



TRAZ BÖLGESİ

YEŞİL ENERJİ KAYNAKLARI SEKTÖR RAPORU



TRAZ BÖLGESİ

YEŞİL ENERJİ KAYNAKLARI SEKTÖR RAPORU

HAZIRLAYAN

Muhammed Alperen YEŞİL
Uzman / Elektrik Elektronik Müh.



Ocak 2015



T.C. SERHAT KALKINMA AJANSI

Ortakapı Mah. Atatürk Cad. No: 117 KARS - TÜRKİYE

Tel: +90 474 212 52 00 **Fax:** +90 474 212 52 04

e-mail: info@serka.gov.tr **web:** www.serka.gov.tr

Grafik Tasarım ve Baskıya Hazırlık

Tel: 0212 234 99 83

www.soliva.com.tr



İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	4
GRAfİKLER	5
HARİTALAR.....	6
RESİMLER.....	6
KISALTMALAR.....	7
SUNUŞ	8
GİRİŞ	9
1. DÜNYA ve TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ	11
2. TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ.....	16
3. YENİLENEBİLİR ENERJİ MEVZUATI.....	18
4. GÜNEŞ ENERJİSİ.....	23
4.1. DÜNYADA GÜNEŞ ENERJİSİ.....	23
4.2. TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİ.....	26
4.3. TRA2'DE GÜNEŞ ENERJİSİ	30
5. RÜZGÂR ENERJİSİ.....	46
5.1. DÜNYADA RÜZGÂR ENERJİSİ.....	47
5.2. TÜRKİYE'DE RÜZGÂR ENERJİSİ.....	48
5.3. TRA2 BÖLGESİNDE RÜZGÂR ENERJİSİ	49
6. BİOKÜTLE ENERJİSİ	55
6.1. DÜNYADA BİOKÜTLE ENERJİSİ	57
6.2. TÜRKİYE'DE BİOKÜTLE ENERJİSİ	57
6.3. TRA2 BÖLGESİ İLLERİ BİOKÜTLE POTANSİYELİ.....	59
7. JEOTERMAL ENERJİ	67
7.1. DÜNYADA JEOTERMAL ENERJİ	67
7.2. TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ	68
7.3. TRA2 BÖLGESİNDE JEOTERMAL ENERJİ	71
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	76
9. YARARLANILAN KAYNAKLAR	78

TABLolar

Tablo 1 Türkiye Yıllara Göre Elektrik Enerjisi Görünümü (gWh)	16
Tablo 2 Yakıt Cinslerine Göre Elektrik Üretimi Kurulu Güçleri mW	16
Tablo 3 Yenilebilir Kaynaklarla Doğrudan ilgili Mevzuatlar	19
Tablo 4 5346 No'lu Kanun Kapsamında Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi ve Uygulanacak Fiyatlar	20
Tablo 5 Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat ve Yerli Katkı İlavesi	20
Tablo 6 Ağrı Patnos İlçesi Güneş Enerjisi Yatırım ve Verimlilik Analizi	34
Tablo 7 Ardahan Merkez İlçe Güneş Enerjisi Yatırım ve Verimlilik Analizi	39
Tablo 8 Iğdır İlçesi Güneş Enerjisi Yatırım ve Verimlilik Analizi	42
Tablo 9 Çeşitli Kaynaklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Verimi ve Metan Oranı	56
Tablo 10 Türkiye'de Kurulu Biyogaz İşletmeleri Kapasite Bilgileri	58
Tablo 11 Kars İli Yetişen Yem Bitkileri ve Yetiştirme Alanları	63
Tablo 12 Ardahan İli Yetişen Yem Bitkileri ve Yetiştirme Alanları	63
Tablo 13 Iğdır İli Yetişen Yem Bitkileri ve Yetiştirme Alanları	64
Tablo 14 Ağrı İli Yem Bitkileri Ekim Alanı, Miktarı	64



GRAFİKLER

Grafik 1 Dünyada Kullanılan Enerji Kaynakları (Milyon TEP)	11
Grafik 2 Dünya Elektrik Üretiminde Enerji Kaynaklarının Payı (trilyon KWh).....	12
Grafik 3 Dünya Geneli Enerji Kaynakları Kullanımı.....	12
Grafik 4 Dünya Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Kapasiteleri	13
Grafik 5 2003-2013 Yılları Arası Elektrik Enerjisi Üretimi (Termik, Hidrolik, Rüzgâr Jeotermal)	14
Grafik 6 Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Payı.....	14
Grafik 7 Kaynak Türlerine Göre Türkiye Enerji Üretim Oranları.....	17
Grafik 8 Dünya Güneş Enerjisi Kurulu Gücü 2004-2013.....	25
Grafik 9 Güneş Fotovoltaikleri Küresel Kapasitesi, Lider 10 Ülkenin Payları.....	26
Grafik 10 Güneş Enerjisiyle Su Isıtma Kapasitesi Sıralaması, Lider 10 Ülke 2014.....	26
Grafik 11 Türkiye ve Bazı Avrupa Ülkeleri Güneşlenme Süreleri (saat).....	27
Grafik 12 TRA2 Bölgesi İlleri, Sinop ve Antalya'nın Güneş Işınım Değerleri (kWh/m ² -gün)	31
Grafik 13 TRA2 Bölgesi İlleri, Sinop ve Antalya İllerinin Güneşlenme Süreleri (saat-gün)	32
Grafik 14 Ağrı ili Aylara Göre Güneş Işınım Değerleri (kWh/m ² -gün)	33
Grafik 15 Ağrı İlçeleri Aylık Güneş Işınım Değerleri (kWh/m ² -gün).....	33
Grafik 16 Ağrı İli İlçeler Güneşlenme Süresi (saat-gün).....	34
Grafik 17 Patnos İlçesi Simülasyon Sonuçları Aylara Göre Elektrik Üretimi (kWh)	35
Grafik 18 Ardahan İli Aylara Göre Güneş Işınım Değerleri (kWh/m ² -gün) ve Güneşlenme Süreleri (saat)	36
Grafik 19 Ardahan İlçeleri Aylık Işınım Değerleri (kWh/m ² -gün).....	37
Grafik 20 Ardahan İlçeleri Güneşlenme Süreleri (saat-gün).....	38
Grafik 21 Ardahan İli Aylık Işınım Değeri ve Güneşlenme Süreleri Karşılaştırması	38
Grafik 22 Ardahan İli Aylık Enerji Üretimi (kWh).....	40
Grafik 23 Iğdır İli Güneş Işınım Değerleri (kWh/m ² -gün)	40
Grafik 24 Iğdır İli Aylara Göre Güneşlenme Süreleri (saat)	41
Grafik 25 Iğdır İlçeleri Güneş Işınım Değerleri (kWh/m ² -gün)	41
Grafik 26 Karaman, Antalya, Van, Iğdır Güneşlenme Süreleri (saat-gün).....	42
Grafik 27 Iğdır İli Aylık Enerji Üretimi (kWh)	42
Grafik 28 Kars İli İlçeleri Güneş Işınım Değerleri (kWh/m ² -gün)	43
Grafik 29 Kars İli Aylık Güneş Işınım Değerleri (kWh/m ² -gün) ve Güneşlenme Süreleri (saat-gün).....	44
Grafik 30 Kars İli İlçeleri Aylık Güneş Işınım Değerleri (kWh/m ² -gün).....	44
Grafik 31 2000-2013 Dünya Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç (GW).....	47
Grafik 32 Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü İlk 10 Ülke (Gigawatt)	47
Grafik 33 Türkiye 2002-2013 Yılları Arası Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü	48
Grafik 34 Dünya Jeotermal Enerji İlk 10 Ülke Kurulu Güçler	67

RESİMLER

Resim 1 Selim İlçesi'nde Yapılan Biyogaz Tesisi Projesi.....	65
Resim 2 Alman Schmack Gmbh Firması Türkiye Temsilcisi Sn. Suat Karakuz'un Bölge Çiftçilerine Yönelik Yaptığı Sunum	65
Resim 3 Diyardin Kaplıcalarından Görünüm	74

HARİTALAR

Harita 1 Dünyada Güneş Işınımının Yüksek Olduğu Bölgeler	24
Harita 2 Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası	29
Harita 3 Avrupa Güneş Enerjisi Potansiyeli	30
Harita 4 Ağrı İli Global Radyasyon Değerleri ve Güneşlenme Süreleri (kWh/m ² -gün)	32
Harita 5 Ardahan İli Güneş Işınım Değerleri (kWh/m ² -yıl)	36
Harita 6 Ağrı İli Rüzgâr Potansiyeli Yüksek Alanlar ve Trafo Nakil Hatları.....	50
Harita 7 Ardahan İli Rüzgâr Potansiyeli Yüksek Alanlar ve Trafo Nakil Hatları.....	51
Harita 8 Iğdır İli Rüzgâr Potansiyeli Yüksek Alanlar ve Trafo Nakil Hatları.....	52
Harita 9 Kars İli Rüzgâr Potansiyeli Yüksek Alanlar	53
Harita 10 Türkiye'de Kurulu Biyogaz Santralleri	57
Harita 11 Türkiye İlçe Düzeyinde Büyükbaş Hayvan Sayısı	59
Harita 12 TRA2 Bölgesi Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Varlığı Endeks Haritası.....	61
Harita 13 Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları Haritaları	69
Harita 14 Türkiye Jeotermal Enerji Kaynaklar ve Uygulama Haritası	70



KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
CO ₂	: Karbondioksit
GEPA	: Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
gW	: Gigawatt
HES	: Hidroelektrik Santral
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
kWh	: Kilowatt saat
M/s	: Metre/saniye
MAM	: Marmara Araştırma Merkezi
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
mW	: Megawatt
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
REPA	: Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası
RİTM	: Rüzgâr Enerjisi Tahmin Merkezi
SERKA	: T.C. Serhat Kalkınma Ajansı
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TEP	: Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü
TRA2	: Ağrı, Kars, Iğdır ve Ardahan illerini kapsayan Düzey II Bölgesi
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	: T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları
GENSED	: Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği

SUNUŞ

Enerji sektörü ekonomik büyümede kalkınma sürecinin en önemli unsurlarından birisidir. Dünyada gün geçtikçe nüfusun artması, sanayi sektöründeki gelişmeler, artan petrol fiyatları vb. sebepler ülkelerin doğal kaynakları kullanım arayışı ve kendi enerjilerini üretme konusundaki taleplerini artırmaktadır. Enerji sektöründe gerek maliyet ve fiyat artışları, gerekse artan elektrik enerjisi talebi çerçevesinde birçok ülkede enerji arz güvenliğinin sağlanması konusunda yeni tedbirler alınmaktadır. Özellikle son 15 yılda, tükenen ve çevre kirliliğine sebep olan fosil yakıtlara alternatif olabilecek yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımlar dünya genelinde artış göstermiştir. Mevcut fosil yakıtların ömrünün sınırlı olması dünyadaki tüm ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmaya yöneltmektedir.

Dünyada ve ülkemizde son yıllarda enerji alanında yaşanan gelişmeler ışığında TRA2 Bölgesi'nde de hidroelektrik santral yapımına öncelik verilmekte, Aras havzasında bulunan önemli akarsularda gerek devlet gerekse özel teşebbüs aracılığıyla hidroelektrik santraller kurulmaktadır. Hidroelektrik santraller dışında son yıllarda Kars ve Ağrı illerinde biyogaz santrallerinin kurulmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda Kars ili Selim ilçesinde Türkiye'deki en büyük kurulu güce sahip olacak olan biyogaz santrali kurulum çalışmaları devam etmektedir. Biyogaz dışında özellikle Ağrı ili, güneş enerjisi ışınım değerleri bakımından yatırım yapılabilir seviyededir. Iğdır ili ise güneşlenme süresi açısından ülke genelinde ilk sıralarda gelmektedir. Ayrıca Bölge'de yoğun rüzgâr esintisine sahip alanlar mevcuttur. Söz konusu alanların yatırım yapılabilirliği, bu alanda yapılacak fizibilite çalışmalarıyla daha net anlaşılacaktır. Bölgenin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynağı potansiyelinin bilinirliğinin artırılmasıyla başta kırsal alandaki nüfus olmak üzere Bölgenin çehresini değiştirecek yatırımların olması kaçınılmazdır.

Bölgedeki yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut durumu hakkında farkındalık oluşturulması ve bölgenin günümüze kadar pek bahsi geçmeyen önemli bir potansiyelinin açığa çıkarılması amacıyla hazırlanan çalışmaya katkılarından ötürü Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği Yönetim Kurulu Üyesi Sayın Savaş YEŞİLTAS'a teşekkür eder, "TRA2 Bölgesi Yeşil Enerji Kaynakları" adlı raporun karar vericilere ve yatırımcılara yol göstermesini temenni ederim.

Doç. Dr. Hüsnü KAPU
Genel Sekreter



GİRİŞ

İnsan hayatının başlamasıyla enerjiye duyulan ihtiyaç da kendiliğinden ortaya çıkmıştır. Aydınlatmadan ulaşıma, ısınmadan pişirmeye, üretimden tüketime, iletişimden bilişime, vb. sayısız kullanım zenginliği ile enerji kullanımı, günümüz dünyasında sosyal ve ekonomik faaliyetlerimizin vazgeçilmez unsurudur.

Dünya genelinde üretilen enerjinin %85'i fosil yakıtlardan sağlanmakta ve bu durum ekosistemi bozarak iklim değişikliklerine sebep olmaktadır. Tüklenen ve çevre kirliliğine sebep olan enerji kaynakları yerine yeşil enerji kaynakları olarak adlandırılan güneş, rüzgâr, gelgit, biokütle ve jeotermal enerji kaynakları üzerine çalışmalara hız verilmiştir. Avrupa Birliği'ne göre yenilenebilir enerji kullanımı 10 yıl içerisinde iki katına çıktığı takdirde Avrupa'da karbondioksit emisyonunun her yıl 402 milyon ton azalacağı öngörülmektedir. Ayrıca 2014 yılında yapılan "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı'nın sonuç bildirgesinde "yenilenebilir enerji kaynakları tüketim payı, tüm enerji kaynakları içerisinde en az %25 olmalıdır" ifadesi yer almıştır.

Bu raporla özellikle son 15 yıllık süreçte dünyada ve ülkemizde önemi artan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik TRA2 Bölgesi'ndeki (Ağrı, Ardahan, Iğdır, Kars) yeşil enerji kaynaklarının mevcut durum tespitinin yapılması ve potansiyel teşkil eden alanların farkındalığının artırılması amaçlanmaktadır. Çalışma genelinde bölgede potansiyel teşkil eden Güneş, Rüzgâr, Biokütle ve Jeotermal enerji başlıklarının dünyada, Türkiye'de ve TRA2 Bölgesi'nde potansiyeli, kullanım alanları incelenerek bölgenin avantaj sağlayan yönleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Raporun ilk bölümünde dünyada ve Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik genel açıklayıcı bilgiler verilerek, bu alanda öne çıkan ülkeler ve 2023 hedefleri kapsamında ülkemizde planlanan çalışmalara yer verilmiştir. İkinci bölümde ülkemizde uygulanan yenilenebilir enerji mevzuatı ve teşvik sistemi incelenmiştir. Her bir yenilenebilir enerji kaynağı başlığı için sunulan destekleme mekanizması, devletin yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik güncel alım değerleriyle birlikte raporda yer almıştır. Raporun üçüncü bölümünde TRA2 Bölgesi illerinin biokütle potansiyeli genel hatlarıyla incelenmiştir. Son bölümde ise Ağrı ili Diyadin ilçesindeki jeotermal kaynağın geçmiş ve günümüzdeki kullanım durumu, ilçeye ve bölgeye olan katkısı üzerinde durulmuştur.



DÜNYA ve TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ

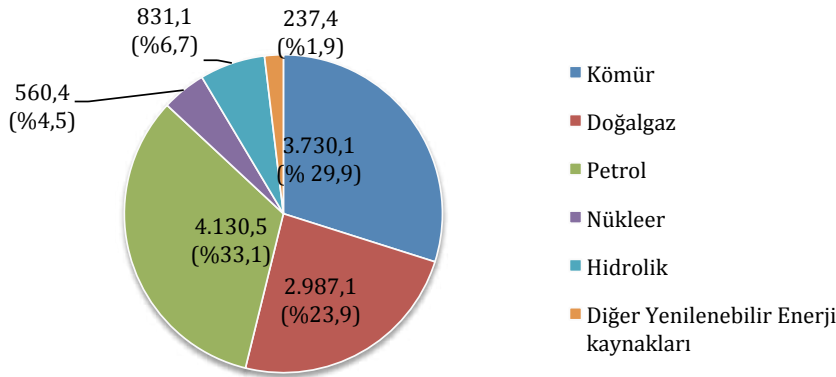


1. DÜNYA ve TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ

Yenilenebilir enerji kaynakları, yeryüzünde ve doğada çoğunlukla herhangi bir üretim sürecine ihtiyaç duymadan temin edilebilen, fosil kaynaklı (kömür, petrol ve karbon türevi) olmayan, elektrik enerjisi üretilirken CO₂ emisyonu az bir seviyede gerçekleşen, çevreye zararı ve etkisi konvansiyonel enerji kaynaklarına göre çok daha düşük olan, sürekli bir devinimle yenilenen ve kullanılmaya hazır olarak doğada var olan, hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git, hidrojen gibi enerji kaynaklarını ifade etmektedir.

Dünya nüfusunun hızla artması ve gelişen sanayiyle artan enerji talebi daha çok fosil yakıtlarla sağlanmaktadır. Diğer taraftan, enerji ihtiyacının büyük bölümünü karşılayan fosil yakıtlar çevre kirliliğinin en önemli sebeplerinden birisidir. Endüstriyel faaliyetler sonucunda her yıl atmosfere yaklaşık 20 milyar ton karbondioksit, 100 milyon ton kükürt, 2 milyon ton kurşun ve diğer zehirli kimyasal bileşikler salınmaktadır. ¹

Grafik 1 Dünyada Kullanılan Enerji Kaynakları (Milyon TEP)



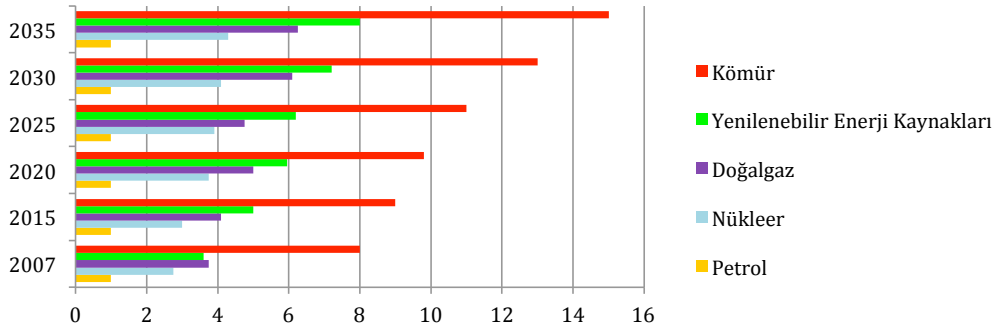
Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi: <http://www2.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Temiz-EnerjiErişim> Tarihi: 20.07.2014

Uluslararası Enerji Ajansı'nın öngörüsüne göre OECD ülkeleri arasında yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının 2030 yılına kadar %25'e ulaşması öngörülmektedir. YEK konusunda

¹ Sedat, Kadioğlu, Zarife Tellioglu; Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Çevreye Etkileri; TMMOB Enerji Sempozyumu 2013; http://www.emo.org.tr/ekler/63ea51eeb9eb4b9_ek.pdf; Erişim Tarihi: 10.08.2014

yatırımların ve desteklerin oluşmasında, karbondioksit oranlarının düşürülmesi gerekliliği, fosil yakıtlara bağımlı ülkelerde enerji arz güvenliğinin sağlanması ve YEK'nın orta ve uzun vadede geleneksel enerjilere göre maliyet avantajı da elde edeceği beklentileri sebep olmuştur. AB komisyonu da özellikle rüzgâr, güneş, biokütle ve hidrolik enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması için ciddi çalışmalar yapmaktadır.

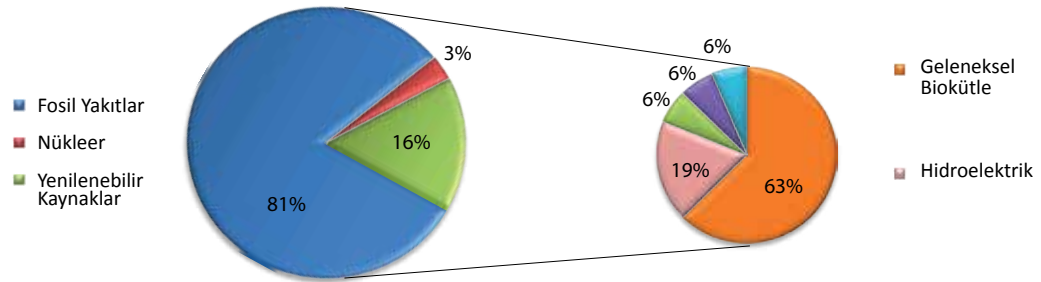
Grafik 2 Dünya Elektrik Üretiminde Enerji Kaynaklarının Payı (trilyon KWh)



Kaynak: BP "Statistical Review of World Energy", 2011

2035 yılına kadar dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynakları payının giderek artarak üretilen elektriğin 8 Trilyon kWh olması beklenmektedir.

Grafik 3 Dünya Geneli Enerji Kaynakları Kullanımı



Kaynak: REN21²; Renewables Global Status Report, 2011

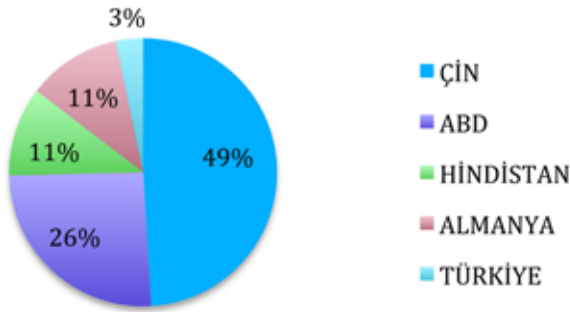
2 REN21; Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century ; Pek çok ülkedeki kamu kurumları, sivil toplum kuruluşları ve enerji yatırımcılarının üyesi olduğu bir dernektir.



Günümüzde dünya nihai enerji üretiminde %81'lik pay ile fosil yakıtlar ilk sırayı almaktadır.³ Bunu %16'lık pay ile yenilenebilir enerji kaynakları ve %3'lük pay ile nükleer enerji izlemektedir. Yenilenebilir enerji payının büyük bölümünü geleneksel biokütle oluştururken onu sırasıyla hidrolik, sıcak su/ısıtma, güç üretimi ve biyoyakıtlar izlemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi, su ısıtma, seraların ısıtılması, kurutma, aydınlatma, ısınma, kimyasal prosesler gibi çok sayıda alanda faydalanılmaktadır. Ancak bu kaynakların özellikle elektrik üretimindeki kullanımı oldukça önemlidir.

Dünyada yenilenebilir enerji alanında kurulu güç bakımından ilk iki sırayı Çin ve ABD ülkeleri almaktadır. Avrupa ülkeleri arasında Almanya yenilenebilir enerji kaynakları kurulu güçleri bakımından ilk sırada gelmektedir.

Grafik 4 Dünya Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Kapasiteleri

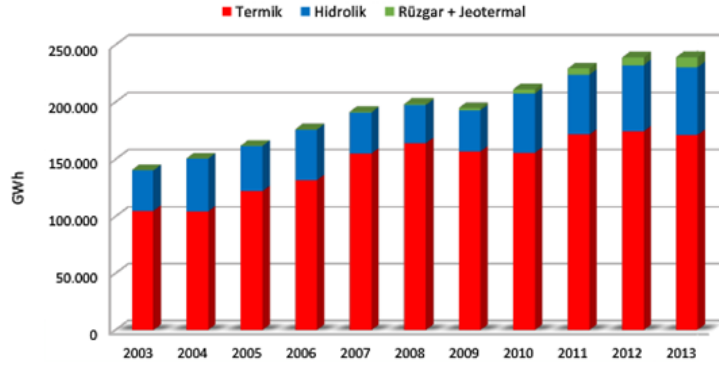


Kaynak: REN21; Renewables Global Status Report, 2014

Ülkemizde kullanımı düşük seviyelerde olan yenilenebilir enerji kaynakları dünya ile paralel bir şekilde son 15 yılda artış göstermiştir. Türkiye'de elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarından başlıca hidrolik, rüzgâr ve jeotermal enerji kaynakları kullanılmaktadır. Kurulu güç bakımından hidrolik, rüzgâr ve jeotermal enerji kaynaklarından elektrik üreten tesisler ilk sıralarda yer almakta olup son yıllarda güneş ve biyogaza yönelik enerji santrallerinin kurulması hız kazanmıştır.

3 Renewables Global Status Report, 2014

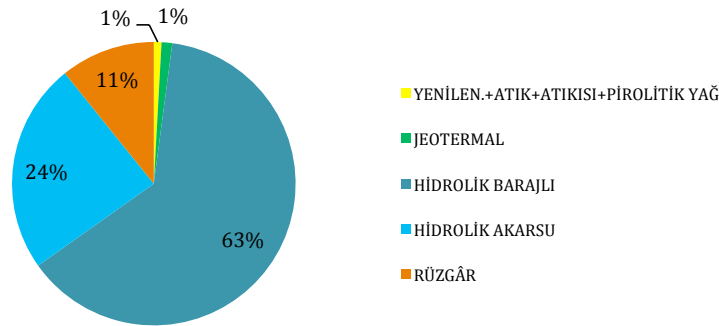
Grafik 5 2003-2013 Yılları Arası Elektrik Enerjisi Üretimi-gWh (Termik, Hidrolik, Rüzgâr Jeotermal)



Kaynak: Enerji Bakanlığı, "Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Görünümü",2013

Türkiye son yıllarda artan rüzgâr santrali yatırımları ve hidroelektrik santralleriyle dünya yenilenebilir enerji listesinde kendisine yer bulmaktadır. Büyük bölümünde yükseltinin ve yıllık yağış miktarının fazla olması sebebiyle ülkemizin hidroelektrik potansiyeli yüksektir. Türkiye'nin 19 gW'lık yenilenebilir enerji kurulu güç kapasitesinin 17 gW'ı Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan hidroelektrik santrallerden karşılanmaktadır.

Grafik 6 Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Payı



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; "Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Görünümü",2013

Hidrolik kaynaklardan elde edilen enerji, tüm yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin %87'sini oluşturmaktadır. Hidrolik kaynakları rüzgâr enerjisi izlerken, biyoyakıtlar ve jeotermal enerjiden elde edilen enerji sınırlı düzeydedir. Güneş enerjisinden elektrik üretilerek şebekeye verilmesi 2014 yılında başlamış olup güneş santralleri ülkemiz için yeni bir teknolojidir.



TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ

2. TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ

Türkiye coğrafi konumu sayesinde yüksek yenilenebilir enerji potansiyeline sahip olmakla birlikte bu potansiyeli hayata geçirememiş durumdadır. Türkiye enerjide dışa bağımlıdır ve ithalatta ana kalemleri enerji kaynakları oluşturmaktadır. Ülkemizin son yıllarda artan büyüme hızına paralel olarak yıllık elektrik enerjisi tüketim hızı son 10 yılda ortalama %5,81 seviyelerinde artış göstermiştir.

Tablo 1 Türkiye Yıllara Göre Elektrik Enerjisi Görünümü (gWh)

YIL	ÜRETİM	İTHALAT	İHRACAT	TÜKETİM
2004	150.698	464	1.144	150.018
2010	211.208	1.144	1.918	201.434
2011	229.395	4.556	3.645	230.306
2012	239.497	5.826	2.954	242.370
2013	239.293	7.425	1.235	235.484

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; “Dünya ve Türkiye’de Enerji Görünümü”, 2014

2004-2013 yılları arasında Türkiye’de enerji ithalatı büyük oranda artmıştır. Söz konusu artışın ana sebebi söz konusu yıllarda enerji tüketiminin yaklaşık %56 oranında artış göstermesidir.

Tablo 2 Yakıt Cinslerine Göre Elektrik Üretimi Kurulu Güçleri (mW)

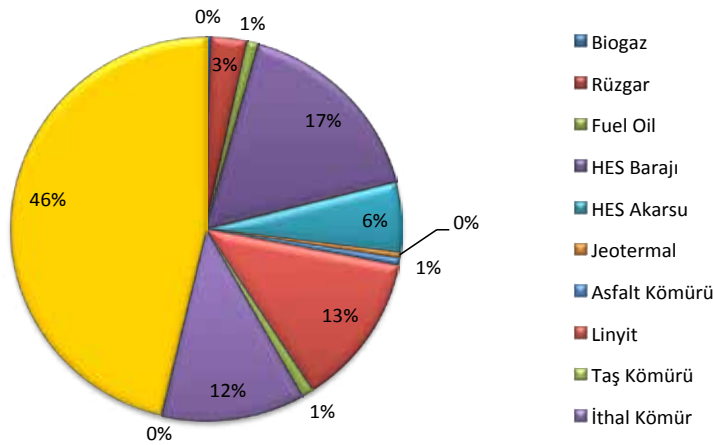
YAKIT CİNSLERİ	2013 YILI SONU			2014 MAYIS SONU İTİBARI İLE		
	Kurulu Güç	Katkı	Santral Sayısı	Kurulu Güç	Katkı	Santral Sayısı
	MW	%	ADET	MW	%	ADET
Fuel-Oil + Asfaltit + Nafta + Motorin	693,1	1,1	20	678,1	1,0	19
Taş Kömürü + Linyit	8.515,2	13,3	20	8.566,2	13,0	21
İthal Kömür	3.912,6	6,1	7	4.262,6	6,4	7
Doğalgaz + Lng	20.254,9	31,6	216	20.870,8	31,6	228
Yenilen.+Atık+ Isı+Piroolitik Yağ	224,0	0,3	38	249,4	0,4	43
Çok Yakıtlılar Katı+Sıvı	682,4	1,1	9	667,7	1,0	9

**Tablo 2 (Devam) Yakıt Cinslerine Göre Elektrik Üretimi Kurulu Güçleri (mW)**

Çok Yakıtlılar Sıvı+D.Gaz	4.365,8	6,8	45	4.365,8	6,6	45
Jeotermal	310,8	0,5	13	317,4	0,5	13
Hidrolik Barajlı	16.142,5	25,2	74	16.455,0	24,9	75
Hidrolik Akarsu	6.146,6	9,6	393	6.618,0	10,0	416
Rüzgâr	2.759,6	4,3	72	3.074,5	4,6	79
Güneş	-	-	-	8,5	0,0	38
Toplam	64.007,5	100,0	907	66.133,9	100,0	993

Kaynak: TEİAŞ; Yakıt Cinslerine Göre Kurulu Güç Verileri, 2014

Birincil elektrik üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı tablosu incelendiğinde toplam elektrik enerjisi üretiminde termik santrallerden üretilen elektrik oranı %78,17'dir. Bu oran içerisinde ilk sırayı %47,07'lik payı ile doğalgaz ve LNG kaynaklı santraller alırken onu %29,15 orana sahip kömür kaynaklı santraller takip etmektedir. Hidrolik santraller %17,93'lük bir pay almaktadır. Ülkemizde son yıllarda rüzgâr enerjisindeki kurulu güç artışı dikkat çekmektedir. 2014 yılı Mart ayı sonu itibariyle 61.222 gWh olan elektrik üretiminin 47.857 gWh'ı termik santrallerden, 10.979 gWh'ı hidroelektrik santrallerden, 2.386 gWh'ı diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır.

Grafik 7 Kaynak Türlerine Göre Türkiye Enerji Üretim Oranları

Ülkemizde kaynak türlerine göre enerji üretim oranları incelendiğinde yenilenemez kaynaklar olan doğalgaz ve kömürün ilk sıralarda olduğu görülmektedir.

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İstatistikleri, 2013

Türkiye'de Cumhuriyetin 100. yılının kutlanacağı 2023 yılına yönelik hazırlanan vizyon

gereği enerji sektörüne ilişkin yüksek hedefler öngörülmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından belirlenen bu hedefler aşağıda belirtilmektedir;

- Kurulu gücün 120.000 MW'a çıkarılması
- Yenilenebilir enerji kaynakları payının % 30'a yükseltilmesi
- Su enerjisi kullanımının en üst düzeye çıkarılması
- Kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesinin 20.000 MW'a ulaştırılması
- 600 MW jeotermal ve 3.000 MW güneş enerjisi kapasiteli santrallerin kurulması
- Taşıma hattı uzunluğunun 60.717 km'ye çıkarılması
- Enerji dağıtımı birim kapasitesinin 158.460 MVA düzeyine çıkarılması
- Akıllı şebeke kullanımının artırılması
- Doğal gaz depolama kapasitesinin 5 milyar m³'e yükseltilmesi
- Enerji borsası oluşturulması
- Nükleer enerji santrallerini işletmeye almak (iki nükleer elektrik santralini faaliyete almış olmak, bir üçüncüsünün inşaatını sürdürmek)
- 18.500 MW kapasiteli kömür yakıtlı bir elektrik santrali inşa etmek

Enerji sektörü 2023 hedefleri incelendiğinde elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının %30'a yükselmesi hedefi oldukça önem taşımaktadır. 2023 yılına kadar elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının yüzde 30'a çıkarılması, doğalgaz ile kömürden elde edilen elektriğin paylarının %60'lara düşmesi ve kalan yüzde 10'luk kısmın nükleer santrallerden sağlanması hedeflenmektedir.

3. YENİLENEBİLİR ENERJİ MEVZUATI

Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesi amaçlarıyla 2005 yılından itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yasal mevzuatlar hazırlanmış ve yıllar itibariyle mevzuatların içerikleri geliştirilmiştir.



Yenilenebilir enerji alanında resmi gazetede yayımlanan kanun ve önemli görülen yönetmelikler Tablo 3'te belirtilmektedir. Bunların dışında Elektrik Piyasası Kanunu, Santral Sahası Belirleme Yönetmeliği, Çevre Kanunu, İnsan Tüketimi Amacı ile Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünlere Dair Yönetmelik, Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik, Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğine Karşı Su Kaynaklarının Korunması Yönetmeliği, Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı Kapsamında Tarıma Dayalı Ekonomik Yatırımların Desteklenmesi Hakkında Tebliğ, Kokuya Sebep Olan Emisyonların Kontrolü Yönetmeliği gibi mevzuatlarla da dolaylı olarak yenilenebilir enerji kaynakları desteklenmektedir.

Tablo 3 Yenilenebilir Kaynaklarla Doğrudan İlgili Mevzuatlar

Sayı/No	Mevzuat İsmi	Yayımlanma Tarihi
5346	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun	18.05.2005
5686	Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu	13.06.2007
27809	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun	11.01.2011
28001	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik	21.07.2011
28864	Güneş Enerjisine Dayalı Lisans Başvurularının Teknik Değerlendirilmesi Hakkında Yönetmelik	01.06.2013

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi: http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/y_mevzuat.aspx; Erişim Tarihi: 07.08.2014

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ile rüzgar, güneş, jeotermal hidrolik, dalga enerjisi ve biokütle yenilenebilir enerji kaynakları olarak değerlendirilmiş ve elektrik enerjisi üretiminde kullanılmasında bu kanun hükümleri dikkate alınmaktadır. Kanun; yenilenebilir enerji kaynak alanlarının korunması, bu kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin belgelendirilmesi ve bu kaynakların kullanımına ilişkin usul ve esasları kapsamaktadır. Revize edilmiş kanun, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının geliştirilmesine dair geniş ve kapsamlı bir tüzüğe sahiptir.

Kanun kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğe Tablo 4'te yer alan fiyatlar üzerinden devlet alım garantisi getirmiş olup geliştirilen teşvik mekanizmasıyla ülkemizde pek çok enerji müteşebbisinin bu alanda yatırım yapması desteklenmiştir.

Tablo 4 5346 No'lu Kanun Kapsamında Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi ve Uygulanacak Fiyatlar

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Dolar cent/kWh)
Hidroelektrik Üretim Tesisi	7,3
Rüzgâr Enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
Jeotermal Enerjiye dayalı üretim tesisi	10,5
Biokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
Güneş Enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Yapılan mevzuat değişiklikleriyle sadece elektrik üretimini değil, elektrik üretimini sağlayan makine ekipmanın yurt içinde imal edilen aksamaları için üretilen saatlik elektriğin kW'sına göre yerli katkı ilavesi yapılmaktadır. Bu sayede enerji üretimi yanında imalat sanayi teşvik edilmektedir.



Tablo 5 Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat ve Yerli Katkı İlavesi

Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Dolar cent/kWh)
Hidroelektrik üretim tesisi	Türbin	1,3
	Jeneratör ve güç elektroniği	1
Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	Kanat	0,8
	Jeneratör ve güç elektroniği	1
	Türbin kulesi	0,6
	Rotor ve nasele gruplarındaki mekanik aksamın tamamı	1,3
Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	PV Modülleri	1,3
	PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	İnvertör	0,6
	PV Modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme	0,5
Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	Radyasyon toplama tüpü	2,4
	Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	Güneş takip sistemi	0,6
	Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	Stirling Motoru	1,3
	Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6
Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
	Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	Buhar veya gaz türbini	2
	İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	Kojenerasyon sistemi	0,4
Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	Buhar veya gaz türbini	1,3
	Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7

Kaynak: 5346 No'lu Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun



GÜNEŞ ENERJİSİ



4. GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğindeki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi ile açığa çıkan ışınım enerjisidir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti yaklaşık olarak 1370 W/m² değerindedir, ancak yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı 0-1100 W/m² değerleri arasında değişim göstermektedir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir. Önceleri ısı enerjisi olarak kullanılan güneş enerjisinin fotovoltaik paneller aracılığıyla elektrik üretiminde kullanımı yaygınlaşmıştır. Güneş otomobilleri, güneş ocakları, sıcak su elde edilmesi, güneş bataryaları, tarımsal sulama, su arıtma sistemleri, seracılık vb. alanlarında güneş enerjisi kullanılmaktadır.

Dünyaya güneşten 150 milyon km kat ederek gelen günlük enerji, dünyada yılda kullanılan enerjinin yaklaşık 1,5 katıdır. Güneş ışınımının yaklaşık %30'u dünyaya ulaşamayıp geri yansıtılmakta, %50'si atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşmaktadır. Kalan %20'lik ışınım ise atmosferde ve bulutlarda tutulmaktadır. Meydana gelen ısınma rüzgârlara ve okyanus dalgalarının oluşmasına sebep olmaktadır. Dünyadaki yenilenebilir enerji kaynaklarının %80'ini kapsayan güneş enerjisinin kullanımı gelişen teknolojiyle hızla artmaktadır.

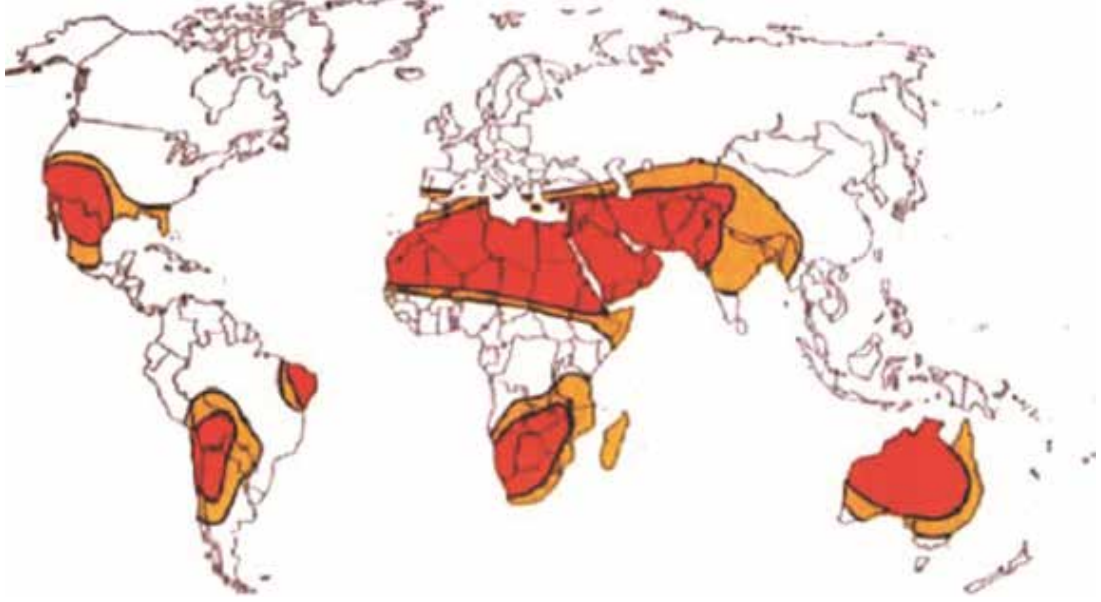
4.1. DÜNYADA GÜNEŞ ENERJİSİ

Dünya atmosferinin dışında güneşin görüldüğü her metrekarede güneş enerjisi 1.367 Watt'dır ve bu yüksek enerjinin elektriğe dönüştürülerek insanların kullanımına sunulmasına yönelik çalışmalar yakın geçmişte hız kazanmıştır. Dünya genelinde yenilenebilir enerji yatırımları 2011 yılında önceki yıla göre %17 artarak 250 milyar dolara ulaşmış durumdadır. Bu yatırımın en büyük kısmı (%57'si) 2010 yılına göre %52 büyüyen güneş enerjisine ayrılmış durumda olup toplam yatırımların %65'i gelişmiş ülkelerde, %35'i ise gelişmekte olan ülkelerde yapılmıştır. Dünyada güneş ışınımının kuvvetli olduğu bölgeler aşağıda verilmiş olup Türkiye'nin bu konuda avantajlı bir konuma sahiptir.⁴

4 "Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2009) "Dünyada ve Türkiye'de Güneş Enerjisi" s.86



Harita 1 Dünyada Güneş Işınımının Yüksek Olduğu Bölgeler



Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2009) "Dünyada ve Türkiye'de Güneş Enerjisi" s.86

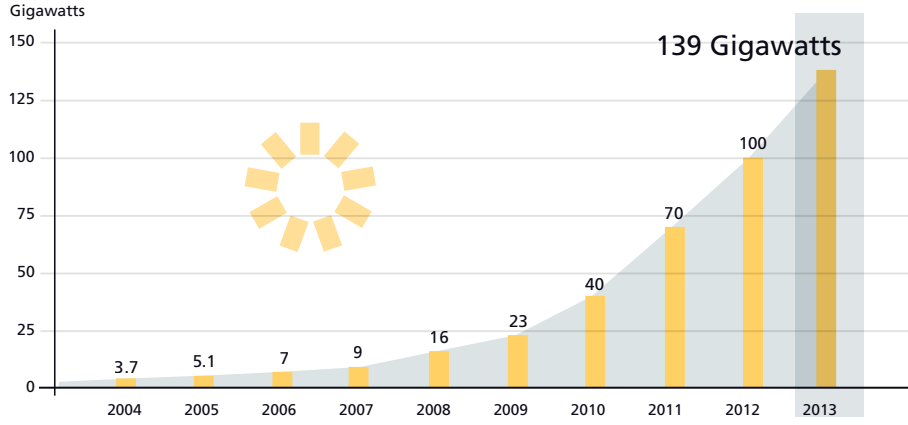
Avrupa kıtasında yer alan ülkeler genel olarak güneş ışınımı açısından zayıf olmasına rağmen yapılan yatırım ve teknolojik gelişmeler sayesinde bu ülkelerde büyük gelişmeler yaşanmıştır.

Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında olduğu gibi Avrupa'da Almanya ve İtalya ön plana çıkmaktadır. Avrupa'nın güneş ışınım değerleri her ne kadar düşük seviyelerde olsa da Almanya güneş enerjisi fotovoltaik panel uygulamalarında lider konumdadır. Avrupa Birliği Parlamentosu tarafından hazırlanan "Güneş Enerjisi Üretim Raporu'nda" 2020 yılında güneş enerjisiyle üretilen elektriğin dünyada;

- 1 milyar insana ulaşacağı
- 2.2 milyon insanın bu alanda istihdam edileceği
- CO2 gazı emisyonunun yılda 169 milyon ton azalacağı bildirilmektedir.



Grafik 8 Dünya Güneş Enerjisi Kurulu Gücü 2004-2013 (gW)



Kaynak: Renewables Global Status Report, 2014

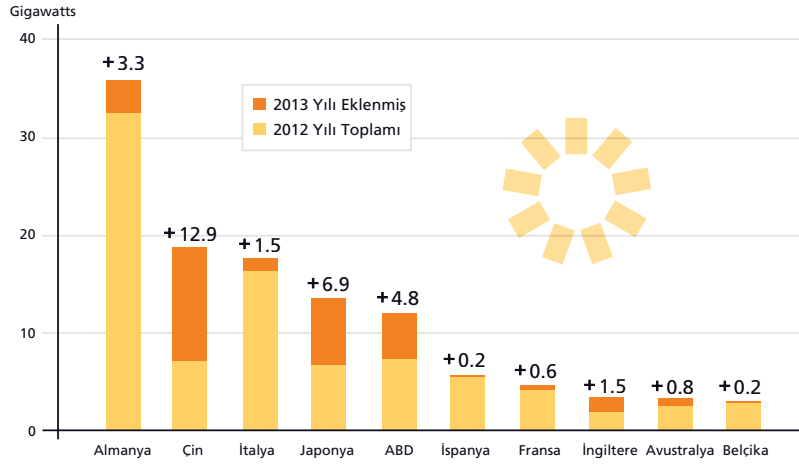
2012 yılında sadece Almanya’da evlerin çatıları ve güneş tarlalarında 8 gW kapasiteli fotovoltaik güneş paneli kurulmuş, günümüzde Almanya’nın toplam güneş enerjisi kapasitesi 32 gW’a ulaşmıştır. Hâlihazırda dünyanın en büyük güneş enerjisi teknolojisine sahip olan Almanya, elektrik enerjisinin %25’ini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamaktadır. Türkiye’nin sahip olduğu yıllık güneş ışınım değerinden çok daha az ışınım değerine sahip olan Avrupa genelinde, 2012 sonu itibarıyla güneş enerjisinden elektrik üreten sistemler, doğal gaz ve rüzgâr santrallerini geride bırakmış durumdadır.⁵ Almanya dışında İtalya, İngiltere, İspanya gibi ülkelerde son yıllarda büyük çapta güneş enerjisi yatırımları gerçekleştirilmiştir.

Avrupa kadar olmasa da Asya ve Amerika kıtalarında da güneş enerjisi sistemleri gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Çin ve ABD’de 2012 yılında bir önceki yıla göre iki kat Hindistan’da ise beş kat daha fazla güneş enerjisi santrali kurulmuştur. Japonya 2011 Fukushima faciasının ardından aynı yıl güneş enerjisi yatırımlarını %31 artırarak toplam 6,6 gW kuruluma ulaşmış, Brezilya, Mısır, Suudi Arabistan gibi ülkelerde de güneş enerjisi tesislerinin yaygınlaşmasında çarpıcı gelişmeler yaşanmıştır. Dünya fotovoltaik küresel kapasitesi incelendiğinde güneş ışınım değerleri düşük olsa da Avrupa kıtası ülkesi olan Almanya’nın üstünlüğü göze çarpmaktadır. Almanya dışında özellikle son iki yılda Çin büyük bir atılım gerçekleştirerek güneş enerjisi kurulu gücünü 20 gW seviyelerine getirmiştir.

5 Dünya da ve Türkiyede Güneş Enerjisi, Emine Sonnur Özcan, Tubitak 2012



Grafik 9 Güneş Fotovoltaikleri Küresel Kapasitesi, Lider 10 Ülkenin Payları

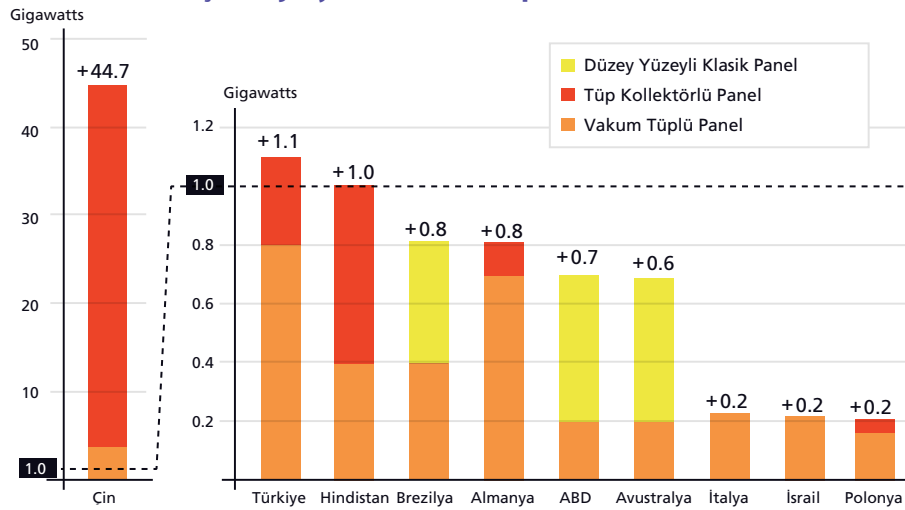


Kaynak: Renewables Global Status Report, 2014

4.2. TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİ

Türkiye, güneşlenme konumunun üstünlüğünü güneş enerjisinden sıcak su elde eden sistemleri yaygınlaştırarak değerlendirmektedir. 2014 yılı verilerine göre ülkemizde termal ısıtma sistemlerinin kurulu gücü 1,1 gW olup Türkiye kendisinden açık ara önde olan Çin'den sonra dünyada ikinci sırada yer almaktadır.

Grafik 10 Güneş Enerjisiyle Su Isıtma Kapasitesi Sıralaması, Lider 10 Ülke 2014



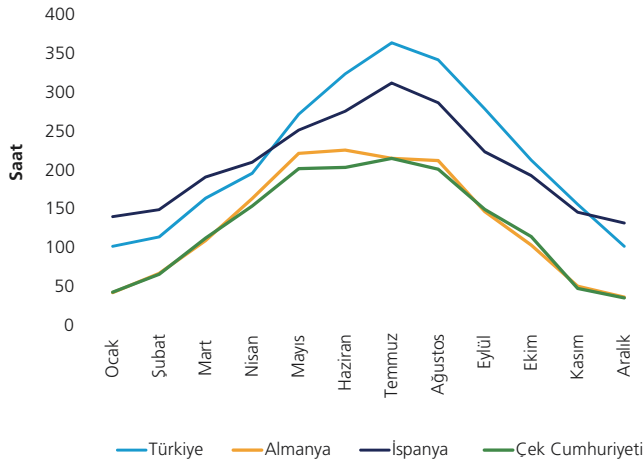
Kaynak: REN21; Renewables Global Status Report, 2014



Coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan Türkiye'nin ortalama yıllık güneşlenme süresinin 2.737 saat (günlük toplam 7,5 saat), ortalama toplam ışınım şiddetinin 1.527 kWh/m²-yıl (günlük toplam 4,2 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir.

Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli Kıta Avrupası'nın önde gelen güneş enerjisi yatırımlarına sahip Almanya, İspanya ve Çek Cumhuriyet gibi ülkelere göre daha fazla olmasına rağmen yatırım oranı mevzuat düzenlemelerinin yakın zamanda yapılmış olması sebebiyle bu ülkelerin çok altındadır. Almanya'da uygulanan teşvik mekanizmaları sayesinde elektrik tüketiminin yaklaşık %2'si fotovoltaiklerden (PV)'lerden sağlanmaktadır. Aşağıdaki grafikte güneş enerjisi yatırımlarında önde gelen Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin güneşlenme süreleri kıyaslaması gösterilmekte olup **Türkiye Avrupa'nın güneş enerjisi potansiyeli en yüksek ülkelerinden birisidir.**

Grafik 11 Türkiye ve Bazı Avrupa Ülkeleri Güneşlenme Süreleri (saat)



Kaynak: Deloitte "Yenilenebilir Enerjide Güneşli Günler Güncel Düzenlemeler Işığında Güneş Enerjisi Sektöründe Gelişmeler ve Beklentiler"; 2012

Türkiye, yıllık 110 gün gibi yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir ve gerekli yatırımların yapılması halinde yılda birim metre karesinden ortalama olarak 1.100 kWh'lik güneş enerjisi üretebilecek kapasiteye sahiptir.

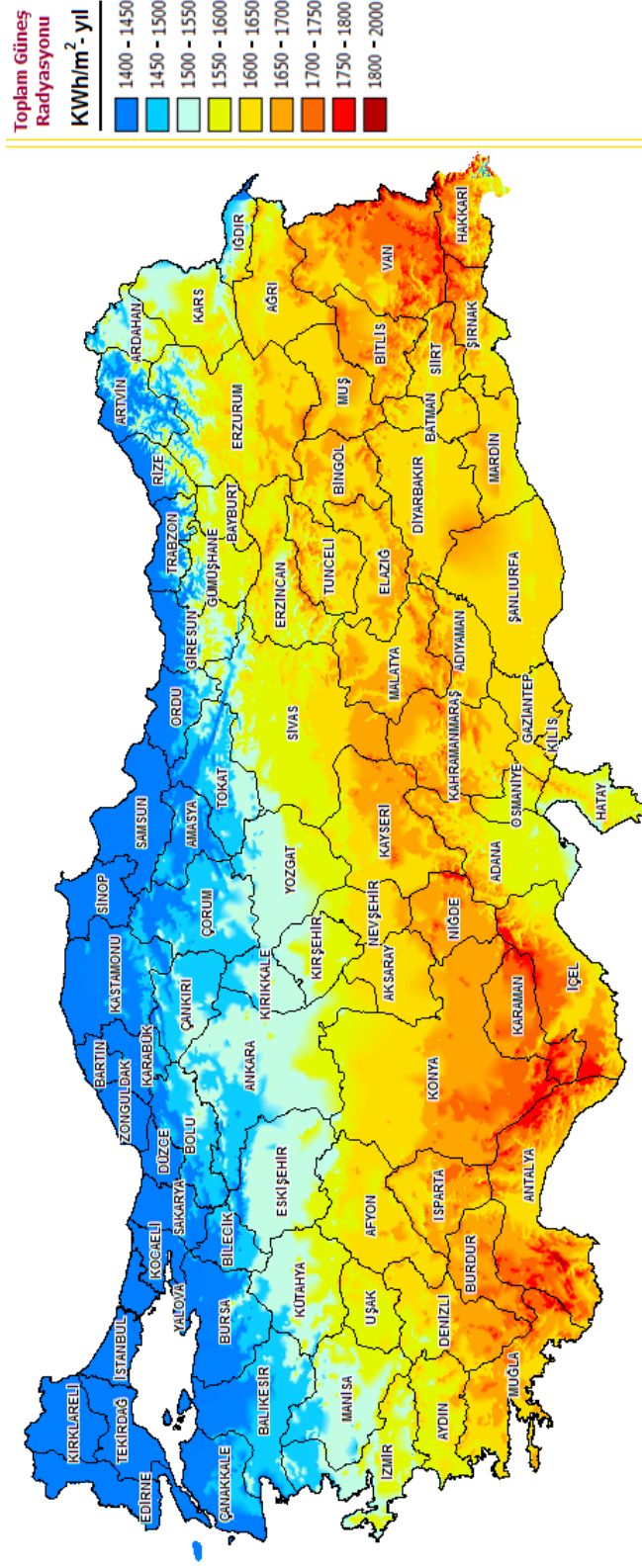
Güneş enerjisi yatırımlarında toplam güneş radyasyonu 1550 kWh/m²-yıl değeri ve üstündeki iller güneş enerjisi santrali yatırımı yapılması öncelikli alanlar olarak görülmektedir.



Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2011 yılında dzenlediği teŖvik programına göre Türkiye'de lisanslı baŖvuru kapsamında 38 il elektrik üretimi teŖviđinden yararlanmıŖtır. Bu kapsamda Konya, Van-Ağrı, Malatya, Karaman, Mersin, Karaman-MaraŖ-Adıyaman, Burdur, Niğe-NevŖehir-Aksaray, Kayseri, Malatya-Adıyaman, Hakkri, Muğla-Aydın, Denizli, Bitlis, Bingl-Tunceli, Ŗırnak, Adana-Osmaniye, MuŖ, Siirt-Batman-Mardin, Sivas, Elazığ, Ŗanlıurfa-Diyarbakır, Erzurum ve Erzincan illeri yenilenebilir enerji destekleme mekanizması içinde yer almıŖtır. Söz konusu teŖviklerden TRA2 Bölgesi illerinden Ağrı ili yararlanabilmektedir. Ayrıca TRA2 Bölgesi illerinin tümünde gneŖ enerjisinden lisanssız olarak elektrik üretimi devlet teŖviđi ile desteklenmektedir.



Harita 2 Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

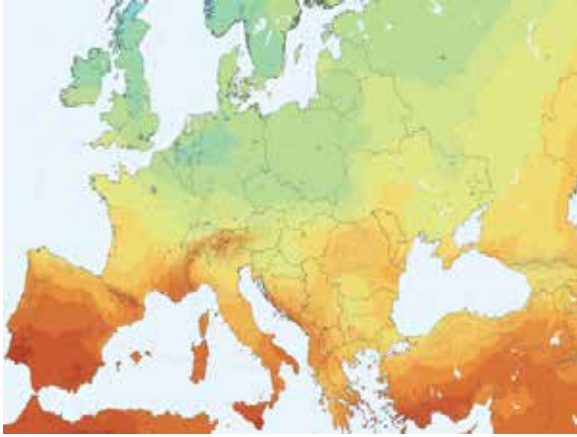


Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası ,2014



Fotovoltaik sistemlerin kullanımının yaygınlaşması için 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu 29/12/2010 tarihinde revize edilmiş ve 2013 de konuyla ilgili mevzuat çalışmaları tamamlanmıştır. Ülkemizde güneş enerjisi yatırımları lisans işlemlerinden EPDK sorumlu olup ilk safhada 600 mW kurulu güçte fotovoltaik santral lisansları verilmektedir. Önümüzdeki yıllarda kademeli olarak kapasite artırılabacak ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2023 hedeflerine göre; en az 3000 MW lisanslı PV santral kurulu gücüne ulaşılması planlanmaktadır.

Harita 3 Avrupa Güneş Enerjisi Potansiyeli



Avrupa Birliği'nin Araştırma Merkezi tarafından hazırlanan ve pek çok güneş enerjisi yatırımcısı tarafından kabul gören dünya güneş enerjisi potansiyeli haritasında Türkiye güneş enerjisi konusunda büyük yatırımlar yapan Almanya'dan oldukça fazla potansiyele sahip olduğu gözükmektedir. Son yıllarda yenilenebilir enerji mevzuatlarında yapılan düzenlemeler sayesinde ülkemizde güneş enerji sektörü yatırımları hızla artmaktadır.

Kaynak: Avrupa Birliği Ortak Araştırma Merkezi Resmi İnternet Sitesi; <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>, Erişim Tarihi:06.09.2014

4.3. TRA2'DE GÜNEŞ ENERJİSİ

TRA2 Bölgesi coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok bölgeye göre şanslı durumdadır. Doğu Anadolu Bölgesi ülkemizde güneş enerjisi potansiyeline göre en yüksek bölgelerden Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi'nden sonra 3. sırada gelmektedir.

TRA2 Bölgesinin güneş enerjisi potansiyeli hem Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü hem de Avrupa Birliği Araştırma Merkezi tarafından hazırlanan güneş enerjisi potansiyeli haritalarına göre iyi düzeydedir. Bölgede güneş enerjisi potansiyelleri sırasıyla Ağrı, Iğdır, Kars ve Ardahan olarak gözükmektedir.⁶ İllerin rakımlarının yüksek olması havadaki su buharının

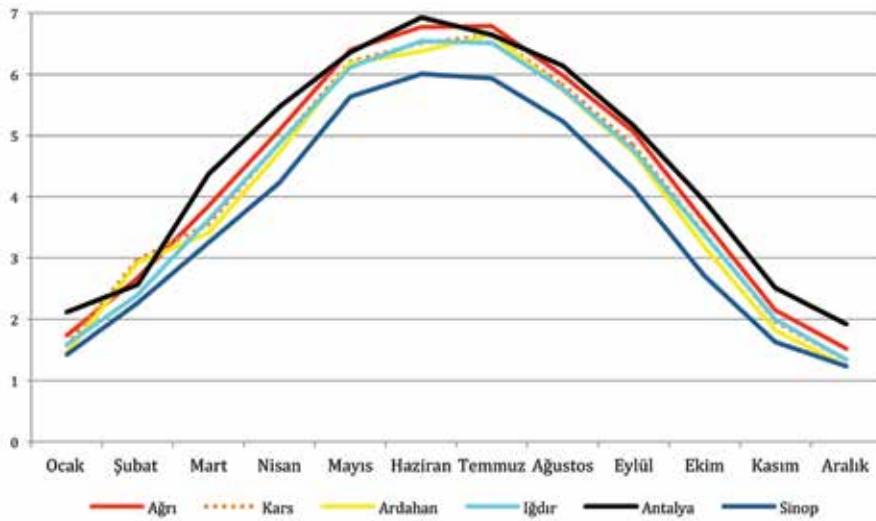
6 <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>



yağmur ve kar şeklinde yoğunlaşmasını sağlarken atmosferdeki ışınım perdeleneşini daha az seviyede tutmaktadır.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan GEPA haritası incelendiğinde toplam güneş radyasyonu değerleri açısından bölge illeri arasında Ağrı ili 1700 kWh/m²- yıllık değeriyle ilk sıradadır. Avrupa Birliği tarafından 2001-2012 yılları arasında yapılan çalışmaya göre Ağrı ili 1900 kWh/m²- yıllık güneş radyasyon değerine sahiptir. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından yapılan ve yakın zamanda sonuçlanacak güneş enerji potansiyeli çalışmalarında eski değerlerin en az %10 oranında artacağı tahmin edilmektedir.

Grafik 12 TRA2 Bölgesi İlleri, Sinop ve Antalya'nın Güneş Işınım Değerleri (kWh/m²-gün)

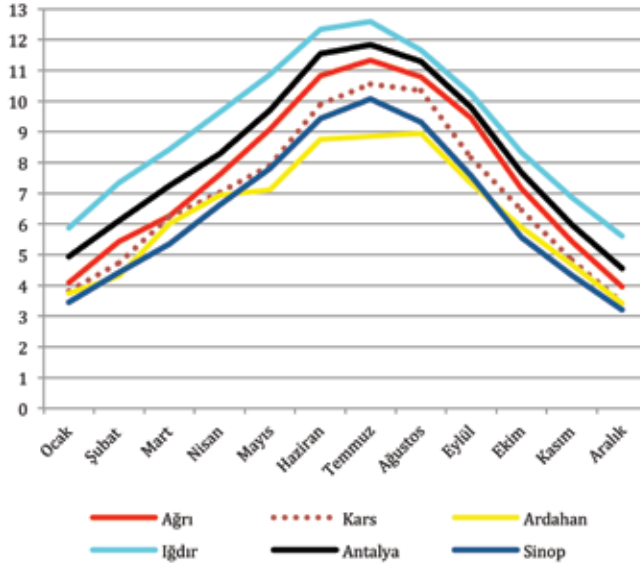


Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

Güneş ışınım değerleri yanında bir ilin güneşlenme süresinin uzunluğu da güneş enerjisi yatırımı yapılabilmesi açısından önem arz etmektedir. Türkiye genelinde güneş enerjisi potansiyeli en yüksek olan illerden Antalya ile düşük potansiyele sahip Sinop ilinin yıllık ortalama güneş radyasyon değerleri sırası ile 2020 kWh/m² ve 1460 kWh/m²'dir.



Grafik 13 TRA2 Bölgesi İlleri, Sinop ve Antalya İllerinin Güneşlenme Süreleri (saat-gün)

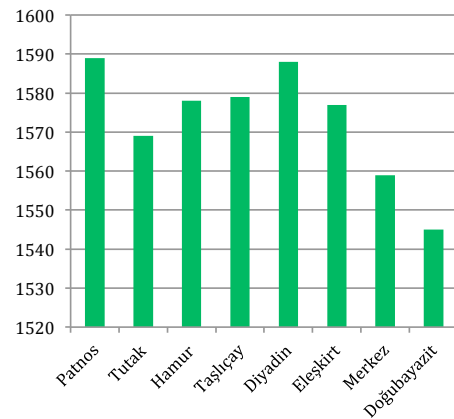
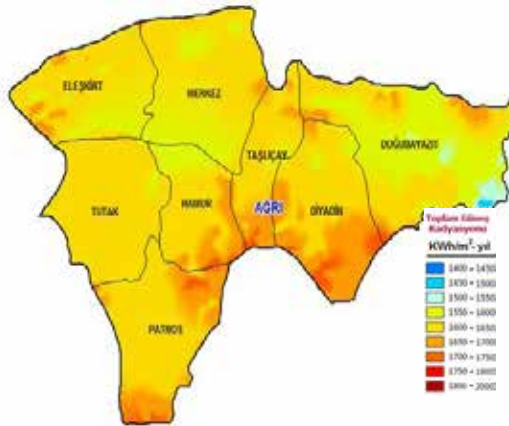


İllerin güneşlenme süreleri incelendiğinde Iğdır ilinde bulutlu gün sayısının düşük olması sebebiyle ilin güneşlenme süresi oldukça uzundur. İl Antalya ilinden dahi daha uzun güneşlenme süresine sahiptir. Grafikten de görüldüğü üzere Ardahan ili yaz döneminde Sinop ilinden daha az güneşlenme süresine sahiptir.

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014

4.3.1. AĞRI İLİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Harita 4 Ağrı İli Global Radyasyon Değerleri ve Güneşlenme Süreleri (kWh/m²-gün)

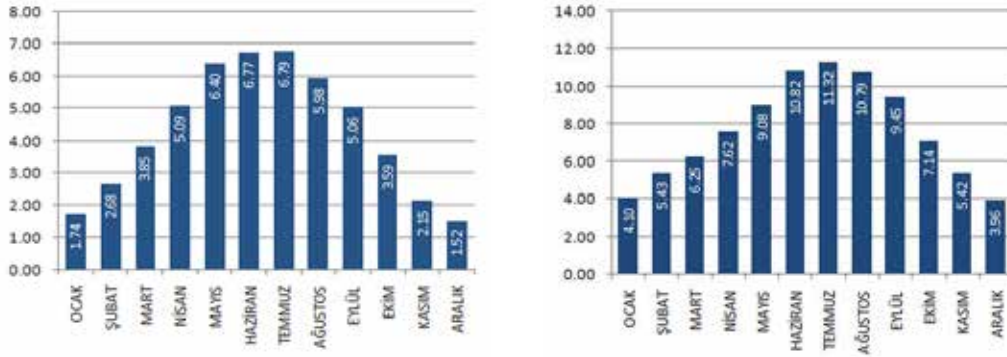


Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014



Ağrı ili toplam güneş ışınım değerlerine bakıldığında ilde solar kaynaklı enerji üretiminin yapılabileceği geniş alanlar dikkat çekmektedir. Özellikle Patnos, Diyadin, Hamur ve Taşlıçay ilçelerinin belli kesimleri oldukça yüksek ışınım değerlerine sahip olmaları nedeniyle güneş enerjisi yatırımları için yüksek potansiyellere sahiptir.

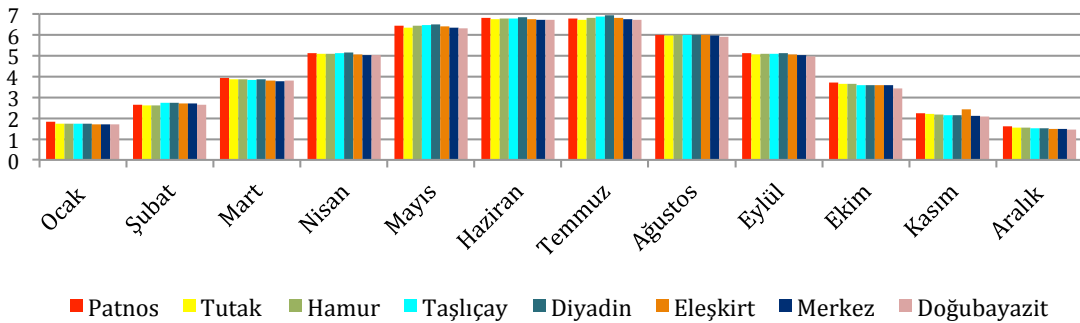
Grafik 14 Ağrı ili Aylara Göre Güneş Işınım Değerleri (kWh/m²-gün) ve Güneşlenme Süreleri (saat-gün)



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014

Ağrı ilinin en uzun güneşlenme süresinin Temmuz ayında günlük 11,32 saat olduğu, kış aylarında ilin güneş enerjisi potansiyeli iklime bağlı olarak düştüğü, bununla birlikte yıllık ortalama 1571 kWh/m²lik ışınım değeriyle yüksek bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir.

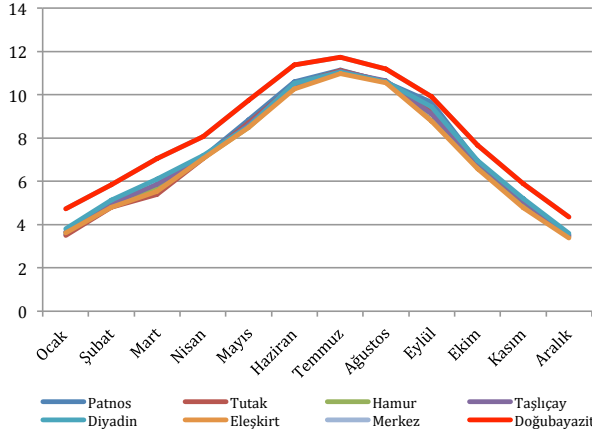
Grafik 15 Ağrı İlçeleri Aylık Güneş Işınım Değerleri (kWh/m²-gün)



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014



Grafik 16 Ağrı İli İlçeler Güneşlenme Süresi (saat-gün)



İlçeler düzeyinde Ağrı ilinde Doğubayazıt ilçesi oranla daha yüksek güneşlenme süresine sahiptir. İlçede en büyük güneşlenme süresi 11,73 saatle Temmuz ayında gerçekleşmektedir. Ancak ışınım değerleri açısından Diyadin ve Taşlıçay ilçeleri öne çıkmaktadır.

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014

Tablo 6 Ağrı Patnos İlçesi Güneş Enerjisi Yatırım ve Verimlilik Analizi

Yatırım Analizi	
	Tutar (euro)
Yatırım Miktarı	879.648
Öz kaynak	879.648
Yıllık İşletme ve Bakım Ücreti	8.459,60
Sistemin Ömür Boyu Toplam Masrafı	965.685
Amortisman Süresi	6
Derecelendirilmiş Elektrik Ücreti/kwh	0,06

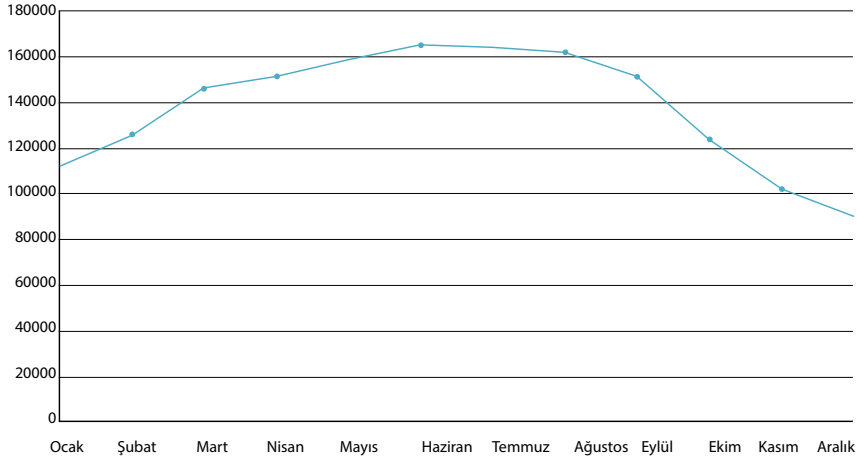
Verimlilik Analizi	
Teknik Detaylar	
Kurulu Güç	999,6 kWp
Bölgenin Yıllık Verimi	1653 kWh/kWp
Yıllık Üretilecek Enerji	1.652.339 kWh
Şebekeye Basma Bedeli	0,105 euro/kWh
Toplam Yatırım	880 euro/kWp
Senelik Giderler	8,5 euro/kWp
Senelik Kayıplar	0,50%

Kaynak: Analizler Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği tarafından yapılmıştır.



Simülasyon Sonuçları	
Photovoltaik Jeneratör Çıkış Gücü	999,6 kWp
Yıllık Verim	1.653 kWh
Performans Oranı	86,5%
Karbondioksit Emisyon Oranı	991.101kg/yıllık

Grafik 17 Patnos İlçesi Simülasyon Sonuçları Aylara Göre Elektrik Üretimi (kWh)



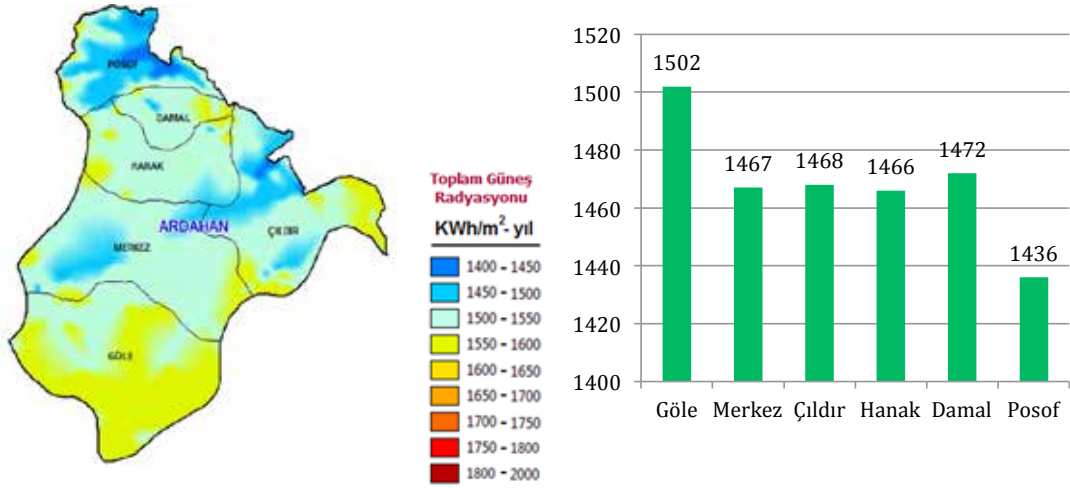
Kaynak: Analizler Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği tarafından yapılmıştır.

Yapılan analizlerde Patnos ilçesinde kurulacak yaklaşık 1 mW'lık bir tesisin yıllık 1653 kWh'lik bir verimle çalışacağı ve 6 yılda kendisini amorti edeceği ön görülmüştür.



4.3.2. ARDAHAN İLİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

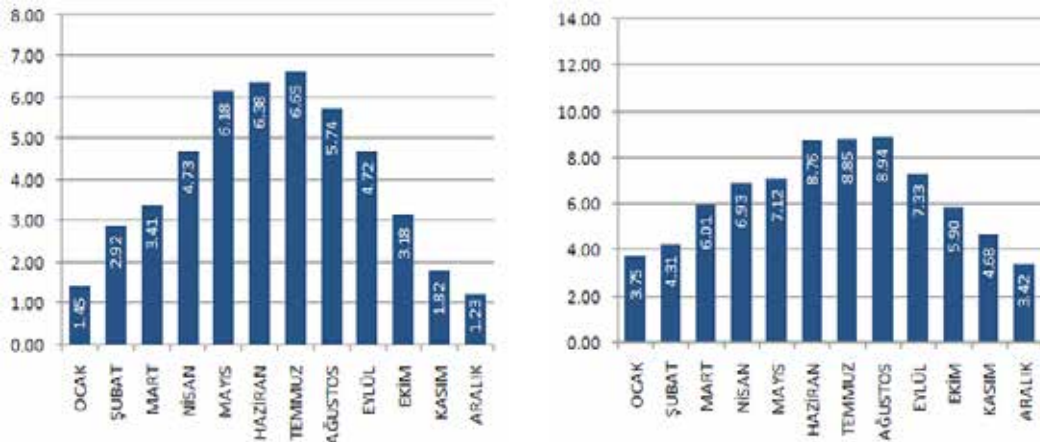
Harita 5 Ardahan İli Güneş Işınım Değerleri (kWh/m²-yıl)



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014

Ardahan ilinde yıllık en yüksek ışınım değeri 1502 kWh ile Göle ilçesinde ölçülmüştür. Göle ilçesini sırasıyla Damal, Çıldır, Merkez, Hanak ve Posof ilçeleri izlemektedir. İlde yıllık m²'ye düşen en düşük ışınım değeri Posof ilçesinde ölçülmüştür. Bu durumun başlıca sebebi enlem ve güneş ışınlarının geliş açısının düşük olmasıdır.

Grafik 18 Ardahan İli Aylara Göre Güneş Işınım Değerleri (kWh/m²-gün) ve Güneşlenme Süreleri (saat)

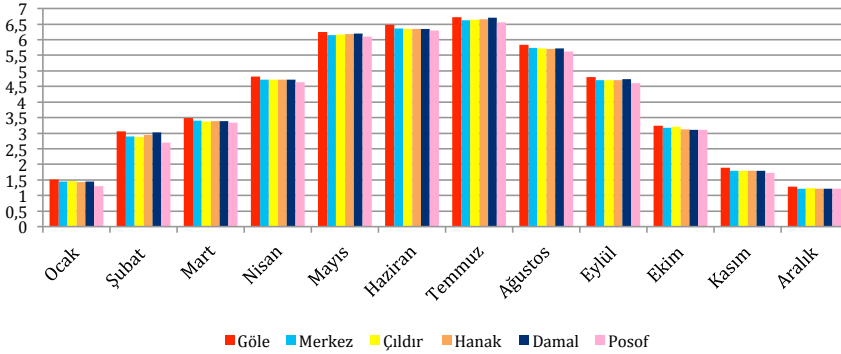


Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014



Ardahan ilinde en yüksek güneş ışınım değeri Temmuz ayında, en uzun güneşlenme süresi ise Ağustos ayında gerçekleşmektedir. İlde en düşük ışınım değeri Ocak ayında ölçülürken en kısa güneşlenme süresi Aralık ayında ölçülmüştür.

Grafik 19 Ardahan İlçeleri Aylık Işınım Değerleri (kWh/m²-gün)

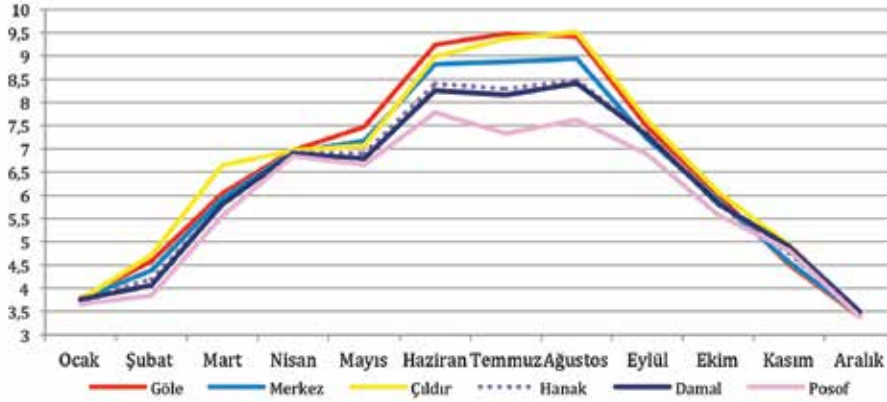


Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

Ardahan ili güneş enerjisi yatırımları için TRA2 Bölgesinin diğer illerine oranla düşük ışınım değerlerine sahiptir. Bu durumun en temel sebebi ilin güneşli gün sayısının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. İlin Göle ve Çıldır ilçesinin belirli kesimlerinde daha yüksek oranlarda güneş enerjisi ışınım değerlerine sahip alanlar bulunmaktadır. İlin kuzeyinde bulunan ilçeler nispeten daha düşük ışınım değerlerine sahiptir. Ardahan ilinin en yüksek güneşlenme süresi Ağustos ayında 8.94 saat ile gerçekleşmektedir. İlin günlük en yüksek güneş ışınım değeri ise Temmuz ayında 6.65 kWh/m² olarak gerçekleşmiştir. İlde yazları Damal ve Çıldır ilçeleri diğer ilçelere oranla daha yüksek güneşlenme sürelerine sahiptir. Bu veriler ışığında güneş enerjisinden faydalanılması için Ardahan ili için su ısıtma sistemleri yaygınlaştırılmalıdır. Bu çerçevede, İlde Çevre Orman Müdürlüğü tarafında hazırlanan "Orman Köylülerini Kalkındırma Projesi" kapsamında güneş enerjisi ile konutları ısıtma sistemleri kurulmuş ve proje başarılı sonuçlar vermiştir.

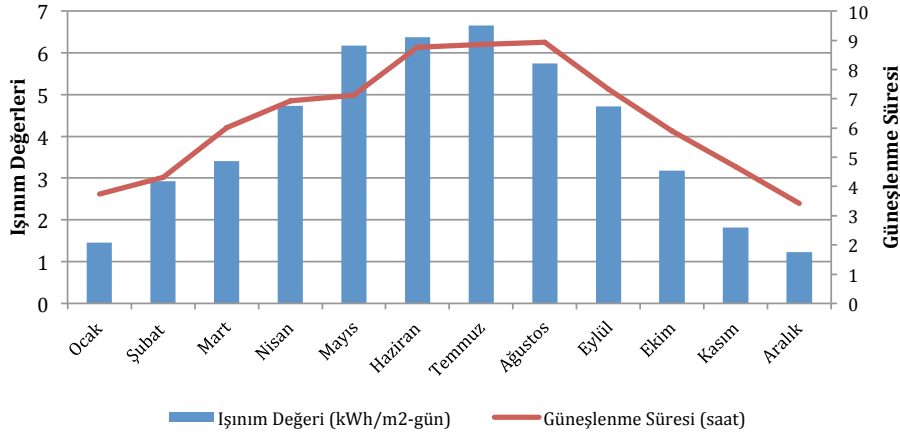


Grafik 20 Ardahan İlçeleri Güneşlenme Süreleri (saat-gün)



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014

Grafik 21 Ardahan İli Aylık Işınım Değeri ve Güneşlenme Süreleri Karşılaştırması



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014

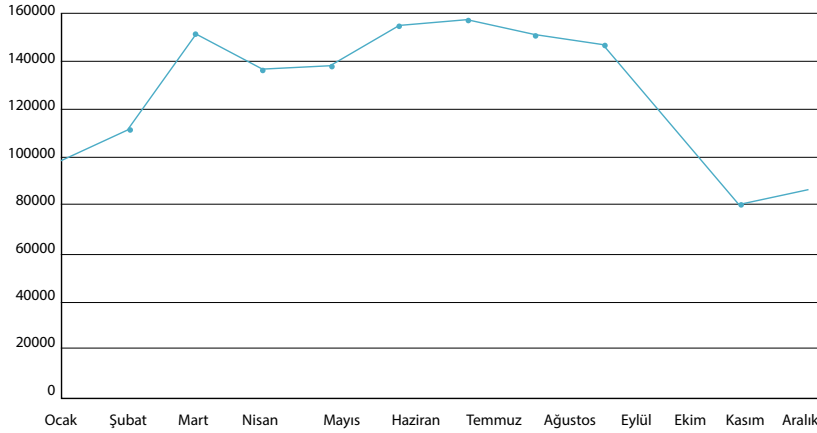


Tablo 7 Ardahan Merkez İlçe Güneş Enerjisi Yatırım , Verimlilik Analizi ve Simülasyon Sonuçları

Yatırım Analizi	
	Tutar (euro)
Yatırım Miktarı	879.648
Öz Kaynak	879.648
Yıllık İşletme ve Bakım Ücreti	8.459,60
Sistemin Ömür Boyu Toplam Masrafı	965.685
Amortisman Süresi	6
Derecelendirilmiş Elektrik Ücreti/kwh	0,06
Verimlilik Analizi	
Teknik Detaylar	
Kurulu Güç	999,6 kWp
Bölgenin Yıllık Verimi	1529 kWh/kWp
Yıllık Üretilecek Enerji	1.528.388 kWh
Şebekeye Basma Bedeli	0,105 euro/kWh
Toplam Yatırım	880 euro/kWp
Senelik Giderler	8,5 euro/kWp
Senelik Kayıplar	0,50%
Simülasyon Sonuçları	
Photovoltaik Jeneratör Çıkış Gücü	999,6 kWp
Yıllık Verim	1.529 kWh
Performans Oranı	87,40%
Karbondioksit Emisyon Oranı	916.581 kg/yıllık



Grafik 22 Ardahan İli Aylık Enerji Üretimi (kWh)

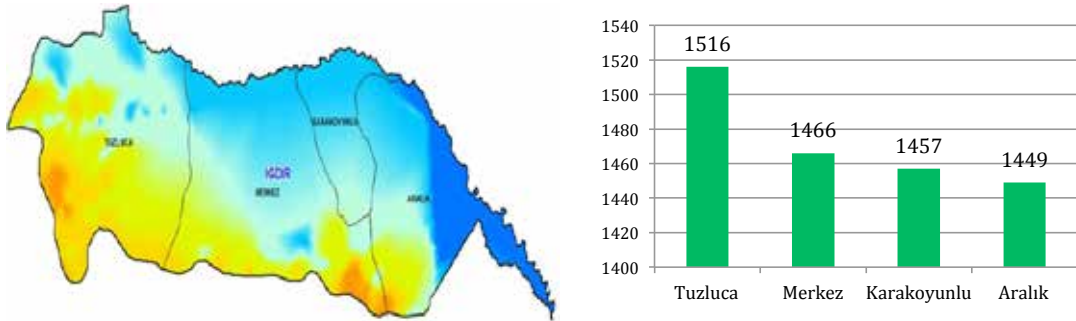


Kaynak: Analizler Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği tarafından yapılmıştır.

Yapılan analizlerde Ardahan Merkez ilçesinde kurulacak yaklaşık 1 mW'lık bir tesisin yıllık 1529 kWh'lik bir verimle çalışacağı ve 6 yılda kendisini amorti edeceği ön görülmüştür.

4.3.3. İĞDIR İLİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Grafik 23 İğdir İli Güneş Işınım Değerleri (kWh/m²-gün)

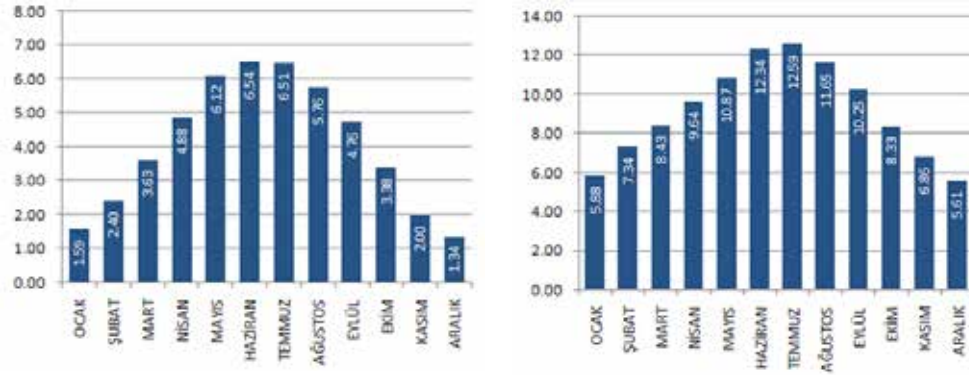


Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

İğdir ilinin güneş enerjisi potansiyeli incelendiğinde Tuzluca ve Merkez ilçelerinin daha yüksek güneş radyasyon değerlerine sahip olduğu Aralık ilçesinde ise en düşük değerlerin ölçüldüğü görülmektedir.



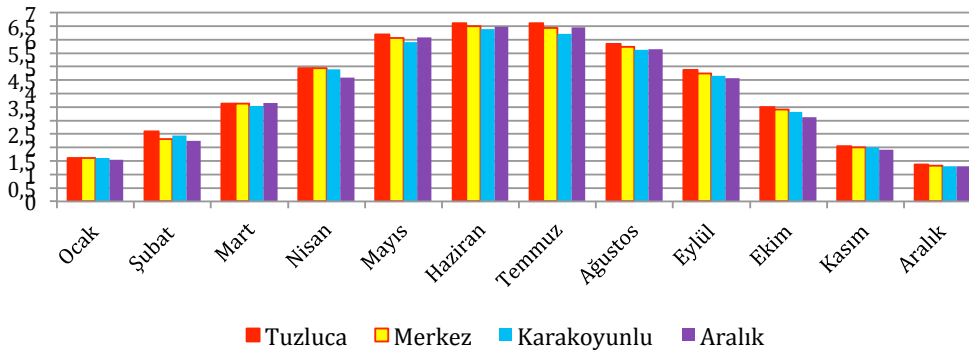
Grafik 24 Iğdır ili Aylara Göre Güneşlenme Süreleri (saat)



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

Yapılan ölçümlerde Iğdır ilinde en yüksek güneş ışınım değeri Haziran ayında en yüksek güneşlenme süresi Temmuz ayında görülmüştür. İlin temmuz ayı güneşlenme süresi 12.59 saattir. Bu değer Türkiye ortalaması olan 11.31'in oldukça üstündedir. Güneş ışınım değerleri incelendiğinde Tuzluca ilçesinin daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. İlçe yıllık ortalama 1516 kWh-yıllık ışınım değerine sahiptir.

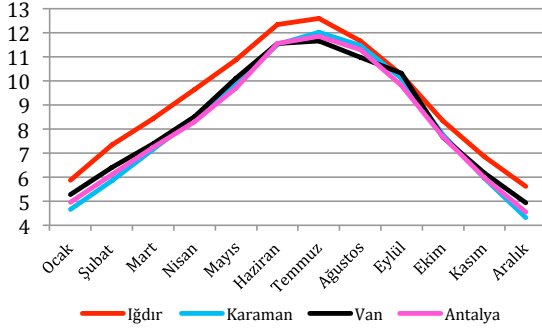
Grafik 25 Iğdır İlçeleri Güneş Işınım Değerleri (kWh/m²-gün)



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014



Grafik 26 Karaman, Antalya, Van, Iğdır Güneşlenme Süreleri (saat-gün)



Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre Iğdır ili Türkiye genelinde güneşlenme süresi en yüksek olan illerden birisidir. İlin yıllık güneşlenme süresi ortalama 9.149 saat olup bu değer Türkiye'nin yıllık ortalama güneşlenme süresi olan 7.49 saatten oldukça yüksektir.

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014

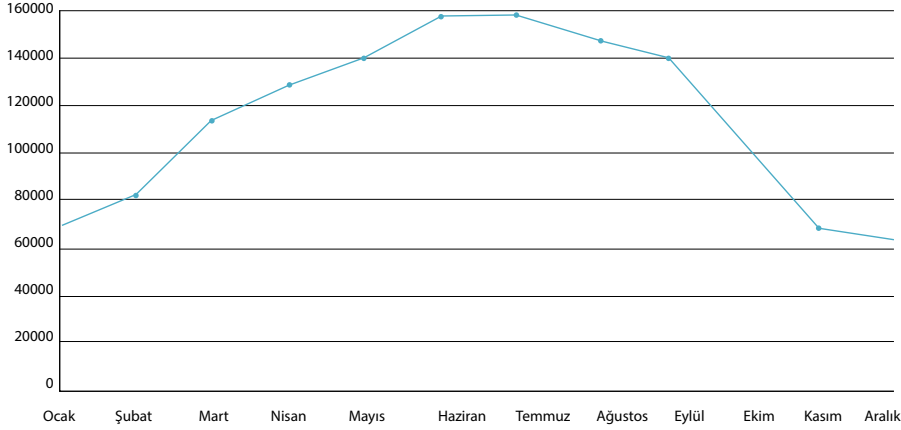
Iğdır ilinde güneşlenme süresi yaz aylarında 12 saatin üzerine çıkmaktadır. İl ülkemizdeki güneş enerjisi potansiyeli en yüksek olan Karaman, Van ve Antalya illerinden çok daha fazla güneşlenme süresine sahiptir. İldeki buharlaşma miktarının fazla olması sebebiyle ışınım değeri Ağrı iline göre daha düşük seviyede kalmıştır. Iğdır ili 850 m. olan rakımıyla TRA2 Bölgesinin en düşük rakımlı ilidir. İlde mikro iklimi mevcut olup yer yer pamuk bile yetişebilmektedir

Tablo 8 Iğdır İlçesi Güneş Enerjisi Yatırım ve Verimlilik Analizi

Yatırım Analizi	
	Tutar (Euro)
Yatırım Miktarı	879.648
Öz Kaynak	879.648
Yıllık İşletme ve Bakım Ücreti	8.459,60
Sistemin Ömür Boyu Toplam Masrafı	965.685
Amortisman Süresi	7
Derecelendirilmiş Elektrik Ücreti/kWh	0,07
Verimlilik Analizi	
Teknik Detaylar	
Kurulu Güç	999,6 kWp
Bölgenin Yıllık Verimi	1382 kWh/kWp
Yıllık Üretilecek Enerji	1.381.447 kWh
Şebekeye Basma Bedeli	0,105 euro/kWh
Toplam Yatırım	880 euro/kWp
Senelik Giderler	8,5 euro/kWp
Senelik Kayıplar	0,50%



Grafik 27 Iğdır İli Aylık Enerji Üretimi (kWh)



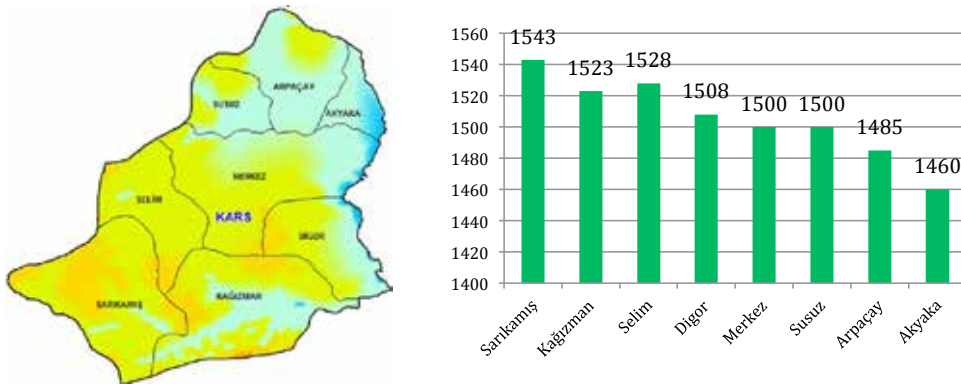
Kaynak: Analizler Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği tarafından hazırlanmıştır.

Simülasyon Sonuçları	
Photovoltaik Jeneratör Çıkış Gücü	999,6 kWp
Yıllık Verim	1382 kWh
Performans Oranı	85,8 %
Karbondioksit Emisyon Oranı	828.586 kg

Iğdır merkez ilçe için yapılan analizlerde ilin yıllık 1382 kWh'lik bir güneş ışınım değerinin olduğu, yaklaşık 1 mW'lık bir tesisin kendisini 7 yılda amorti edeceği ön görülmüştür.

4.3.4. KARS İLİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Grafik 28 Kars İli İlçeleri Güneş Işınım Değerleri (kWh/m²-gün)

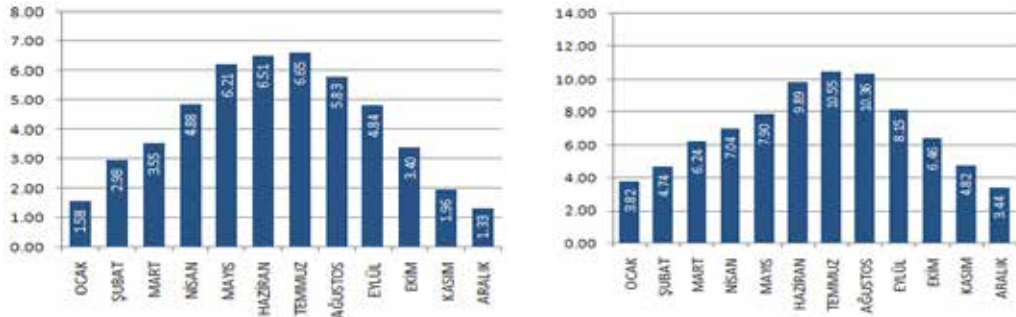


Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan haritaya göre Kars ilinin yıllık ışınım değeri 1513 kWh/m², yıllık ortalama güneşlenme süresi ise 6,93 saattir. İlin Sarıkamış ilçesinin belirli kesimlerinde güneş enerjisi potansiyeli daha yüksektir. Kars ilinde öncelikli olarak binalarda güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır.



İlde en yüksek güneş ışınım değeri ve en uzun güneşlenme süresi Temmuz ayında ölçülürken en düşük ışınım değeri ve güneşlenme süreleri Aralık ayında ölçülmüştür.

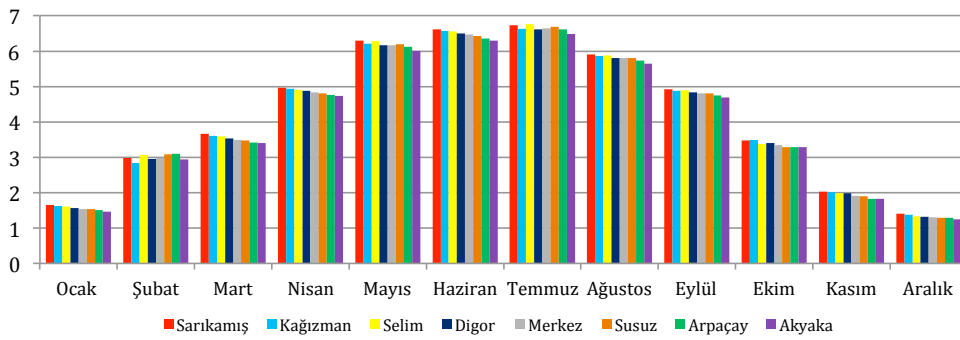
Grafik 29 Kars İli Aylık Güneş Işınım Değerleri (kWh/m²-gün) ve Güneşlenme Süreleri (saat-gün)



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014

İlçelerin aylık ışınım değerleri ise aşağıdaki grafikte verilmektedir. Sarıkamış ilçesi dışındaki ilçeler belirtilen aylarda genel olarak birbirine yakın değerlere sahiptir.

Grafik 30 Kars İli İlçeleri Aylık Güneş Işınım Değerleri (kWh/m²-gün)



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014



RÜZGAR ENERJİSİ



5. RÜZGÂR ENERJİSİ

Rüzgâr, güneş ışınlarının yer yüzeyini farklı ısıtmasından kaynaklanmaktadır. Yer yüzeyinin farklı ısınması, havanın sıcaklığının, neminin ve basıncının farklı olmasına, bu farklı basınç da havanın hareketine neden olmaktadır. Dünyaya ulaşan güneş enerjisinin yaklaşık %2'si rüzgâr enerjisine çevrilmektedir. Basınç değişiminin fazla olduğu yerler, yüksek ve engebesiz tepe ve vadiler, güçlü jeostrofik rüzgârların etkisi altında kalan bölgeler, kıyı şeritleri, kanal etkisi oluşturan dağlar arasında kalan bölgeler vb. yerlerde rüzgâr oluşmaktadır.

Rüzgârdan üretilen elektrik enerjisinin türbin göbek (hub) yüksekliğindeki ortalama rüzgâr hızlarının sınıflanması aşağıda verilmektedir. Buna göre bulunan yerin ortalama rüzgâr hızı;

- 6.5 m/s rüzgâr hızı enerji açısından orta düzey,
- 7.5 m/s iyi, 8.5 m/s ve yukarısı hızlar çok iyi olarak değerlendirilmektedir.⁷

İlk kez Danimarka'da yel değirmenlerinin dönmesi amacıyla kullanılan rüzgâr enerjisi, ilkçağdan beri türbinin şaft gücünden yararlanılarak su pompalama, çeşitli ürünleri kesme, biçme, öğütme, sıkıştırma, yağ çıkarma gibi mekanik enerjiye gerek duyulan yerlerde kullanılmaktadır. Günümüzde rüzgâr enerjisinden genel olarak mekanik uygulamalar ile su pompalama sistemlerinde, elektriksel uygulama olarak şebeke bağlantısıyla elektrik enerjisi elde edilmesinde ve son olarak da ısı enerjisi üretimi gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Rüzgâr santralleri elektrik enerjisinin şebekeye verilmesi dışında su depolama, tahıl öğütme sistemleri, soğutma sistemleri, bahçe aydınlatması, sulama sistemleri gibi pek çok farklı alanda kullanılabilir. Güneş enerjisiyle birlikte tarımsal faaliyetlerde kullanım alanı geniş olan rüzgâr santrallerinin ev tipi modelleri son yıllarda hızla yayılmaktadır. Ev tipi santraller düşük maliyetlidir.

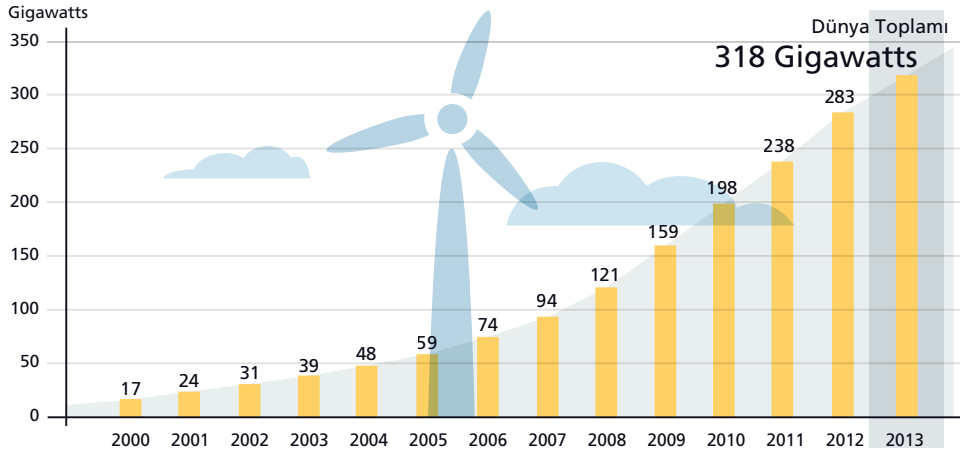
7 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Kurumsal İnternet Sitesi; <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=ruzgar&bn=231&hn=&nm=384&id=40696#>; Erişim Tarihi:18.07.2014



5.1. DÜNYADA RÜZGÂR ENERJİSİ

Dünya rüzgâr enerjisi kurulu gücü 2000 yılında 17 gW iken 2013 yılında 18 katına çıkarak 318 gW'lık bir kurulu güce ulaşmıştır. Özellikle 2006 yılından sonra rüzgâr enerjisi yatırımları büyük ölçüde artmıştır.

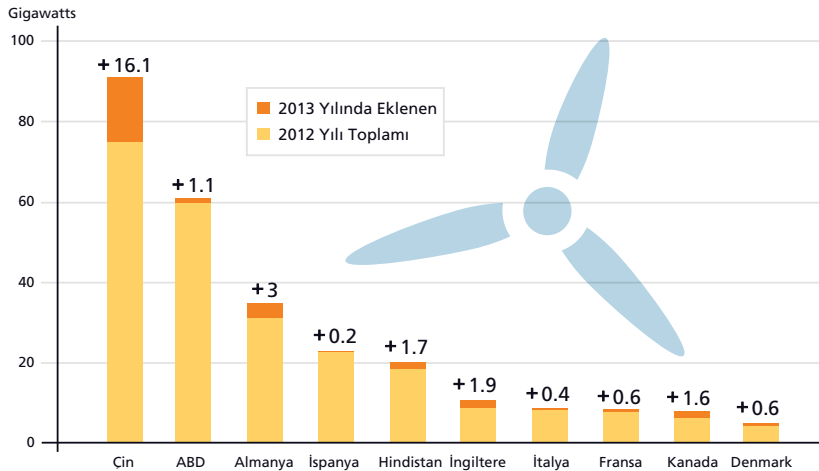
Grafik 31 2000-2013 Dünya Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç (gW)



Kaynak: REN21; Renewables Global Status Report, 2011

Dünya Rüzgâr Enerjisi Birliği'ne göre Çin dünyadaki en büyük rüzgâr enerjisi pazarına sahip ülke olup toplam kurulu gücünü 90 gW seviyelerine getirmiştir. Çin'i ABD ve Almanya ülkeleri takip etmektedir.

Grafik 32 Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü İlk 10 Ülke (gW)



Kaynak: REN21; Renewables Global Status Report, 2014

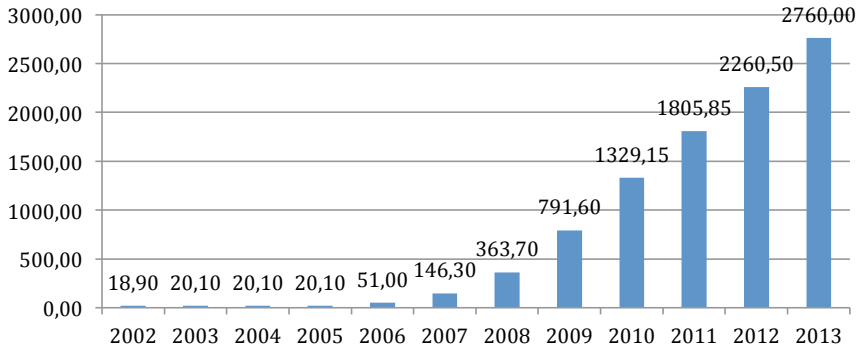


5.2. TÜRKİYE'DE RÜZGÂR ENERJİSİ

Türkiye geçtiğimiz on yılda kaydettiği ekonomik büyümeye paralel olarak dünyanın en hızlı büyüyen enerji piyasalarından biri haline gelmiştir. Enerji dağıtımının tamamen özel sektöre devredildiği ve enerji üretim varlıkları özelleştirilmesinin önümüzdeki beş yıl içerisinde tamamlanmasının planlandığı bu dönemde başarılı bir biçimde uygulanan özelleştirme programı, ülkenin enerji sektörüne son derece rekabetçi bir yapı ve büyüme için yeni ufuklar kazandırmıştır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji yatırımları ülkemizde artmış ve yeşil enerji kapsamında rüzgâr enerjisine dayalı yatırımlar hızla artış göstermiştir.

Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyeli 48.000 mW olarak belirlenmiştir. Bu potansiyele karşılık gelen toplam alan Türkiye yüz ölçümünün %1.30'una denk gelmektedir. Türkiye'de, 2013 yılı sonu yıllık rüzgâr enerjisi üretim miktarı 7.518 gWh'dir. 2013 yılı sonu itibarıyla işletmede olan rüzgâr enerji santrallerinin kurulu gücü ise 2760 mW'tır.⁸

Grafik 33 Türkiye 2002-2013 Yılları Arası Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü



Kaynak: TÜBİTAK MAM; RİTM Projesi Verileri, 2014

Türkiye'de yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7,5 m/s üzeri rüzgâr hızlarına sahip alanlarda kilometrekare başına 5 mW gücünde rüzgâr santrali kurulabileceği kabul edilmiştir. Bu kabuller ışığında, orta-ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro-ölçekli rüzgâr akış modeli kullanılarak üretilen rüzgâr kaynak bilgilerinin verildiği REPA haritası hazırlanmıştır. Bir yerde rüzgâr enerjisi santrali yatırımı yapılabilmesi için o yerde 7 m/s veya üzerinde sürekli bir rüzgâr akışının olması gerekmektedir. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan bildiriye enerji üretim lisansı alabilmek için yatırımın

8 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İnternet Sitesi; <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=ruzgar&bn=231&hn=&nm=384&id=40696>; Erişim Tarihi: 14.07.2014

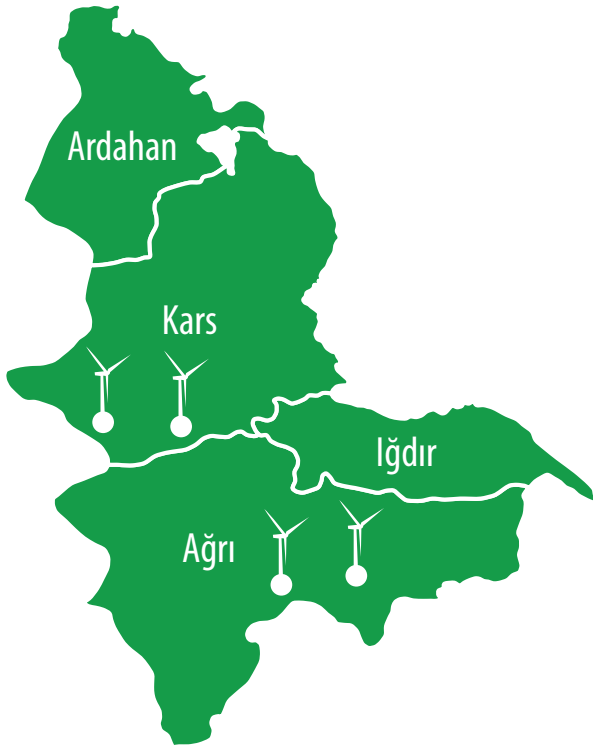


yapılacağı sahada en az 1 yıllık ölçüm yapılması şart koşulmakta ve yatırımcılar REPA haritası değerleri yanında yatırım yapılması muhtemel bölgede uzun süreli ölçüm yapmaktadırlar.

5.3. TRA2 BÖLGESİNDE RÜZGÂR ENERJİSİ

TRA2 Bölgesi yüksek rakımı sebebiyle rüzgâr enerjisi yatırımları açısından dezavantajlı bir konuma sahip olsa da Bölge'nin rüzgâr enerjisi potansiyelinin tespitinin yapılabilmesi için yoğun rüzgar aldığı bilinen birtakım alanlara yönelik en az bir yıllık ölçümlerin yapılması gerekmektedir. Raporda bölge illeri için yapılan değerlendirmeler genel olarak Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası'na göre yapılmış olup söz konusu haritalar Bölge geneline yayılmış bazı ölçüm istasyonlarının verilerine dayanmaktadır ve noktasal bazda değildir.

Şekil 1 TRA2 Bölgesi'nde Yer Alan Rüzgâr Potansiyeli Ölçüm İstasyonları

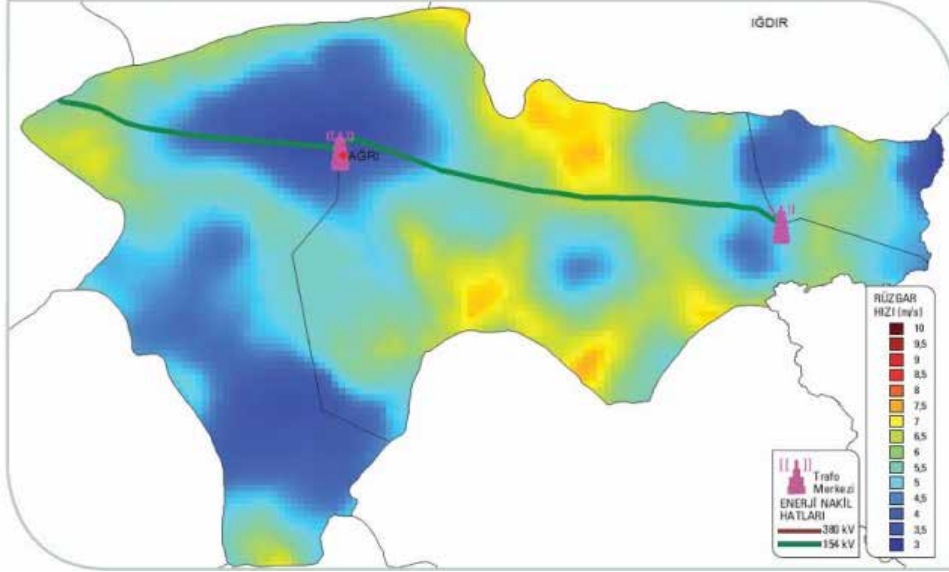


Bölge genelinde yoğun rüzgâr esintisinin tespit edildiği Taşlıçay, Diyadin Kağızman ve Sarıkamış ilçelerinde belirlenen alanlarda 6 ayı aşkın süredir özel firmalar tarafından ölçümler yapılmaktadır. Firma yetkilileriyle yapılan görüşmelerde özellikle Ağrı ilinin Taşlıçay ilçesinde ortalama 7 m/s'lik sürekli rüzgâr akımının görüldüğü ve ilçeye yakın gelecekte büyük enerji yatırımlarının yapılacağı bilgisine ulaşılmıştır. Ayrıca Kağızman ilçesinde yapılan ölçümlerin de olumlu seyrettiği bilgisi alınmıştır.



5.3.1. AĞRI İLİ RÜZGÂR ENERJİSİ POTANSİYELİ

Harita 6 Ağrı İli Rüzgâr Potansiyeli Yüksek Alanlar ve Trafo Nakil Hatları



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası

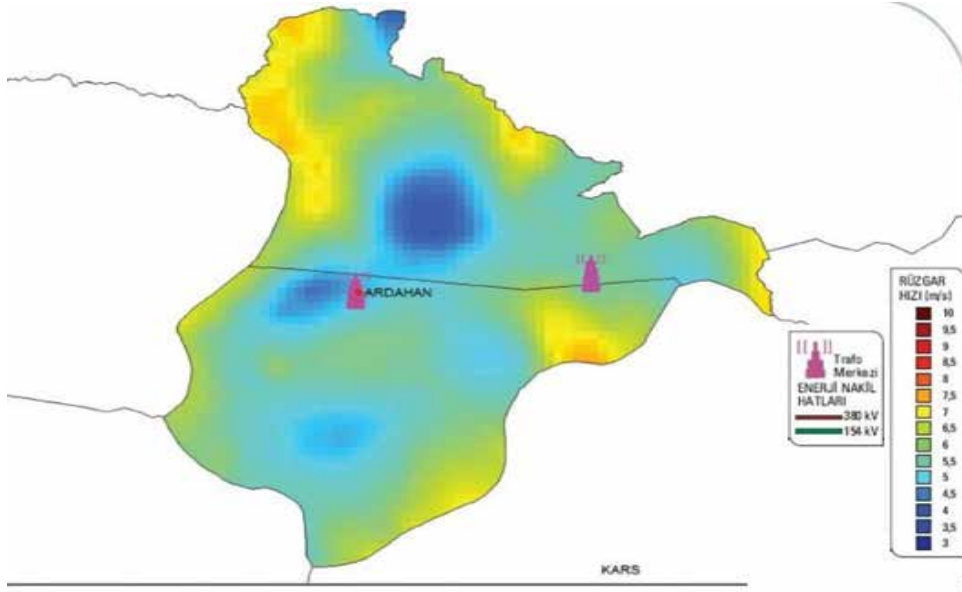
Ağrı İli rüzgâr enerjisi potansiyeli atlası incelendiğinde ilin özellikle Ağrı-Iğdır sınırında yer alan Balık Gölü'nde 7m/s'yi aşan rüzgâr hızının varlığı görülmektedir. Söz konusu yerde saha incelemesi yapılmış ve sürekli rüzgâr varlığı alanda yaşayan vatandaşların beyanlarıyla desteklenmiştir. Yukarıdaki haritada görüldüğü üzere Balıkgölü ve çevresi trafo merkezine de yakın konumdadır ve bu alanda kapasite faktörü %35'in üzerindedir. Bu durum göl çevresinin önemini artırmaktadır. Ayrıca Diyadin, Taşlıçay ve Doğubayazıt ilçelerinin belirli noktalarında güçlü rüzgâr esintileri mevcuttur. Taşlıçay ve Diyadin ilçelerinde özel firmalar tarafından ölçümler yapılmakta olup ölçüm yapılan alanlarda güçlü rüzgâr esintileri tespit edilmiştir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapılan haritaya göre Ağrı'da rüzgâr santrali kurulabilecek alanlar oldukça sınırlı gözükse de günümüzde Bakanlık tarafından yatırım yapılamaz olarak belirtilen pek çok alanda rüzgâr santralleri kurulmuştur. Bu sebeple sahada yapılan ölçüm sonuçlarına göre ilin potansiyeli ortaya çıkarılabilecektir.



5.3.2. ARDAHAN İLİ RÜZGÂR ENERJİSİ POTANSİYELİ

Harita 7 Ardahan İli Rüzgâr Potansiyeli Yüksek Alanlar ve Trafo Nakil Hatları



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2014

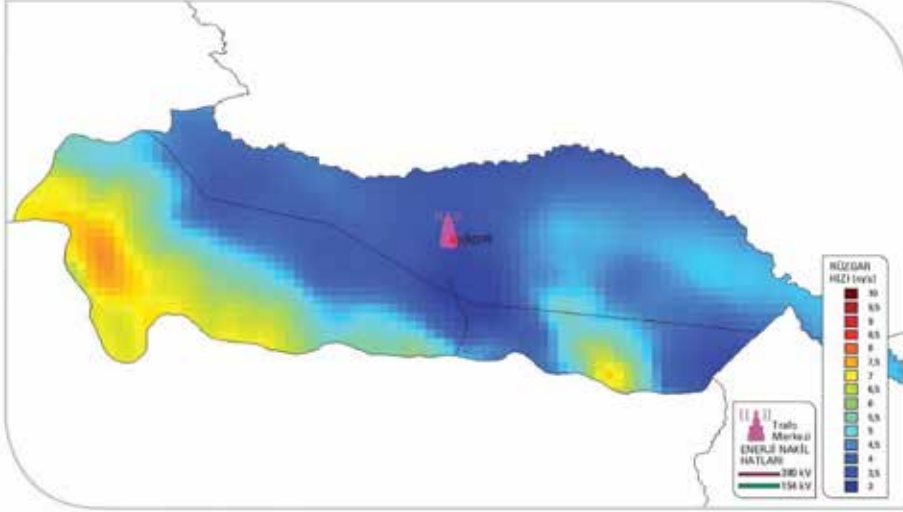
Ardahan ilinde Posof ve Çıldır ilçeleri ilinde rüzgâr enerjisi potansiyeli yüksek alanlar mevcuttur. Çıldır ilçesinde özel sektör tarafından yaptırılan ölçümler olumlu sonuçlar açığa çıkarmıştır. Özel bir firma tarafından yapılan ölçümlere göre göl çevresinde 7 m/s lik rüzgâr hızının olduğu ve kurulacak 100 kW'lık bir santralin 3 ile 4 yıl arasında kendisini amorti edeceği belirtilmiştir. Göl çevresinde kapasite faktörü %35'in üstünde olup gölün trafo hattına yakın olması büyük avantaj teşkil etmektedir.

İlin diğer yoğun rüzgâr alan yerleri Posof ilçesinde yer alırken bu alan enerji nakil hatlarına uzak bir konuma sahiptir.



5.3.3. İĞDIR İLİ RÜZGÂR ENERJİSİ POTANSİYELİ

Harita 8 İğdir İli Rüzgâr Potansiyeli Yüksek Alanlar ve Trafo Nakil Hatları



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü REPA Haritası Verileri, 2014

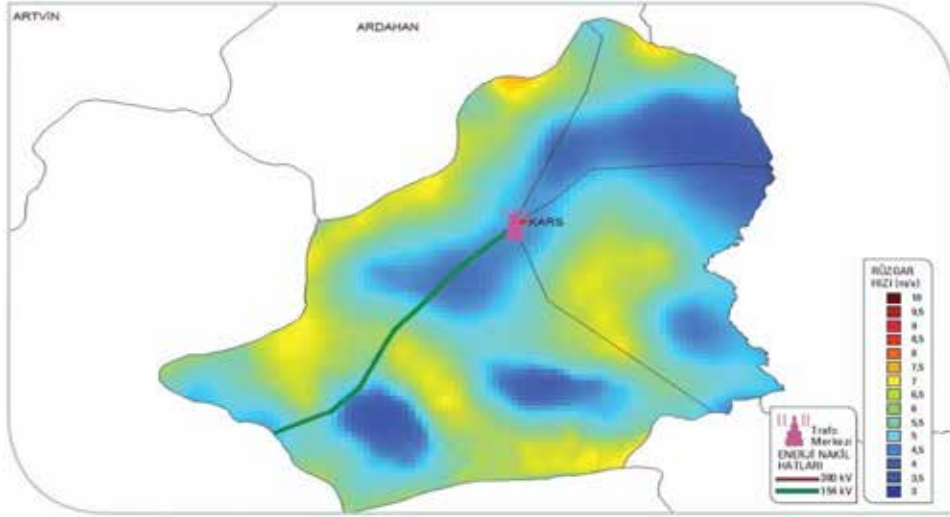
İğdir ili rüzgâr enerjisi potansiyeli ve yatırım yapılabilecek alanların çokluğu bakımından Bölge illeri arasında ilk sırada gelmektedir. İlin özellikle Tuzluca ilçesinde hızı 8 m/s olan yerler mevcuttur.

İlde 6,8-7,5 m/s rüzgâr hızına sahip 0.35 km² alan mevcuttur. Yükseltinin az olması İğdir'da yatırım yapılması ihtimalini artırmaktadır ancak güçlü rüzgâr esintilerinin olduğu Tuzluca ilçesi enerji nakil hatlarına uzak konumdadır.



5.3.4. KARS İLİ RÜZGÂR ENERJİSİ POTANSİYELİ

Harita 9 Kars İli Rüzgâr Potansiyeli Yüksek Alanlar



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü REPA Verileri

REPA verilerine göre Kars ili rüzgâr enerjisi potansiyeli düşüktür. İlin Arpaçay ve Susuz ilçelerinde yer yer rüzgâr hızı yüksek alanlar mevcuttur. İlin Kağızman ve Sarıkamış ilçelerinde ölçümler devam etmektedir. Özellikle Kağızman'da yapılan ölçümlerden olumlu sonuçlar alındığı bilgisine ulaşılmıştır. Sarıkamış kayak merkezi çevresinde detaylı ölçümler yapılarak tesisin elektrik maliyetinin rüzgâr santralleriyle azaltılmasına yönelik kapsamlı araştırmalar yapılmalıdır.



BIOKÜTLE ENERJİSİ



6. BİOKÜTLE ENERJİSİ

Biyogaz; organik maddelerin anaerobik (oksijensiz) ortamda, farklı mikroorganizma gruplarının varlığında, biyometanlaştırma süreçleri (havasız bozunuma- biyolojik bozunuma - mikrobiyal bozunma - anaerobik fermantasyonun kontrollü süreci) ile elde edilen bir gaz karışımıdır. Biyogazın içeriği % 60-75 metan gazı ve %25-40 miktarı ise CO₂ gazıdır. Biyogaz içeriğindeki metan gazından dolayı yanıcı özelliğe sahiptir.

Biyogaz temel olarak oksijensiz ortamda mikrobiyolojik floranın etkisi altında organik maddenin karbondioksit ve metan gazına dönüştürülmesi olarak tanımlanmakta olup biyogaz elde edimi temel olarak organik maddelerin ayrıştırılmasına dayandığı için temel madde olarak bitkisel atıklar ya da hayvansal gübreler kullanılabilir. Biyogaz, ısıtmada, enerji üretiminde, araçlarda yakıt olarak kullanılırken üretim sonucu oluşan organik gübre tarım alanlarında kullanılmaktadır.

Biyogazın enerji değerleri incelendiğinde 1 m³ biyogazın sağladığı ısı miktarı 4700-5700 kcal/m³ olup 0,62 litre gazyağı, 1,46 kg odun kömürü, 3,47 kg odun, 0,43 kg bütan gazı, 12,3 kg tezek ve 4,70 kWh elektrik enerjisi eşdeğerindedir. Ayrıca, 1 m³ biyogaza 0,66 litre motorin, 0,75 litre benzin ve 0,25 m³ propan eşdeğer yakıt miktarlarıdır.

Biokütle enerjisi tükenmez bir kaynak olması, her yerde elde edilebilmesi, özellikle kırsal alanlar için sosyo-ekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeniyle uygun ve önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Biokütle için mısır, buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkiler, otlar, yosunlar, denizdeki algler, hayvan dışkıları, gübre ve sanayi atıkları, evlerden atılan tüm organik çöpler (meyve ve sebze artıkları) kaynak oluşturmaktadır. Biyogaz üretiminde kullanılacak hammadde kaynaklarından mısır silajı, algler, atık su çamurları ve tavuk gübresinin enerji verimliliği oldukça yüksektir.



Tablo 9 Çeşitli Kaynaklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Verimi ve Metan Oranı

	Biyogaz Verimi (litre/kg)	Metan Oranı (Hacim %'si)
Sığır Gübresi	90-310	65
Kanatlı Gübresi	310-620	60
Domuz Gübresi	340-550	65-70
Buğday Samanı	200-300	50-60
Çavdar Samanı	200-300	59
Arpa Samanı	290-310	59
Mısır Sapları ve Artıkları	380-460	59
Keten & Kenevir	360	59
Çimen	280-550	70
Sebze Artıkları	330-360	Değişken
Ziraat Artıkları	310-430	60-70
Yerfıstığı Kabuğu	365	...
Dökülmüş Ağaç Yaprakları	210-290	58
Algler	420-500	63
Atık Su Çamuru	310-800	65-80

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi: <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>; Erişim Tarihi: 10.07.2014

Biyogaz denilince akla ilk olarak büyükbaş hayvan atıklarıyla çalışan bir sistem gelse de bitkisel atıklardan, atık su çamurlarına kadar farklı pek çok kaynaktan metan gazı elde edilebilmektedir. Bunlar arasında kanatlı gübresi, mısır artıkları ve atık su çamurları en büyük potansiyele sahip kaynakları oluşturmaktadır.

Organik atıkların enerji üretiminde kullanılmasının birtakım faydaları aşağıda belirtilmiştir.

- Ucuz ve çevre dostu bir enerji ve gübre kaynağıdır.
- Atık geri kazanımı sağlamaktadır.
- Biyogaz üretimi sonucu hayvan gübresinde bulunabilecek yabancı ot tohumları çimlenme özelliğini kaybetmektedir.
- Biyogaz üretimi sonucunda hayvan gübresinin kokusu yok olmaktadır.
- İnsan sağlığını ve yeraltı sularını tehdit eden, hayvan gübrelerinden kaynaklanan hastalık etmenlerinin büyük oranda etkinliğinin kaybolmasını sağlamaktadır.
- Biyogaz üretiminden sonra atıklar yok olmamakta üstelik çok daha değerli bir organik gübre haline dönüşmektedir.



6.1. DÜNYADA BİOKÜTLE ENERJİSİ

Dünyada biyogaz üretim ve kullanımı giderek artmaktadır. Hayvan gübresiyle çalışan tesislerin %80'i Çin Halk Cumhuriyeti'nde %10'u Hindistan'da, Nepal ve Tayland'da kalan %10'u da başta Almanya olmak üzere diğer ülkelerdedir.

Avrupa'nın hayvan gübresi ile elde ettiği biyogaza ve tesis sayısına bakılacak olursa bu noktada Almanya 2,200 tesis ile en fazla üretim yapan ülke konumundadır. Bu ülkeyi 70 tesis ile İtalya takip etmektedir. Almanya'da biyogaz tesislerinin sayısı 1993 yılında 139 iken günümüzde 2,200 tesise ulaşılmıştır.⁹

Çin ve Hindistan'da biyogaz üretimi oldukça önemlidir. Çin'de hayvan ve insan atıklarının kullanıldığı yedi milyon biyogaz üretim ünitesi bulunmaktadır. Brezilya'ya mısır ve şeker kamışından alkol elde edilmekte, bu alkol da motor yakıtı olarak kullanılmakta ve %20 oranında da petrole katılabilmektedir.¹⁰

6.2. TÜRKİYE'DE BİOKÜTLE ENERJİSİ

Harita10 Türkiye'de Kurulu Biyogaz Santralleri



Kaynak: Türk-Alman Biyogaz Projesi; Türkiye Biyogaz Potansiyel Raporu,2013

9 Biyogaz Derneği Kurumsal İnternet Sitesi; http://www.biyogazder.org/biyogaz_enerjisi.htm#

10 Türk-Alman Biyogaz Projesi; Türkiye Biyogaz Potansiyel Raporu



Türkiye’de de biyogaz üretimine yönelik büyük ve şimdilik geniş ölçüde kullanılmayan bir potansiyel bulunmaktadır. Alman Biokütle Araştırmaları Merkezi (DBFZ) tarafından Türk uzmanları ile işbirliği içerisinde hazırlanan, Türk-Alman Biyogaz Projesi kapsamında yapılan araştırmaya göre, Türkiye’nin elektrik ihtiyacının azami % 12’si biyogazdan elde edilebilir durumdadır. Biyogaz potansiyeli içerisinde yaklaşık olarak % 40’lık bir orana sahip olan sıgır gübresi (katı ve sıvı faz karışık) ve tavuk gübresi en önemli substratları teşkil etmektedir.

Türkiye’de 2023 hedefleri kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımlara paralel olarak biokütle enerjisine dayalı santrallerin kurulumu hız kazanmıştır. Ülkemizde başta TÜBİTAK MAM tarafından kurulan örnek tesis olmak üzere 85 tane biyogaz santrali mevcuttur. Santraller daha çok Kocaeli, İstanbul, Balıkesir ve Gaziantep şehirlerinde yoğunlaşmıştır.

Tablo 10 Türkiye’de Kurulu Biyogaz İşletmeleri Kapasite Bilgileri

	İşletmedeki Tesisler	İşletmedeki Kapasite	Planlamadaki Tesis Kapasitesi	Toplam Biyogaz Potansiyeli	Toplam Kapasite (mW)
Tarım	2	0,68	11,99	14	12,58
(hayvansal atıklar)					
Gıda Sanayi	17	13,68	3,88	19	17,56
(atık su, organik atık)					
Belediye (çöp gazı, atık su)	17	96,98	34,72	29	131,7
Belediye (çöp gazı)	13	93,04	32,03	22	125,08
Belediye (atıksu)	4	3,94	2,69	7	6,62
Sınıflandırılmamış	0	0	61,16	23	61,16
Toplam	36	111,23	111,76	85	222,99

Kaynak: Türk-Alman Biyogaz Projesi; Türkiye Biyogaz Potansiyel Raporu,2013

Türkiye, sadece hayvan atıkları ile çalışabilecek, 2.000 adet biyogaz tesisi kapasitesine sahip olmasına rağmen mevcut durumda 36’sı çalışmakta olan toplam 85 biyogaz tesisi bulunmaktadır.¹¹ Türkiye’de kurulu biyogaz santrallerinin büyük bir kısmı belediyeler tarafından çöp gazı ve atık sıvı geri dönüşüm tesisleri olarak kurulmuştur. Belediyeler dışında gelişen teşvik sistemi ile özel firmalar aracılığıyla organik ve tarımsal atıklara yönelik biyogaz santralleri kurulmaktadır.

11 IEA Bioenergy Task 37, 2011

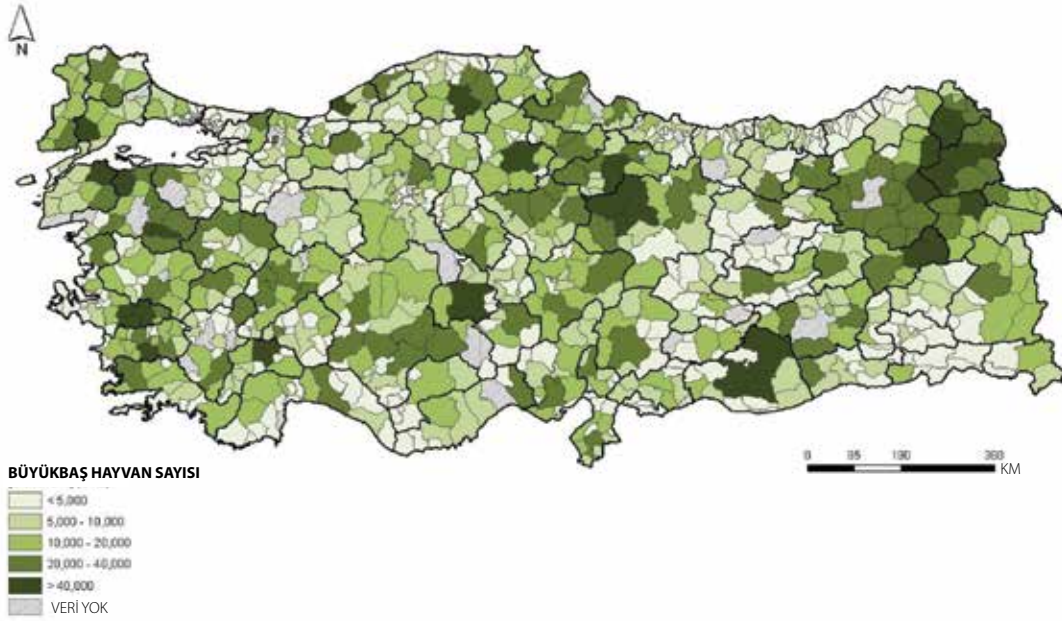


6.3. TRA2 BÖLGESİ İLLERİ BİOKÜTLE POTANSİYELİ

Bölgenin biyokütle potansiyeli, yapılacak fizibilite çalışmaları sonucu netleşecek olsa da çalışma kapsamında Bölge illerindeki hayvan varlıkları ve bitkisel üretim alanlarından yola çıkarak genel olarak potansiyel belirten alanlar ön plana çıkarılmıştır.

6.3.1. HAYVANSAL ATIK VERİLERİ

Harita 11 Türkiye İlçe Düzeyinde Büyükbaş Hayvan Sayısı



Kaynak: Türk-Alman Biyogaz Projesi; Türkiye Biyogaz Potansiyel Raporu, 2013

Harita incelendiğinde TRA2 Bölgesi illeri ilçe düzeyinde hayvan sayıları bakımından Türkiye genelinde ilk sıralarda gelmektedir. Bölgenin pek çok ilçesinde 40.000 ve üzeri büyükbaş bulunmaktadır. Bölgenin temel ekonomik geçim kaynağı olan hayvancılık parçalı ve aile işletmeciliği şeklinde yapılmaktadır. Bölgedeki hayvan sayısı fazla olsa da işletme başına düşen hayvan sayısı düşük değerlerdedir. Bu durum büyükbaş hayvan atığına dayalı tesislerin kurulması açısından dezavantajlı bir durum oluşturmaktadır.

TRA2 Bölgesi'nde ilçe düzeyinde büyükbaş hayvan sayılarına bakıldığında Kars ve Ardahan merkez ilçeleri ön plana çıkmaktadır. Kars Merkez'de 132.037 Ardahan Merkez'de ise 109.040 büyükbaş hayvan bulunmaktadır.



Küçükbaş hayvan varlığında ise Ağrı ili ilk sırada gelmektedir. Doğubayazıt ilçesi bölgedeki en fazla küçükbaş hayvan sayısına sahip ilçedir. Doğubayazıt ilçesini Diyadin ve Patnos ilçeleri takip etmektedir.

Bölgede köy bazında hayvan sayıları hayvan kümelenmelerinin tespiti açısından önemlidir. Kars ili köylerinde 2000 ve üzeri büyükbaş hayvan sayısına sahip 90 köy bulunmaktadır. Bu köylerin 14'ü Akyaka ilçesinde, 11'i Arpaçay ilçesinde, 7'si Digor ilçesinde, 54'ü Kağızman ilçesinde, 22'si Selim ilçesinde ve 54'ü Sarıkamış ilçesinde bulunmaktadır. Kars ilinde Arpaçay'a bağlı Koçköy köyünde 5004 büyükbaş, Digor Dağpınar köyünde 5383 hayvan, Kağızman Hamzagerek köyünde 6366 büyükbaş hayvan, Ölçülü köyünde ise 5075 büyükbaş hayvan bulunmaktadır. Kars ilinin köylerinin genel olarak hayvan sayısı fazladır. Hayvan dışkıları dışında peynir altı suları da biyogaz hammaddesi olarak işletmelerde kullanılabilir. Kars ilindeki süt işletmelerinde yılda 6443 kg peynir altı suyu elde edilmektedir.¹²

Ardahan ilinde ise 2000 ve üzeri büyükbaş hayvan sayısına sahip köy sayısı 55 iken bu köylerin 5 tanesi Çıldır'da, 2 tanesi Damal'da, 19 tanesi Gölde'de, 7 tanesi Hanak'ta, 21 tanesi Merkez'de ve 1 tanesi de Posof ilçesinde bulunmaktadır. İlde 5000 ve üzeri büyükbaş hayvan sahip tek köy olup bu köy Merkez Tunçoluk köyüdür. İlde bitkisel üretim sınırlı düzeydedir. Ardahan ilinde 29 adet süt ürünleri tesisi olup bu tesislerde 2013 yılında 17.420 ton peynir altı suyu ortaya çıkmıştır.¹³

Iğdır ilinde köy bazında hayvan verileri Bölge'nin diğer illerine nazaran yüksek değildir. İlde 51-100 adet büyükbaş hayvan sayısına sahip 205, 101-200 adet büyükbaş hayvanı olan hayvan sahibi 33 ve 200-500 büyükbaş hayvan sahibi sayısı ise 9'dur. İlde köy bazında hayvan sayıları düşük olsa da işletme bazında hayvan kümelenmeleri nispeten fazladır. Bu durum biyogaz tesislerinde kullanılacak hammaddenin toplu bir şekilde alınabilmesi açısından Iğdır ilini avantajlı kılmaktadır.

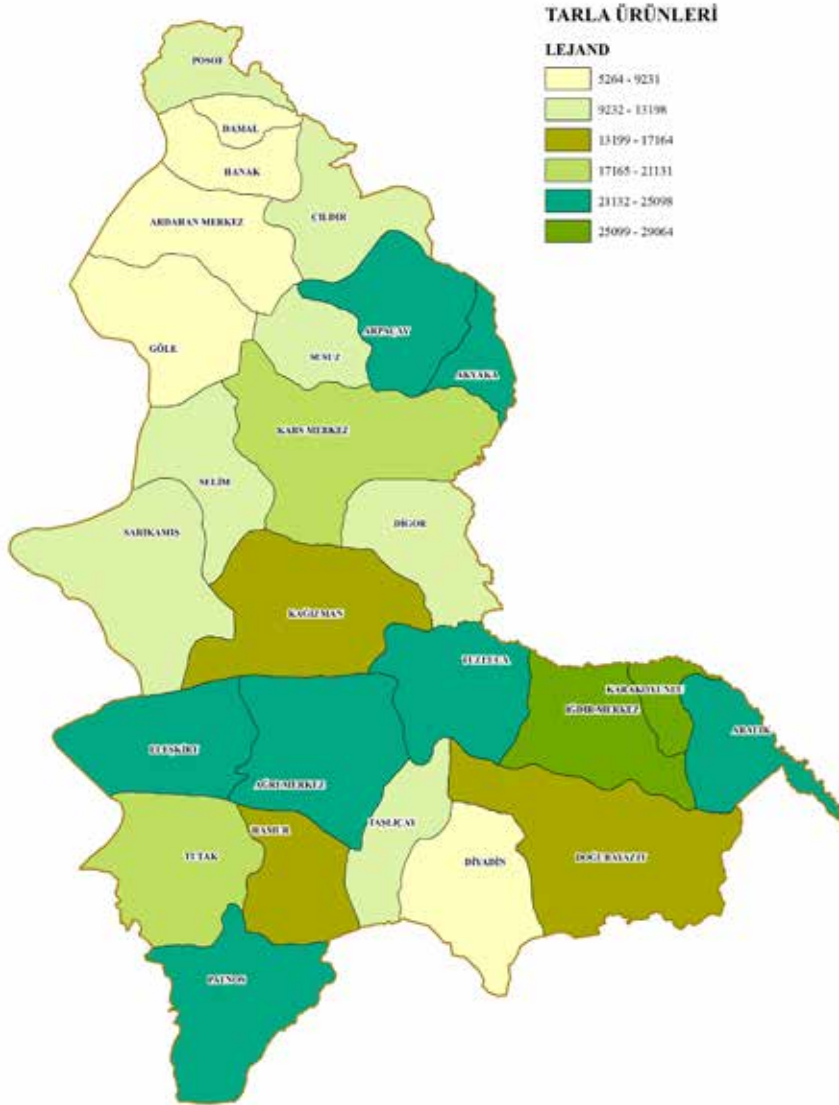
Ağrı ili köy bazında büyükbaş hayvan sayılarına bakıldığında değerlerin düşük olduğu görülmektedir. İlde genel olarak küçükbaş hayvan yoğunluktadır ancak küçükbaş hayvanların meralarda otlatılması dışkıların toplanmasını olanaksız hale getirmektedir.

12 Kars Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Verileri, 2014

13 Ardahan Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Verileri, 2014



6.3.2. BİTKİSEL ATIK VERİLERİ



Biokütle santralleri sadece büyükbaş hayvan dışkılarıyla değil bitkisel atıklarla da çalışmaktadır. Bu kapsamda özellikle Almanya'da enerji çiftçiliği gelişmiş olup köylüler yakınlarında kurulan santrallere hammadde olabilecek enerji bitkilerinin ekimini yapmaktadırlar.

TRA2 Bölgesi'nde Iğdır ili mikro iklimi sayesinde tarla ürünleri sayısı bakımında öne çıkmaktadır. Bölgede bitkisel ürün bazında öne çıkan ilçeler Arpaçay, Akyaka, Eleşkirt, Ağrı Merkez, Tuzluca, Aralık ve Patnos'tur.

**Tablo 11 Kars İli Yetişen Yem Bitkileri ve Yetiştirme Alanları**

	Ekili Alan (da)
Fiğ	337.034
Macar Fiği	35
Mısır Silajlık	8.391
Sorgum Silajlık	33
Korunga	34.897
Yonca	1.942

Kaynak: Kars Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Verileri, 2014

Kars ilinde Selim ovasında mısır silajı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Mısır silajı özellikle Almanya'da biyogaz santrallerinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Kars ili Selim ilçesinde bir takım lisans işlemleri tamamlanarak 2014 yılı içerisinde inşaat faaliyetlerine başlanması planlanan 6 mW'lık biyogaz tesisi projesi kapsamında silaj yetiştiriciliği denemesi yapılmış ve Almanya'dan 1,5 kat daha yüksek verimde ve üç ay daha kısa sürede silaj elde edilmiştir.¹⁴

Tablo 12 Ardahan İli Yetişen Yem Bitkileri ve Yetiştirme Alanları

	Ekili Alan (da/m2)
Fiğ	352.453,20
Korunga	42.975,10
Yonca	11.262,32
Macar Fiği	318,633
Yem Bezelyesi	236,927

Kaynak: Ardahan Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Verileri, 2014

Ardahan ilinde en çok yetişen yem bitkisi türü fiğ olup bu bitkiyi korunga ve yonca takip etmektedir. İl genel olarak iklimi sebebiyle sebze ve meyve yetiştiriciliği açısından uygun değildir.

14 Schmack Mühendisi Suat KARAKUZ ile yapılan görüşme kayıtları, 13.06.2014



Tablo 13 Iğdır İli Yetişen Yem Bitkileri Yıllık Üretim Miktarı (Ton)

	Yıllık Üretim (ton)
Arpa	15.000
Silajlık Mısır	194.500
Yonca	420.500
Fiğ	5.655
Korunga	7.897

Kaynak: Iğdır Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Verileri, 2014

Iğdır ilinde yem bitkisi olarak yonca ve silajlık mısır üretimi ön plana çıkmaktadır. İl ılıman iklimi ile bitkisel üretimde Bölgede ilk sırada gelmektedir. Iğdır ilinde yetişen silajlar komşu illere ve Bölge dışına satılarak ayrı bir geçim kaynağı oluşturmaktadır. Mısır silajı dünya genelinde biyogaz santrallerinde en çok tercih edilen bitki türü olması açısından önemlidir.

Tablo 14 Ağrı İli Yem Bitkileri Ekim Alanı, Miktarı

	Ekim Alanı(da)	Üretim Miktarı (ton)
Buğday	1.157.500	279.258
Arpa	491.200	107.154
Asir	500	65
Çavdar	500	110
Yonca	679.100	990.904
Korunga	136.300	106.198
Fiğ	696.630	46.273
Şekerpancarı	13.000	50.685

Kaynak: Ağrı Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Verileri, 2014

6.3.3. KARS SELİM İLÇESİ BİYOGAZ PROJESİ

Kars İli Selim İlçesi'nde 12,5 hektarlık bir alanda inşaat çalışmalarına başlanan tesis için gerekli lisanslar alınmış ve tesiste hammadde olarak kullanılacak mısır silajı ekimi için köylülerle anlaşılmıştır. Toplam 6 mW'la Türkiye'deki en büyük kurulu güce sahip olacak tesisin inşası tamamlanınca tesis civarındaki 40 dönümlük araziye sera kurulması planlanmaktadır.



Resim 1 Selim İlçesi'nde Yapılan Biyogaz Tesisi Projesi



Kaynak: Schmack Gmbh Kars Selim Biyogaz Projesi Bilgi Notu; Erişim Tarihi:13.08.2014

Sera olarak kullanılması ön görülen alanda yılda 2,5 milyon ton domates üretilmesi planlanmakta olup proje uzun vadede bölgedeki tarımsal üretime yapacağı katkı açısından da önemlidir.

Projenin hayata geçirilmesi için Almanya'da faaliyet gösteren bir firmadan danışmanlık hizmeti alınmaktadır. Firmanın mühendisiyle Ajansımızda gerçekleştirilen toplantıya TRA2 Bölgesi'nde hayvancılıkla uğraşan işletme sahipleri iştirak etmiştir. Toplantı sürecinde biyogazın kullanım alanları ve Selim ilçesindeki projeye ilgili katılımcılara bilgi verilmiştir.

Resim 2 Alman Schmack Gmbh Firması Türkiye Temsilcisi Sn. Suat Karakuz'un Bölge Çiftçilerine Yönelik Yaptığı Sunum





JEOTERMAL ENERJİ



7. JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal enerji yerin derinliklerindeki kayalar içinde birikmiş olan ısının akışkanlarca taşınarak rezervuarlarda depolanması ile oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Jeotermal kaynaklar yoğun olarak aktif kırık sistemleri ile volkanik ve magmatik birimlerin etrafında oluşmaktadır.

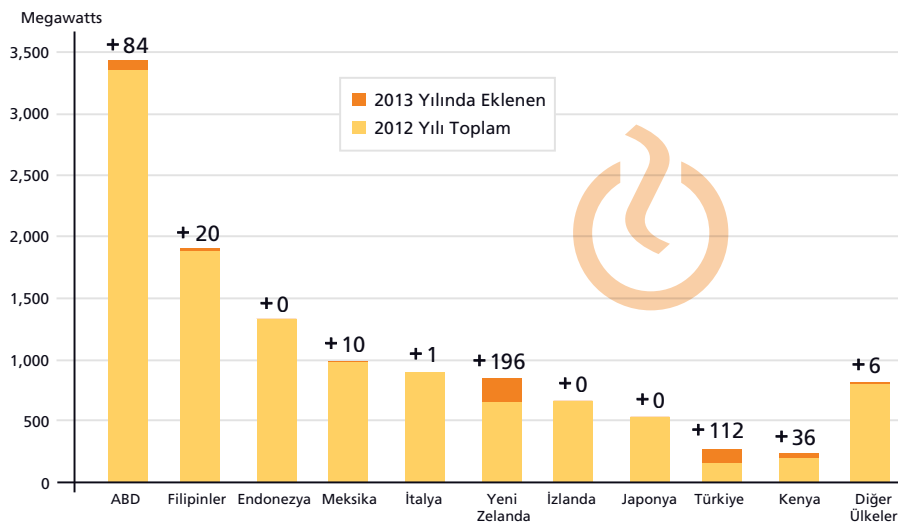
Jeotermal enerjiye dayalı modern jeotermal elektrik santrallerinde CO₂, NO_x, SO_x gazlarının salınımı çok düşük olduğundan temiz bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Düşük (20-70°C) sıcaklıklı sahalar başta ısıtma olmak üzere, endüstride, kimyasal madde üretiminde kullanılmaktadır. Orta sıcaklıklı (70-150°C) ve yüksek sıcaklıklı (150°C'den yüksek) sahalar ise elektrik üretiminin yanı sıra reenjeksiyon¹⁵ koşullarına bağlı olarak entegre şekilde ısıtma uygulamalarında da kullanılabilirlerdir.

7.1. DÜNYADA JEOTERMAL ENERJİ

Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 2013 yılı Ağustos ayı itibarıyla 11.766 MW'dır. Yıllık elektrik üretim miktarı yaklaşık 68,6 milyar kWh olup, jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ABD, Filipinler, Endonezya, Meksika ve İtalya ilk 5 ülkeyi teşkil etmektedir. Elektrik dışı kullanım ise 50.000 MW'tır. Dünyada jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki Çin, ABD, İsveç, Türkiye ve Japonya ilk 5 ülkeyi oluşturmaktadır.

Grafik 34 Dünya Jeotermal Enerji İlk 10 Ülke Kurulu Güçler



Kaynak: Yenilenebilir Enerji Küresel Durum Raporu, 2014

15 Reenjeksiyon: suyu yeraltına tekrar geri basma işlemi



7.2. TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ

Türkiye, Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer aldığından oldukça yüksek jeotermal potansiyele sahip olan bir ülke olup jeotermal ısı potansiyeli yaklaşık 31500 MW termal olarak kabul edilmektedir.¹⁶

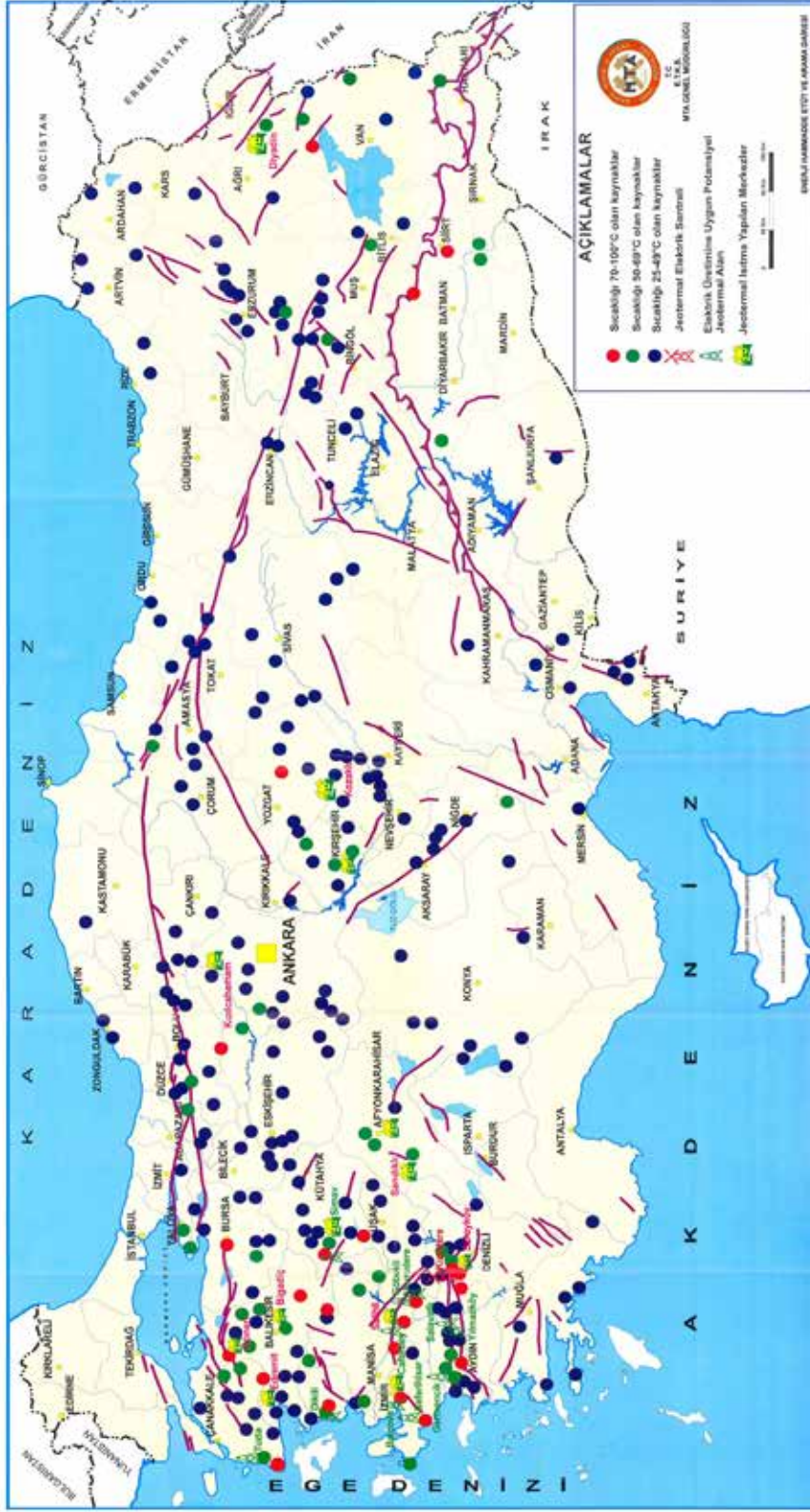
Türkiye'de jeotermal enerjiyle ilgili çalışmalar 45 yıl önce başlamış olup bu zamana kadar MTA tarafından 190 alanda jeotermal enerji kaynağı tespit edilmiştir. Ülkemizde potansiyel oluşturan alanların % 79'u Batı Anadolu'da, % 8,5'i Orta Anadolu'da, % 7,5'i Marmara Bölgesinde, % 4,5'i Doğu Anadolu'da ve % 0,5'i diğer bölgelerde yer almaktadır. Jeotermal kaynaklarımızın % 94'ü düşük ve orta sıcaklıklı doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, mineral eldesi v.s.) için, % 6'sı ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur. Jeotermal enerji arama çalışmaları son yıllarda canlandırılmış, 2013 yılı sonu itibarı ile Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından bugüne kadar 576 adet, 328.711 m sondajlı arama yapılarak 227 adet saha keşfedilmiş ve doğal çıkışlar hariç, açılan kuyularda 4.900 MWt ısı enerjisi elde edilmiştir. Ülkemizde, son yıllardaki artışla turizm ve sağlık amaçlı termal tesis sayısı 2013 yılı itibarıyla 350'ye ulaşmıştır. Ayrıca 2002 yılında 500 dönüm olan sera ısıtması, 2013 yılı sonu itibarıyla 2924 dönüme; 2002 yılında 30.000 olan konut ısıtması, 2013 yılı sonu itibarıyla 89.443 konuta yükselmiştir. Jeotermal enerjiyle üretilebilecek elektrik potansiyeli ise teorik olarak yaklaşık 2.000 MWe olarak tahmin edilmektedir. 2013 yılı sonu itibarıyla, EPDK'dan üretim lisansı almış olanlarla birlikte ülkemizin jeotermal elektrik üretim potansiyeli 706,4 MWe ulaşmıştır. Bu rakamın 2018 yılı sonuna kadar 1.000 MWe'e ulaşması beklenmektedir. Ülkemizde 13 adet jeotermal enerji santrali mevcut olup bu santrallerin toplam kurulu gücü 310,8MWe düzeyine ulaşmıştır.¹⁷

16 Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü; İnternet Sitesi: http://www.mta.gov.tr/v2.0/daire-baskanliklari/enerji/index.php?id=jeotermal_potansiyel ; Erişim Tarihi:10.06.2014

17 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Kurumsal İnternet Sitesi; http://www.enerji.gov.tr/tr/inc_jeotermal.php; Erişim Tarihi: 21.07.2014

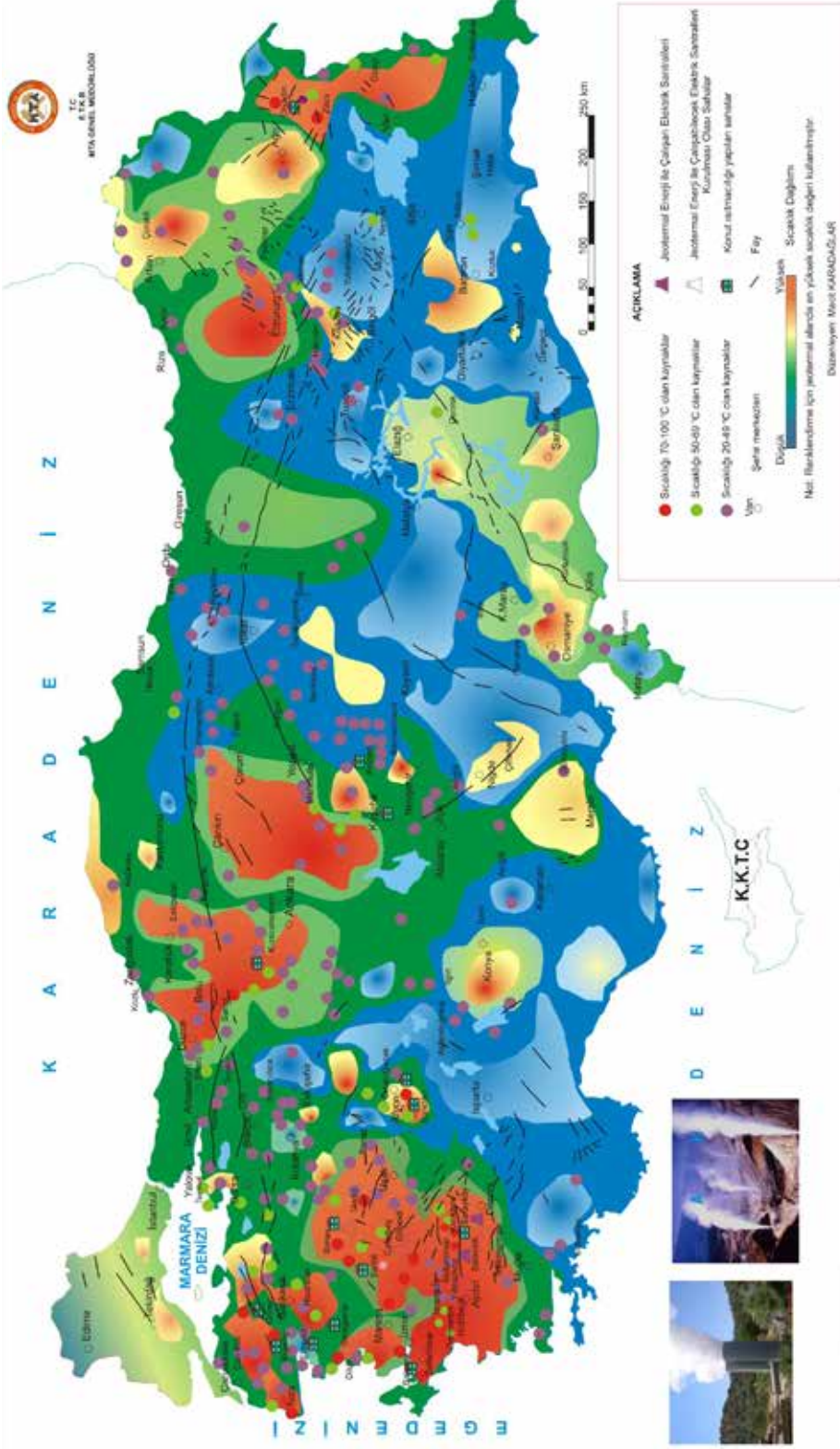


Harita 13 Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları Haritaları



Kaynak: MTA, 2014

Harita 14 Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları ve Uygulama Haritası



Kaynak: MTA, 2014



7.3. TRA2 BÖLGESİNDE JEOTERMAL ENERJİ

Temiz alternatif enerji kaynaklarından jeotermal kaynakların önemi hem dünyada hem de ülkemizde gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle ülkemizde Ege Bölgesi'nde çoğunlukta olan jeotermal kaynaklar Doğu'da Ağrı, Kars, Van ve Erzincan çevrelerinde görülmektedir.

TRA2 Bölgesi'nde başta Ağrı Diyadin bölgesi olmak üzere Kars-Susuz ve Kars-Kötek bölgelerinde jeotermal kaynaklar mevcuttur (MTA, 2012). Diyadin jeotermal sahasında ilk olarak 1997 yılında MTA tarafından jeotermal enerji arama projesi gerçekleştirilmiş ve sondaj çalışmalarının başlamasına karar verilmiştir. Bu kapsamda iki adet kuyu açılmış ve 75 °C sıcaklığında su elde edilmiştir. Ardından jeotermal araştırma sahasında 4 tane daha kuyu açılmış ve 215 m. derinliğe inilmiştir. Tesise ek olarak 8 adet seranın ısıtılması için proje geliştirilmiştir. Ayrıca sıvılaştırılmış CO₂ ve kuru buz tesisi faaliyete hazır hale getirilmiştir. Proje genelinde sıcak su akışı sürekli olarak sağlanamamış ve çıkan sıcak sudaki kükürt oranı doğru bir biçimde hesaplanmadığı için CO₂ ve kuru buz tesisi projesi başarısız olmuş, fabrika kapanmıştır (Üçgün). Jeotermal alanın içerisinde yer alan ve 17.10.1993 tarihinde ilan edilen Diyadin Termal Turizm Merkezi'nde bulunan alanlardan bölge insanı için en iyi koşullarda yararlanılması ve ısıtma, seracılık, turizm gibi alanlarda gelişim sağlanması için planlama çalışmaları yapılmakta olup 1/25.000 ölçekli çevre düzeni planı çalışmaları son aşamaya ulaşmıştır.

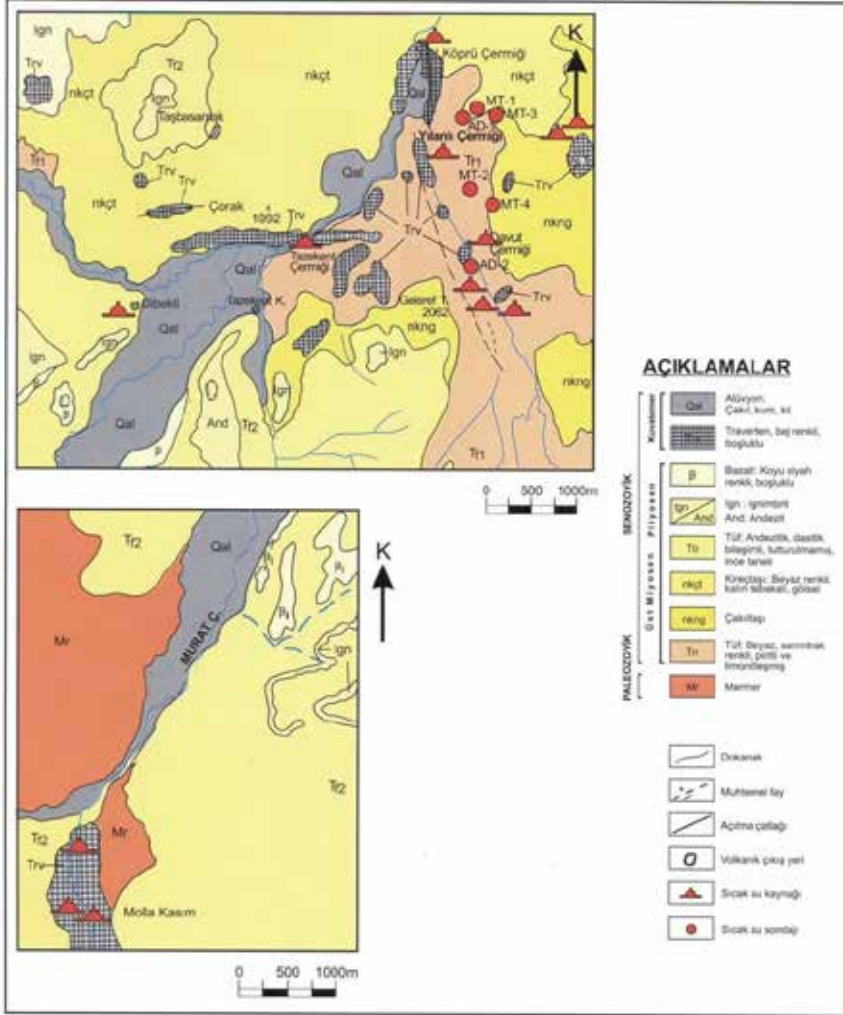
7.3.1. DİYADIN İLÇESİNİN JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ¹⁸

Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki en önemli jeotermal alan Diyadin'de bulunmaktadır. Ağrı il merkezine 57 km uzaklıkta olan Diyadin depresyonu, tektonik kökenli olması nedeniyle, jeotermal enerji potansiyeli açısından oldukça yüksek potansiyele sahiptir. Diyadin jeotermal sahası Ağrı ilinin 59 km doğusunda ve Diyadin ilçesinin 5 km güneybatısındadır. Saha; Kuzeyde ilçe merkezi, Güneyde Kuşburnu köyü ile Yukarı Dalören Köyü, doğuda Boyalan ve Davut köyleri, batıda ise Taşbasamak ve Ulukent köyleriyle çevrilen alan içindedir.

18 JeoAnaliz Mühendislik ve Madencilik; Diyadin Jeotermal Enerji Potansiyel Araştırma Çalışması,2011



Şekil 2 Diyardin Jeotermal Sahası



Kaynak: Diyardin Jeotermal A.Ş.

Kaynağın oluşumunun, yapılan çalışmalara göre, bölgenin aktif tektonik yapısı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu durumu; alanda bulunan kuzey-güney yönlü yapılar boyunca izlenen kaynak çıkışları doğrulamaktadır. Diyardin Jeotermal Sahasında ilk olarak 1997 yılında MTA tarafından jeotermal enerji arama projesiyle çalışmalar başlatılmıştır. Yapılan araştırmalar neticesinde sondaj çalışması yapılmasına karar verilmiş ve ilk olarak 1998 yılında MT98-1 ve MT98-2 nolu sondaj kuyuları açılmıştır. MT98-1 no'lu kuyu 129 m açılmış olup, 150 lt/sn debide olan artezyen kuyu özelliğindedir. MT98-2 nolu kuyu yüksek su ve gaz basıncı nedeniyle ancak 77 m açılabilmiştir. Bu kuyulardan ortalama 75 C sıcaklığında



su elde edilmiştir. Bu çalışmalardan sonra MTA tarafından 4 adet kuyu daha açılmış ve bu kuyularda en fazla 215m derinliğe inilebilmiş ve en yüksek 78°C sıcaklığa ulaşılabilmektedir. Yapılan bu çalışmalar neticesinde Diyadin jeotermal sahasında entegre bir tesis geliştirilmesi düşünülerek bir proje tasarlanmıştır. Bu proje kapsamında bölgede 4 yıldızlı termal otel, 400 konutluk merkezi şehir ısıtması, ilk etapta genişliği 10 m ve uzunluğu 30 m olan 8 adet sera kurularak seracılık yapılması, sıvılaştırılmış CO₂ ve kuru buz tesisi yapılması planlanmıştır. Bu kapsamda 24.07.1998 yılında Diyadin Jeotermal Turizm Seracılık Tic. A.Ş kurulmuştur. Ardından otel, ısı merkezi, sera ve kuru buz tesisi faaliyete hazır hale getirilmiştir. Ancak tesislerdeki eksikliklerden dolayı ısı merkezi sadece 150 konutun ısıtılmasını sağlayabilmiş, CO₂ ve kuru buz tesisi çok az miktarda üretim yapabilmiş, seralarda ise küçük bir miktar sebze üretimi yapılmıştır. Zamanla karbondioksit ve kuru buz tesisi kapanmış tesis atıl bir halde sadece sınırlı sayıda konut ısıtılmasında kullanılmıştır. 28/08/2013 tarihinde hisselerinin büyük bir bölümünün ETSUN Tarım Entg. A.Ş'ye devredilmesiyle özelleştirilen Diyadin Jeotermal Turizm Seracılık Tic. A.Ş hisse devri tarihi itibarıyla ciddi yatırımlar yapmaya başlamış ve mevcut jeotermal kaynaklarını daha verimli ve ekonomik kullanmak adına ciddi projeler gerçekleştirmeye başlamıştır. Alanda kısa sürede birçok proje gerçekleştirilmiştir. Bu projelerin ilki ilçedeki kaplıcalar mevkiinde yapılan yaklaşık 20.000 m²'lik tam otomasyonlu ve jeotermal kaynaklı ısıtma sistemiyle ısıtılan modern sera projesi olup bu yatırım için yaklaşık 6.500.000,00TL civarında bir harcama yapılmış ve sera kurulumunun son aşamasına gelinmiştir. Söz konusu seradan yıllık 100.000 ton ürün alınması planlanmaktadır. Aynı şekilde modern sera alanlarının genişletilmesi, yatırımların artması ve yeni yatırımların bölgeye aktarılması için Ağrı Valiliği ve Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı aracılığıyla Tarıma Dayalı Organize Sanayi ve İhtisas Bölgesi kurulması için projeler hazırlanmış ve söz konusu bölgenin kurulması için son noktaya varılmıştır. İhtisas Bölgesinin kurulacağı alanın 1000 dönüm olması planlanmaktadır.¹⁹

19 Diyadin Jeotermal A.Ş. Yetkilileriyle Yapılan Görüşme Kayıtları; 31.10.2014



Resim 3 Diyadin Kaplıcalarından Görünüm



Ayrıca mevcut 80.000 m²lik merkezi ısıtma sistemini şehrin tamamını kapsayacak şekilde 4500 konut/hane – 400.000 m² kapasitesine ulaşması için gerekli projeler hazırlanmış ve çalışmaların önümüzdeki sezon içerisinde tamamlanması planlanmıştır. Mevcut ısıtma sistemini besleyen 3 adet; MT-2, MT-3 ve MT-4 adlı ve ortalama 80 C derece ve 580lt/sn kapasiteli üç adet kuyu bulunmakta fakat bu kuyuların sadece biri (MT-2) aktif olarak çalışmaktadır. Yeni yatırım kapasitesini besleyecek ayrıca 3 kuyu daha açılması planlanmış olup söz konusu proje için yaklaşık 5.000.000,00 TL'lik bir bütçe ayrılmasına karar verilmiştir.

Jeotermal enerjinin yenilenebilir ve temiz enerji olması sebebiyle günümüz ekonomilerinin en büyük problemlerinden olan enerji tedariki için büyük bir alternatif olması hasebiyle önümüzdeki yıllarda Bölgede sıvılaştırılmış karbondioksit fabrikası ve jeotermal kaynaklı hidroelektrik santral kurulması planlanmaktadır.

Tüm bunların dışında eksik kapasiteyle çalışan Diyaradin Termal Oteli restore edilerek bölgede termal turizm canlanmasına katkı sağlamak için gerekli ön çalışmalar yapılmaktadır. Ayrıca Serhat Kalkınma Ajansı tarafından 2013 yılında çıkarılan Kurumsal ve Beşeri Sermayenin Geliştirilmesi Mali Destek Programı kapsamında Diyaradin Kaymakamlığı tarafından yürütülen " Kaplıca Serayla Tanışıyor" projesi kapsamında 480 m²lik cam sera kurulmuş ve topraksız sebze meyve üretimine başlanmıştır. Diyaradin ilçesinde seracılığın geliştirilmesine yönelik faaliyetler devam etmektedir.



SONUÇ VE ÖNERİLER

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda sanayileşme, nüfus artışı, kentleşme ve yaşam düzeyinin yükselmesi gibi etkenler yalnız Türkiye’de değil, dünyada da enerji tüketimini arttırmış, bu da fosil enerji kaynaklarının hızla tükenmesine ve dolayısıyla çevre kirliliğine yol açmıştır. Bütün bunların sonucu olarak, gerek bu enerji açığını karşılamak gerekse çevre kirliliğini azaltmak için dünyada yenilenebilir enerji sektörünün geliştirilmesine ilişkin çalışmalara büyük hız verilmiştir.

Avrupa Birliği ülkelerinde 2020 yılına kadar enerji ihtiyacının %20’sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması, enerji verimliliğinin %20 oranında artırılması, 2018 yılına kadar ise tüm binalarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ön görülmektedir. Tüm dünyada gelişen yenilenebilir enerji yatırımları ışığında ülkemizde yenilenebilir enerji kanunu 2011 yılında değiştirilerek yatırımlar daha cazip hale getirilmiştir. Kanun ile güneş, biyogaz, rüzgâr, hidroelektrik, dalga enerjisine dayalı tesislerin kurulumu desteklenmektedir. Bu kapsamda ülkemizde 2023 yılına kadar elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payının %30’a çıkarılması planlanmaktadır

“TRA2 Bölgesi Yeşil Enerji Kaynakları Sektör Raporu” adlı çalışmada bölgede potansiyel teşkil eden yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut durumu ve öne çıkan alt bölgeler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda sırasıyla güneş, rüzgâr, biokütle ve jeotermal enerji başlıkları dünya, Türkiye ve TRA2 Bölgesi olmak üzere 3 başlık üzerinde incelenmiştir. Yapılan incelemelerin sonuçları her bir enerji başlığı için maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

- Bölgede güneş enerjisi potansiyeli açısından Ağrı ve Iğdır illeri ön plana çıkmaktadır. Ağrı ili güneş ışınım değerinin yüksekliğiyle Iğdır ili ise uzun güneşlenme süresiyle güneş enerjisi yatırımları için cazip durumdadır. Yapılan incelemelerde Iğdır ilinin yıllık ortalama 9.149 saat ile Türkiye’nin yıllık ortalama güneşlenme süresi olan 7.49 saatten oldukça yüksek güneşlenme süresine sahip olduğu görülmektedir. İlde yaz aylarında güneşlenme süresi 12 saatin üzerine çıkmaktadır. Ağrı ili ise yıllık ortalama 1700 kWh güneş ışınım değerine sahiptir. Bu kapsamda Ağrı ve Iğdır illerinde fotovoltaik paneller aracılığıyla elektrik üretimine dair yatırım fizibilitelerinin, bu illerde güneş enerjisine dayalı seracılık faaliyetlerine dayalı fizibilitelerin yapılması ve Bölge genelinde güneş enerjisiyle su ısıtma sistemlerinin yaygınlaşması teşvik edilmelidir.
- TRA2 Bölgesi Iğdır ili dışında 1500 m’nin üstünde rakıma sahip illerden oluşmaktadır. Bölge genelinde kuvvetli rüzgâr hareketlerinin olduğu ve yüksek gerilim hatlarına yakın olan alanlar mevcuttur. Özellikle Ağrı Balıkgölü ve Çıldır gölü çevresi hem aldığı rüzgâr hem de enerji nakil hatlarına yakınlığı bakımından önemli bir potansiyel teşkil etmektedir. Ayrıca Kağızman, Sarıkamış, Taşlıçay ve Diyadin ilçelerinde özel firmalar tarafından ölçüm çalışmaları devam etmektedir. Çalışmalar yakından takip edilerek ölçüm yapılan veriler ışığında yatırımcı takibi yapılmalıdır.



- Rapor kapsamında TRA2 Bölgesi illerinin biokütle potansiyeli genel hatlarıyla incelenmiştir. Bölge 1 milyonu aşan büyükbaş hayvan sayısı ve biyogaz santrallerinde hammadde olarak kullanılan mısır silajı yetişebilecek alanların genişliği ile biyogaz yatırımları için potansiyele sahiptir. Bölgenin kimi köylerinde 5000'den fazla hayvan bulunmaktadır. Bölgenin potansiyeline paralel olarak son dönemde biyogazdan elektrik üretim santralleri kurulum çalışmaları başlamış olup Ağrı il merkezinde ve Kars Selim ilçesinde biyogaz santrali kurulmasına yönelik yatırım kararları alınmıştır. Raporda hayvan kümelenmelerinin olduğu köyler ve ilçeler belirlenerek özellikle mısır silajı ekiminin yapıldığı alanlar ön plana çıkarılmıştır. Kars ilinde Arpaçay'a bağlı **Koçköy**, Digor **Dağpınar** köyü Kağızman **Hamzagerek** köyü ve **Ölçülü** köyleri Bölgedeki en yüksek hayvan sayısına sahip köylerdir. Ayrıca Bölge kırsalında kışlık yakacağın büyük bir kısmının tezek ve bitki atıklarının kullanılması yerine biyogazın prosesi sırasında ortaya çıkan metan gazının ısınmada kullanılması özellikle kırsal kesim için önem arz etmektedir. Diğer taraftan doğal olarak proses edilen bitki ve hayvan atıklarının yanmış gübre olarak toprağa verilmesi, biyogaz sisteminin bir başka yan ürünü olarak ortaya çıkarılarak Bölgedeki tarımsal faaliyetlerin verimini artırıcı etki oluşturacaktır. Köylerde biyogaz tesislerinin, ısınma ve enerji için kullanılmasının önemli bir çözüm olacağı görülmektedir. Bu kapsamda, çalışma devamında endüstriyel tesisler dışında çok daha düşük maliyetli 100-200 m³lük köy tipi tesislerin Bölge genelinde kurulabilirliği araştırılmalıdır. TRA2 Bölgesi ilçe ve köylerinde insan sağlığını tehdit eden, çevre kirliliği oluşturan ve düşük kalorine rağmen yakıt olarak kullanılmak için kurutulan hayvan dışkılarının köylerin ısıtılmasına katkı sağlayabilecek biyogaz tesislerinde kullanılmasının uygunluğu araştırılmalıdır. Ayrıca, Avrupa Birliği Eurogia teklif çağrılarında köy tipi biyogaz projelerine destek vermektedir. %75'i kırsal olan TRA2 Bölgesi'ne Eurogia kapsamında proje kazandırmak için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Raporun devamında TRA2 Bölgesi'nin genelini potansiyelini içeren detaylı fizibilite çalışmasının yapılması gerekmektedir.
- Diyardin ilçesinde bulunan jeotermal kaynağın daha verimli bir şekilde kullanılabilmesi ve planlı gelişimin sağlanması için yeni sondajların yapılması, turizm merkezi dışındaki alanlarında bu sondajlara göre planlanması gerekmektedir. Ayrıca Diyardin jeotermal sahasının Bölgeye en yüksek düzeyde katkı sağlaması için alanın geleceğine dair mekânsal gelişim çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Çalışmalar kapsamında elde edilen bulgular ışığında bölgede yenilenebilir enerji kaynaklarından öncelikle lisanssız olarak elektrik üretimi teşvik edilmelidir. **Iğdır** ve **Ağrı** illerinde güneş enerjisi ile lisanssız elektrik üretimi ve seracılıkta güneş enerjisinin kullanımına yönelik fizibiliteler; Ardahan **Çıldır Gölü** ve Ağrı **Balık Gölü** çevresinde rüzgâr santrali kurulabilirliğine yönelik ölçüm çalışmaları, yatırım fizibiliteleri ve **TRA2 Bölgesi'nin genelini** biokütle potansiyeline dair fizibilite çalışmalarının yapılması önem arz etmektedir. Bu rapor ve devamında yapılacak fizibilite çalışmaları sonucunda Bölge halkı ve yatırımcı bilgilendirme faaliyetleri yapılarak farkındalık oluşturulması sağlanmalıdır.

9. YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Biyogaz Derneği "http://www.biyogazder.org/biyogaz_enerjisi.htm#"
- British Petrol Statistical Review of World Energy, 2011
- Deloitte; *Yenilenebilir Enerjide Güneşli Günler Güncel Düzenlemeler Işığında Güneş Enerjisi Sektöründe Gelişmeler ve Beklentiler*; 2012
- Dünya Enerji Ajansı; "<http://www.iea-biogaz.net/>"
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2009) "*Dünyada ve Türkiye’de Güneş Enerjisi*" ; <http://www.dektmk.org.tr/upresimler/GUNES.pdf>
- Dünya Enerji Konseyi *Türk Milli Komitesi Enerji Raporu, 2012*; <http://www.dektmk.org.tr/upresimler/enerjirapor2012.pdf>
- Emine Sonnur Özcan "*Dünyada ve Türkiye’de Güneş Enerjisi*" TUBİTAK Bilim Teknik Dergisi; Makale
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı http://www.enerji.gov.tr/tr/inc_jeotermal.php;
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=ruzgar&bn=231&hn=&nm=384&id=40696#>;
- Güney Ege Kalkınma Ajansı *Yenilenebilir Enerji Çalışma Raporu* <http://geka.org.tr/yukleme/dosya/4a6f95b67690a87774f0f1f1822bd40a.pdf>
- IEA; World Energy Outlook- 2013 http://iiecec.sabanciuniv.edu/sites/iiecec.sabanciuniv.edu/files/WORLD-ENERGY-OUTLOOK-2013_%C3%B6zet_bulgular.pdf
- Jeo Analiz Maden A.Ş. *Jeotermal Enerji Araştırma Çalışması*, 2011
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Verileri, 2012
- Necdet PAMİR (2013); *Türkiye’nin 2023 Enerji Hedefleri ve Strateji Belgesi’nin Değerlendirilmesi*;
- Nilüfer Nacar Koçer, Ayhan Ünlü (2007) *Doğu Anadolu Bölgesi’nin Biokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi*;
- Özcan, E.S. (2012) "*Dünyada ve Türkiye’de Güneş Enerjisi*"
- REN21; *Renewables Global Status Report 2014*, http://www.ren21.net/portals/0/documents/resources/gsr/2014/gsr2014_full%20report_low%20res.pdf
- Sedat Kadioğlu, Zarife Tellioğlu (2013) "*Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Çevreye Etkileri*" TMMOB Enerji Sempozyumu



- TEİAŞ 2014 Yılı Verileri
- TEİAŞ Yakıt Cinslerine Göre Kurulu Güç Verileri, 2014
- TMMOB Türkiye'nin Enerji Görünümü, (2012) http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/dd924b618b4d692_ek.pdf
- Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği Atlası; http://www.eie.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html
- Üçgün F. Diyardin Jeotermal Turizm Seracılık ve Tic. A.Ş.
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü; http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi.aspx
- Zafer Kalkınma Ajansı "TR33 Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu"
- Zafer Kalkınma Ajansı "Uşak Sanayisinde Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimin Yatırım Öncesi Fizibilitesi"



T.C. SERHAT KALKINMA AJANSI

Ortakapı Mah. Atatürk Cad. No: 117 KARS - TÜRKİYE

Tel: +90 474 212 52 00 **Fax:** +90 474 212 52 04

e-mail: info@serka.gov.tr **web:** www.serka.gov.tr