve esneklik ise üst seviyededir.

(a)



(b)



Şekil 9. (a) İki ve tek eksenle güneşi mekanik olarak takip edebilen tekli ve çoklu PV panel sehpaları; (b) PV güç ölçüm/otomasyon ünitesi

Anahtar Not-2: TRC-2 Bölgesi YE sektöründe yan sanayi uygulamalarında yerini almalıdır.

YE sektöründe tüm gözler ana teknolojilere (PV hücre ve modül üretimi gibi) çevrilmiştir. Gerçekte ana teknolojiler kadar gelir ve istihdam yaratan montaj, işletme ve bakım gibi yan/destekleyici sektörlerde alt yapı oluşturmak/uzmanlaşmak oldukça önemlidir. Yukarıda belirtilen PV sehpa/iskelet ve PV Güç ölçüm ünitesi sadece basit iki örnektir. Bir PV santralin kurulumunda montaja yönelik malzeme ve işçilik yerel olanaklarla temin edilmesi halinde santral yatırımı nispeten fizibil olabilecektir. Benzer şekilde Termal güneş santrallerinde kullanılan yoğunlaştırıcı kolektörlerin ağırlıkça %70'lik kısmını metal işçiliği (kolektör iskeleti) oluşturmaktadır (Şekil 10). TRC-2 Bölgesi'nde metal işleme ve şekillendirme konusunda oldukça gelişmiş bir sanayi altyapısı söz konusudur. Kolektörün nispeten düşük ağırlıkta ileri teknoloji gerektiren vakumlanmış cam borulu alıcı yüzeyi ise ulusal piyasadan temin edilerek, kolektör imalatının bölgede gerçekleştirilmesi mümkündür. Özetle tüm YE sistem uygulamalarında montaj, işletme ve bakım konularında gerekli altyapı ve işgücü kapasitesinin geliştirilmesine yönelik hazırlıklar derhal başlatılmalıdır.



Şekil 10. Yoğunlaştıran kolektörlerdeki ağır metal işçiliğine yönelik örnek görüntüler.

Anahtar not sonu

10. Bölgedeki Kamu Kuruluşları ile ortak proje çalışmaları

a) GAP Toprak-Su Araştırma Enstitüsü ile Güneş Enerjili Mikro-Sulama Sistemi Projesi

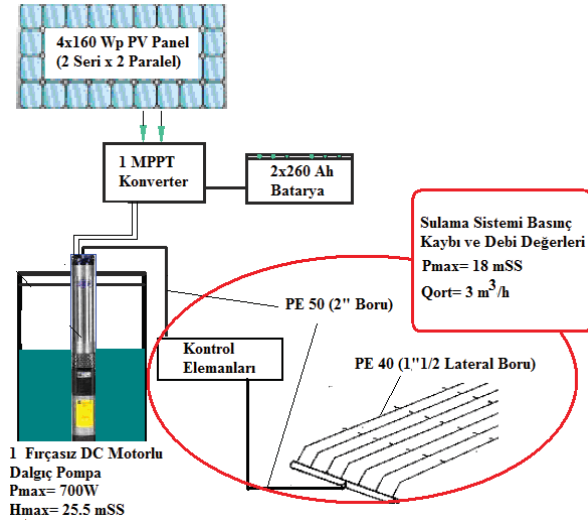
PV-MSS sistemleri, enerji ve su kullanımında sağladığı verimlilik nedeniyle, GAP Bölgesi'nde aşırı enerji ve su tüketimine yönelik sorunları gidermede en uygun çözümlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak, ilk yatırım masraflarının yüksekliği ve toplam sistem verimlerinin düşüklüğü gibi, önemli dezavantajları da söz konusudur. Bu dezavantajların azaltılması için seçilen konfigürasyonların maksimum kullanılabilirliği sağlayacak şekilde optimize edilmesi gerekmektedir. Bu proje çalışmasında; sistemi oluşturan bileşenlerin doğru seçimi ve dolayısıyla sistemden beklenen verilerin sağlanabilmesi için, sulama dönemini kapsayan aylara yönelik ön simülasyon çalışması yapılarak Şekil 11a'da gösterilen boyut ve kapasitelerde sistem seçimi yapılmıştır. Deneme istasyonuna kurulan sistem (Şekil 11b) yaklaşık iki yıldır verimli bir şekilde çalışmakta ve yüksek kalitede kırmızı biber hasatı yapılmaktadır.

b) GAP Bölge Kalkınma İdaresi ile Güneş Otomobili (GAP-CAR) Projesi

GAP Bölge Kalkınma İdaresi'nin ana sponsorluğunu yaptığı GAP-CAR Güneş Otomobili Projesinde; aracın tasarım ve imalat çalışmaları için öğrenci ve akademisyenlerden oluşan geniş bir grup, özgün bir araç ortaya çıkarmışlardır (Şekil 12). Subor Plastik Boru Fabrikası, Şanlıurfa Ticaret ve Sanayi Odası (ŞUTSO), Harran Üniversitesi Makina Fabrikası, Harran Üniversitesi Rektörlüğü ve Şanlıurfa Belediyesi tarafından da desteklenen bu proje sonunda imal edilen araç; 2010 yılında yapılan TÜBİTAK Formula-G Güneş Arabaları Yarışları'nda 'En İyi Tasarım Ödülü' nü kazanmıştır.



(a)



(b)



Şekil 11. (a) PV-MSS bileşenleri; (b) Sistemi incelemek amacıyla ziyaret eden çiftçilerin görüntüsü

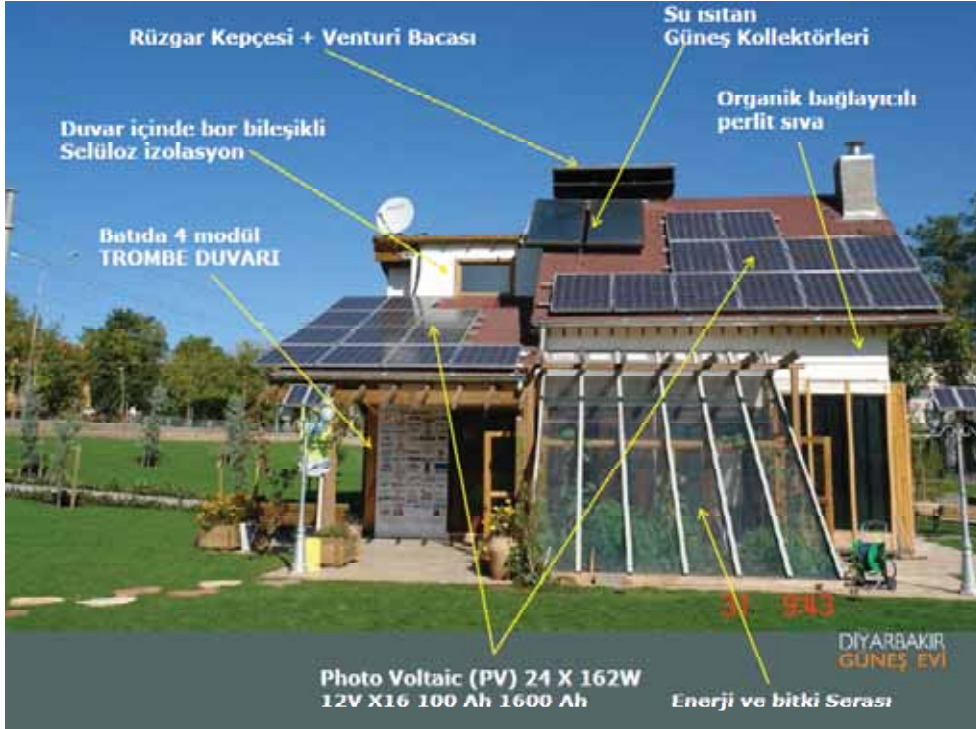


Şekil 12. Güneş Otomobili (GAP-CAR) hareket halindeki görüntüleri.



Dicle Ü. ve Diyarbakır Güneş Evi Çalışmaları

Kısa vadede Diyarbakır ilinde, uzun vadede Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, güneş enerjisinin kullanımına yönelik eğitim ve bilinç yükseltme faaliyetlerinin yürütüldüğü Güneş Evi; sürdürülebilir kalkınmanın teşvik edilmesinde, sivil toplum, özel sektör ve yerel yönetimlerin rollerinin güçlendirilmesine katkı sunmayı amaçlamaktadır. Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi önderliğinde kurulmuş olup (Şekil 13); geniş kapsamda GE çözümlü çalışmaları bünyesinde bulundurmaktadır.



Şekil 13. Diyarbakır Güneş Evinde kullanılan mimari ve bileşenlere yönelik görüntü.

Diyarbakır Güneş Evi'nde yapılan çalışmalarla ilgili özet bilgiler aşağıda verilmiştir:

1. Enerji Verimli Mimari ve Pasif Güneş/Rüzgar İklimlendirmesi

Çevresel sorunların alabildiğine hızlanması ve dolayısıyla da, çevreyi korumanın giderek artan bir endişe konusu haline gelişi, mimarlığın bundan başışık kalmasını olanaksız kılmıştır. Bu nedenle, son yıllarda pek çok ülkede yapıların enerji kullanım performansını ekonomikleştirmek yaşamsal bir anlam taşıyor. Sonuçta, enerji etkin tasarıma dayanan çevreci ya da yeşil mimarlığın giderek önem kazandığı ve yaygınlaştığı söylenebilir. Amaç, olabildiğince az enerji tüketen, çevrenin kirlenmesine dolaylı ve doğrudan olabildiğince az katkıda bulunan, yani çevrenin sürdürülebilirliğini zedelemeyen tasarımlar gerçekleştirmektir (Şekil 14). Enerji Verimli Mimari kapsamında; binalarda enerji tüketimini azaltmaya ve güneş enerjisinden kazanç sağlamaya yönelik olarak mimaride güneşten yararlanma olanakları, enerji etkin tasarım ilkeleri ve teknikler gerçekleştirilen uygulamalar ile birlikte inceleniyor.



Şekil 14. Enerji verimli güneş mimarisi çalışmalarına yönelik görüntü.

Enerji verimli mimari ve yapı kabuğu kapsamında uygulanan diğer başlıca çözümler şunlardır:

a) Geri dönüşümlü ahşap taşıyıcı sistem ve doğal yalıtım

Güneş evi taşıyıcı sistem; betona göre 16 kat daha iyi yalıtım performansına sahip, geri dönüşümü mümkün ahşap malzemeden yapılmıştır. Duvar ve tavanlarda ise selüloz ve bor bileşiği hamurundan üretilen yalıtım malzemesi kullanılmıştır (Şekil 15a). Ahşap konstrüksiyonun içi, püskürtme yöntemi ile yalıtım malzemesi ile doldurulmuştur. Ar-Ge amaçlı olarak, çatının bir bölümünde serbest perlit, bir bölümünde ise geleneksel Anadolu evlerinin çatı çözümü olan kil ve kamış kullanılmıştır. İç yüzeyler alçı levha ile kaplanmıştır. Taban ve dış yüzeylerde, lifli sunta üzerine perlitin organik bir bağlayıcı ile birleştirilmesinden üretilen özel bir sıva kullanılmıştır. Bu sıva, su ve ısı geçirmeyen fakat buhar geçiren yapısı ile öncü çözümlerden birisi olarak değerlendirilmektedir.

b) Sera ve güneş duvarları ile pasif ısıtma, soğutma ve enerji depolama

Güney cephesindeki oturma alanına eklenen serada, evin ihtiyacı olan bazı sebzeler yetiştirilmektedir. Güneşin kışın hemen ısıttığı bu bölümde ve güneş (tromp) duvarlarında; altta ve üstte, iç mekana açılan hava menfezleri bulunmakta olup, alttaki menfezden tromp duvarına giren serin hava, güneşin etkisi ile ısınmakta ve hafiflediği için yükselerek üstteki menfezden tekrar eve dönmekte ve iç mekanın süratle ısınmasını sağlamaktadır (Şekil 15b).

Güneş duvarlarında ve sera bölmesinde, içe açılanlara ilaveten sadece üstte, dış mekana açılan dış menfezler de vardır. Yaz döneminde üstteki iç menfez kapanıp dışa bakan açılırsa bu defa, yine ısınıp yükselen yani baca etkisi ile sürüklenen hava, kuzey cephesindeki açıklıklardan yani pencere ve menfezlerden yada yer altı kanallarından gelecek olan serin havayı içeri çekerek soğutma sağlayabilmektedir.

Güneş duvarlarında kullanılan cam dalga boyu farklılığından dolayı kış aylarında ısı üretmekle kalmayıp, yazın ısınan havanın yükselmesi sırasında yaratılan vakum etkisi ile, evin soğutulmasına bile katkıda bulunmaktadır. Dış cephelere bakan doğramalarda, ısıcam yani çift cam uygulaması sayesinde üretilen doğal enerji korunmaktadır.

c) Venturi bacası ve rüzgar kepçesi ile doğal havalandırma

Baca ve kepçe, çatının en tepe noktasında, güneş kolektörlerinin üst tarafında bırakılmış geniş çatı deliğine monte edilmiştir. Doğal havalandırma sağlayan rüzgar kepçeleri ve venturi bacaları, konutlardan sanayi tesislerine kadar her türlü yapıda kullanılabilecek basit düzeneklerdir (Şekil 15c). Esen rüzgar, ağzı daraltılmış, huni benzeri bir düzenden geçerken hızı yükselmektedir. Bu sayede düşey



yöndeki kanal vasıtasıyla iç mekana temiz ve serin hava transferi sağlanmaktadır. Diğer taraftan İç mekanda ısınıp yükselen egzost havası ise, yine venturi bacasından fakat rüzgarın bu kez yatay geçiş yaparken yarattığı vakum aracılığı ile dışarı atılması sağlanmaktadır.



Şekil 15. Pasif sistemlerle iklimlendirme amaçlı yapı kabuğu ve ekipmanlar; (a) ahşap iskelet ve doğal yalıtım, (b) güneş duvarı, (c) rüzgar kepçesi ve venturi.

2. YE Kaynaklı Sistemlerin Bina ile Aktif Entegrasyonu

a) Elektrik üretimi amaçlı PV Güneş Panelleri

Yörenin enlemine yaklaşık eşit eğimdeki (40°) güney çatısında ve yine güneye bakan 17 derece eğimli mutfak çatısında; her biri 162 Wp'lık, toplam 3,88 kWp kurulu güce ulaşan 24 adet PV güneş paneli; inverter, regülatör ve depolama amaçlı 16 adet (12V, 100A değerlerine sahip) özel aküler aracılığı ile, elektrik ihtiyacının sürekli karşılanmasında kullanılmaktadır (Bknz: Şekil 13).

b) Sıcak su üretimi amaçlı Termal Güneş Kolektörü

Sıcak kullanım suyunu karşılamak üzere çatı üzerinde iki adet güneş kolektörü ve zemin katta özel sıcak su deposu bulunmaktadır. Diyarbakır'ın güneşli kış günlerinde elde edilen ve depolanan sıcak su, geceleri döşeme altındaki borular vasıtası ile iç mekanın ısıtılmasında da kullanılmaktadır (Bknz: Şekil 13).

c) Toprak-hava kaynaklı ısı pompası ile ön ısıtma ve serinletme

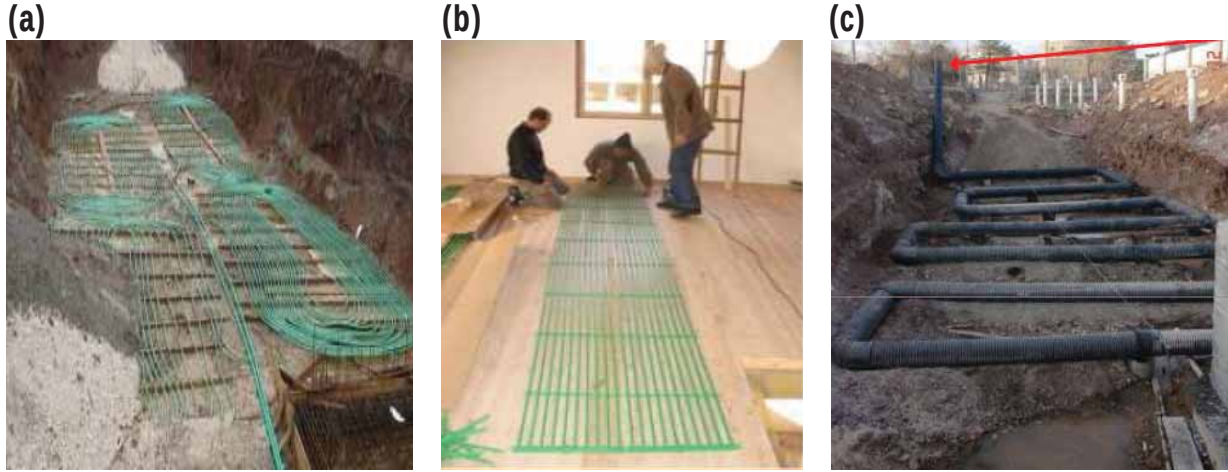
Güneş evinin arka bahçesinde 3 metre toprak altına döşenen borularda (Şekil 16a) dolaşan yaklaşık 15-17 °C sabit sıcaklığındaki su aracılığı ile zemin kat döşemesinde, tavanlarda ve asma kat tavan altındaki özel yeşil borular (Şekil 16b) vasıtasıyla, kışın ön ısıtma, yazın ise doğal serinletme temin edilmektedir. Su borularına ek olarak, içerisinden hava geçen 30 cm çapında 88 metre boru da (Şekil 16c) toprak altından itibaren iç mekana kadar döşenmiştir. Tromp duvarları ve seranın yaratacağı vakum etkisi ile ya da gerektiğinde devreye giren aspiratörle bu doğal serinlik yazın iç mekana alınabilmektedir.

d) Biyokütle kullanan odun şömine ile ek ısıtma

Döküm gövdeli akıllı şömine sayesinde ise çok az bir odun ya da biyokütle (yaprak, dal, orman atığı vs) kaynaklı katı yakıt yakılarak; ısısını yatay ve düşey kanallarla tüm eve yayabilmektedir,

e) Akıllı Kumanda sistemi

Güneş Evinde kullanılan tüm iklimlendirme elemanlarının merkezi koordinasyon ile çalışmalarını sağlamak üzere; iç ve dış sıcaklıkları ölçen sensörlerden, venturi bacası ile güneş duvarları menfezlerini açma kapama ünitelerini kontrol eden motorlardan ve iklimlendirme sistemini kontrol eden elemanlardan oluşan akıllı bir kumanda sistemi kurulumu yönündeki çalışmaları kapsamaktadır. Bir PLC vasıtasıyla sensörlerden ulaşan veriler; program tarafından değerlendirilerek, ortamın istenen konfor koşullarına ulaşmasını temin edebilecek şekilde, menfez kanatlarının açma-kapama işlevini motorlara kumanda edebilecektir.



Şekil 16. Toprak-hava kaynaklı ısı pompası sistemi ile iklimlendirme; (a) toprak altı su boruları, (b) mekan içerisindeki döşeme altı su boruları, (c) toprak altı hava boruları.

3. YE ve Doğa Kaynaklı Çözümlerin Kullanıcı ile Entegrasyonu

a) Biyolojik arıtılmış su ve yağmur suyu ile sulama suyunun temini

Yaşam alanındaki sıvı evsel atıklar, Dönel Biyolojik Disk (Şekil 17a) yöntemiyle, plastik dairesel levhalar üzerinde üreyen bakteriler sayesinde, çok düşük bir enerji kullanımı (<1 kW) ile % 90-95 oranında arıtılmakta, bahçe sulamasında kullanılmak üzere yağmur suyu deposuna aktarılmaktadır. Belli aralıklarla toplanan katı atıklar ise kurutularak, bahçede gübre olarak değerlendirilmektedir.

Disklerin yüzeyindeki bakteriler tamamen doğal olarak oluşmakta ve ani değişkenlik gösteren organik yüke, diğer sistemlere göre çok daha hızlı uyum sağlamaktadır. Arıtmayı gerçekleştiren bakterilerin çoğalabileceği yüzeyin, dönen disklerden ibaret olması; küçük bir alana yüzlerce metre karelik dairesel yüzeylerin bindirme suretiyle, sığdırılabilmesini mümkün kılmaktadır.

Çatılardan alınıp, borularla kuzey cephesindeki su deposuna yönlendirilen yağmur suyu, toprak altında bir depoda saklanmaktadır. Evsel atık arıtmasından elde edilen suyun, karbon filtreden geçirilmesi sonucu, iki kaynaktan gelen su, birlikte bahçe sulamasında kullanılmaktadır. Mevcut şartlardaki su, aynı zamanda temizlik suyu olarak rezervuarlarda da kullanılabilir.

b) Bahçe sulaması için PV destekli damla sulama sistemi

Bahçe sulamasında suyun verimli kullanımı için damla sulama sistemi, işletme maliyetini sıfırlamak amacıyla da PV güç destekli DC pompa kullanılmaktadır. Sistemde kullanılan 960 W (12x80 W) pik gücüne sahip paneller yaklaşık 1 HP gücündeki DC pompayı tahrik etmektedir (Şekil 17b).

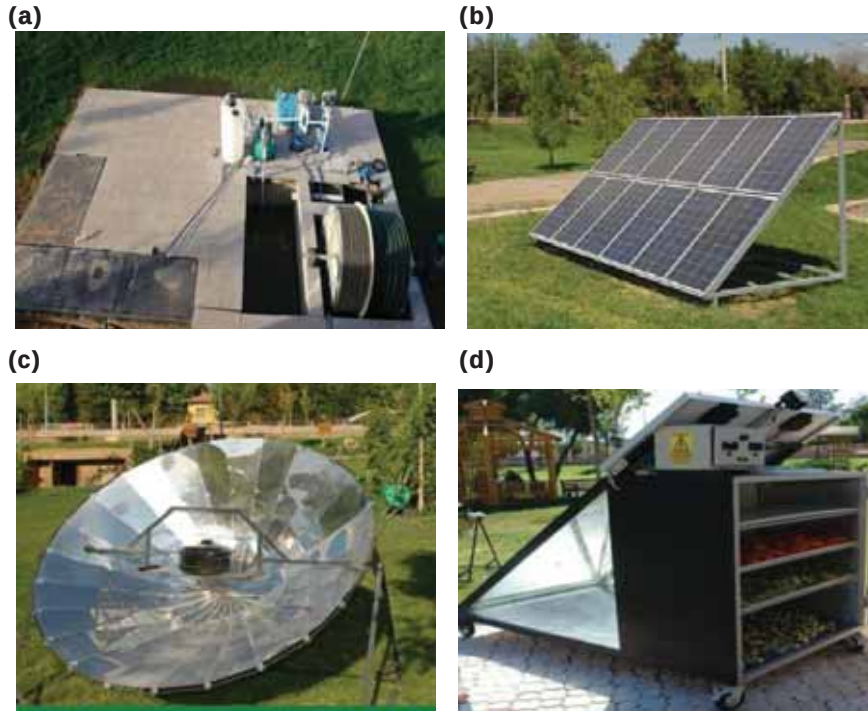


c) Yemek pişirilmesinde güneşli ocak

Parabolik tip güneşli ocak yöntemiyle; iç bükey parlak metal levhalar, güneşi odaklamakta ve odak noktasında bulunan tel platforma yerleştirilmiş kabın içindeki suyun kaynatılması ya da yemeğin pişirilmesi temin edilmektedir.

d) Sebze ve meyve kurutmada havalı güneş kolektörü

Kışlık sebze ve meyvelerin açık havada sağlıklı kullanımının önüne geçmek amacıyla; modüler bir havalı kurutucu tasarım ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Kurutucuda termal yolla ısınan havanın kurutucu bölümünde sirkülasyonu amacıyla küçük güçte fanları tahrik eden PV paneller bulunmaktadır.



Şekil 17. (a) Biyolojik disk yöntemiyle arıtma, (b) PV damla sistemine ait PV paneller, (c) Parabolik iç bükey güneş ocağı, (d) Havalı güneş kolektörü ile sebze-meyve kurutma ünitesi.

4. YE Kullanımı ve Enerji Verimliliği Bilinçlendirme ve Eğitim Çalışmaları

Diyarbakır Güneş Evinde oluşturulan kütüphane; Enerji, Ekoloji ve Ahşaba ilişkin, “Enerji Mimarlığı” ilkelerini ve örneklerini içeren bir araştırma kitaplığı olacak şekilde kurgulanmış olup, bu konuda ilgisi ve bilgisi olan, her yaş grubundan çocuk ve büyüklerin, bu konuda araştırması olan öğrenci ve öğretim görevlilerinin yararlanması amacıyla oluşturulmuştur.

Ayrıca elektronik ortamda bilgi paylaşımını sağlamak için, internette mevcut enerji ve ekolojiye ilişkin bilgilerin de arşivlenerek internet sitesinde paylaşılması çalışmaları sürdürülmektedir. Farklı kesimlerle ve gruplarla uygulamalı eğitim yapıldığı gibi, ulusal ve uluslararası kesimler tarafından yoğun ziyaretlere ev sahipliği yapılmaktadır (bazı resimler için, Bknz: Şekil 18).

Gelecekte yapılacak sistematik bilinçlendirme çalışmalarıyla; kamusal kaynakların israfına yol açan yanlış enerji politikaların, ekolojik planlama ilkelerine duyarsız kentleşme çabalarının ve kaçak elektrik kullanımının; önlenmesine katkı sağlanması planlanmaktadır.

(a)



(b)



Şekil 18. DGE'ne gelen bazı ziyaretçi gruplarına yönelik görüntüler; (a) Güney Kore Handong Üniversitesi öğrencileri -15/07/2010, (b) Almanya Federal Cumhuriyeti Büyükelçiliği görevlileri ve ekonomi muhabirleri -29/06/2010.

5. Güneş Köyü Projesi

Güneşin maksimum oranda kullanıldığı, elektriğini güneşten karşılayacak bir köy projesi olup henüz tasarım aşamasındadır (Şekil 19). Köyün bütün atıklarının dönüştürebildiği; çatılara düşen her yağmur damlasının değerlendirildiği ve evlerde kullanılan atıkların tamamının bir arıtma sistemi sayesinde ortak kullanım alanlarının yeşillendirilmesinde kullanılacağı entegre bir yaşam alanı olarak planlanmaktadır.



Şekil 19. Güneş köyü projesi için tasarlanan mimari.



GAP-BKİ Tarafından Yürütülen Çalışmalar

GAP Kalkınma İdaresi Başkanlığı tarafından UNDP koordinasyonu ile yürütülen Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Projesi (YE/EVP), 2008 yılında açıklanan GAP Eylem Planı doğrultusunda ve bir strateji çerçevesinde yürütülmektedir. Örnek ve öncü uygulamalarla, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ekonomik gelişme, rekabet edebilirlik ve istihdamın arttırılmasında yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğinin bir araç olarak kullanılmasını öngörmektedir.

GAP Bölgesi; hâli hazırdaki üretim tesisleri ve mevcut potansiyeli ile Türkiye'nin hidrolik enerjideki en önemli ve ağırlıklı bölgesidir. Güneş enerjisi ise bu bölgenin ve dolayısı ile Türk enerji sektörünün yükselen değeri olmaya adaydır. Tarımsal atıklar ve hayvancılık potansiyeli düşünüldüğünde biyokütlenin modern yöntemlerle enerji açısından kullanımında da öncü olabilecek önemli bir değere sahiptir. Bölgede bazı yerel noktaları için küçümsenmeyecek düzeyde rüzgâr enerjisinden ve jeotermal enerjiden yararlanmak mümkündür.

GAP Bölgesi yenilenebilir enerjideki bu çeşitlilik ve zengin potansiyel ile dünyada sayılı şanslı bölgelerden biridir. Diğer taraftan binalardaki ve yeni gelişen sanayisindeki geleneksel yapı ve alışkanlıklar enerji verimliliğinin artırılması konusunda da önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu doğrultuda; bölgede yenilenebilir enerji uygulamalarının yaygınlaştırılması ve enerji tüketiminde enerji verimliliğinin arttırılmasıyla, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, diğer bölgelerden farklılaşacak ve bu farklılığını bir rekabet üstünlüğüne dönüştürecektir. Böylece yeni iş ve istihdam imkânları gündeme gelecek ve bölgede tarım, turizm, tekstil vb. sektörlerde önemli gelişme sağlanacaktır.

YE/EVP kapsamında, ayrıntılı bir mevcut durum analizi yapıldıktan sonra; ekonomik ve teknik olarak uygulanabilirlik ölçütleri ve dünyadaki uygulamalar da göz önüne alınarak, GAP Bölgesi'nin gelişimini ve rekabet edebilirliğini arttıracak öncelikli on pilot proje belirlenmiştir. Bu pilot projeler belirlenirken; sürdürülebilirlik, uygulanabilirlik, bölge teknolojik altyapısına uyumluluk ve zincirleme etki oluşturabilme gibi kriterler dikkate alınmıştır.

Söz konusu pilot proje başlıkları şu şekildedir: 1. GAP Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Merkezi Kurulumu, 2. Güneş Enerjili Mikro Sulama Sistemi Kurulumu, 3. Endüstriyel Proseslerde Isıl Güneş Enerjisi Sistemlerinden Yararlanılması, 4. Otellerde ve Kamu Binalarında Güneş Enerjili Soğutma, 5. Tarımsal (Pamuk ve Buğday) Artıklardan Elektrik Üretimi, 6. Hayvan Atıklarından Biyogaz Üretimi, 7. KOBİ'ler İçin Sanayide Verimlilik Attırıcı Projelerin Uygulanması, 8. Kamu Binalarının Enerji Verimliliği Açısından İyileştirilmesi, 9. EV ve YE Teknoloji Uygulaması İçin İşgücü (Teknisyen) Eğitimi, 10. GAP Bölgesi Küçük ve Orta Ölçekli Rüzgâr Enerjisi Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi.

Listelenen bu on pilot proje başlığından ilk sekizi için fizibilite analizleri gerçekleştirilmiş olup, 2011 yılı içerisinde entegre bir yaklaşımla, uygulanma ve yaygınlaştırma çalışmalarının gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Listedeki son iki projenin hayata geçirilebilmesi için uygun bir işbirliği/iş ortaklığı modelinin oluşturulması planlanmaktadır. Listede bulunan YE kaynaklarının kullanımıyla ilişkili pilot projelere yönelik özet bilgiler aşağıda sunulmuştur:

1. GAP Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Merkezi Kurulumu

GAP Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği (GAP-YENEV) Merkezi; ulusal ve uluslararası düzeyde pilot nitelikte yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği projeleri/araştırmaları için müknaat işlevi görecektir ve GAP Bölgesi'ni belirtilen alanlardaki uygulamalar konusunda dünyada önde gelen ve yükselen bölgelerden biri olarak tesis edecek, bir uygulamalı araştırma ve eğitim merkezinin altyapısını oluşturacaktır. Nihai amaç, UC Berkeley/Livermore, NREL, EERE, JRC-Petten Laboratuvarları gibi çok gelişmiş yenilenebilir enerji araştırma merkezleri ile girişim ortaklıkları geliştirmektir.

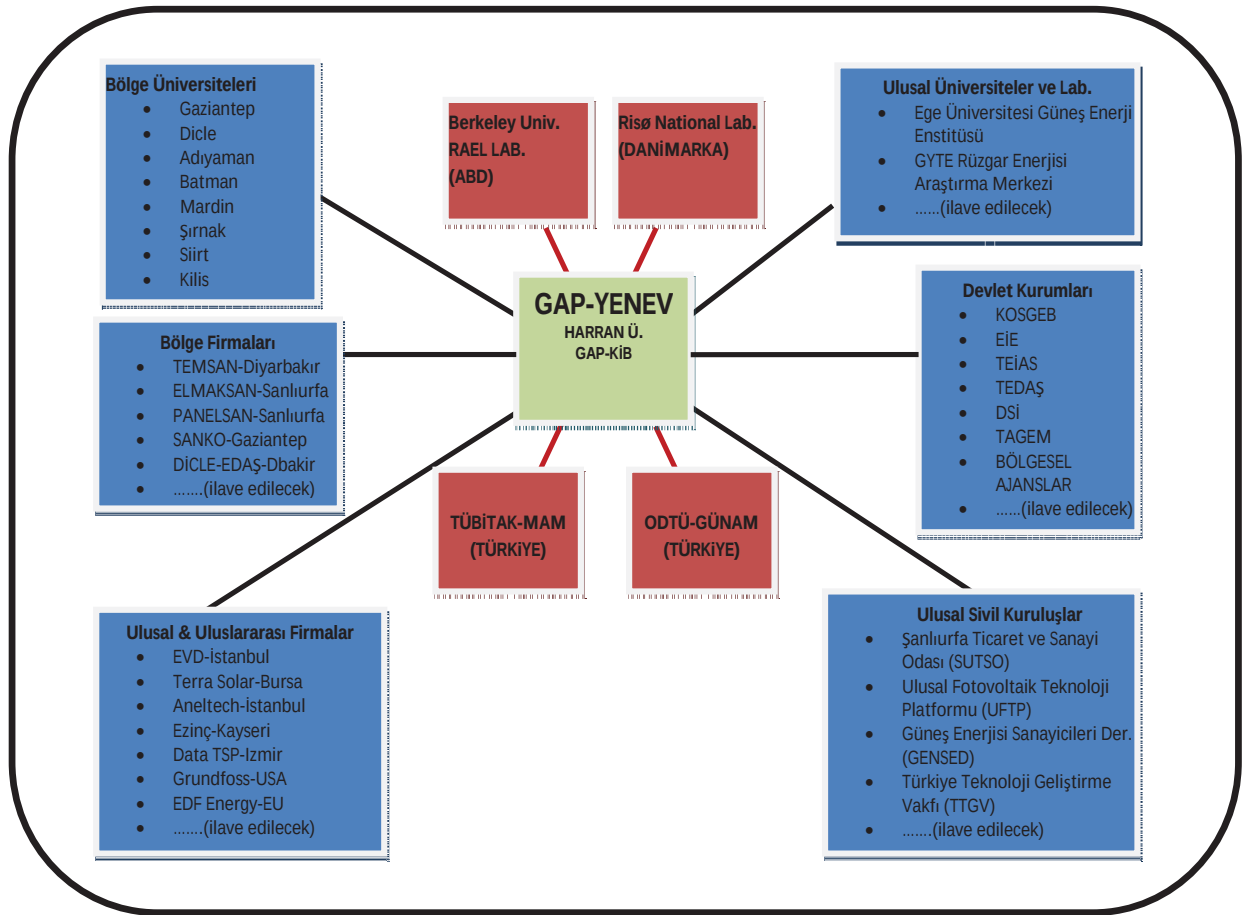
Merkez, termal güneş enerjisi ve fotovoltaik laboratuardan GAP Bölgesi'nde rüzgâr kaynaklarını ölçen rüzgâr araştırmalarına, Türkiye ve Ortadoğu bölgesi için "Temiz teknoloji" danışmanlık hizmetlerine



kadar çeşitli laboratuvar ve araştırma hizmetleri kuracaktır. Merkez araştırma ve eğitim pozisyonlarında en üst düzey araştırmacıları çekecek ve YE&EV programları oluşturacak ve bölgede bu konulardaki endüstriyel kümeleme çalışmalarını destekleyecektir.

GAP-YENEV Merkez Laboratuvarı; ülkemize YE&EV alanında uluslararası ölçekte, saygın ve marka olmuş bir merkez (GAP-REEEC: GAP Renewable Energy and Energy Efficiency Center) oluşturmanın ilk ve en önemli adımı olacaktır. Merkez Laboratuvarı; Şekil 20'de gösterildiği üzere, GAP Bölgesi'nde bulunan tüm üniversite, sanayi, kamu ve özel kuruluşlar ile potansiyel girişimcilerin yararlanabileceği bir uydur laboratuvar pozisyonunda bulunacaktır.

Nitelikli eğitim imkânlarının, yeni teknolojik buluşların gelişmesine destek verecek, bölgeye yeni yatırımları cazip kılacak, yerel ve uluslararası firmalar ile araştırma merkezleri arasında işbirliği fırsatları yaratacak formatta tasarlanmıştır. Merkez vasıtasıyla, bölgenin zengin yenilenebilir enerji potansiyeli ve henüz bakir sayılabilecek enerji verimliliği olanakları, bölge için önemli bir fırsata dönüşebilecektir.



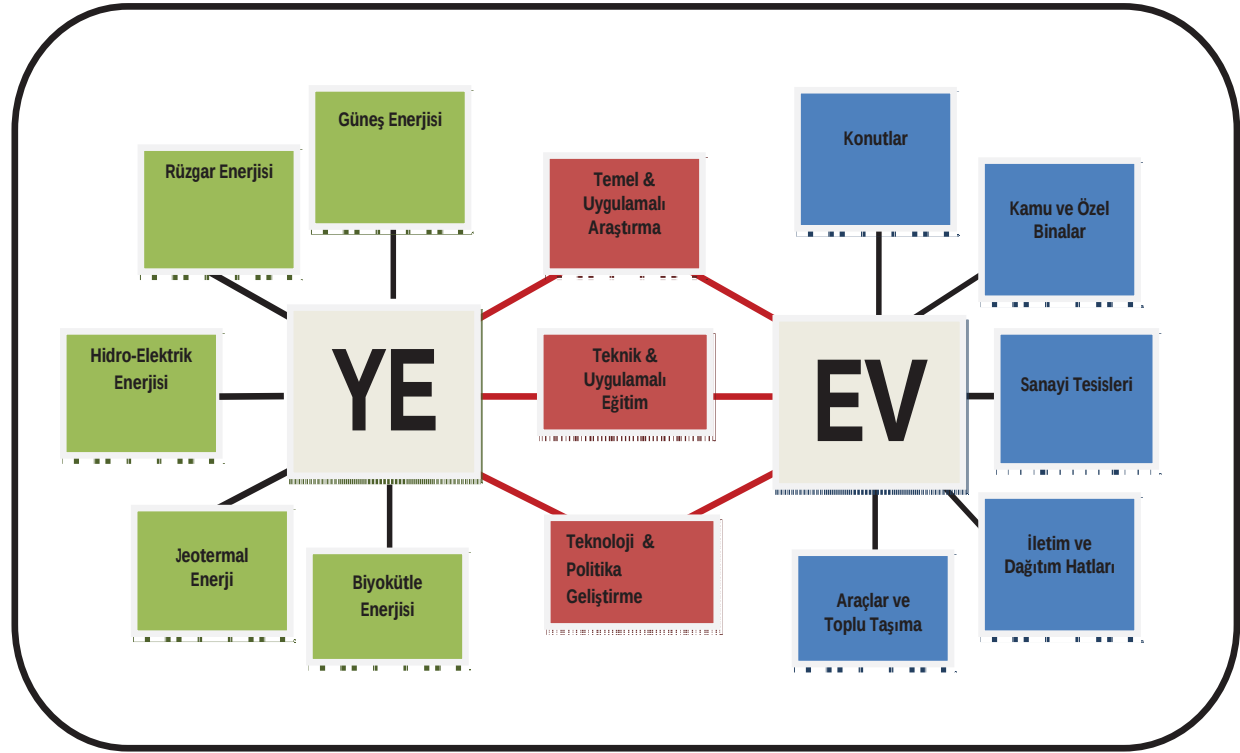
Şekil 20. GAP-YENEV Merkezi İşbirliği Kurgusu.

Merkez Laboratuvarı kurulumunda, Harman Üniversitesi ve GAP-BKİ ile Tübitak-MAM Enerji Enstitüsü, ODTÜ-GÜNAM, Berkeley-RAEL Lab. (ABD) ve Risoe National Lab. (Denmark) yakın bir işbirliği içerisinde olacaktır. GAP-YENEV Merkez Lab. altyapısı; ulusal teknoloji ile Fotovoltaik Hücre üretimi Ar-Ge çalışmaları yapan EGE Ü. Güneş E.E. ve ODTÜ-GÜNAM ürün çıktılarına yönelik atmosferik bir test platformu konumunda olacak, Bölge Üniversiteleri, ilgili Devlet Kurumları ve Sivil Toplum Kuruluşları ile uygulamalı eğitim, araştırma ve politika geliştirme konularında ortak programlar



oluşturacaktır. Teknoloji geliştirme ve transfer etme amacıyla; bölgesel, ulusal ve uluslararası sektörlerle ortak proje çalışmaları oluşturulacaktır.

GAP-YENEV Merkez Lab. kapsamında bulunan çalışma alanları Şekil 21’de şematik olarak gösterilmiştir. Kurulacak YE altyapısı ile; güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle ve hidroelektrik enerji çalışmaları yürütülebilecektir. EV çalışma alanları ise; konut ve binalar, sanayi, ulaşım ve şebeke hattı olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 21. GAP-YENEV Merkezi Çalışma Sistematığı kurgusu.

GAP-YENEV Merkezi Laboratuvar Projesinin yukarıda tanımlanan kurulum ve çalışma modeli vasıtasıyla; YE ve EV teknoloji ve uygulamalarının geliştirilmesi, ilgili konulardaki temel bilim ve mühendislik alanlarına katkı sağlanması ve GAP Bölgesi’nin bu yöndeki hedef ve fırsatlarına hizmet edecek bilgi ve yeniliklerin sanayiye transfer edilmesinin mümkün olabileceği düşünülmektedir. Proje bu sayede; aynı zamanda enerji üretimi, endüstri/imalat/benzeri ticari aktiviteler ile arazi kullanım pratiklerinden kaynaklanan çevre problemlerine de teknik ve ekonomik çözümler üretebilecektir.

Kurulacak Merkezdeki temel aktiviteler; Araştırma, Eğitim&Yetiştirme ve Teknoloji Transferi & Politika Geliştirme olarak sınıflandırılmıştır. Araştırma programları enerji ve çevre sorunlarına en ileri düzeyde çözüm oluşturulacak şekilde düzenlenecektir. Merkezin ulusal ve uluslararası uzmanlar tarafından oluşturulacak Eğitim&Yetiştirme Programları sadece lisans ve lisansüstü öğrencilere değil, aynı zamanda endüstri ve halkın değişik kesimlerine de açık olacaktır. Teknoloji Transferi & Politika Geliştirme Çalışmaları ise ulusal ve bölgesel dinamiklerin ağırlıklı olarak içerisinde bulunduğu bir işbirliği çerçevesinde, uluslararası pazar ve politika modelleri göz önünde bulunarak geliştirilecektir.

GAP-YENEV Merkezi; söz konusu alanlara yönelik ve öncelikle bölgesel uygulanabilirliği olan teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanmasına yönelik bilimsel ve teknik, temel ve uygulamalı araştırma-geliştirme ve eğitim çalışmaları yürütmeyi hedefleyen bir uydu laboratuvar olacaktır.



GAP-YENEV Merkezi; ülkemiz açısından stratejik öneme sahip YE ve EV teknolojilerine yönelik olarak; bölgesel kaynak ve kapasite ile sürdürülebilirliği bulunan ve diğer ulusal merkez ve laboratuvarlarda yürütülen teknolojileri tekrarlamak yerine tamamlayıcı nitelikteki teknolojilerin üretimi için gereken cihaz ve insan altyapısını oluşturmayı, ve bu altyapıyı kullanarak bölgesel ekonomiyi iyileştirmeyi hedeflemektedir. Bölgede uygulanabilir ve üretilebilir teknolojilerin geliştirilmesinin ve yaygınlaşmasının önemli seviyede sosyo-ekonomik etkileri olacaktır.

GAP-YENEV, Harran Üniversitesi'nin nispeten yeterli seviyede insan ve cihaz altyapısı içerisinde oluşacak ve bu altyapı ile entegre olarak çalışacak bir uzmanlaşma ve teknoloji geliştirme merkezi olacaktır. Harran Üniversitesi'nde bir kısmı DPT, TÜBİTAK ve BAP desteği ile alınmış ileri malzeme araştırmalarına yönelik yüksek teknoloji karakterizasyon cihazları altyapısına ek olarak Merkezi Laboratuvar ve çeşitli bölümlerde yer alan altyapı olanakları, GAP-YENEV altyapısına entegreli olarak kullanılacak ve belirtilen hedeflerin gerçekleşmesinde önemli bir rol oynayacaktır.

Merkezin fiziksel yerleşkesi; Harran Üniversitesi'nin 27.000 dönümlük yeni Osmanbey Kampüsü içerisinde olmakla birlikte, bölgedeki paydaşlar öncelikli olmak üzere, Türkiye'deki bütün araştırmacılara açık olacaktır. GAP-YENEV bünyesinde; diğer üniversitelerin, kamu ve özel sektör temsilcilerinin de katılarak yön vereceği bir danışma mekanizması oluşturularak, araştırmadan elde edilen sonuçlarının yaygınlaşması ve endüstriye hızla aktarılması temin edilecektir. Özellikle bölge sanayisinin bu konuda yoğun bir ilgi ve talebi vardır.

Merkezde YE ve EV alanında araştırmacı ve teknik eleman kapasitesini geliştirmeye yönelik eğitim programları da oluşturacaktır. İlk aşamada bölge üniversitelerinde ihtiyaç duyulan alanlardaki lisans ve lisansüstü tez çalışmalarının yürütülmesine olanak sağlayacak eğitim programları; kamu kurumları ve özel sektördeki teknik eleman kapasitesinin geliştirilmesine yönelik olarak genişletilecektir. Eğitim ve Araştırma Programlarını yürütecek araştırmacıların etkin ve verimli çalışmaları amacıyla bazı ulusal üniversite merkezlerinde (örneğin ODTÜ-GÜNAM ve EGE-GEE gibi) yetiştirme programlarına katılımı temin edilecektir.

Kurulacak altyapı ile GAP-YENEV;

- a. Özel sektör ile yakın işbirliği içerisinde çalışarak, sektörle birlikte ortak uygulamalı ar-ge projeleri yapacaktır,
- b. Ulusal ve uluslararası öncü araştırma merkezleriyle yakın işbirliği kurarak, yeni keşfedilen teknolojilere yönelik araştırma projelerinde yer alacaktır,
- c. Şirketlere laboratuvar cihaz altyapı olanaklarını ve test & sertifikalandırma hizmetlerini sunacaktır,
- d. Bölgesel, ulusal ve hatta uluslararası öğrenci ve araştırmacı değişim programları için akademik bir liman konumunda bulunacaktır,
- e. YE ve EV konularında yeni teknoloji geliştirecek yetenekteki mühendis, teknik eleman ve politika geliştirecek düzeydeki profesyonel uzmanları eğitecektir.



GAP-YENEV'in hedefi;

bölgesel kapasite oluşumunu sağlayabilecek, yerel dolayısıyla ulusal ekonomiyi canlandıracak, teçhizat ve teknik eleman altyapısını oluşturmaktır. Bu doğrultuda önerilen altyapı projesinin işlevi söz konusu alanlarda yapılacak çalışmaları;

- yönlendirmek ve koordine etmek,
- bu çalışmalar için gerekli ar-ge alt yapısını temin etmek,
- mevcut birikimi harekete geçirmek ve yeni insan gücü yetiştirmek,
- prototip çalışmalarının yürütülebileceği en uygun ortamı ve koşulları oluşturmak,

sureti ile yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların uygulama alanlarına aktarılmasını temin etmek ve topluma yararlı hale getirmektir. Bu anlamda, bölgesel/ulusal önceliklere dayalı bazı pilot projelerin yürütülmesi benimsenmiştir. Bu sayede sadece bilimsel çalışmalara değil, aynı zamanda endüstriye katkı sağlayabilecek çeşitli prototip sistemlerin geliştirilmesi de mümkün olabilecektir.

GAP-YENEV bünyesinde hedeflenen pilot ar-ge, uygulama ve eğitim çalışmalarına yönelik liste aşağıda sunulmuştur:

GAP-YENEV bünyesinde YE Teknolojileri Konusunda Öncelikli Ar-Ge Çalışmaları

- Sol-Jel Yöntemi ile Ekonomik PV Hücre Üretim ve Ticarileştirme Kapasitesinin Oluşturulması
- Güneş Enerjili Pompalama/Sulama Ar-Ge/İmalat Kapasitesinin Oluşturulması
- Güneş Enerjili Modüler Klima/Soğutma Ar-Ge/İmalat Kapasitesinin Geliştirilmesi
- Parabolik-Çukur Güneş Kolektörü ile Buhar Üretimi Ar-Ge/İmalat Kapasitesinin Geliştirilmesi
- Parabolik-Çanak Güneş Kolektörü ile Elektrik Üretimi Ar-Ge/İmalat Kapasitesinin Geliştirilmesi
- Orta Ölçekli Kanat Verimi Yüksek Rüzgar Türbini Ar-Ge/İmalat Kapasitesinin Oluşturulması
- Düşük Rüzgar Hızlarına Uygun, Küçük Ölçekli Rüzgar Türbini Ar-Ge/İmalat Kapasitesinin Oluşturulması
- Tarımsal/Hayvansal/Katı Atıklardan Biyogaz/Hidrojen/Elektrik Üretim Teknolojilerinin Geliştirilmesi
- Jeotermal + Biyogaz Hibrit Sistemle Sera Isıtması Teknolojisinin Geliştirilmesi
- Mikro Ölçekli Hidrolik Türbin Teknolojisinin Geliştirilmesi
- GAP Bölgesi Güneş+Rüzgar + Jeotermal Enerji Potansiyellerinin Pilot Saha Ölçümleriyle Belirlenmesi

GAP-YENEV bünyesinde EV Uygulamaları Konusunda Öncelikli Pilot Ar-Ge Çalışmaları

- Enerji Verimliliğini İyileştirici Ekonomik Malzeme/Teknolojilerin Geliştirilmesi
- Mevcut Kamu Binalarında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına Yönelik Etkin Uygulama Modellerinin Deneysel Yöntemlerle Oluşturulması
- Yeni Binalarda Entegre Yenilenebilir Enerji Çözüm Modellerinin Deneysel Yöntemlerle Oluşturulması
- Akıllı Elektrik Şebeke Sistemlerinin Bölgesel Uygulama Modelinin Oluşturulması



GAP-YENEV bünyesinde İstihdam ve Farkındalık Arttırıcı Uygulamalı Eğitim/Girişimcilik Programlarının Oluşturulması

- Yenilenebilir Enerji Uygulamalı Eğitim Programı (profesyonel teknik eleman yetiştirme yanında ilk ve orta öğretim öğrencileri için bilinç arttırma ve kalifiye olmayan bayanlardan iş gücü oluşturma amaçlı)
- Enerji Verimliliği Uygulamalı Eğitim Programı (Enerji Yöneticisi, EKB Uzmanı, EVD Şirketleri eğitim ve faaliyetleri gibi profesyonel programlar yanında toplumun değişik kesimlerine yönelik mikro-eğitim amaçlı).

2. Güneş Enerjili Mikro Sulama Sistemi Kurulumu

Türkiye’de tarımsal sulama; elektrik, mazot veya petrol gibi konvansiyonel enerji kaynakları ile çalışan su pompaları kullanılarak yapılmaktadır. Elektrik olmayan veya elektrik götürülmesi güç ve pahalı olan tarımsal alanlarda, mazot ve petrol pompaları kullanılmaktadır. Bu tip sistemler daimi günlük bakım isterler ve ancak suyu bol olan yerlere değil, ulaşımı kolay olan yerlere kurulabilirler. Güneş enerjisi ile çalışan su pompası sistemleri ise günlük bakım istemedikleri gibi arzu edilen herhangi bir yerde, bol güneş olması şartı ile kurulabilirler. Bu tip pompaların ilk kuruluş masrafları yüksek olmasına rağmen, işletme ve bakım masrafları çok düşüktür. Bu nedenle, özellikle güneş ışıının potansiyeli yüksek yerlerde çok kısa sürede daha ekonomik duruma geçerler.

GAP Bölgesi’nde, baraj ve sulama projeleri vasıtasıyla sulamaya binlerce dönüm arazi açılmış olup, bu rakamın daha da büyümesi söz konusudur. Ülkemizin en büyük yatırım projesi olan GAP projesi kapsamında bulunan sulama alanlarında yeni enerji hatları oluşturulması gerekecek ve elektrik enerjisindeki cömertçe kullanımın ülkemize gittikçe artan yükler getirmesine sebep olacaktır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde kırsal alanda, az nüfuslu çok sayıda birimden oluşmuş yaygın ve dağınık bir yerleşme düzeni egemendir. Bu yerleşimlere kamu hizmetlerinin götürülmesinde zorluklar yaşandığı gibi, bu hizmetleri götürmenin maliyeti de yüksek olmaktadır. Bölgenin başta gelen sorunları arasında, su temini ve tarımsal sulama amaçlı faaliyetler için tüketilen enerjinin yüksekliği nedeniyle, yasal bedelin alınmasında zorluklar oluşmasıdır.

Fotovoltaik güç destekli sulama uygulamaları bu kapsamda ön sıralarda gelen uygulamalar arasındadır. Belirtilen nedenlerle, bu pilot projede; GAP Bölgesi’nde bulunan illerin yüksek güneş enerjisi potansiyelinden tarımsal uygulamalarda yararlanmak amacıyla, güneş enerjisiyle çalışan mikro sulama sisteminin (MSS) kullanılabilirliği ve yaygınlaştırılması yönünde somut adımlar atılması hedeflenmektedir.

3. Endüstriyel Proseslerde Isıl Güneş Enerjisi Sistemlerinden Yararlanılması

GAP Bölgesi’nde 2008 yılı sonu itibari ile 2.025 adet fabrika bulunmaktadır. Bölge sanayisinin %70 - %80’lik kısmı Gaziantep’te kurulmuştur. Diğer illerde birkaç büyük sanayi tesisi dışında genellikle sezonluk çalışan çırçır fabrikaları vardır. GAP Bölgesi’nde bulunan fabrikaların %46’sı tekstil konusunda üretim yapmaktadır. Söz konusu fabrikaların sanayi üretiminde kullandıkları sıcak su ve buharın yanı sıra, fabrika içinde dâhili kullanım amaçlı (duş, yemek, bulaşık, lavabolar ve benzeri ihtiyaçlar için) kullanılan sıcak su, 90 bin - 100 bin kişi çalıştıran bölge için çok büyük yakıt harcamalarına ve maddi giderlere sebep olmaktadır.

Güneş enerjisi ile su ısıtma sistemlerinin bu sektörlerde kullanılmasıyla, önemli oranda enerji tasarrufu sağlanabileceği gibi, istihdam fırsatı da oluşacaktır. Güneş enerjili sistemlerin bölgede üretimi ve montajının yapılması durumunda bölgede çok sayıda eğitilmiş teknik personele ihtiyaç olacaktır. İhtiyaç



duyulacak personelin sayısı bölge OSB'lerinde kamunun sağlayacağı destek oranına bağlı olarak kurulacak güneş enerjili su ısıtma sistemi sayısına ve bu sistemlerin fiziksel büyüklüklerine göre değişecektir.

4. Otellerde ve Kamu Binalarında Güneş Enerjili Soğutma

Güneş enerjili soğutma teknolojileri, güneş kolektörleri vasıtasıyla sağlanan termal enerjiyi kullanarak, termal olarak çalışan soğutma makinelerine güç sağlar. Türkiye'de soğutma talebi, dünyanın birçok yerinde olduğu gibi, hızla artmaktadır. Bunun sonucunda, sıcak yaz günlerinde elektrik talebinde dramatik bir yükselme oluşmakta, bu da fosil enerjinin kullanılmasında istenmeyen bir artışa neden olmakta ve ayrıca, sistemin puant yükünü artırmak suretiyle elektrik şebekelerinin kararlılığını tehdit etmektedir. Klima (A/C) kullanımındaki önemli artış nedeniyle Türkiye'de puant yükler, yaz aylarına kaymıştır.

GAP Bölgesi'nde bu durum sıcakların yüksekliği ve tarımsal sulama sezonu olması nedeniyle daha da dramatik bir hal almıştır. Ayrıca, son yıllarda artan elektrik ihtiyacı nedeniyle; puant ve normal talep ile, elektrik üretimi arasındaki fark da kapanmaktadır. Bu durumda, Bölgede hali hazırda yaz aylarında gündüz saatlerinde ortaya çıkan enerji kesintisinin süresinin artma riski de bulunmaktadır.

Bu proje vasıtasıyla, güneş enerjili soğutmanın, öncelikle Mardin, Şanlıurfa, Adıyaman ve Diyarbakır gibi GAP Bölgesi illerinde mevcut ya da inşa edilecek oteller ve kamu binalarında kullanılabilirlik koşulları belirlenecektir. Yapılan ön araştırmalar, Bölgenin artan turizm potansiyelini karşılamak üzere, birçok yeni otelin inşasının planlandığını göstermektedir.

5. Tarımsal (Pamuk ve Buğday) Artıklardan Elektrik Üretimi

Biyo-kütle kaynakları (enerji mahsulleri) olarak kullanılabilen tarımsal kalıntıların oldukça geniş çeşitleri bulunmaktadır: gübre, ormancılık ve endüstriden ağaç atıkları, gıda ve kağıt endüstrisi kalıntıları, belediyenin yeşil atıkları, kanalizasyon çamuru, 3-15 yıllık kısa rotasyonlu ağaçlıklar (okaliptüs, kavak, söğüt), çayır, şeker bitkileri (şeker kamışı, pancar, süpürge darısı), nişasta mahsulleri (mısır, buğday) ve yağlı mahsuller (soya, ayçiçeği, yağ şalgamı, palmye yağı).

Biyo-kütle tabanlı bu malzemeler, hem adanmış biyo-kütle, hem de biyo-yakıt olarak enerji üretim amaçlı kullanılmaktadır. Ağaç ve diğer tarımsal kalıntılar, endüstride buhar ve elektrik üretmek üzere kojenerasyon santrali (CHP: Combine Heat Power) yakıtı (ya da eş yakıtı) olarak yakılmakta ve ayrıca mesken ve ticari bina ısıtması amacıyla da kullanılmaktadır. GAP Bölgesi'nde, bu amaçla kullanılabilir yaklaşık 4,6 milyon ton tarımsal atık ve kalıntı bulunmakta, bu atıklardan 25 milyon GJ mertebesinde (yaklaşık 600.000 toe eşdeğeri) enerji üretilebileceği tahmin edilmektedir.

Bu projenin hedefi; Bölgede yoğun miktarda bulunan (başta pamuk ve buğday olmak üzere) tarımsal ve diğer katı atıkların Enerji Mahsulü olarak değerlendirmesine olanak sağlayacak tesis/tesislerin uygulanabilirliğini araştırmaktır.

6. Hayvan Atıklarından Biyogaz Üretimi

Biyogaz terimi esas olarak, organik atıklardan kullanılabilir gaz yakıt üretilmesi anlamına gelmektedir. Diğer bir ifadeyle, anaerobik ortamda mikrobiyolojik fauna etkisi altında, organik maddenin karbon dioksit ve kömür gazına dönüştürülmesidir. Biyogaz esas olarak organik maddelerin bozunmasından elde edildiği için, başlangıç maddesi olarak bitki atıkları veya hayvan gübresi kullanılabilir. Hayvan gübresinin biyogaza dönüştürülürken mayalanma özelliği nedeniyle, dünyada başlangıç maddesi olarak kullanımı yaygındır.

Biyogaza dönüştürülebilen atıklar, tüm hayvanların her türden sıvı ve katı atıkları ve her türlü bitki atıklarıdır. Biyogaz, anaerobik ortamda, anaerobik bakteriler tarafından hayvan gübresinin kimyasal bozunması sonucunda oluşur. Gübrenin mayalanması için en uygun sıcaklık 20-35 °C'dir. Mayalanma



süresi 40 ila 100 gün arasında değişir. Bu sıcaklık dereceleri Türkiye’de yaz aylarında hemen hemen her yerde elde edilebilse de, kış aylarında soğuk bölgelerde sorunlar çıkmaktadır. Sıcaklık sıfırın altına düştüğünde, mayalanma için kullanılan bakteriler ölebilir.

Biyogaz tesislerini kurmak ve karlı biçimde işletmek için en uygun bölgeler, dış hava sıcaklığının oldukça yüksek olduğu Akdeniz, Güneydoğu ve Güney Ege bölgeleridir. Bu bölgelerde, soğuk nedeniyle bakterileri kaybetme riski yoktur. Bu doğrultuda mevcut projenin uygulanabileceği en uygun bölgelerden birisi GAP Bölgesi olup, hayvan atıklarından (gübresinden) elde edilebilecek kullanılabilir gaz miktarı, başka coğrafyalardaki sistemlere göre çok daha yüksek olacaktır. Böylece, kurulacak sistemin geri dönüş süresi çok daha kısa olacaktır.

Bu pilot projenin temel hedefi; GAP Bölgesi’ndeki hayvan gübresi potansiyelini doğru bir yöntemle belirleyerek; farklı ölçeklerde uygulanabilir Biyogaz tesislerinin teknik altyapısını kurmak ve bölgede yaygınlaşmasını sağlamaktır.

7. KOBİ’ler İçin Sanayide Verimlilik Attırıcı Projelerin Uygulanması

GAP Bölgesindeki endüstriyel kuruluşların büyük çoğunluğu KOBİ boyutunda işletmelerdir. Halen yapımı süren sulama projelerinin tamamlanmasıyla yöredeki yoğunluğun daha da artacağı, tarımsal sanayinin (gıda, pamuğa dayalı tekstil gibi) büyüyerek, GAP Eylem Planında sözü edilen çok sektörlü, sürdürülebilir ve dengeli bir kalkınma modelinin bölgede hayata geçirileceği ön görülmektedir.

Artan enerji fiyatları, artan işletme giderlerinden dolayı küçük ve orta ölçekli işletmeleri daha fazla mağdur etmektedir. Maliyet ne olursa olsun, enerji kullanımını optimize eden KOBİ’lerin rekabet gücü iyileşmektedir.

Önerilen bu pilot proje, bölgedeki KOBİ’lerin enerji koruma ve yönetim yeteneklerini geliştirmeyi, GAP sanayi sektörünün büyümesi ve karlılığına katkıda bulunacak bazı genel EV önlemlerini uygulamayı ve bölgede EV hizmet sektörü yaratarak, istihdamı desteklemeyi hedeflemektedir. Bölgede EV bilinci ve uygulama seviyesi oldukça düşüktür. Proje hedeflerine ulaşmak için, endüstride enerji denetimleri ve eğitimler ve birtakım örnek yatırımların, bu proje çerçevesinde yapılması planlanmaktadır.

8. Kamu Binalarının Enerji Verimliliği Açısından İyileştirilmesi

AB Üye Devletlerinde kamu sektörü tipik olarak, enerji tüketiminin %5-10’unu temsil eder ve yıllık enerji faturası 47 milyar Euro’dur. AB’de kamu alımları büyümektedir. Bugün, 200 milyar Euro veya toplam GSYİH’nin yaklaşık %3’üdür. Dolayısıyla, kamu idareleri, enerji konularında önemli piyasa aktörleri olarak rol almaktadır. Türkiye ve dolayısıyla GAP Bölgesi için benzer güncel çalışma olmadığından, kamu sektörü enerji tüketim trendlerini değerlendirmek zordur. TÜİK tarafından 2.000 bina üzerinde yapılan araştırma, toplam bina stokunun %3,6’sının kamuya ait olduğunu, bunun %30’unun mesken olduğunu göstermektedir. 2006 yılı itibarıyla, kamu mülkiyetinde yaklaşık 280.000 bina olduğu tahmin edilmektedir.

Kamu binalarında enerji tüketim seviyelerini tanımlamak amacıyla 1999 yılında EİE tarafından bir çalışma yapılmıştır. Bu araştırma binaların %40’ında çatı yalıtımı olmadığı, %48’inde çift cam olduğu ve %17’sinde ısıtma sisteminde otomatik kontrol olduğunu ortaya koymuştur. Kamu binalarında m² başına tüketilen enerji, TS 825 hükümleriyle karşılaştırıldığında yüksektir, ve enerji tüketiminin azaltılması için kamu binalarının büyük çapta tadilata ihtiyacı vardır.

GAP Bölgesi’nde ısıtma gereksinimleri, soğutma gereksinimlerine göre çok düşüktür. GAP illeri, ikinci derece ısıtma bölgesinde olduğundan, mevcut standart (TS 825) Bölgede oldukça yüksek olan soğutma yüklerini dikkate almamıştır. Bu durum sonucunda, önceki yıllarda inşa edilmiş olan kamu binaları dahil olmak üzere, mevcut binaların çoğunluğunda ısı yalıtımı yoktur. Söz konusu bu binalarda kullanılan pencere tipi ya da duvar tipi split klimalar vasıtasıyla önemli miktarda elektrik tüketmektedir.



Şanlıurfa Bayındırlık İl Müdürlüğü tarafından yakın zaman önce yapılan bir çalışmaya göre, il merkezi ve ilçelerde bulunan ve çalışmaya dahil edilen çok sayıda meskenin hiçbirinde ısı yalıtımına rastlanmamıştır. Bu pilot projede; EV Kamu Binası ilkesi çerçevesinde termal rehabilitasyon (tadilat) uygulanacak kamu binası potansiyeli belirlenerek, bazı öncü uygulamalarla tadilat projesinin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir.

9. EV ve YE Teknoloji Uygulaması İçin İşgücü (Teknisyen) Eğitimi

Enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşması, bu alanlarda yetkin teknik personelin eğitilmesi ve istihdamı amaçlanmaktadır. Yeni yeşil-teknoloji şirketlerinde çok sayıda iş kategorisi açılacağı düşüncesiyle, Bölgenin işgücünde EV ve YE konularında özgül yetkinliklerin oluşturulması hedeflenmektedir.

İlk hedef kitle Teknik okullardaki öğretmenler olarak belirlenmiştir. Ülkemizde hali hazırda EV ve YE alanında eğitim amaçlı bir Leonardo Yenilik Transferi Projesi (ENERTEACH) yürütülmüş olup, bu projenin “Eğitim Modülleri” kullanılabilir durumdadır. Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından geliştirilen ve koordine edilen bu proje, “Enerji verimliliği ve Yenilenebilir enerji uygulamaları” alanında teknik öğretmenleri eğitmeyi amaçlamaktadır.

Bu pilot proje kapsamında; ENERTEACH Projesi’nin ilk saha uygulamasının GAP Bölgesi’nde gerçekleştirilebilmesi amaçlanmaktadır.

10. GAP Bölgesi Küçük ve Orta Ölçekli Rüzgar Enerjisi Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi

Rüzgar akışında mevcut enerji, rüzgar hızının küpüyle orantılıdır: yani, rüzgar hızının ikiye katlanması, mevcut enerjiyi 8 misline çıkarmaktadır. Ayrıca, rüzgar potansiyeli; yerel saate, mevsime, yerden yüksekliğe ve arazi türüne bağlıdır. Bir rüzgar türbininin performansı; aynı arazi civarında, büyük engellerden uzaklaştırıldıkça ve rüzgarlı noktalara uygun yönlendirildikçe, artırılabilir. Genel olarak şebekeye bağlı uygulamalar için, en az 5 m/s yıllık ortalama rüzgar hızı gereklidir. Yıllık ortalama 3 -4 m/s rüzgar hızları, şebekeye bağlı olmayan, örneğin akü şarj etme veya su pompalama gibi elektrik ve mekanik uygulamalar için yeterli olabilir.

Rüzgar kaynağı, yerel arazinin rüzgar akışını etkilemesi nedeniyle sadece birkaç kilometrelik mesafede önemli ölçüde değişebilir. EİE tarafından yayınlanan Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA), GAP Bölgesi’nde rüzgar hızlarının, Türkiye’nin batısındaki kadar iyi olmadığını göstermektedir. Ancak, Gaziantep, Kilis, ve Mardin’de bazı yerlerde, 50 m ağırlığında orta rüzgar hızları (5,5 -6,5 m/s) söz konusudur. Ayrıca bölgede bazı yerel noktalarda (örneğin Şanlıurfa’nın Siverek ilçesi ve Osmanbey Yerleşkesi) rüzgar potansiyeli ortalama değerlerin oldukça üzerindedir. Bu noktalarda küçük ve orta ölçekli rüzgar türbinleri kullanılarak, şebekeden bağımsız enerji üretimi (sulama ve aydınlatma) gerçekleştirmek mümkündür.

Bu pilot proje, bölgenin küçük ve orta ölçekteki rüzgar enerjisi kullanım potansiyelini, ilgili yatırımcıları teşvik edecek seviyede belirlemeyi hedeflemektedir.

Anahtar Not-3: TRC-2 Bölgesi illerinde YE alanında olumlu bir zemin vardır, bu zemin iyi değerlendirilmelidir.

YE alanında yukarıda bahsedilen araştırma ve kamusal faaliyetler bölgede yetişmiş insan gücü, araştırmacı ve nispeten bir cihaz altyapısı oluşturmuştur. Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama



Merkezi, Dicle Üniversitesi ve Diyarbakır Güneş Evi ile GAP-BKİ tarafından gerçekleştirilen bu faaliyetler bölge sanayisinin ilgisini fazlasıyla çekmiş olup, bölgede sürdürülebilir bir teknolojinin oluşturulması konusunda hazır bir zemin oluşmuştur.

Bu olumlu zemin; GAP-YENEV, Güneş Köyü ve GAP-BKİ tarafından fizibilite analizleri tamamlanmış pilot projelerin geciktirilmeden hayata geçirilmesi ile, bölgede zincirleme etki ile birçok yeni iş sektörünün oluşmasına katkıda bulunabilecektir.

Anahtar not sonu



Yasal Mevzuat, Politikalar ve Teşvikler

1. Yasal Mevzuat (Özet bilgi)

Türkiye, özellikle yüksek talep artışının karşılanması, yeterli yatırımların yapılması ve verimliliğin artırılması için enerji sektöründe rekabete dayalı ve şeffaf bir piyasa yapısının oluşturulması yönünde adımlar atmaktadır. Bu hedef doğrultusunda, 2001 yılında yayımlanan 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile yeni üretim yatırımlarının özel sektör tarafından yapılması öngörülmüştür. Bunun yanı sıra 2001 yılında Doğal Gaz Piyasası Kanunu, 2003 yılında Petrol Piyasası Kanunu ve 2005 yılında LPG Piyasası Kanunu da yürürlüğe girmiştir.

Çıkarılan bu yasal düzenlemeler aynı zamanda AB iç enerji piyasasına Türkiye'nin entegrasyonuna da yardımcı olma özelliği taşımaktadır. 2005 yılında "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun"u, 2007 yılında "Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu" ile "Enerji Verimliliği Kanunu" yürürlüğe girerken, "Yerli Kömür Kaynaklarının Elektrik Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesine İlişkin Yasal Düzenleme" de aynı yıl çıkarılmıştır.

2008 yılında "Rüzgar Enerjisine Dayalı Lisans Başvurularının Teknik Değerlendirilmesi Hakkında Yönetmelik" çıkarılmıştır. Ayrıca 3213 sayılı Maden Kanunu'nda ve uygulama yönetmeliklerinde yeni düzenlemeler yapılmıştır. Özellikle Yenilenebilir Enerji ile ilgili Kanun'da AB uygulamaları ile de paralel şekilde alım garantisi ve bazı destekleme mekanizmaları yer almıştır.

YE ve EV Kanunları birbirine entegreli olarak düşünülmesi gereken iki ayrı düzenlemedir

Yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin olarak, serbestleştirilmiş enerji piyasalarında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini teşvik etmek üzere 29 Aralık 2010 tarihinde çıkarılan "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun" un temel amacı; yenilenebilir enerji kaynaklarının güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı salımlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç olan imalat sektörünün geliştirilmesidir.

Diğer taraftan; Enerjinin verimli kullanımı, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün azaltılması, enerji kullanımında verimliliğin artırılması ve çevrenin korunması amacıyla 2 Mayıs 2007'de çıkarılan 'Enerji Verimliliği Kanunu' ile enerji verimliliğini artırmak ve enerji tasarrufu sağlamak amacıyla, ulaşım, enerji, sanayi ve konut sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarını düşürmek ve kontrol etmek için gerekli önlemlerin alınması hedeflenmektedir.

Anahtar Not-4: Yeni yasa YE kaynaklarından elektrik üretimi tarife fiyatlarında yerli imalatı desteklemektedir, bölge bu fırsatı kullanmalıdır.

Yeni yürürlüğe giren 29/12/2010 tarihli "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" incelendiğinde yenilenebilir enerji sistemlerinin yurtiçinde gerçekleşen imalata yerli katkı ilavesi de yapılmaktadır. (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Tarife fiyatlarına yönelik durum¹

Yenilenebilir Enerji Kaynağı	Mevcut Alım Tarifesi ABD Doları cent/kWh	Eski Tasarıda Tarife € cent/kWh
Hidroelektrik	7,3	5,5
Rüzgar/Kara	7,3	5,5
Rüzgar/Deniz	7,3	5,5
Jeotermal	10,5	5,5
Güneş/Termal/Fotovoltaik	13,3	5,5
Biyokütle	13,3	5,5

Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)
A- Hidroelektrik üretim tesisi	1- Türbin	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
B- Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Kanat	0,8
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3- Türbin kulesi	0,6
	4- Rotor ve nasel gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç.)	1,3
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	2- PV modülleri	1,3
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	4- İnvertör	0,6
	5- PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme	0,5
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Radyasyon toplama tüpü	2,4
	2- Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	3- Güneş takip sistemi	0,6
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	5- Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	6- Stirling motoru	1,3

¹ Türkyılmaz, O., Enerji sektörünü yeniden düzenlemeye yönelik yasalar şeffaf biçimde hazırlanmalıdır, 6 Temmuz 2010 (http://www.enerjienergy.com/artikel.php?artikel_id=146)



	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6
E- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4- Buhar veya gaz türbini	2,0
	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	7- Kojenerasyon sistemi	0,4
F- Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Buhar veya gaz türbini	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7

Anahtar not sonu

2. Politika ve Stratejiler (Özet bilgi)

Dokuzuncu Kalkınma Planı; Enerji Altyapısının Geliştirilmesi başlığı altında:

Ekonomik kalkınmanın ve sosyal gelişmenin ihtiyaç duyduğu enerjinin; sürekli, güvenli ve asgari maliyetle temini temel amaçtır. Enerji talebi karşılanırken, çevresel zararların en alt düzeyde tutulması, enerjinin üretimden nihai tüketime kadar her safhada en verimli ve tasarruflu şekilde kullanılması esastır.

Enerji arz güvenliğinin artırılması amacıyla birincil enerji kaynakları bazında dengeli bir kaynak çeşitlendirmesine ve farklılaştırmasına gidilecektir. Üretim sistemi içinde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının azami ölçüde yükseltilmesi hedeflenecektir.

Vizyon 2023 belgesi sayfa 69:

Enerjide dışa bağımlılığın ve çevresel etkilerin azaltılması hedefleri açısından, yenilenebilir enerji kaynaklarından azami ölçüde yararlanılmalıdır. Bu kapsamda, hidrolik kaynaklarımızın değerlendirilmesi için gerçekleştirilmesi gereken teknolojik aşama, küçük hidroelektrik santral teknolojilerinin geliştirilmesidir. 1MW ve üzerindeki güç düzeylerinde ve ticari olarak yarışabilir rüzgar santralleri ile kırsal yörelerde ve mobil uygulamalarda kullanılacak rüzgar türbini / güneş pili hibrit santralleri geliştirilmesi; dönüşüm verimliliği yüksek ve ticari olarak yarışabilir fotovoltaik pillerin geliştirilmesiyle, yerel ve mobil uygulamalarda güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi de teknolojik hedefler arasındadır.

**Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu 10 Mart 2005 kararları, sayfa 50:**

Güneş enerjisi sistemlerinin geliştirilmesi temiz ve ucuz enerji üretimi, ekonomik kazanç, dışa bağımlılığın azaltılması, yüksek teknolojiye sahip bilgi toplumunun oluşturulması, küresel ısınmaya nihai çözümün bulunması açılarından da son derece önemli ve stratejik öneme sahiptir.

18 Mayıs 2009 tarih ve 2009/11 sayılı Yüksek Planlama Kurulu (YPK) Kararı olarak yayımlanan “Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi Belgesi”, Türkiye’nin uzun dönemli elektrik kaynak kullanım hedeflerini ortaya koymakta ve atılması planlanan adımları belirleyerek sektöre yol göstermektedir. Bu belgeye göre, üretim planlarında ve lisanslama işlemlerinde, yerli kaynakların payının kurulu güç içerisinde en az %70, üretimde ise en az %55 olması hedeflenmektedir. 4628 Sayılı kanun gereğince Bakanlık tarafından arz güvenliği konusunda Bakanlar Kurulu’na her yıl sunulacak raporda, belirtilen genel hedefe ulaşmak üzere aşağıda belirtilen enerji kaynakları bazında belirlenen hedeflerdeki gerçekleştirmeler değerlendirilecek, kaynaklar bazındaki hedefler gerek görülmesi halinde revize edilebilecektir.

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNDEKİ PAYI

Temel hedef yenilenebilir kaynakların elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının 2020 yılında en az %25 düzeyinde olmasının sağlanmasıdır. Bu bağlamda, yapılacak uzun dönemli planlamalarda aşağıdaki hedefler dikkate alınacak ve bu hedeflere ulaşmak üzere alınacak tedbirler ve uygulanacak mekanizmalar 2009 yılı sonuna kadar belirlenerek, yayımlanmıştır.

Hidroelektrik

Teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek tüm hidroelektrik potansiyeli 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretiminde kullanılacaktır. (Planlamalarda 2023 yılı hidroelektrik enerji kurulu gücü en az 30.000 MW olarak belirlenecektir.)

Rüzgar

Rüzgar enerjisi kurulu gücünün 2013 yılında 11.000, 2015 yılında 15.000, 2020 yılında en az 20.000 MW olması hedeflenecektir.

Jeotermal

Elektrik enerjisi üretimi için uygun olduğu belirlenen 600 MW’lık Jeotermal potansiyelimizin tümünün 2020 yılına kadar işletmeye alınacağı öngörülmektedir.

Güneş

31/12/2013 tarihine kadar iletim sistemine bağlanacak YEK Belgeli güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin toplam kurulu gücü 600 MW’dan fazla olamaz. 31/12/2013 tarihinden sonra iletim sistemine bağlanacak YEK Belgeli güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin toplam kurulu gücünü belirlemeye Bakanlar Kurulu yetkilidir.

Güneş enerjisi kullanımının artması halinde, başta ithal kaynaklar olmak üzere fosil yakıtların payı azaltılacaktır.



Diğer yenilenebilir kaynaklar

Üretim planlamaları, teknolojik gelişmelere, mevzuat düzenlemelerine bağlı olarak diğer yenilenebilir enerji kullanım potansiyelindeki gelişmeleri dikkate alarak hazırlanacak, bu kaynakların kullanımının artması halinde, başta ithal kaynaklar olmak üzere fosil yakıtların payı azaltılacaktır.

YERLİ LİNYİT VE TAŞ KÖMÜRÜ

Afşin- Elbistan yöresinde bulunan linyit kaynaklarının 2023 yılına kadar, diğer linyit kaynaklarının ise 2018 yılına kadar elektrik enerjisi üretim amacıyla kullanımını öngörülmektedir. Bu hedefe ulaşmak üzere alınacak tedbirler ve uygulanacak mekanizmalar 2009 yılı sonunda belirlenerek yayımlanmıştır.

NÜKLEER ENERJİ

Elektrik enerjisi üretimi içerisinde nükleer santrallerin payının 2020 yılına kadar asgari %8, 2030 yılına kadar ise %20 olması hedeflenecektir.

DOĞAL GAZ

Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için alınacak tedbirler sonucunda, elektrik üretiminde doğal gazın payının 2020 yılına kadar %30'un altına düşürülmesi hedeflenecektir (Bu bağlamda kurulu gücü 500 MW üzerinde olan doğal gaz santral lisans başvuruları, en geç 2014 yılında işletmeye girmeleri koşulu ile kabul edilecek, bu belgedeki ilgili madde kapsamında yapılacak revizyonlarla değiştirilmediği takdirde, bu tarihten sonra işletmeye girmek üzere başvuran doğal gaz santralleri kurulu güçleri her bir santral için en fazla 500 MW, yıllık lisans miktarı ise en fazla 1.000 MW ile sınırlandırılacaktır).

İTHAL KÖMÜR

Yerli ve yenilenebilir kaynakların kullanımında sağlanacak gelişmeye bağlı olarak, elektrik üretiminde kullanılarak yapılan üretim içerisinde ithal kömür payı arz güvenliği ve dışa bağımlılık oranı açısından değerlendirilerek tespit edilecektir.

3. Teşvik ve Krediler (Özet bilgi)

Yasal mevzuata dayalı teşviklere yönelik bilgiler aşağıda verilmiştir:

4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında;

Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı, kurulu gücü azami beş yüz kilovatlık üretim tesisi kuran gerçek ve tüzel kişilere, lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muafiyet verilmiştir.



Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği kapsamında;

Lisans almak için başvuruda bulunan tüzel kişilerden lisans alma bedelinin sadece yüzde biri alınmaktadır.

Lisanslara derç edilen tesis tamamlanma tarihini izleyen ilk sekiz yıl süresince yıllık lisans bedeli alınmamaktadır.

Yerli doğal kaynaklar ile yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerine, TEİAŞ ve/veya dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiler tarafından, sisteme bağlantı yapılmasında öncelik tanınmaktadır.

Diğer teşvik mekanizmaları kapsamında;

Orman vasıflı olan veya Hazinesinin özel mülkiyetinde ya da Devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan taşınmazlardan bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi yapılmak amacıyla tesis, ulaşım yolları ve şebekeye bağlantı noktasına kadarki enerji nakil hattı için kullanılacak olanlara Çevre ve Orman Bakanlığı veya Maliye Bakanlığı tarafından bedeli karşılığında izin verilir, kiralama yapılır, irtifak hakkı tesis edilir veya kullanma izni verilmektedir.

31/12/2012 tarihine kadar devreye alınacak tesislerden, ulaşım yollarından ve şebekeye bağlantı noktasına kadarki enerji nakil hatlarından yatırım ve işletme dönemlerinin ilk on yılında izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine yüzde seksenbeş indirim uygulanmakta, Orman Köylüleri Kalkındırma Geliri, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Geliri alınmamaktadır.

Dünya Bankası tarafından Yenilenebilir Enerji Sektörüne yönelik Türkiye'ye sağlanan kredilere yönelik bilgiler aşağıda verilmiştir:

Dünya Bankası ile ortak yürütülen yenilenebilir enerji kaynaklarına kredi sağlanmasına yönelik uygulama neticesinde 2004-2009 yılları arasında; TSKB ve TKB tarafından 1 rüzgar, 4 jeotermal ve 16 hidroelektrik santral projesi olmak üzere toplam 21 projeye yaklaşık 203.869.133 \$ kredi sağlanmıştır. Bu projelerin toplam kurulu gücü 585 MW' dır.

28 Mayıs 2009 tarihinde Dünya Bankası İcra Direktörleri Kurulu tarafından onaylanan Özel Sektör Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Projesi'nin, "Kredi ve Garanti Anlaşmaları" 9 Haziran 2009 tarihinde imzalanmış ve ülkemize Dünya Bankasından yenilenebilir enerji konusunda 600 milyon dolar kredi sağlanmıştır. Bu kredinin 500 milyon doları Dünya Bankasından, 100 milyon doları Temiz Teknoloji Fonundan karşılanacaktır. Projede, enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması ve enerji verimliliği yatırımlarının desteklenmesi suretiyle elektrik arz güvenliğinin sağlanması hedeflenmektedir.

Dünya Bankası (DB) ve Temiz Teknoloji Fonu Kredileri Temel Çerçevesi:

Kredi için gerekli koşullar

Özel Sektör tarafından gerçekleştirilecek Yenilenebilir Kaynaklara dayalı enerji üretim yatırımları ve enerji verimliliği sağlayan yatırımların mal, hizmet, inşaat giderleri ve bunlara ilişkin danışmanlık hizmetlerinin finansmanıdır. Krediden yararlanabilmek için gerekli koşullar aşağıda verilmiştir:

a) Yatırımcının Anonim Şirket olması



- b) Proje konusunun, “Yenilenebilir Enerji” ve “Enerji Verimliliği” tanımlarına uyması;
- c) Türkiye Çevre Mevzuatı ile Dünya Bankası Çevre Politikasına uygun olması,
- d) İlgili Kurullarca getirilen düzenlemeler sonucu bulundurulması gereken tüm izin ve belgelere sahip olması

Proje türleri ve finans katkı oranları

- a) Ticari Amaçlı Yenilenebilir Enerji (TTF katkısı %0, DB %100)
- b) Yeni Yenilenebilir Enerji teknolojileri (TTF katkısı maksimum %20, DB %80-100)
- c) Enerji Verimliliği (TTF katkısı maksimum %15, DB %85-100)

Diğer

Finanse edilecek yatırım kalemleri: yatırım amaçlı tesis ve ekipman, mal, hizmet alımı ve inşaat işleri

Finansal kiralama süresi: en az 4 yıl

DB aracılığıyla destelenecek krediler: En az 1 yılı geri ödemesiz dönem olmak üzere en az 4 yıl

TTF aracılığıyla destelenecek krediler: en az 1 yılı geri ödemesiz dönem olmak üzere en az 7 yıllık bir vade



YARARLANILAN BAZI DİĞER KAYNAKLAR

Aktacir, M.A., Işiker I., Yeşilata B., “Fotovoltaik Güç ile Çalışan Bir DC-Buzdolabı Sisteminin Deneysel İncelenmesi”, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi 30. Yıl Sempozyumu, 16-17 Ekim 2008, Adana.

Aktacir, M.A., Işiker, Y., Yeşilata, B., “Bir Fotovoltaik Pompa Sisteminin Deneysel İncelenmesi“, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi 30. Yıl Sempozyumu, 16-17 Ekim 2008, Adana.

Aktacir, M.A., Işiker, Y., Yeşilata, B., ve Hilali İ., “Tarımsal Uygulamalarda Yenilenebilir Enerjinin Kullanılması, Uluslararası Katılımlı Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliği Sempozyumu ve Mermercilik Şurası Sempozyum (UDUSIS 2010) bildiriler kitabı sayfa 521-527, 24-26 Mayıs 2010, Diyarbakır.

Aktacir, M.A., Yeşilata B., "Harran Üniversitesi Kampus İçerisinde Fotovoltaik Sistem Uygulamaları", Tesisat Mühendisliği, sayı 111, sayfa 41-46, 2009

Aktacir, M.A., Yeşilata B., Işiker I., “Fotovoltaik-Rüzgar Güç Sistemleri Uygulaması”, Yeni Enerji Yenilenebilir Enerji Teknolojileri, sayı 3, sayfa 56-62, Mart-Nisan 2008.

Atay,Ü., Işiker,Y. Yeşilata B., Fotovoltaik Güç Destekli Mikro Sulama Sistemi Projesi -1: Genel Esaslar, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu bildiriler kitabı, sayfa , 19- 21 Haziran 2009, Diyarbakır.

Atay,Ü., Işiker,Y. Yeşilata,B., Fotovoltaik Güç Destekli Mikro Sulama Sistemi Projesi-2: Simülasyon Çalışması, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu bildiriler kitabı, sayfa 19- 21 Haziran 2009, Diyarbakır.

Beşli, N., Aktacir, M.A.,ve Yeşilata B., “Fotovoltaik Panellerin Gerçek Arazi Koşullarında ”, Mühendis ve Makina, sayı 601, sayfa 21-28, Şubat 2010.

Beşli, N., Aktacir, M.A.,ve Yeşilata B., “Atmosferik Koşullarda PV Panel Testi İçin Özgün Bir Düzenek”, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi 30. Yıl Sempozyumu, 16-17 Ekim 2008, Adana.

Beşli, N., Aktacir, M.A.,ve Yeşilata B., “Kampus İçerisinde Şebekeye Entegreli Bir Fotovoltaik Elektrifikasyon Sisteminin Enerji Verilerinin Analizi”, ULIBTK’09-17. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi bildiriler kitabı, 24-27 Haziran 2009, Sivas.

Hilali, İ., Aktacir, M.A., Yeşilata B., “Fotovoltaik -Yakıt Pili Birleşik Sisteminin Deneysel İncelenmesi”, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu (YEKSEM-2009) bildiriler kitabı, 19-20 Haziran 2009, Diyarbakır.

Yeşilata B., Mutlu, İ.H., Aktacir, M.A., " Fotovoltaik Enerji Teknolojilerinin Kampüse Entegrasyonu Ve Ar-Ge Çalışmaları", 1. Temiz Enerji Kurultayı bildiriler kitabı, sayfa 35-42, Hacettepe Üniversitesi, 15-17 Ekim 2008, Ankara.

Yeşilata B., Mutlu, İ.H., Aktacir, M.A., “Fotovoltaik Güç ve Harran Üniversitesi Temiz Enerjili Kampüs Entegre Projesi-1: Stratejik Esaslar”. 4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu – YEKSEM2007 (Ekim 31 - Kasım 1-2, 2007: Gaziantep) Bildiriler Kitabı, sayfa 76-81, 31 Ekim- 2 Kasım 2007, Gaziantep.

Yeşilata B., Mutlu, İ.H., Aktacir, M.A., “Fotovoltaik Güç ve Harran Üniversitesi Temiz Enerjili Kampüs Entegre Projesi-2: Ön Çalışmalar ve Sonuçları”. 4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu – YEKSEM2007 (Ekim 31 - Kasım 1-2, 2007: Gaziantep) Bildiriler Kitabı, sayfa 71-75, 31 Ekim- 2 Kasım 2007, Gaziantep.

Yeşilata, B., Aydın, M., Işiker, Y., 2006. Küçük Ölçekli Bir PV Su pompalama Sisteminin Deneysel Analizi, Makina Mühendis Dergisi, sayı 553, sy. 31-38.

HEDEF VE STRATEJİLER



Bölgesel YE Fırsatları ve Vizyon

Yenilenebilir Enerji teknolojileri kullanım ve üretiminin TRC-2 Bölgesi'nde ön plana çıkmasının farklı nitelik ve kapsamlarda zincirleme faydalarının olması beklenmektedir. Somut olarak; bölgedeki üretim maliyetlerinin düşürülmesi, yeni istihdam alanlarının ortaya çıkması, enerji ihtiyacının yerel olarak karşılanma oranının artması, kurumsal kapasitenin, teknik altyapının ve araştırma imkânlarının gelişmesi, tarımsal üretimin büyümesi suretiyle tarımsal maliyetlerin düşmesi ve sosyo-ekonomik göstergelerin iyileşmesi gibi nihai etkileri söz konusu olacaktır. Aşağıda kısaca değinildiği üzere, bölgede mevcut zemin ve koşullar bu ihtiyacı tetikler niteliktedir.

1) Kullanılmaya hazır yüksek yenilenebilir enerji potansiyeli bir fırsattır.

Başta TRC-2 Bölgesi illeri olmak üzere, GAP Bölgesi; hali hazırda yenilenebilir enerjideki çeşitlilik ve zengin potansiyeli ile dünyada sayılı şanslı bölgelerden biridir. Örneğin, mevcut kurulu tesisleri ve belirlenmiş potansiyeli ile Türkiye'nin hidrolik enerjideki en önemli ve ağırlıklı bölgesidir. Güneş enerjisi ise bu bölgenin ve dolayısıyla Türk enerji sektörünün yükselen değeri olmaya adaydır. Tarımsal atıklar ve hayvancılık potansiyeli (örneğin Ceylanpınar) düşünüldüğünde biyokütleinin modern yöntemlerle enerji açısından kullanımında da öncü olabilecek önemli bir değere sahiptir. Ege Bölgesi ile kıyaslanacak seviyede olmasa bile, bölgenin bazı yüksek alanları için (örneğin Şanlıurfa-Siverek) rüzgâr enerjisinden ve bazı jeolojik alanları (örneğin Şanlıurfa-Karaali ve Diyarbakır-Çermik) için jeotermal enerjiden bahsedilebilmektedir. Bölge'nin potansiyeli bugüne kadar etkin bir şekilde kullanılamamış olsa da artık bu konuda hızlı bir ivme yakalamaya hazır bir ortam mevcuttur.

2) İşgücüne katılım oranlarındaki dezavantajın giderilmesi için bir fırsattır.

GAP Bölgesi'ndeki işgücüne katılım oranları; Türkiye'nin diğer bölgelerine oranla oldukça düşüktür. TÜİK tarafından yapılmış olan Hane Halkı İşgücü Anketi (2006) sonuçlarına göre Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kadınların işgücüne katılım oranları %6,5'tir. Bölge nüfusu Türkiye nüfusunun yaklaşık %10'u olmasına rağmen, bölgesel GSYİH geleneksel olarak ulusal GSYİH'nın %6 ila %7'sini oluşturmuştur. Dolayısıyla, Bölge'de kişi başına düşen gelir, Türkiye'nin diğer bölgelerinin birçoğuna kıyasla düşüktür. Bölge'deki üretimin büyük bir kısmı, değer zincirlerinin düşük katma değerli kısımlarına yoğunlaşmıştır. YE sektörü bölgedeki tarım, tekstil, turizm gibi yoğun diğer sektörlerle entegre edilerek katma değeri yüksek ürünler için bir fırsat olacaktır.



3) Sosyo-ekonomik gelişmişlik endeksindeki dezavantajın giderilmesi için bir fırsattır.

GAP Bölgesi sosyal ve ekonomik açıdan Türkiye'nin en sıkıntılı bölgelerinden birisidir. DPT tarafından yayımlanmış olan sosyo-ekonomik gelişmişlik endeksine göre; TRC-2 Bölgesi en az gelişmiş beş alt bölgeden biridir. YE potansiyelinin yüksekliği; bölgede gelişmişlik düzeyini arttırmak için önemli bir fırsat arz etmektedir.

4) Elektrik Şebekelerindeki yüksek kayıp/kaçak oranı sorununun çözümü için bir fırsattır.

TRC-2 Bölgesi; elektrik kullanımında Kayıp/Kaçak oran ve miktarları bazında Türkiye'deki iller içerisinde ilk sıralarda yer almaktadır. Kayıp/Kaçak oranlarındaki yüksekliğin temel nedenleri arasında yüksek gerilim hatlarındaki teknik kayıplar yanında, bölgede sulama sektöründeki aşırı enerji tüketiminin getirdiği yasal olmayan kullanımlar da söz konusudur. Özellikle, sulama dahil diğer sektörlerle yönelik, dağıtık/bağımsız YE sistemlerinin geliştirilmesi bu sorunu büyük ölçüde önleyebilecektir.

Bu doğrultuda; bölgesel yenilenebilir enerji kalkınma vizyonunun belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Aşağıda tanımlanan bu vizyon; bölgeye özgün, sürdürülebilir ve anlamlı bir rekabet pozisyonu kazandırabilmek ve bu sayede bölge nüfusuna daha iyi iş ve daha fazla refah sağlayabilmek amacıyla, ulusal plan ve programlara uyumlu, entegre yaklaşımları bütünü, kapsayacak şekilde belirlenmiştir.

Vizyon: Ortadoğu'nun Yenilenebilir Enerji Üssü Olmak

Doğal, tarihi, sosyal ve kültürel zenginliği ve çeşitliliği ile hali hazırda Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin cazibe ve ticaret merkezleri olan Diyarbakır ve Şanlıurfa'nın; gelecekte Ortadoğu'nun Yenilenebilir Enerji Üssü haline gelmeleri.

Bu iddialı fakat anlamlı vizyonun gerçekleşmesi yönünde seçilen temel hedefler ve uygulanacak stratejiler aşağıda belirtilmiştir.



Temel Hedef ve Stratejiler

TEMEL HEDEF 1 : TÜM KESİMLERİ İÇİNE ALACAK TÜMDEN FARKINDALIK VE TÜMDEN İSTİHDAM OLANAĞI OLUŞTURMAK

STRATEJİLER

S-1.1. Birinci kademedan başlayarak ilköğretim okulları seviyesinde eğitim dokümanları hazırlanması, eğitimcilerin eğitimi programı oluşturulması, pilot olarak seçilecek okul binalarında yenilenebilir enerji sistem uygulamalarının gerçekleştirilmesi

S-1.2. Halka açık yenilenebilir enerji yarışma ve şenliklerinin düzenlenmesi; özel meslek ve örgütleri için (örneğin çiftçi, sulama birlikleri) pilot yenilenebilir enerji uygulamaları geliştirilmesi ve teknik gezi programları düzenlenmesi

S-1.3 Ara elemanlar başta olmak üzere nitelikli insan gücü yetiştirilmesi için başta endüstri meslek liseleri ve çıraklık okulları olmak üzere orta öğretim seviyesinde uygulamalı eğitim programları uygulanması

S-1.4. Yenilenebilir enerji teknolojileri alanında çalışacak ara eleman yetiştirilmesi için başta meslek yüksek okulları olmak üzere üniversite bünyesinde uygulamalı eğitim programları oluşturulması

S-1.5. Yenilenebilir enerji alanındaki ürün ve sistemlerin dijital ortamda tasarım ve modellenmesine yönelik başta mühendis adayları olmak üzere eğitim ortamının ve programlarının oluşturulması

S-1.6. İş bulma açısından bölgede dezavantajlı konumda bulunan gruplara (özürlüler, kadınlar) yönelik istihdam şansı yüksek olan yenilenebilir enerji uygulamalarına yönelik uygulamalı eğitim programlarının düzenlenmesi

S-1.7. Şehir merkezlerinde valilik, belediye ve kamu kuruluşları bünyesinde küçük ölçekli yenilenebilir enerji destekli uygulamaların (cadde, park, bahçe aydınlatma, ışıklı reklam panoları, trafik işaret ve sinyalleri) bölgedeki tedarikçi ağları ile yaygınlaştırılması

S-1.7. Bölgede şehir merkezinden uzak kırsal alanlara yönelik uygulama ve iş eğitimi seferberliğinin başlatılması (güneş ocakları, siyah hortumlu sıcak su ısıtıcıları, PV aydınlatma, PV buzdolabı, mikro rüzgar türbini uygulamaları, montaj ve bakımı)

**TEMEL HEDEF 2: YENİLENEBİLİR ENERJİ KONUSUNDA BÖLGEDE BİLİMSEL, KURUMSAL VE TEKNOLOJİK KAPASİTEYİ ARTTIRMAK****STRATEJİLER**

S-2.1. Başta güneş enerjisi (termal ve fotovoltaik) ve rüzgâr enerjisi (özellikle küçük ölçekte ve şebekeden bağımsız modeller) olmak üzere yenilenebilir enerji alanlarında bilimsel araştırmalar yapacak ve bu araştırmaları sanayi uygulamalarına dönüştürecek bir merkezin (örneğin bu amaca yönelik olarak 2011 yılında kurulacak olan GAP-YENEV: GAP Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Merkezi) ilave desteklerle uluslararası ölçekte geliştirilmesi

S-2.2. Bölgede yenilenebilir enerji alanında başvurulacak ve yürütülecek tüm sanayi Ar-Ge projelerinde GAP-YENEV ile işbirliği yapılarak merkezin sürekli işlerliğinin temini

S-2.3. Karacadağ Kalkınma Ajansı Güdümlü Proje Desteklerinde Merkezin Sanayiye Yönelik Ar-Ge altyapısını güçlendirici konulara öncelik tanınması

S-2.4. Bölgedeki üniversitelerin yenilenebilir enerji konusunda, gelişmiş ulusal ve uluslararası araştırma kurumları, üniversite ve enstitülerle ilişkilendirilmesi ve ortak projeler geliştirilmesi

S-2.5. Bölgede TÜBİTAK-MAM benzeri, direkt yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği teknolojisi konularına odaklanmış ileri teknoloji hedefli ulusal bir araştırma merkezi veya GAP-YENEV bünyesinde bir laboratuvar birimi olarak kurulması

S-2.6. Bölgede EİE tarafından bir ölçüm ve araştırma istasyonunun/biriminin oluşturulması

S-2.7. Bölgedeki OSB'ler ya da Sanayi ve Ticaret Odası bünyelerinde sanayicilere yönelik Kolay Çözüm Merkezleri ya da Yenilenebilir Enerji Danışmanlık Merkezlerinin oluşturulması

S-2.8. Karacadağ Kalkınma Ajansı koordinasyonunda yenilenebilir enerji sektöründeki dinamik gelişmelere yönelik basılı dokümanların periyodik yayınlanması, güncel gelişme ve farklı teknoloji uygulamalarına yönelik odaklanmış raporların hazırlanması ve her kesimden kullanıcıya yönelik dinamik bir web portalının üniversite işbirliği ile tanzimi ve desteklenmesi



TEMEL HEDEF 3 : BÖLGENİN YENİLENEBİLİR ENERJİ EKİPMANLARININ ÜRETİMİNE YÖNELİK AR-GE ve REKABET GÜCÜNÜ ARTTIRMAK

STRATEJİLER

S-3.1. Bölgede ve komşu ülkelerde uygulama ve pazarlama potansiyeli yüksek olan güneş enerjisiyle sulama sistemine ait DC pompa başta olmak üzere katma değeri yüksek diğer bileşenlerin bölgede üretimine yönelik kümelenme ve teknoloji geliştirme platformlarının oluşturulması

S-3.2. Bölgede ve komşu ülkelerde uygulama potansiyeli yüksek, güneş enerjisiyle buhar üretimi amaçlı parabolik çukur kolektör sistem ve bileşenlerinin üretimi ve testine yönelik, teknolojik Ar-Ge altyapısının oluşturulması

S-3.3. Güneş enerjisinden elektrik üretimi amaçlı Stirling Motor üretimi konusunda Üniversite-Sanayi İşbirliği Platformunun geliştirilmesi

S-3.4. Biyogaz tesislerine yönelik yan sanayi bileşenlerinin üretimi ve montajına yönelik yatırımların desteklenmesi

S-3.5. Yüksek verimli mikro rüzgar türbini üretimine yönelik sanayi Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesi

S-3.6. Mikro-HES türbin üretiminde Temsan – Ostim – Bölge OSB'leri arasında ortak proje ve yatırımların desteklenmesi

S-2.6. Başta Jeotermal ısı pompası olmak üzere, güneş enerjisi destekli ısı pompası üretimine yönelik yatırımların desteklenmesi

S-2.7. Güneş enerjisi santrallerinin kurulumunda gerekli inşaat, montaj, veri izleme, bakım sektörünün geliştirilmesine yönelik yatırımların desteklenmesi

**TEMEL HEDEF 4: BÖLGEDE YOĞUNLUĞU BULUNAN ENDÜSTRİYEL SEKTÖRLERLE ENTEGRE YENİLENEBİLİR ENERJİ UYGULAMALARINI GELİŞTİRMEK****STRATEJİLER**

S-4.1. Sürdürülebilir tekstil endüstrisi oluşturmak amacıyla tekstil fabrikalarında ihtiyaç duyulan sıcak su ve buharın üretimi için güneş enerjisi kaynaklı olanakların değerlendirilmesi

S-4.2. Tam organik gıda üretimi için; sulamada güneş enerjili pompa, kurutmada güneş enerjili kurutucu kullanımına geçiş olanaklarının değerlendirilmesi

S-4.3. Eko-Turizm cazibesi oluşturabilmek amacıyla konaklama tesisleri ve otellerde güneş enerjisiyle ısıtma ve soğutma seçeneklerinin değerlendirilmesi

S-4.4. Güneş ve rüzgar enerjisiyle çalışan sulama pompalarının tarım sektöründeki kullanımının artırılmasına yönelik çalışmalar yürütülmesi

S-4.5. Başta tarımsal atıklar (pamuk, buğday ve fıstık kabuğu artıkları vb.) olmak üzere, katı atıklardan (çöp) yararlanarak elektrik üretimi olanaklarının incelenmesi ve değerlendirilmesi

S-4.6. 1000 büyükbaş ve üzeri sayıda tesisler belirlenerek hayvansal atıklardan biyogaz ya da elektrik üretimi projelerinin ilave teşviklerle hayata geçirilmesinin sağlanması



TEMEL HEDEF 5: BÖLGEYE ULUSAL VE ULUSLARARASI PAZARDAN YATIRIMCI ÇEKMEK

STRATEJİLER

S-5.1. Bölge'nin gerçek güneş enerjisi potansiyelinin tespit edilmesi için çok noktalı ve arazi bazlı ışıyım ölçümlerinin yapılarak bölgeye özel güneş atlası hazırlanması ve verilerin analizi

S-5.2. Bölge'nin küçük ve orta ölçekli rüzgar enerjisi uygulamalarına yönelik potansiyelinin tespit edilmesi için arazi bazlı rüzgar hızı ölçümlerinin yapılarak bölgeye özel rüzgar atlası hazırlanması ve verilerin analizi

S-5.3. MTA tarafından uzun yıllardır gerçekleştirilemeyen bölgesel jeotermal kaynak potansiyel çalışmalarının başlatılması

S-5.4. EİE tarafından henüz başlatılamayan mikro-HES uygulama potansiyelinin belirlenmesi

S-5.5. Bölgede Yenilenebilir Enerji alanında tasarım ve danışmanlık hizmetleri sunacak şirketlerin kuruluşlarının ve sürdürülebilirliğinin desteklenmesi

S-5.6. Kırsal bölge teknolojilerine yönelik fırsat ve pazar potansiyelinin belirlenmesi ve tanıtımına yönelik kamu-sanayi-üniversite işbirliğinin geliştirilmesi

S-5.8. Bölgedeki teknoparklara yönelik altyapının uluslararası şirketleri cezbedecek nitelikte hızlı ve nitelikli internet, medya ve Ar-Ge olanakları ile teşkili ve işletimi

S-5.9. TRC-2 Bölgesi'nde OSB alanları ve üniversite kampüsleri başta olmak üzere temiz enerjili üretim ve yaşam alanları konusunda özgün uygulama modelleri oluşturulması



SONSÖZ

TRC-2 Bölgesi Yenilenebilir Enerji Üssü olma vizyon ve fırsatlarını;

- 1) Kırsal alan teknolojilerine yönelik kampanyalar (örneğin 1.000 köye 1.000 güneş enerjili sulama, 1.000 sağlık ocağına 1.000 PV-Buzdolabı, 1.000 gecekonduya, 1.000 PV-aydınlatma gibi) vasıtasıyla,
- 2) Bölge sanayi alanlarına yönelik özgün temiz enerji üretimi yaklaşımı (örneğin OSB bünyesinde 10 MW gücünde termal güneş santrali kurulumuyla hem elektrik hem de tekstil sektörü buhar ihtiyacını karşılayacak şekilde) ile,
- 3) Yenilenebilir enerji sektöründe bakir bir alan olan yan sanayi konusunda akılcı girişimlerle (örneğin Türkiye'nin ilk güneş santrali olacak Birecik Güneş Enerjisi santralindeki tüm sehpa/metal iskelet imalatı, montajı ve kablolarına yönelik hazırlıklarla başlayarak bu yönde sektör geliştirmek suretiyle),
- 4) Dağıtık (şebekeden bağımsız) güç sistemlerine yönelik akıllı iletim hattı teknolojisi gibi bakir bir alana yoğunlaşarak küçük ve orta ölçekli yenilenebilir enerji uygulamalarını henüz teknoloji ve şebeke yasası açısından çok gerilerde olan komşu ülkelere (örneğin Suriye ve Irak) ihraç etmek suretiyle,
- 5) Yenilenebilir enerji yazılım sektörü gibi bakir bir alanda (örneğin Harran Üniversitesi'nde yakında hizmete girecek tasarım ve inovasyon amaçlı bilgisayar merkezini kullanarak) yetiştirecek nitelikli elemanların sanal ağ üzerinden iş almaları suretiyle,
- 6) Kırsal alanda modern yaşam ve konaklamayı teşvik amaçlı güneş köyü, güneş çiftliği gibi entegre uygulamalar vasıtasıyla,
- 7) Tam organik tarım ürünleri, temiz enerjili ve sıfır karbonlu tekstil ürünleri ve eko-turizm gibi bölgenin sürükleyici sektörlerinin katma değerini birkaç kat arttıran, yenilenebilir enerji entegre çözümlerini tüm dünyada markalaştırmak suretiyle,

bir talep piyasası oluşturarak, sadece Şanlıurfa ve Diyarbakır illerinde değil tüm GAP Bölgesi'nde ekonomik bir sıçrama gerçekleştirmesi mümkündür. Bu sayede ülke standartları ortalamasını yakalayabildiği gibi, tüm dünyada gelişmekte olan bölgeler arasında öncü ve örnek bir model kurabilecek, tersine göç gibi hayalleri zorlayan bir mucizeyi oluşturabilecektir.

Yenilenebilir Enerji Sektörü ile birlikte, bu sektörü tamamlayıcı konumda bulunan Enerji Verimliliği ve Karbon Emisyonu sektörlerinin ortak noktalarından en çarpıcı olanı ise; 'her üç sektörün de günümüzde en fazla yatırım yapılan ve istihdam oluşturan sektörler' pozisyonunda bulunmalarıdır.

Sonsöz bitimi



VİZYONUMUZ

"Doğal ve kültürel mirasını koruyarak turizm potansiyelini değerlendiren, kaynaklarını üretim ve istihdama dönüştürerek yaşam kalitesini artıran, Ortadoğu'nun gelişen ticaret merkezi Diyarbakır-Şanlıurfa Bölgesi"



"Yatırımlarınız İçin Doğru Anahtar"

KARACADAĞ KALKINMA AJANSI
Selahattini Eyyubi Mah. Urfa Bulvarı
No:15/A 21080 Bağlar / DIYARBAKIR
Telefon: (0412) 237 12 16-17
Faks: (0412) 237 12 14
e-posta: info@karacadag.org.tr
www.karacadag.org.tr

ŞANLIURFA YATIRIM DESTEK OFİSİ
Şanlıurfa İl Özel İdare Binası Zemin Kat
Paşabağı Mah. Adalet Cad. No:7/A ŞANLIURFA
Telefon: (0414) 314 98 03-04
Faks: (0414) 314 98 05
e-posta: urfaydo@karacadag.org.tr
www.karacadag.org.tr
www.investinurfa.org.tr