# ŞIRNAK İLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI PROJESİ ARAŞTIRMA SONUÇ RAPORU

## 2012

*(Bu yayın Şırnak İli Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Araştırılması Projesi Kapsamında Hazırlanmıştır)*


**Editör Erhan POLAT**

**Redaksiyon Canser KARDAŞ**


| PROJE EKİBİ | GÖREVİ |
|---|---|
| **Öğr.Gör. Erhan POLAT** | Proje Koordinatörü |
| **Yrd.Doç.Dr. Dilan ALP** | Teknik Personel |
| **Arş.Gör. Melike Atay POLAT** | Teknik Personel |
| **Öğr.Gör. Ferit AKBALIK** | Teknik Personel |
| **Öğr.Gör. Özgür ÖKTEM** | Teknik Personel |
| **Öğr.Gör.Ömer DORU-** | Mali İşler |

| YAZAR | BÖLÜM |
|---|---|
| **Öğr.Gör. Erhan POLAT** | Giriş |
| **Öğr.Gör. Özgür ÖKTEM** | Güneş Enerjisi |
| **Öğr.Gör. Ferit AKBALIK** | Rüzgar Enerjisi |
| **Yrd.Doç.Dr. İhsan Ekin** | Biyokütle-Katı Atık Enerjisi |
| **Yrd.Doç.Dr. Dilan ALP** | Jeotermal-Hidroelektrik Enerjisi |
| **Arş.Gör. Melike Atay POLAT** | İktisadi Analiz |
| **Öğr.Gör.Ömer DORU-Öğr.Gör. Erhan POLAT** | Yatırım Örneklem Analizi |
| **Proje Ekibi** | Hedef ve Stratejiler |

**ŞIRNAK İLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI PROJESİ**
**ARAŞTIRMA SONUÇ RAPORU - 2012**

**Şırnak Üniversitesi Yayınları - 3**

**ISBN: 978-605-4536-12-2**

---

Editör

**Erhan POLAT**

Redaksiyon

**Canser KARDAŞ**

Dizgi Tasarım

**Ramazan Çelik**
myceliks@gmail.com

**Yapım - Baskı**

**ALTINKALEM YAYINLARI**
Demiryolu Cad. Kobak İşhanı No: 60/A İzmit / KOCAELİ
Tel. 0 262 325 92 22
**www.altinkalem.com**
**www.kitapbasimi.com**

**AKARE MATBAACILIK SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ.**
Sanat Cad. No.13 Çamdibi - İzmir
Tel. 0 232 433 64 97

**Baskı Tarihi**

16 Nisan 2012

---

Kitabın içindeki bölümlerden bölüm yazarları sorumludur. Kitabın kullanım hakları Şırnak İli Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Araştırılması Proje Koordinatörlüğü Yetkili organlarına aittir. Kitabın bir kısmı yada tamamı izinsiz kullanılamaz.

# İÇİNDEKİLER

SUNUŞ .....
ÖZET .....
KISALTMALAR LİSTESİ .....
BİRİMLER LİSTESİ .....
GİRİŞ .....
1. GÜNEŞ ENERJİSİ.....
1.1. Giriş.....
1.2. Fotovaltaik (PV) Sistemler .....
1.3. Termal Sistemler .....
1.4. Dünyada Güneş Enerjisi .....
1.5. Türkiye'de Güneş Enerjsi .....
1.6. Şırnak İli Güneş Enerjisi Potansiyeli .....
1.7. Sonuç .....
KAYNAKÇA .....
2. RÜZGAR ENERJİSİ.....
2.1. Giriş.....
2.2. Rüzgâr Gücünün Küresel Durumu .....
2.3. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli .....
2.4. TRC3 Bölgesi Rüzgar Enerjisi Potansiyeli .....
2.5. Şırnak İli Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli .....
KAYNAKÇA .....
3. BİYOKÜTLE ENERJİSİ .....
3.1. Giriş.....
3.2. Dünya'da Biyokütle .....
3.3. Türkiye'de Biyokütle.....
3.4. Şırnak İli Biyokütle Potansiyeli .....
3.5. Sonuç .....
KAYNAKÇA .....
4. KENTSEL ATIKLAR.....
4.1. Giriş .....
4.2. Dünya'da Katı Atık .....
4.3. Türkiye'de Katı Atık.....
4.4. Şırnak İlinin Kentsel Atık Potansiyeli .....
4.5. Sonuç .....
KAYNAKÇA .....
5. JEOTERMAL ENERJİ.....
5.1. Giriş.....
5.2. Dünyada Jeotermal Enerji Kullanımı .....
5.2.1. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları .....
5.2.1.1. Elektrik Üretiminde Kullanımı .....
5.2.1.2. Isıtmada Kullanımı.....
5.2.1.3. Endüstriyel Kullanımı .....
5.2.1.4. Tarımsal Ürün Kurutmada Kullanımı.....

5.2.1.5. Soğuk ve Kar Çözmede Kullanımı .....
5.2.1.6. Termal Turizmde Kullanımı .....
5.2.1.7. Sulamada Kullanımı .....
5.2.1.8. Jeotermal Akışkanlardan Mineral Üretiminde Kullanımı .....
5.3. Türkiye'de Jeotermal Enerjinin Kullanımı .....
5.4. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Şırnak İli Jeotermal Enerji Potansiyeli .....
5.5. Sonuç .....
KAYNAKÇA .....
6. HİDROELEKTRİK ENERJİ .....
6.1. Giriş .....
6.2. Dünyada Hidroelektrik Enerjinin Kullanımı .....
6.3. Türkiyede Hidroelektrik Enerjinin Kullanımı .....
6.4. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Şırnak İli Hidroelektrik Enerji Potansiyeli .....
6.4.1. Ilısu Barajı .....
6.4.2. Cizre Barajı .....
6.5. Sonuç .....
KAYNAKÇA .....
7. ENERJİ POLİTİKALARI ÇERÇEVESİNDE BÖLGESEL KALKINMADA ŞIRNAK İLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI .....
POTANSİYELİNİN .....
İKTİSADİ ETKİLERİ .....
7.1. Giriş .....
7.2. Dünyada Enerji Politikaları Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Sektöründe Yaşanan Gelişmeler .....
7.3. Türkiye'de Enerji Politikaları Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Sektöründe Yaşanan Gelişmeler .....
7.4. Şırnak İli Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyelinin Değerlendirilmesinin İlin Gelişimine Katkısı .....
7.4.1 Enerji ve Kalkınma İlişkisi .....
7.4.2 Şırnak İli'nin Sosyo-Ekonomik Yapısı ve Enerji Göstergeleri .....
7.4.3. Şırnak İli Enerji Potansiyeli .....
7.5. Sonuç .....
KAYNAKÇA .....
8. ŞIRNAK İLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI YATIRIM ÖRNEKLEM ANALİZİ .....
8.1. Giriş .....
8.2. Şırnak İli 2011 Yılı Elektrik Tüketim Portföyü .....
8.3. Yatırım Örnekleri .....
8.3.1. Sıcak Su .....
8.3.2 Ev Sistemi .....
8.3.3. Cadde ve Sokak Aydınlatması .....
8.3.4. Tarımsal Sulama .....
8.3.5. Şırnak Üniversitesi Solar PV Montaj ve Devreye Alma Çalışması Ön Fizibilite Raporu .....
8.4. SONUÇ .....
KAYNAKÇA .....
HEDEF VE STRATEJİLER .....

## SUNUŞ

Şırnak ili yenilenebilir enerji potansiyelinin tespiti amacıyla uyguladığımız projenin sonuçları derlenen bu yayında, yenilenebilir enerji kaynaklarını yerel boyutta ilgi merkezine oturtarak kamu ve özel sektörün ihtiyaç duyduğu bilimsel bilgi sunulmaya çalışılmıştır. Projenin amacı, potansiyel hakkında genel kanı oluşturarak incelemeye değer yenilenebilir enerji kaynaklarının tespitini yapmaktır.

Proje hazırlama, yürütme ve sonlandırma aşaması yaklaşık dört aylık süreyi kapsamıştır. Bu sürenin üç aylık kısmında bilimsel çalışmalar ışığında Şırnak ilinin yenilebilir enerji kaynaklarının tespiti yapılmıştır. Güneş ve rüzgâr enerjisinin tespiti için 2012 Mart ayı içerisinde periyodik ölçümler yapılmış ve elde edilen sonuçlar için hata payı tespit edilerek, yıllık veriler haline dönüştürülmüştür. Biyokütle, Jeotermal ve Hidroelektrik enerji kaynaklarının tespiti için ise bilgi taraması yapılmıştır.

Projeye ait çalışma sonuçlarının yer aldığı bu yayında belirtilen veriler ile enerji santrali kurmak ya da büyük ölçekli ekonomik yatırımlar yapmak doğru değildir. Bu tür yatırımların yapılabilmesi için en az bir yıllık noktasal ölçümlerin yapılması ve beş yıllık doğal olayların gözlemlenmiş olması gerekmektedir. Bu nedenle çalışmamız kısa süreli bir proje olma özelliğini taşımakta ve daha çok genel bir tespiti ortaya koymaktadır.

Dört aylık bir zaman zarfında yoğun emek ve mesai harcanarak hazırlamış olduğumuz bu çalışmanın yaratacağı en ufak bir olumlu etkinin bize katacağı mutluluk ile, ülkemiz ve bölgemizdeki yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin ve verimli kullanılması umut eder. Dicle Kalkınma Ajansı'na, projenin uygulanmasında her türlü desteğini sunan Şırnak Üniversitesi akademik ve idari personellerine, özellikle projenin yürütülmesi ve sonuç raporunun hazırlanmasında yoğun emek veren proje ekibine teşekkür ederim.

**Prof. Dr. Ali AKMAZ**
REKTÖR

## ÖZET

Şırnak ili yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin ortaya çıkarılması amacıyla yapılan çalışmaların sonunda elde edilen verilere göre, Şırnak ili genelinde güneş enerjisinden rahatlıkla enerji üretilebilecek kapasiteye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca rüzgâr enerjisi için çok elverişli olmasa da bazı noktaların bireysel kullanıcılara cevap verebileceği bir gücü üretebilecekleri tespitine varılmıştır.

Şırnak ilinin dağlık arazileri arasında bulunan nehirlerin hidroelektrik enerjisi üretebilecekleri bir kapasitesi de mevcuttur. GAP kapsamında hidroelektrik santrallerinin kurulması için çalışmalar devam etmektedir. Şırnak ili Güçlükonak ve Beytüşşebap ilçelerinde jeotermal enerji kaynağı bulunmaktadır. Bu kaynaklardan enerji elde etme maliyetine yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Projemiz kapsamında jeotermal enerjinin fayda maliyet analizi yapılamamıştır. Çünkü bu tür enerji kaynakları için uzun süreli bir çalışma yapılması gerekmektedir. Ancak bu konuya ilişkin birçok veri derlenerek ilgili bölümde belirtilmiştir.

Şırnak ilinde enerji elde etmek için kullanabilecek diğer metot ise biyokütle enerjisidir. Şırnak-Cizre-Silopi ve İdil ilçelerinin birbirine olan mesafe yakınlığı ve bu merkezlerde yaşayan insan sayısına bakıldığında oluşturulabilecek bir katı atık merkezinde enerji üretebilecek kapasite kısmen de olsa mevcuttur. Biyoenerji üretmek için hesaplamalar yapılmış ve bu konuya ilişkin veriler de ilgili bölümde ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

Proje ile Şırnak ilinin yenilenebilir enerji kaynaklarından ne kadar faydalanabileceğinin genel bir tespitini yapmaya çalıştık. Daha çok yerel düzeyde gerek sermaye sahiplerinin gerekse de halkın yenilenebilir enerjiyi tanımalarına fırsat oluşturarak daha büyük çaplı projelere ve araştırmalara zemin oluşmasına katkı sunmayı hedefledik. Çalışmanın son aşamasında kamu-özel sektör ve bireysel tüketicilere yönelik olarak, bölgesel kalkınmada yenilenebilir enerji kaynaklarının rolü ve yatırım örneklerine yer verilerek hedef ve stratejiler tespitinde bulunduk.

**Öğr.Gör.Erhan POLAT**
Proje Koordinatörü

## KISALTMALAR LİSTESİ

| | |
|---|---|
| AB | : Avrupa Birliği |
| ABD | : Amerika Birleşik Devletleri |
| AMAG | : Actively Managed Automated Grid |
| AR-GE | : Araştırma Geliştirme |
| B.D.T. | : Bağımsız Devletler Topluluğu |
| CO2 | : Karbondioksit |
| CPV | : Yoğunlaştırılmış Fotovoltaik |
| CSP | : Güneş Termal Yoğun Toplaç |
| DİKA | : Dicle Kalkınma Ajansı |
| DMİ | : Devlet Meteoroloji İşleri |
| DNI | : Direct Normal Irradiance |
| DSİ | : Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü |
| EİE | : Elektrik İşleri Etüt İdaresi Müdürlüğü |
| EPDK | : Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu |
| EPIA | : Eurepan Photovoltaic Industry Association |
| ESMAP | : Energy Service Management Assistance Program |
| EÜAŞ | : Elektrik Üretim Anonim Şirketi |
| GAP | : Güneydoğu Anadolu Projesi |
| GEPA | : Türkiye'nin Güneş Enerjisi Atlası |
| GHI | : Global Horizontal Irradiance |
| GSYH | : Gayri Safi Yurtiçi Hasıla |
| HES | : Hidroelektrik Santrali |
| IEA | : International Energy Agency |
| İİBS | : İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırılması |
| KÖHES | : Küçük Ölçekli Hidroelektrik Santrali |
| KOSGEB | : Küçük Orta Boy İşletmeleri Geliştirme Başkanlığı |
| MTA | : Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü |
| NASA | : National Aeronautics Space Administration |
| NREL | : National Renewable Energy Laboratory |
| ORKÖY | : Orman-Köy İlişkileri Genel Müdürlüğü |
| PV | : Fotovoltaik (Güneş Pili) |
| REPA | :Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası |
| RES | :Rüzgâr Enerjisi Santrali |
| Rh | : Bağıl Nem |
| RREX | : Renewable Energy Resource Explorer |
| SODES | : SOSYAL YAŞAMI DESTEKLEME |
| TEİAŞ | : Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi |
| TEK | : Türkiye Elektrik Krumu |
| TEMSAN | : Türkiye Elektromekanik Sanayii |
| VER | : Voluntary Emissions Reduction |
| WCD | : World Commission On Dams |
| YEK | : Yenilenebilir Enerji Kaynakları |
| YİD | : Yap-İşlet-Devret |

## BİRİMLER LİSTESİ

| | |
|---|---|
| °C | : Santigrat Derece |
| GW | : Gigawatt=1000000 kW |
| GWh | : Gigawattsaat=1000000 kWh |
| kW | : Kilowatt |
| kWh | : Kilowatt saat |
| kWp | : Kilowatt güç |
| Mtep | : Milyon Ton Eşdeğer Petrol |
| MW | : Megawatt=1000 kW |
| MWe | : Megawatt elektrik |
| MWh | : Megawatt saat |
| MWp | : Megawatt güç |
| MWt | : Megawatt termal |
| Tep | : Ton Eşdeğer Petrol= 10500x103 kcal |
| TW | : Terawatt |
| TWh | : Terawattsaat= 1000000000 kWh |

# GİRİŞ

İnsan ve doğa arasında bağımlı ve sürekli bir ilişki vardır. Evren sadece bugünü yaşayanların değil gelecek nesillerinde içerisinde yer alacağı tek mekândır. Bu çıkmazın bazı sorumlulukları vardır. Bu sorumlulukların en başında ise doğaya zarar vermeden doğadan faydalanmak gelmektedir. Ancak insanoğlunun modernleşen yaşamıyla enerjiye duyduğu ihtiyaç istemeden de olsa bu sorumluluğu yerine getirmesine engel olmaktadır. Bireysel ya da ulusal kararlar doğal yaşamın sürdürülebilir olmasına katkı sunmada çok daha önemli hale gelmiştir.

Enerji, başta insan ihtiyaçlarının karşılanmasında olmak üzere hayatın her alanında kullanılan ve teknolojinin gelişmesi ile gittikçe önem kazanarak bütün ülkelerin en önemli sorunu haline gelmiştir. Küreselleşen dünyada ülkelerin en önemli sorunları arasında enerji yer almaktadır. Ancak hayatın her alanında soluk alıpverme gibi bağlı olduğumuz enerjinin elde edilme şekli her geçen gün daha tartışmalı hale gelmiştir.

Enerji üç şekilde elde edilmektedir. Birincisi bugüne kadar yoğun olarak kullanılan fosil yakıtları, ikincisi nükleer enerji, üçüncüsü ise yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

Doğal kaynaklar olarak bilinen fosil yakıtları tükenebilen ve çevreye zararlı sonuçlar doğurabilen enerji kaynaklarıdır. Ülkeler coğrafi konumlarına göre düşük ya da yüksek maliyetler ile bu enerji türlerinden faydalanmaktadırlar. Fosil yakıtlarının kullanımı doğayı her geçen gün hızla tahrip etmekte ve birçok çevresel erozyona neden olmaktadır. Buna rağmen fosil yakıt kullanımından vazgeçilememektedir. Vazgeçilmezliğinin nedenlerinin başında kolay erişilebilir, düşük maliyet ve fosil yakıtlarına uygun üretilmiş olan makine ve ekipmanların yoğunlukla kullanılması gibi sebepler sayılabilir. Ancak fosil yakıtlarını ellerinde bulunduran ülkelerin bu kaynakları uluslararası bir politik çıkar olarak görmeleri, bazen enerji maliyetlerini çok fazla yükselterek ülke ekonomilerine zarar vermektedir.

Nükleer enerji, kurulum maliyetleri yüksek olan bir enerji türüdür. 1986 Çernobil ve 2011 Fukuşima nükleer santrallerinin yarattığı korku, endişe ve çevresel zararlar bu tür yatırımları tartışılır hale getirmiştir. Ancak buna benzer riskler taşımasına rağmen birçok ülkenin halen vazgeçemediği bir enerji türüdür.

Doğaya zarar vermeden, doğadan elde edilen enerji kaynakları olarak bilinen Yenilenebilir Enerji Kaynakları kullanılarak tüketilemeyen kaynaklardır. Su, güneş ve rüzgâr olarak bilinen yenilenebilir enerji kaynakları insan ve doğa arasındaki sürekli ilişkiyi dengede tutabilen bir enerji türüdür. Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üreterek, doğadan aldığımızı doğaya geri verirken çok az ya da hiç zarar vermeden enerji elde etmemizi sağlar. Böylece doğal kaynakları tüketmeden, bugünün ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasına ve kalkınmasına imkân verecektir.

Doğada dağınık kaldığında insan yaşamına ya da çevreye zarar veren bir takım kaynaklar da vardır. Bu kaynaklar katı (çöp), hayvansal ve tarımsal ürünlerin atıkları olarak bilinir. Bu tür atıklardan elde edilen enerji biyokütle enerjisi ve katı(çöp) atık enerjisi olarak bilinir. Atıkların değerlendirilmesi ile elde edilen enerji, insan yaşamı evrende devam ettikçe kullanılabilecek kaynaklardandır. Bu nedenle bu tür atıklar da yenilenebilir enerji kaynakları olarak nitelendirilmektedir.

Yenilenebilir enerji pazarı yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı sürekli gelişen ve büyüyen bir pazar olmuştur. Ülkeler bu kaynaklardan yararlanabilmek için politikalar geliştirmekte ve bazı teşvik sistemleri uygulamaktadırlar. Ancak bütün bunlara rağmen yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım azlığının en önemli nedenleri üretim maliyetlerinin yüksek olması ve bilimsel tercihler karşısında yöneticilerin kısa dönemli politikalarının olduğu söylenebilir. Bu sorunları aşabilmek için ilgili konuya ilişkin üretim olanaklarını güçlendirerek,

üniversitelerin ve bilimsel araştırma kurumlarının yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde edebilen makine ve ekipmanların en az maliyet ve ileri teknoloji ile nasıl üretilebileceği konusunda araştırmalar yapılmasına destek verilmesi önemli bir çözüm noktasıdır.

Günümüzde tüm yenilenebilir enerji kaynakları, enerji talebinin %2,5'lik bölümünü karşılarken, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından hazırlanan projeksiyonlarla 2015 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam talebin %3,3'ünü karşılaması ve 2001-2030 yılları arasındaki dönemde yenilenebilir enerji kaynaklarına 10,5 trilyon dolarlık yatırım gerçekleştirilmesi öngörülmektedir. Aynı dönemde, OECD ülkeleri arasında yenilenebilir enerji üretimindeki payının %25'e ulaşması beklenmektedir. Karbondioksit oranlarının düşürülmesi gerekliliği, fosil yakıtlara bağımlı ülkelerde enerji arz güvenliğinin sağlanması ve yenilenebilir enerji orta ve uzun vadede geleneksel enerjilere göre maliyet avantajı elde edileceği beklentileri, yenilenebilir enerji konusunda yatırımların yapılmasını ve desteklemelerin oluşmasını sağlamıştır. AB komisyonu da özellikle rüzgâr, güneş, biokütle ve hidrolik enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını enerji politikalarının merkezine yerleştirmiştir.

Türkiye'nin enerji politikasının temel hedefi, ekonomik büyüme ve sosyal gelişmeyi destekleyecek şekilde zamanında, güvenilir ve yeterli miktarda enerjiyi, çevreyi korumaya yönelik önlemlerle beraber ekonomik koşullarda tüketime sunmaktır.

Enerji ve tabi kaynaklar bakanlığının 2023 projeksiyonuna bakıldığında yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji içerisindeki payının %30 olması hedeflenmektedir. Bu hedefin gerçekleşmesi bütün bölgelerde kamu-özel sektör yatırımlarının artması gerekmektedir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde etme maliyetleri yüksek olduğundan bu tür yatırımlarda uzun dönemli ve noktasal düzeyde analizler önem arz etmektedir. Yapılan analizlere bakıldığında çelişkili sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu çelişkilerin ortadan kalkması için araştırmaların yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Karacadağ Kalkınma Ajansı ve Harran Üniversitesi iş birliği ile hazırlanan TRC2 Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu bu kapsamda yapılmış olan önemli bir çalışmadır. Bu çalışmaya göre Güneydoğu Anadolu bölgesi yenilenebilir enerji kaynakları açısından büyük önem arz etmektedir. TRC2 Bölgesi Yenilenebilir Enerji raporunda belirtildiği üzere özellikle güneş enerjisinde güneş ışınımı 1.460 kWh/m$^2$-yıl ve güneşlenme süresi 2.993 saat/yıl ile diğer bölgelere göre en verimli güneş enerjisi alanıdır.

Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası verilerine bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesi ortalama rüzgâr hızı 2,7 m/s, ortalama rüzgâr enerjisi yoğunluğu 29,33 W/m$^2$ ile diğer bölgelere göre ikinci sırada yer almaktadır. Hidroelektrik potansiyeli açsından da bölge 5.500 MW'lık üretimi ile önemli bir yer işgal etmektedir. Kurulması planlanan HES'ler ile toplam kurulu güç 7.490 MW ulaşması planlanmaktadır. Tarımsal arazilerin ve hayvansal üretimin yüksek olması ise bölgenin Biokütle enerjisine de verimli olduğunu ortaya koymaktadır. Jeotermal enerji alanında da bölgenin toplam teorik potansiyelinin 81 MW olduğu tahmin edilmektedir.

Yaklaşık iki yıldır hemen hemen hiç elektrik ithal etmeyen ülkemiz, elektriği üretebilmek için doğal gaz satın almaktadır. Satın alınan doğal gazın yaklaşık %50'si bu amaçla kullanılmaktadır. Enerji maliyetlerinin her geçen gün yükselmesi vatandaşların aylık gelirlerinin önemli bir kısmını bu tür tüketim harcamalarını ayırmasına yol oluşmasına neden olmaktadır. Böylece enerji, yaşam kalitesinin yükselmesi önünde önemli bir harcama kalemi olarak durmaktadır. Bu nedenle ülke genelinde her bölgenin konumlandığı coğrafik yere bağlı olarak yenilebilir enerji kaynaklarından maksimum düzeyde faydalanılması için çalışmalar yapılmalıdır. Hazırlamış olduğumuz "Şırnak İli Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Araştırılması" adlı proje bu amaca yönelik olarak uygulanmıştır.

Şırnak ili insani gelişmişlik endeksi, kişi başına düşen GSMH, eğitim seviyesi vb. birçok sosyal ve ekonomik sıralamada 81 il arasında sürekli son sıralarda yer almaktadır. Şırnaklı insanların başka bölgelerde istihdam edilmesi ya da başka bölgelere hizmet bağımlısı olması her türlü teşvik sisteminin başarıya ulaşmasının önünü tıkamakta ve kentin gelişmesini engellemektedir. Ülkelerin bölgeler arasındaki sosyal ve ekonomik dengenin sağlanması için uyguladığı teşvik, destek, hibe vb. önlemler çoğunlukla başarıya ulaşamamaktadır. Buna rağmen ülke gelirlerinin geri kalmış yörelere dağıtılması geri kalmış yörelerin daha kötüye gitmesini engellemektedir. Kentsel yaşam kalitesinin arttırılması ve bölgeler arasındaki sosyal ve ekonomik dengenin sağlana-

bilmesinin en temel yolu yöre kaynaklarının etkin kullanımı, istihdam olanaklarının arttırılması ve yatırımların bu bölgelere kaydırılması olarak düşünülmektedir. Bu kapsamda Bölgesel Kalkınma Ajansları önemli görevler yüklenmiştir.

Ajanslar 25.01.2006 tarih ve 5449 sayılı Kalkınma Ajanslarının Kuruluşu, Koordinasyonu ve Görevleri Hakkında Kanun ile kurulmuşlardır. Kalkınma ajanslarının temel amacı; ''Kamu kesimi, özel kesim ve sivil toplum kuruluşları arasındaki işbirliğini geliştirmek, kaynakların yerinde ve etkin kullanımını sağlamak ve yerel potansiyeli harekete geçirmek suretiyle, ulusal kalkınma planı ve programlarda öngörülen ilke ve politikalarla uyumlu olarak, bölgesel gelişmeyi hızlandırmak, sürdürülebilirliliğini sağlamak, bölgelerarası ve bölge içi farklarını azaltmaktır.''

Kanuna dayanarak TRC3 Bölgesi için Dicle Kalkınma Ajansı kurulmuştur. Kısa adı DİKA olan ajans Şırnak, Mardin, Batman ve Siirt illeri için program yürütmektedir. Kuruluşun merkezi Mardin ilindedir. Ajanslar 2002 yılında kurulan birliklere göre çalışma alanları olarak daha yerel çalışmakta ve kanunda son cümlede belirtilen ''bölge içi farklılıkları azaltmak'' görevi daha etkin bir politika olarak görünmektedir. Ayrıca ajanslar mali destekler sunarken geri kalmış yöreye daha fazla bütçe ayırmakta böylece bölgesel kalkınmada en önemli olan ekonomik katılımı daha verimli hale dönüşmesine vesile olmaktadır. Bu bağlamda bölgesel rekabet edebilme ve özel sektör ile yerel kuruluşları birlikte harekete geçirmede etkin bir mekanizma olmaktadır.

Ajansların çalışma koşulları, fikirlerin projelendirilmesi ve değerlendirilmesinde bağımsız olması diğer destek kuruluşlarına göre kurumsallığın etkin şekilde hissedildiği birimler olmuştur. Bölgesel kalkınmada geri kalmış yörelerin içsel potansiyellerini tespit ve harekete geçirmek için ajanslar mevcut koşullarda en etkin yol olarak görünmektedir. Ajansların sinerjisinden maksimum düzeyde faydalanmak için proje kültürünün gelişmesi, daha fazla bütçe ile desteklenmesi gerekmektedir.

İster çevrecilerin işgüzarlığı diyelim, ister ülkelerin enerji çıkmazı yolunda çözüm odağı olarak nitelendirelim sonunda ulaşılan yer, yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Bilimsel gerçeklerin yine bilimsel tercihler ile karar verilmesine olan inancımızla hazırlamış olduğumuz Şırnak İli Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Araştırılması Projesi, aşağıda belirten amaçlar için hazırlanmıştır;

- Şırnak ilinin yenilenebilir enerji kaynaklarının tespiti,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak isteyen girişimcilere bilgi sağlamak,
- Noktasal düzeyde güneş ve rüzgâr enerjisi ölçümleri yaparak kamu ve özel sektör ile ilgili bilimsel kuruluşlara veri sağlamak,
- Şırnak ilinin yenilenebilir enerji haritasını çıkarılmak,
- Yenilenebilir enerji alanında çalışma yapmak isteyen akademisyenlere fikir vermek.
- Şırnak Üniversitesi'nin kurulması planlanan yerleşkesinde, bütün enerji talebinin güneş enerjisinden elde edebilmesi için fizibilite çalışması yapmak.

# I.BÖLÜM

# GÜNEŞ ENERJİSİ

## 1.1. Giriş

İnsanlar güneş enerjisini eski zamanlardan beri kullanmaktadır. Güneş enerjisi alanında ilk güneş kollektörü İsviçreli bilim adamı Horace de Saussure tarafından 1767'de yapılmıştır. 1816'da İskoç bilim adamı Robert Stirling, icat ettiği bir makine için patent başvurusunda bulunmuştur.

Güneş enerjisinden elektrik elde etme, 1839'da Fransız fizikçi Alexandre Edmund Becquerel tarafından, iki metal plaka arasında elektrik akımı şiddetini gözlemleyerek ışık şiddetini ölçebilen bir cihazla fotovoltaik etkiyi keşfedilmiştir.

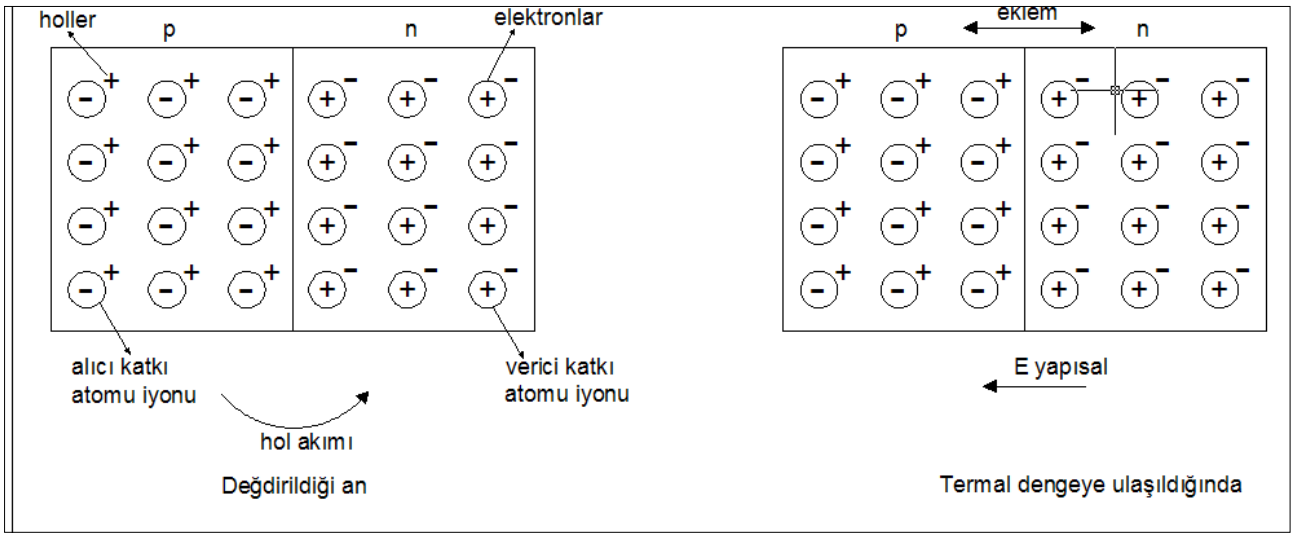
Güneş enerjisi temel olarak, Fotovoltaik (PV) Sistemler ve Termal Sistemler olarak iki başlık altında incelenmektedir. Bu çalışmada PV Sistemler ve Termal Sistemler hakkında genel bilgiler verildikten sonra, Güneş Enerjisinin Dünya'daki durumu, Türkiye'deki durumu ve son olarak Şırnak İli için değerlendirme yapılacaktır.

## 1.2. Fotovaltaik (PV) Sistemler

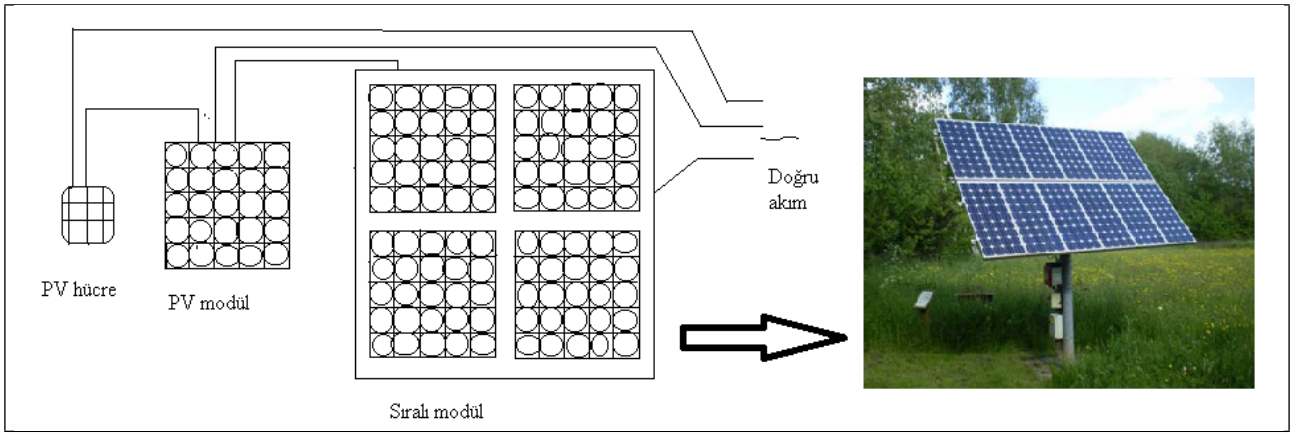
Fotovoltaik (güneş pili) sistemler, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren düzeneklerdir. N ve P tipi yarıiletken malzemelerin birleşmesi ile elektrik üretimi yapılır. N tipi yarıiletken malzemede bulunan fazla elektron ile P tipi yarıiletken malzemede bulunan fazla boşluğun yan yana gelmesi sonucu, fazla elektronların boşluklara atlaması ile doğru akım elde edilir. Güneş pilleri üzerlerine düşen güneş enerjisini %5 ile % 25 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevirirler. Güneş pillerinin pahalı olmasına rağmen, uzun ömürlü olmaları, az bakım gerektirmeleri, doğaya herhangi bir zararlı madde bırakmamaları gibi üstünlükleri vardır.

PV hücre yapısı ve hücre/modül/panel aşamaları Şekil 1.1. ve Şekil 1.2.'de verilmiştir.

**Şekil 1.1.** PV Hücre Yapısı



**Şekil 1.2.** PV Hücre/Modül/Panel




Kaynak: TRC2 (Diyarbakır – Şanlıurfa) (2010), Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu, Aralık.

Güneş pillerinde ihtiyaca göre, hücreler birbirine seri veya paralel bağlanarak küçük güçlerden çok büyük güçlere kadar sistemler kurulabilir. Güneş pillerinde modül/panel üretimi; Kristal Silisyum, İnce Film, Yoğunlaştırıcı ana başlıklarında incelenmektedir.

Silisyum, fotovoltaik malzemelerin ana malzemesidir ve birçok güneş pili de kristal silisyum olarak imal edilir. Kristal Silisyum pillerin, Monokristal ve Multikristal veya Polikristal olmak üzere iki çeşidi vardır.

İnce film pillerde hidrojenli amorf silisyum (a-Si:H) ve polikristal (poly-S) malzemeler kullanılır. Bu tip pillerin kristal silisyum pillere göre verimleri daha düşüktür. Fakat üretimlerinin basit olması, üretimlerinde yüksek sıcaklıklara gerek olmaması, daha az madde kullanılarak üretilmeleri gibi üstünlükleri de vardır.

Yoğunlaştırılmış Fotovoltaik (CPV) teknolojisi son yıllarda gelişme gösteren bir güneş enerjisi uygulama alanıdır. Bu teknoloji temelinde, yoğunlaştırılmış güneş radyasyonunun birkaç katmandan oluşan bir güneş uygulaması yatmaktadır.

Fotovoltaik pil teknolojilerinin karşılaştırılması Tablo 1.1.'deki gibidir.

**Tablo 1.1.** Fotovoltaik Pil Teknolojilerinin Karşılaştırılması

| | *İnce Film* | *Polikristal* | *Monokristal* | *Hibrit* |
|---|---|---|---|---|
| **Hücre Verimliliği** | *% 8 - 12* | *% 14 - 15* | *% 16 - 17* | *% 18 - 19* |
| **Modül Verimliliği** | *% 5 - 7* | *% 12 - 14* | *% 13 - 15* | *% 16 - 17* |
| **1kWp modül için alan gereksinimi** | *Kaneka 15,5 m²* | *Sharp 8 m²* | *Sharp 7 m²* | *Sanyo 6 – 6,5 m²* |
| | *Unisolar 16 m²* | | | |
| **1kWp modül için m² başına yıllık enerji üretimi (güney tarafa 30° ile bakan)** | *50 – 52 kWh/m²* | *100 kWh/m²* | *107 kWh/m²* | *139 - 150 kWh/m²* |

**Kaynak :** Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2009), Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi.

2010 EPIA (European Photovoltaic Industry Association) araştırmasına göre fotovoltaik modül verimi Şekil 1.3.'de verildiği gibidir.

**Şekil 1.3.** Fotovoltaik Modül Verimi

Kaynak: EPIA (2010), Photon International, March, EPIA Analysis

Bir PV santrali kurulumunda gerekli alan ortalama olarak Tablo 1.2.'de verilmiştir.

**Tablo 1.2.** PV Santral Kurulumu İçin Gerekli Alan

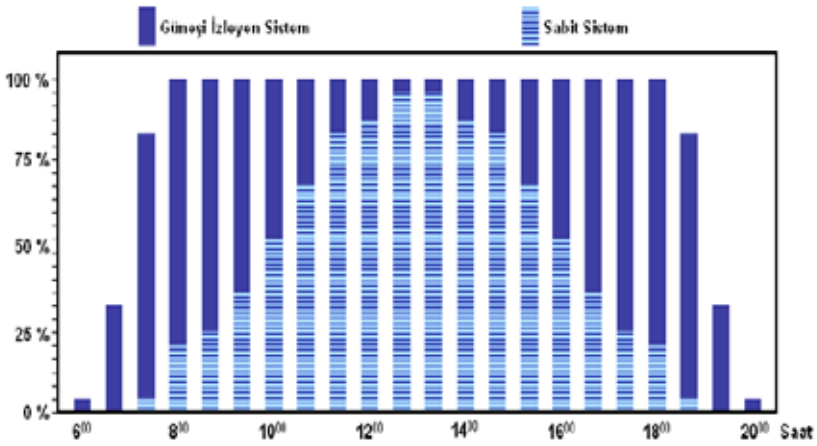
| Santral Gücü | Gerekli Alan ($m^2$) |
|---|---|
| 10 kWp | 100 |
| 50 kWp | 600 |
| 100 kWp | 1250 |
| 250 kWp | 3500 |
| 500 kWp | 7500 |
| 1 MWp | 15000 |
| 5 MWp | 50000 |
| 10 MWp | 100000 |

Güneş pilleri uygulamada, güneşi takip eden ile sabit kurulu sistemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu iki sistem de farklı uygulama alanlarına sahiptir.

**Güneşi takip eden sitemler,** güneşi takip eden foto sensörler yardımıyla step motorlar kullanılarak döndürme işlemi ve panelin bağlı olduğu gövdede farklı yoğunluklu sıvılar kullanılarak, güneş açısına göre paneli farklı eğimlerde hareket ettiren sistemlerdir ( Şekil 1.4.). Güneşi takip eden fotovoltaik uygulamalarda birbirinden farklı teknikler kullanılmaktadır. Bu teknikler ile daha yüksek verim elde edilebilmektedir(Grafik 1.1.).

**Sabit kurulu sistemler,** panellerin güneşe dik açıyla yerleştirildiklerinde maksimum üretim yapılması ile enerji elde etmek üzere kurulan sistemlerdir. Paneller, güneşi dik açıyla görebilmeleri için yere belirli açılarla yerleştirilir, bu açı coğrafi koordinatlara göre farklılık gösterebileceği gibi mevsimlere göre de farklılık göstermektedir. Paneller, öğle saatlerinde güneşi dik görecek şekilde yerleştirildiklerinde en yüksek verim elde edilir (Şekil 1.5.). Kış aylarında bulunulan enlemin açısına göre $10^0$ daha ekleyerek açıyı arttırabiliriz. Yaz aylarında da benzer bir mantıkla $10^0$ daha eğik konuma getirmek ideal olacaktır. Türkiye'de panel eğim açısı kış aylarında $25^0$, baharda $40^0$ ve yaz aylarında $55^0$ olarak verilmektedir.

**Grafik 1.1.** Sabit Panel Sisteminin ve Güneşi İzleyen Panel Sisteminin Güç Diyagramı




Kaynak: www.emo.org.tr/ekler/e98c1b9dc87c947_ek.pdf

**Şekil 1.4.** Güneşi Takip Eden PV Sistemi

**Şekil 1.5.** Sabit PV Sistemi

Güneş pilleri şebekeden bağımsız sistemler olabileceği gibi şebekeye bağımlı sistemlerde olabilmektedir. Şebekeden bağımsız olarak aşağıdaki gibi uygulama alanlarında kullanılmaktadır.

- Park, bahçe aydınlatması
- Yol aydınlatması
- Bina içi ve dışı aydınlatma
- Deniz fenerleri
- İlkyardım, alarm ve güvenlik sistemleri
- Deprem ve hava gözlem istasyonlarında
- Tarımsal sulama
- Ev kullanımı amacıyla su pompası
- Haberleşme istasyonları, kırsal radyo, telsiz ve telefon sistemleri
- Orman gözetleme kulelerinde
- Yerleşim yerlerinden uzaktaki evlerde
- İlaç ve aşı soğutmada

Bu maddeler ihtiyaca göre çoğaltılabilir.

Şebekeye bağlantılı sistemlerde yüksek güçte elektrik üretimi yapan santrallerdir(Şekil 1.6.). Ayrıca ev, bina veya herhangi bir tesiste elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla kurulan bir güneş pili sisteminde evin, binanın veya tesisin ihtiyacı dışındaki fazla elektrik şebekeye bağlantılı hale getirilerek ihtiyaç fazlası şebekeye satılabilir.

**Şekil 1.6.** Şebekeye Bağlı Bir PV Sistemi

Aşağıdaki şekillerde şebekeden bağımsız sistemlerin örnek görüntüleri verilmiştir.

**Şekil 1.7.** Çatısı Güneş Paneli Kaplı Ev

**Şekil 1.8.** PV İle Bahçe Aydınlatma

**Şekil 1.9.** PV İle Sokak Aydınlatması

**Şekil 1.10.** PV İle Trafik Lambası

## 1.3. Termal Sistemler

Günümüzde en fazla gelişim göstermiş ve uygulama alanı bulmuş yenilenebilir enerji teknolojisi, ısıl çevrim yöntemi ile yararlanmadır. Isıl çevrim teknolojisi, temel olarak üç grupta toplanabilir. Bunlar düşük, orta ve yüksek sıcaklık uygulamalarıdır.

Düşük sıcaklık uygulamalarının basit ve yaygın olan kullanımı, düzlemsel güneş kollektörleridir. Düzlemsel güneş kollektörleri güneş enerjisini toplayarak su ve hava gibi akışkanlara ısı olarak iletilmesidir. Bu kollektörlerin verimi, kollektörün yerleştirme açısına, güneş ışınlarını ısı enerjisine dönüştüren ve bu ısıyı akışkana aktaran yüzeye, kullanılan malzemeye ve yutucu yüzeye uygulanan renge bağlı olarak değişmektedir.

Düzlemsel güneş kollektörleri çoğunlukla evlerde olmak üzere, küçük sanayi tesisleri, sera ısıtılması, tarımsal ürünlerin kurutulması ve havuz ısıtması gibi yerlerde kullanılırlar.

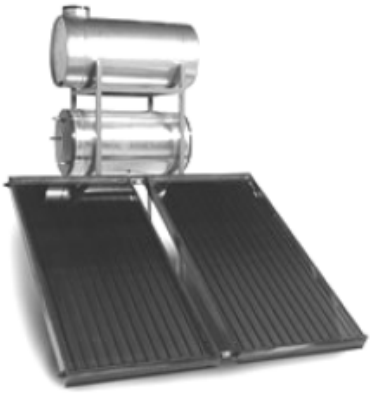
Kollektörlerin düz(Şekil 1.11. ve Şekil 1.12.) ve vakum (Şekil 1.13. ve Şekil 1.14.) tipli olmak üzere iki çeşidi vardır. Vakum kollektörler daha yeni uygulama alanı bulmaya başlamış fakat gittikçe yaygınlaşmaktadırlar. Vakumlu kollektörler, düzlemsel kollektörlere göre daha verimlidirler. Düzlemsel kollektörlerde akışkan sıcaklığı 70-80 $C^0$ seviyesine kadar çıkabilmesine karşın vakumlu kollektörlerde 120 $C^0$ seviyesine kadar çıkabilmektedir. Vakumlu kollektörler düzlemsel kollektörlerin kullanıldığı her yerde kullanılabilmekle birlikte, bina soğutma ve yiyecek dondurma gibi uygulama alanlarına da sahiptir.

Düşük sıcaklık uygulamalarından en yaygın olarak kullanılan yöntem su ısıtma yöntemidir. Su ısıtmada kullanılan sistemler tek depolu ve çift depolu olabilmektedir. Su depoları, yerleştirme şekline göre yatay-dik ve devre şekline göre açık-kapalı tip olmak üzere iki çeşittir. Bölgede genel olarak yatay ve iki depolu sistem kullanılmaktadır (Şekil 1.11.) Bu depoların birinde soğuk su diğerinde sıcak su bulunur. Su depoları imalat maliyetinin ucuz olması sebebi ile genellikle sağlık açısından uygun olmayan galvaniz saçtan yapılmaktadır.

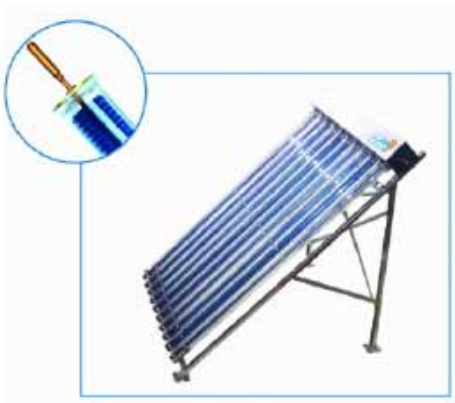
**Şekil 1.11.** Çift ve Yatay Depolu Açık Tip

**Şekil 1.12.** Tek ve Dik Depolu Kapalı Tip

**Şekil 1.13.** Çift Depolu Vakum Tüplü



**Şekil 1.14.** Vakum Tüplü Isı Borulu



Dünya genelinde kurulu bulunan güneş kollektörü alanı 30 milyon m² nin üzerindedir. En fazla güneş kollektörü bulunan ülkeler arasında ABD, Japonya, Avustralya, İsrail ve Yunanistan yer almaktadır. Türkiye 12,5 milyon m² kurulu kollektör alanı ile dünyanın önde gelen ülkelerinden biri konumundadır ( www.eie.gov.tr). Türkiye'de yıllık kollektör üretimi yaklaşık 750 bin m² düzeyindedir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2009). Bu üretimin bir kısmı ihraç edilmektedir.

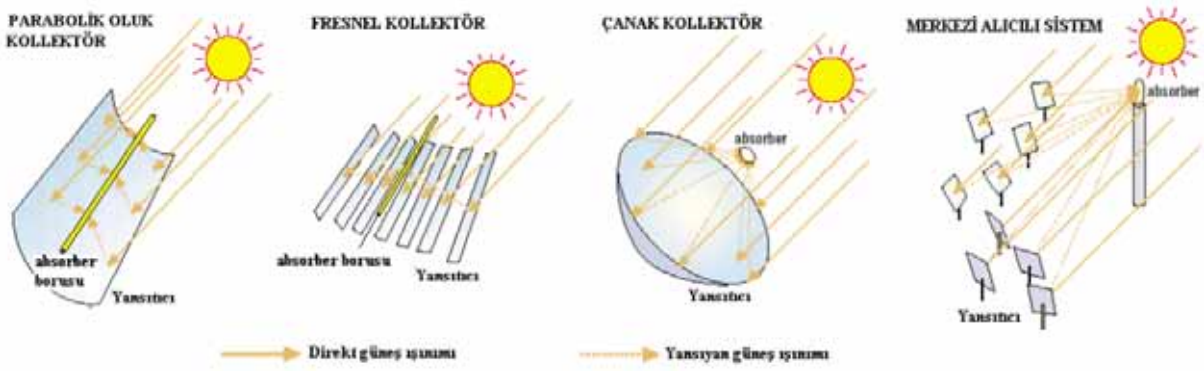
EİE (Enerji İşleri Etüt İdaresi Müdürlüğü) tarafından yapılan ve ülkemizdeki güneş kollektörü üretim ve kullanım durumunu inceleyen anket çalışmalarına göre; Güneydoğu Anadolu Bölgesi, zengin güneş enerjisi potansiyeline rağmen ülkemizde güneş kollektörlerinin en az kullanıldığı bölgedir. Temiz enerji kullanımı bilincinin az olması, sadece ilk yatırım maliyetinin göz önüne alınması, teknik bilgi eksikliği ve bu konudaki bilginin son kullanıcıya ulaştırılmaması, eski sistemlerin düşük verimlere sahip olması gibi engeller, GAP Bölgesinin güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin sınırlı miktarda kalmasına yol açmıştır (TRC2 (Diyarbakır – Şanlıurfa) Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu, 2010).

Orta sıcaklık (fresnel ve parabolik çukur) uygulamalarında (doğrusal kollektörler) 400 C° sıcaklığa kadar çıkabilmektedir. Doğrusal kollektörler güneş ışınlarını yansıtarak veya kırarak belli bir yerde toplayabilen ayna ve mercek sistemleridir. Aynalar düz, silindirik, konik, küresel veya parabolik olabilir.

Yüksek sıcaklık (parabolik çanak ve merkez alıcılı) uygulamalarda (noktasal odaklama) 1400 C° sıcaklığa kadar çıkabilmektedir. Noktasal odaklamada merkez alıcılı güneş kuleleri veya iki eksende güneşi izleyen çok sayıda aynalardan oluşan güneş fırınları kullanılmaktadır. Noktasal odaklama sistemi, elektrik üretimi ve madenlerin ergitilmesinde kullanılır.

Şekil 1.15.'te orta ve yüksek sıcaklık uygulamalarının çalışma prensibi şematik olarak verilmiştir.

**Şekil 1.15.** Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Teknolojileri Şematik Çalışma Prensibi



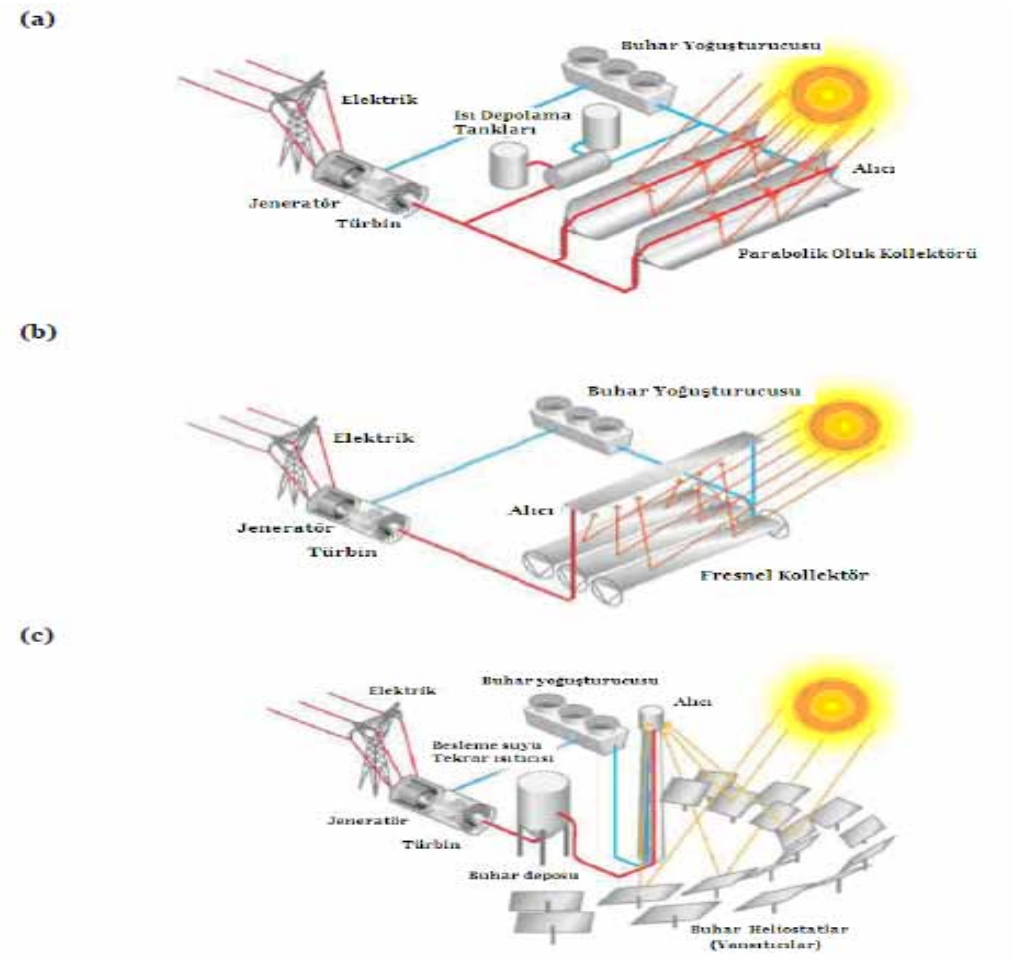

**Kaynak:** TRC2 (Diyarbakır – Şanlıurfa) (2010), Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu, Aralık.

Güneş enerjili termal sitemler ile elektrik üretimi, diğer bilinen (Termik, Doğalgaz vb.) santrallerde elektrik üretimi ile benzerlik gösterir. Diğer sistemlerde, türbini döndürmek için kullanılan buhar, güneş enerjili sistemde direk güneş enerjisi kullanılarak elde edilir. Şekil 1.16.'da termal güneş santrallerinin çevrim şemaları verilmiştir.

Parabolik sistemlerde (Şekil 1.17.), bağımsız üniteler şeklinde parabolik eğri üzerine sahip bir yansıtıcı yüzey kullanılarak güneş enerjisi yoğunlaştırılır. Yansıtıcı yüzey üstünde vakumlu borular mevcuttur. Vakumlu boru üzerine yoğunlaştırılan ışınlarla boru içinde kullanılacak sıvı ısıtılır. Isıtılan bu sıvıdan buhar elde edilir, elde edilen bu buhar gerekli mekanik (türbin-jeneratör) sisteme verilerek elektrik enerjisi üretilir. (Şekil 1.16. a)

Fresnel sistemlerde (Şekil 1.18.), güneş ışığını çok sayıda ince ayna dizileri kullanılarak boru içindeki akışkanı yoğunlaştıran yoğunlaştırıcı sistemlerdir. Boru içindeki yoğunlaşma işleminden sonraki mekanik kısım parabolik sistemlerdeki ile aynıdır. Bu sistemde kullanılan düz aynalar, parabolik sistemlerde kullanılan parabolik aynalara göre daha ucuz olduğundan daha az maliyetlidir. Ayrıca parabolik aynaların kurulacağı alana daha fazla düz ayna kurulabileceğinden daha verimli bir sistemdir. (Şekil 1.16. b)

**Şekil 1.16.** Termal Güneş Santrallerinin Çevrim Şemaları a)Parabolik Çukur, b)Fresnel, c)Merkezi Alıcılı (Güneş Kuleli)




**Kaynak:** TRC2 (Diyarbakır – Şanlıurfa) (2010), Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu, Aralık.

Parabolik sistemlerde (Şekil 1.17.), bağımsız üniteler şeklinde parabolik eğri üzerine sahip bir yansıtıcı yüzey kullanılarak güneş enerjisi yoğunlaştırılır. Yansıtıcı yüzey üstünde vakumlu borular mevcuttur. Vakumlu boru üzerine yoğunlaştırılan ışınlarla boru içinde kullanılacak sıvı ısıtılır. Isıtılan bu sıvıdan buhar elde edilir, elde edilen bu buhar gerekli mekanik (türbin-jeneratör) sisteme verilerek elektrik enerjisi üretilir. (Şekil 1.16.a)

Fresnel sistemlerde (Şekil 1.18.), güneş ışığını çok sayıda ince ayna dizileri kullanılarak boru içindeki akışkanı yoğunlaştıran yoğunlaştırıcı sistemlerdir. Boru içindeki yoğunlaşma işleminden sonraki mekanik kısım parabolik sistemlerdeki ile aynıdır. Bu sistemde kullanılan düz aynalar, parabolik sistemlerde kullanılan parabolik aynalara göre daha ucuz olduğundan daha az maliyetlidir. Ayrıca parabolik aynaların kurulacağı alana daha fazla düz ayna kurulabileceğinden daha verimli bir sistemdir. (Şekil 1.16. b)

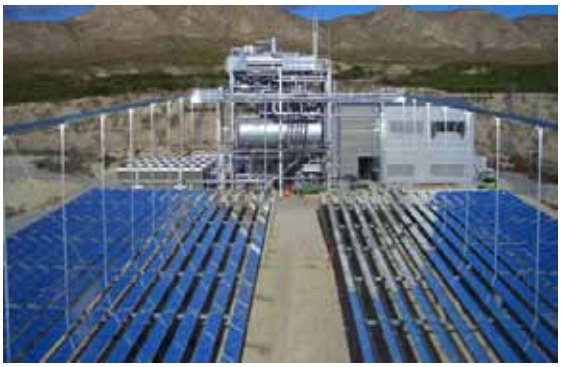
Çanak sistemlerinde (Stirling Motor) (Şekil 1.19.), güneşi iki eksende izleyen kollektör, toplayıcı ve motordan oluşan bir sistemdir. Güneş ışınları merkezde bulunan stirling motorları üzerinde yoğunlaştırılır. Bu motorlar, gazların sıcaklık basınç değişimlerine göre faz değiştirme prensibi ile çalışan, ısıyı mekanik enerjiye dönüştürebilen sistemlerdir. Motorda elde edilen bu mekanik enerji bir jeneratöre verilerek elektrik elde edilir.

Merkez alıcılı sistemlerde (Şekil 1.20.), güneşten gelen ışınlar belirli bir alana yayılmış, yüzlerce-binlerce heliostat ayna ile kule (alıcı) üzerinde yoğunlaştırılır. Alıcıda bulunan boru yumağı içinden geçen akışkan, daha sonra diğer sistemlerde olduğu gibi gerekli mekanik düzeneğe iletilerek elektrik enerjisi elde edilir. (Şekil 1.16.c)

Aşağıda termal güneş santralleri için örnek görüntüler verilmiştir.

**Şekil 1.17.** Parabolik Çukur

**Şekil 1.18.** Fresnel Sistemler



**Şekil 1.19.** Çanak Sistemler

**Şekil 1.20.** Merkez Alıcılı (Güneş Kulesi)

Dünya'da işletmede olan en büyük termal güneş santralleri Tablo 1.3.'te verilmiştir.

**Tablo 1.3.** İşletmeye Alınmış En Büyük 10 Termal Güneş Santrali

| İşletmeye Alınmış En Büyük 10 Termal Güneş Santralleri | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Kapasite (MW)** | **Teknoloji** | **Santral İsmi** | **Ülke** | **Yer** | **Açıklama** |
| **354** | Parabolik Oluk | Solar Energy Generating Systems | ABD | Mojave Desert, California | 9 Ayrı Ünitenin Toplamı |
| **150** | Parabolik Oluk | Solnova Solar Power Station | İspanya | Seville | Ağustos 2010'da tamamlandı |
| **150** | Parabolik Oluk | Andasol solar power station | İspanya | Granada | 2011'de tamamlandı |
| **100** | Parabolik Oluk | Extresol Solar Power Station | İspanya | Badajoz | Aralık 2010'da tamamlandı |
| **100** | Parabolik Oluk | Palma del Rio Solar Power Station | İspanya | Cordova | Temmuz 2011'de tamamlandı |
| **100** | Parabolik Oluk | Manchasol Power Station | İspanya | La Mancha | Nisan 2011'de tamamlandı |
| **100** | Parabolik Oluk | Valle Solar Power Station | İspanya | Kadiz | Aralık 2011'de tamamlandı |
| **64** | Parabolik Oluk | Nevada Solar One | ABD | Nevada | 2007'de tamamlandı |
| **50** | Parabolik Oluk | Ibersol Ciudad Real | İspanya | Puertollano, Ciudad Real | Mayıs 2009'da tamamlandı |
| **50** | Parabolik Oluk | Alvarado I | İspanya | Badajoz | Temmuz 2009'da tamamlandı |

**Kaynak: http**://en.wikipedia.org/wiki/List_of_solar_thermal_power_stations

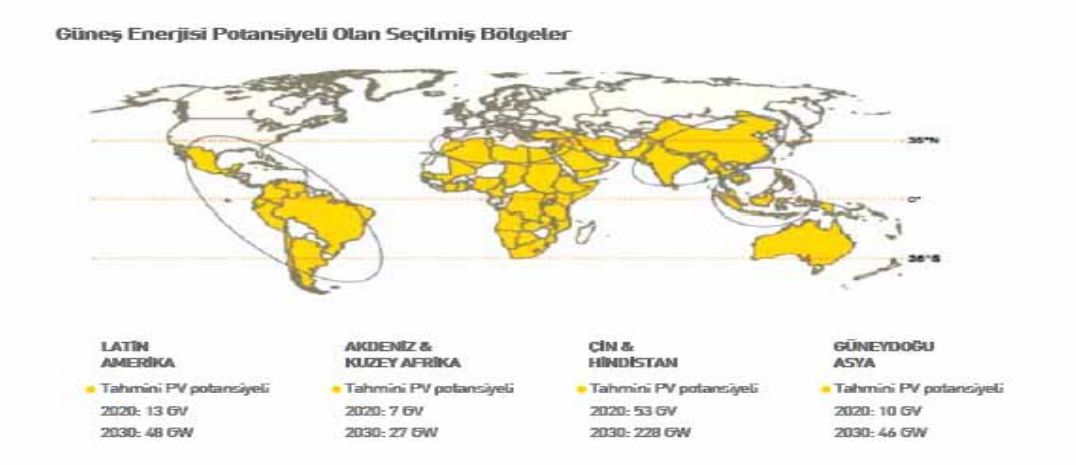
## 1.4. Dünyada Güneş Enerjisi

Güneş dünyanın ana enerji kaynağıdır. Güneşten dünyaya saniyede yaklaşık 170 milyar MW ışınım gelmektedir. Güneşin toplam yaydığı enerji düşünüldüğünde dünyaya gelen çok küçük bir parçadır. Güneşten dünyaya bir günde gelen enerji miktarı, dünyanın günlük tüketiminin yaklaşık 15 – 16 bin katıdır. Güneş enerjisi dünya atmosferinin dışında sabit ve şiddeti 1370 W/m² 'dir. Bu değer dünyada 0-1100 W/m² düzeyindedir. Bu enerji ısıtma soğutma gibi çeşitli ısı uygulamalarında ve elektrik üretiminde kullanılır.

Son 10 yılda dünyada güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etmedeki kapasite artışı yaklaşık % 1000 civarındadır. 2010 yılında bir önceki yıla göre artış % 6 'dır. En kötü senaryoya göre 2014'te güneş enerjisinden faydalanma 2.5 kat daha büyüyecektir.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) fotovoltaik pil (PV) ve yoğun toplaç (CSP) yol haritalarına göre; 2050'ye kadar güneş elektriği küresel elektrik üretiminin %20 ila %25'ini oluşturabilir. Bu önemli sonuç IEA'nın PV ve CSP ile ilgili iki yeni çalışmasından elde edilmiştir. PV ve CSP'nin kombinasyonu elektrik güvenliği sağlaması yanında, 2050'de yılda 6 milyar ton $CO_2$ emisyonu azaltmasında önemli bir katkı sağlayacaktır. İkisi beraber 2050'de 9000 TWh enerji üretebilecektir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2010). Dünyada, güneş enerjisi potansiyeli olan ülkeler Şekil 1.21.'deki haritada belirtilmiştir.

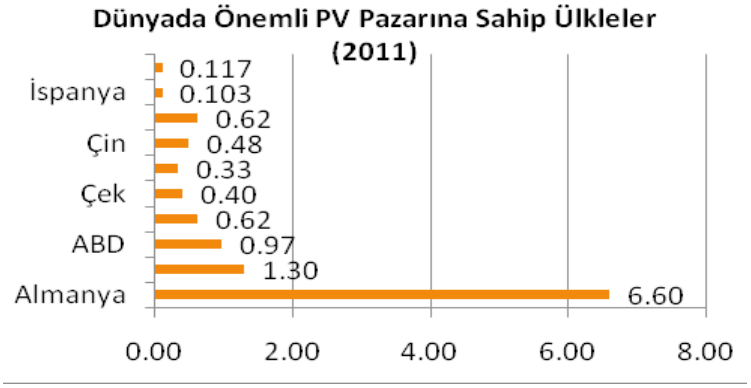
**Şekil 1.21.** Dünyada Güneş Enerjisi Potansiyeli Seçilmiş Bölgeler




Kaynak: Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (2011), Güneş Enerji Sektör Raporu Şubat.

Grafik 1.2. de Dünyada 2011 yılındaki PV pazarına sahip ülkelerin dağılımı gösterilmiştir.

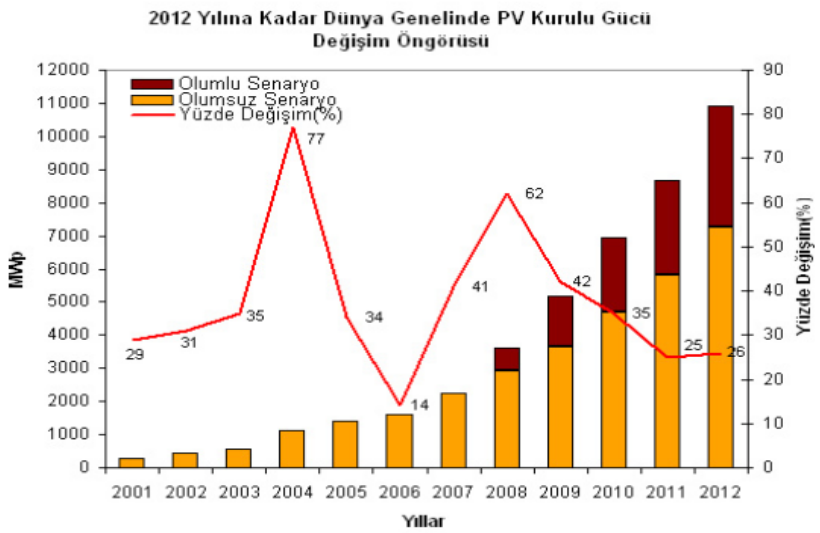
**Grafik 1.2.** Dünyada Önemli PV Pazarına Sahip Ülkeler




**Kaynak:** Market Buzz 2011, www.solarbuzz.com

Grafik 1.3.' de EPIA'nın 2012 yılına kadar olan PV kurulu güç değişim öngörüsü verilmiştir.

**Grafik 1.3.** 2012 Yılına Kadar Dünya Genelinde PV Kurulu Gücü Değişim Öngörüsü




**Kaynak:** EPIA (Avrupa PV Endüstrisi Birliği), www.epia.org

## 1.5. Türkiye'de Güneş Enerjsi

Türkiye coğrafi olarak güneş enerjisi potansiyeli açısından dünyadaki birçok ülkeye göre daha şanslı bir ülkedir. Türkiye'nin yıllık enerji tüketimi 100 milyon MW civarındadır. Güneşten dünyaya saniyede 170 milyar MW civarında enerji geldiği düşünülürse, güneşten dünyaya bir saniyede gelen enerji Türkiye'nin yıllık harcadığı enerjinin 1700 katıdır. EİE'nin yapmış olduğu çalışmalara göre, Türkiyenin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2740 saat, günlük toplam 7.53 saat, ortalama toplam ışınım şiddeti 1.525 kWh/m²-yıl, günlük toplam 4.18 kWh/m² olduğu tespit edilmiştir. Türkiyenin güneş enerjisi açısından 4600 km² kullanılabilir alanı ve ortalama 110 gün gibi yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahiptir.

Türkiyede şebekeden bağımsız şekilde çalışan güneş pili sitemlerinin 2010 yılında 5 MW dolaylarında olduğu tahmin edilmektedir.

Batı Akdeniz Kalkınma Ajansının hazırlamış olduğu "Güneş Enerjisi Sektör Raporu" nda Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyeli bölgelere göre dağılımı Tablo 1.4.'deki gibidir.

**Tablo 1.4.** Türkiye'nin Güneş Verilerinin Bölgelere Göre Dağılımı

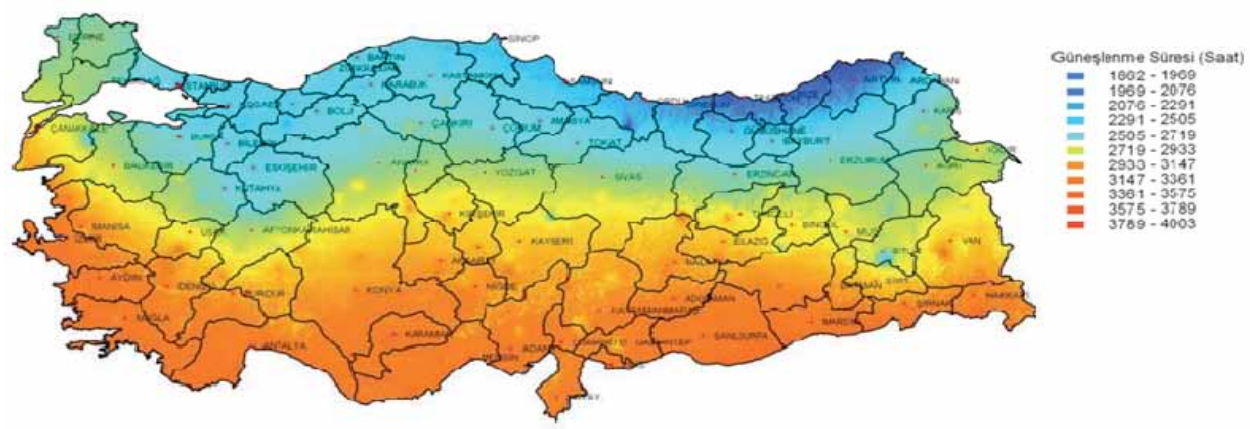
| BÖLGE | TOPLAM ORTALAMA GÜNEŞ ENERJİSİ kWh/m²-yıl | EN ÇOK GÜNEŞ ENERJİSİ (Haziran) kWh/m² | EN AZ GÜNEŞ ENERJİSİ (Aralık) kWh/m² | ORTALAMA GÜNEŞLENME SÜRESİ Saat/yıl | EN ÇOK GÜNEŞLENME SÜRESİ (Haziran) Saat | EN AZ GÜNEŞLENME SÜRESİ (Aralık) Saat |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Güneydoğu And.** | **1.460** | **1.980** | **729** | **2.993** | **407** | **126** |
| Akdeniz | 1.390 | 1.869 | 476 | 2.956 | 360 | 101 |
| Doğu And. | 1.365 | 1.863 | 431 | 2.664 | 371 | 96 |
| İç Anadolu | 1.314 | 1.855 | 412 | 2.628 | 381 | 98 |
| Ege | 1.304 | 1.723 | 420 | 2.738 | 373 | 165 |
| Marmara | 1.168 | 1.529 | 345 | 2.409 | 351 | 87 |
| Karadeniz | 1.120 | 1.315 | 409 | 1.971 | 273 | 82 |

Kaynak: Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (2011), Güneş Enerjisi Sektör Raporu, Şubat.

Tablo1.4.'e göre Türkiye'de en çok ve en az güneş enerjisinden faydalanılacak aylar Haziran ve Aralık olmaktadır. Bölgeler açısından en çok faydalanılacak iki bölge Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgesi, en az faydalanılacak bölge ise Karadeniz Bölgesi olmaktadır.

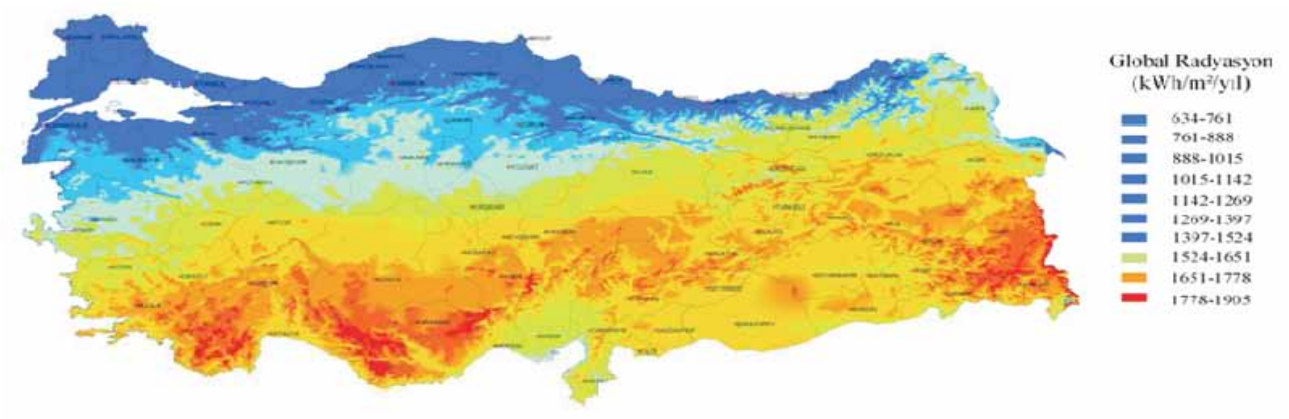
EİE'nin yapmış olduğu çalışmalar sonucu hazırlanan Türkiye yatay düzleme gelen radyasyon değerleri ve güneşlenme sürelerini gösteren tabloları Şırnak İli değerlendirmesinin yapıldığı bölümde karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Ayrıca EİE' nin yapmış olduğu çalışmalar sonrası hazırlanan "Global Radyasyon Dağılımı Haritası" ve " Güneşlenme Süresi Dağılım Haritası" Şekil 1.22. ve 1.23.'de verildiği gibidir.

**Şekil 1.22.** Türkiye'de Güneşlenme Süresi Dağılım Haritası




Kaynak: www.eie.gov.tr

**Şekil 1.23.** Türkiye'de Global Radyasyon Dağılımı Haritası




Kaynak: www.eie.gov.tr

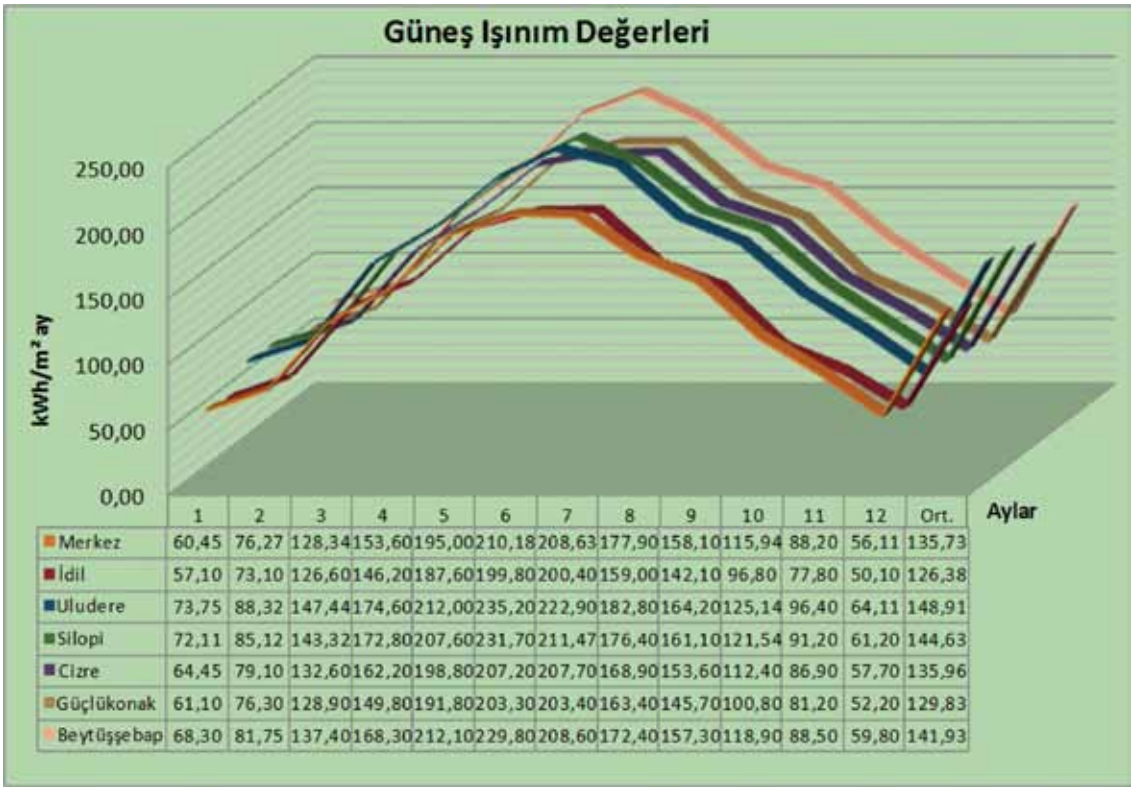
Türkiye güneş enerjisi gerçek potansiyelinin bulunabilmesi için EİE tarafından Antalya, İzmir, Didim,Adana ve Ankara'da birer adet güneş enerjisi gözlem istasyonu kurulmuştur. Bu istasyonlar ile saatlik difüz güneş enerjisi, güneşlenme süresi ve sıcaklık verileri toplanmaktadır. Antalya'daki istasyon 5 yılı doldurduğu için Isparta'ya taşınmıştır. DMİ (Devlet Meteoroloji İşleri) ise benzer istasyonları Ankara, Antalya, Konya, Şanlıurfa ve Samsun'a kurarak veri elde etmektedir.

## 1.6. Şırnak İli Güneş Enerjisi Potansiyeli

Şırnak ili için yapılan çalışmada, Mart ayında il merkezi ve ilçe merkezlerinde en az iki noktadan anlık güneş ışınım değerleri alınarak, Mart ayı ortalama değeri çıkarıldı. Bu ortalama değer ile Şırnak il genelinin son 10 yıllık değerleri analiz edilerek yıllar arasındaki sapma tespit edildi. Bu sapma Mart ayı verileri baz alınarak ölçüm değerleri gün, ay ve yıl şeklinde genişletildi. Elde edilen bu değerler, GEPA (Türkiyenin Güneş Enerji Potansiyeli Atlası) verileri, DMİ verileri ile karşılaştırılarak analiz yapıldı.

Grafik 1.5.'teki Türkiye genelinde güneş ışınım değerlerine bakıldığında EİE verilerine göre, en yüksek değer 6.57 kWh/m² gün ile Haziran ayında, en düşük değer 1.59 kWh/m² gün ile Aralık ayında olduğu tespit edilmiştir.

**Grafik 1.4.** Güneş Işınım Değerlerinin Karşılaştırılması (kWh/m²gün)

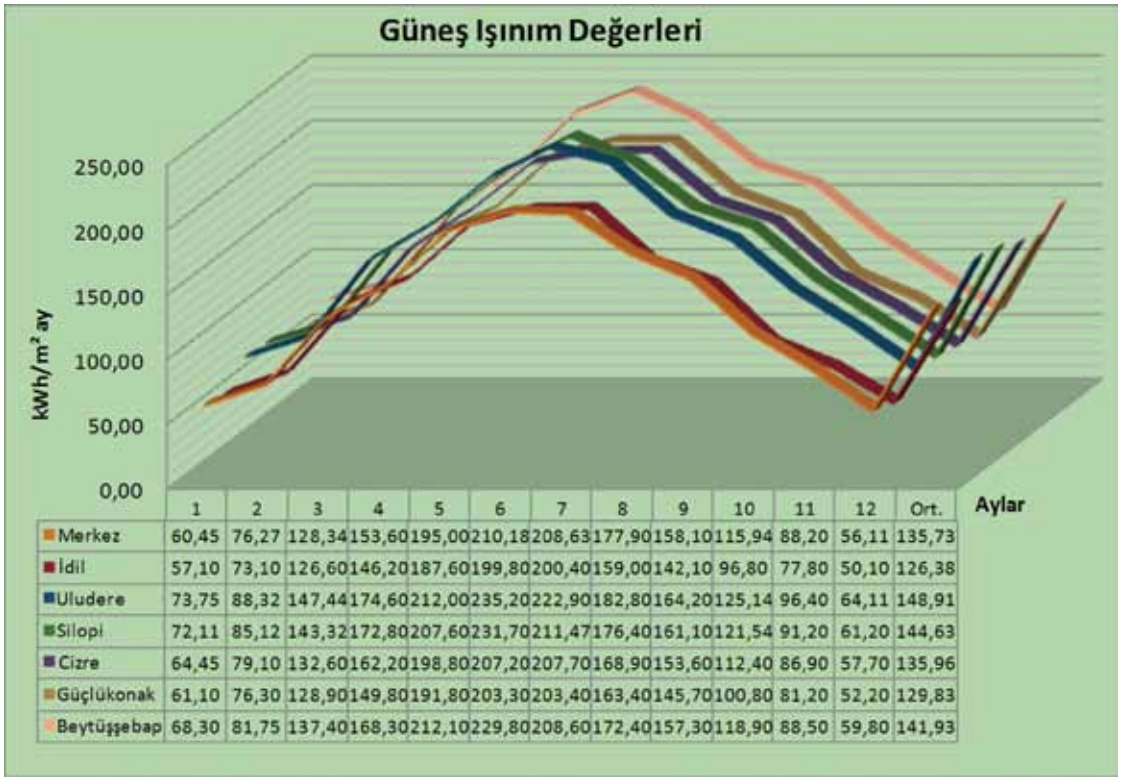



| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Ort. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Merkez | 60,45 | 76,27 | 128,34 | 153,60 | 195,00 | 210,18 | 208,63 | 177,90 | 158,10 | 115,94 | 88,20 | 56,11 | 135,73 |
| İdil | 57,10 | 73,10 | 126,60 | 146,20 | 187,60 | 199,80 | 200,40 | 159,00 | 142,10 | 96,80 | 77,80 | 50,10 | 126,38 |
| Uludere | 73,75 | 88,32 | 147,44 | 174,60 | 212,00 | 235,20 | 222,90 | 182,80 | 164,20 | 125,14 | 96,40 | 64,11 | 148,91 |
| Silopi | 72,11 | 85,12 | 143,32 | 172,80 | 207,60 | 231,70 | 211,47 | 176,40 | 161,10 | 121,54 | 91,20 | 61,20 | 144,63 |
| Cizre | 64,45 | 79,10 | 132,60 | 162,20 | 198,80 | 207,20 | 207,70 | 168,90 | 153,60 | 112,40 | 86,90 | 57,70 | 135,96 |
| Güçlükonak | 61,10 | 76,30 | 128,90 | 149,80 | 191,80 | 203,30 | 203,40 | 163,40 | 145,70 | 100,80 | 81,20 | 52,20 | 129,83 |
| Beytüşşebap | 68,30 | 81,75 | 137,40 | 168,30 | 212,10 | 229,80 | 208,60 | 172,40 | 157,30 | 118,90 | 88,50 | 59,80 | 141,93 |

Kaynak: www.eie.gov.tr, www.dmi.gov.tr

Şırnak YEK araştırması sonucu elde edilen güneş ışınım değerleri Şırnak il merkez ve ilçeleri için, aylık dağılımı Grafik 1.4'te verilmiştir.

**Grafik 1.5.** Şırnak YEK Proje Araştırmasından Elde Edilen Radyasyon eğerleri (kWh/m²ay)



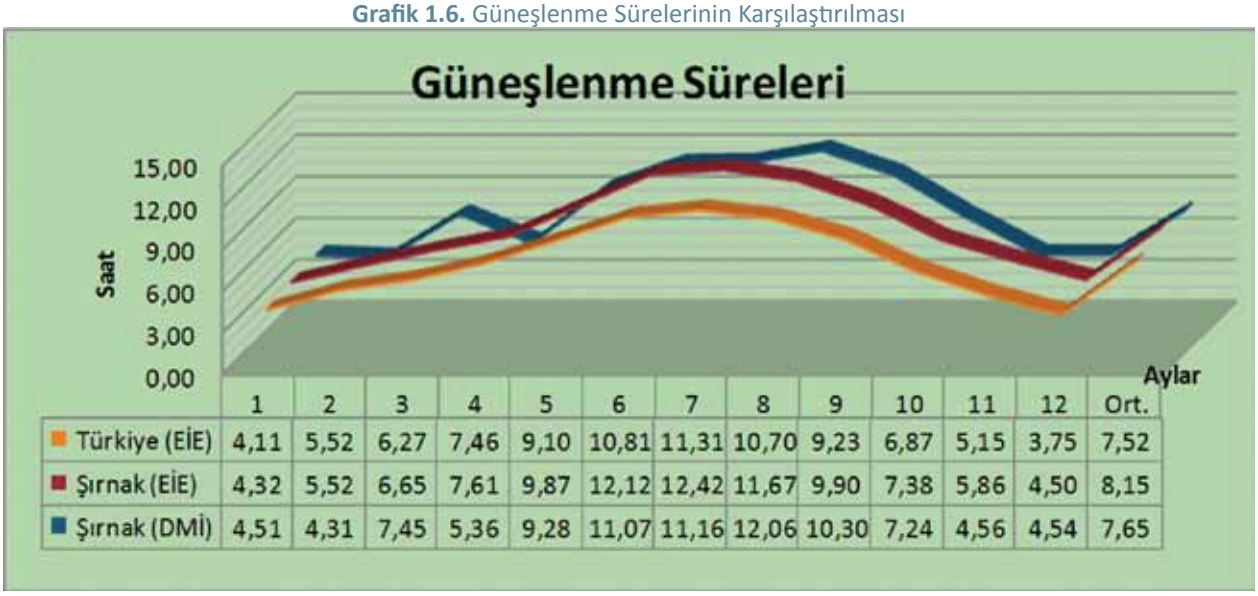

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Ort. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Merkez | 60,45 | 76,27 | 128,34 | 153,60 | 195,00 | 210,18 | 208,63 | 177,90 | 158,10 | 115,94 | 88,20 | 56,11 | 135,73 |
| İdil | 57,10 | 73,10 | 126,60 | 146,20 | 187,60 | 199,80 | 200,40 | 159,00 | 142,10 | 96,80 | 77,80 | 50,10 | 126,38 |
| Uludere | 73,75 | 88,32 | 147,44 | 174,60 | 212,00 | 235,20 | 222,90 | 182,80 | 164,20 | 125,14 | 96,40 | 64,11 | 148,91 |
| Silopi | 72,11 | 85,12 | 143,32 | 172,80 | 207,60 | 231,70 | 211,47 | 176,40 | 161,10 | 121,54 | 91,20 | 61,20 | 144,63 |
| Cizre | 64,45 | 79,10 | 132,60 | 162,20 | 198,80 | 207,20 | 207,70 | 168,90 | 153,60 | 112,40 | 86,90 | 57,70 | 135,96 |
| Güçlükonak | 61,10 | 76,30 | 128,90 | 149,80 | 191,80 | 203,30 | 203,40 | 163,40 | 145,70 | 100,80 | 81,20 | 52,20 | 129,83 |
| Beytüşşebap | 68,30 | 81,75 | 137,40 | 168,30 | 212,10 | 229,80 | 208,60 | 172,40 | 157,30 | 118,90 | 88,50 | 59,80 | 141,93 |

Grafik 1.4. ile Grafik 1.5. karşılaştırıldığında; EİE verilerine göre en yüksek güneş ışınım değeri 6.78 kWh/m² gün ile Haziran ayında, en düşük değer 1.81 kWh/m² gün ile Aralık ayında tespit edilmiştir. DMİ verilerine göre en yüksek değer 7.24 kWh/m² gün ile Haziran ayında, en düşük değer 2,01 kWh/m² gün Aralık ayında tespit edilmiştir. Bunun yanında proje ekibi tarafından yapılan ölçümler ve hesaplamalar sonucunda elde ettiği Şırnak il merkez değeri (Grafik 1.5.) en yüksek 7,00 kWh/m² gün ile Haziran ayında, en düşük 1,87 kWh/m² gün ile Aralık ayında olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler karşılaştırıldığında, proje ekibi tarafından bulunan sonuçlar EİE değerlerinin üstünde, DMİ verilerinin altındadır. Şırnak il merkezi güneş ışınım ortalama değeri Türkiye ortalamasının üstünde bir değere sahiptir.

Şırnak il merkezde yıllık 1 kWe gücündeki PV paneli ile yıllık toplam 1628.71 kW gücünde elektrik üretim potansiyeline sahiptir.

Grafik 1.6.'da EİE Türkiye ve Şırnakverileri ile DMİ Şırnak güneşlenme süreleri karşılaştırılmıştır.

**Grafik 1.6.** Güneşlenme Sürelerinin Karşılaştırılması




| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Ort. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Türkiye (EİE) | 4,11 | 5,52 | 6,27 | 7,46 | 9,10 | 10,81 | 11,31 | 10,70 | 9,23 | 6,87 | 5,15 | 3,75 | 7,52 |
| Şırnak (EİE) | 4,32 | 5,52 | 6,65 | 7,61 | 9,87 | 12,12 | 12,42 | 11,67 | 9,90 | 7,38 | 5,86 | 4,50 | 8,15 |
| Şırnak (DMİ) | 4,51 | 4,31 | 7,45 | 5,36 | 9,28 | 11,07 | 11,16 | 12,06 | 10,30 | 7,24 | 4,56 | 4,54 | 7,65 |

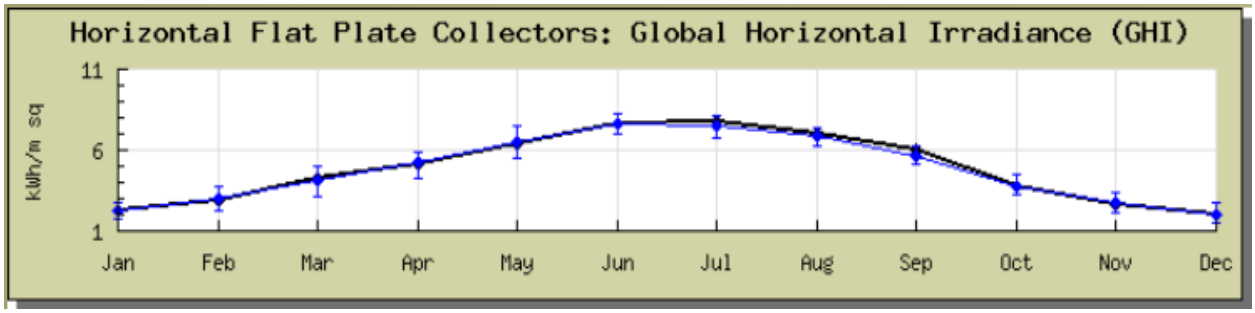
Grafik 1.6.'ya göre; Türkiye genelinde güneşlenme sürelerine bakıldığında EİE verilerinde en yüksek değer 10.81 saat ile Haziran ayında, en düşük değer 3.75 saat ile Aralık ayında olduğu tespit edilmiştir.

Şırnak ilinde ise, EİE verilerinde 12.12 saat ile Haziran ayında, en düşük değer 4.32 saat ile Ocak ayında olduğu tespit edilmiştir. DMİ verilerine göre ise, en yüksek 12.06 saat ile Ağustos ayında, en düşük değer 4.31 saat ile Şubat ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük güneşlenme süreleri EİE ve DMİ verilerine göre Türkiye ortalamasının üstünde bir değer kaydedilmiştir. Ortalama değerler açısından EİE verilerine göre Türkiye güneşlenme süresi 7.52 olarak tespit edilmiştir. Şırnak ili ortalama değeri ise, EİE verilerinde 7.32 saat, DMİ verilerinde ise 7.65 saat olarak kaydedilmiştir. DMİ verileri 1970 ile 2011 arasını kapsadığından güncel veri kabul edilebilir.

Şırnak ili için yukarıdaki veriler dışında; RREX'den (Renewable Energy Resource Explorer) alınan doğrudan normal ışınım değeri 4,85 kWh/m² gün, global yatay ışınım değeri 4,79 kWh/m² gün olarak verilmektedir. Bu değere en yakın değer DMİ'den alınan souçlardır. NASA (National Aeronautics and Space Administration) ve NREL'den (National Renewable Energy Laboratory) alınan Grafik 1.7. ile Grafik 1.8.'de bu sonuçları doğrulamaktadır.

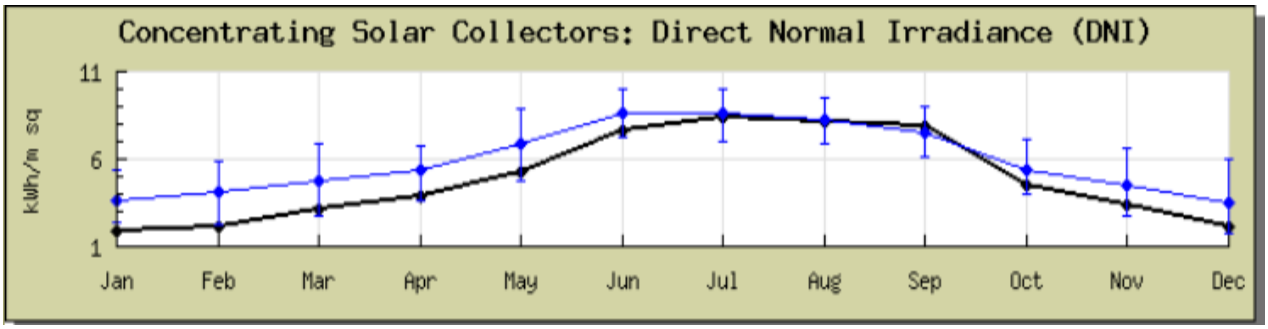
Dünya Enerji Konseyi'nin 2009 yılında yayınladığı "Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi" kitabında, EİE Türkiye güneş ışınım değeri ortalaması 3.6 kWh/m² gün olarak verilmiştir. Aynı kaynakta bu değerlerin gerçek değerleri yansıtmadığını, Türkiye'nin gerçek potansiyelinin %20-25 daha fazla olabileceği belirtilmiştir. Bu tespit, EİE verileri güncellendikten sonra gerçekten Türkiye ortalaması 4,18 kWh/m² gün ile %16 oranında bir artış göstermiştir. Güneşlenme süresine bakıldığında Dünya Enerji Konseyi'nin yayınladığı kitapta EİE verilerine göre 7.2 saat iken EİE daha sonra bu ortalamayı yapılan hesaplar sonucunda 7.53 saat olarak değiştirmiştir.

**Grafik 1.7.** Global Işınım Değerleri (NASA ve NREL)




Kaynak: www.na.unep.net

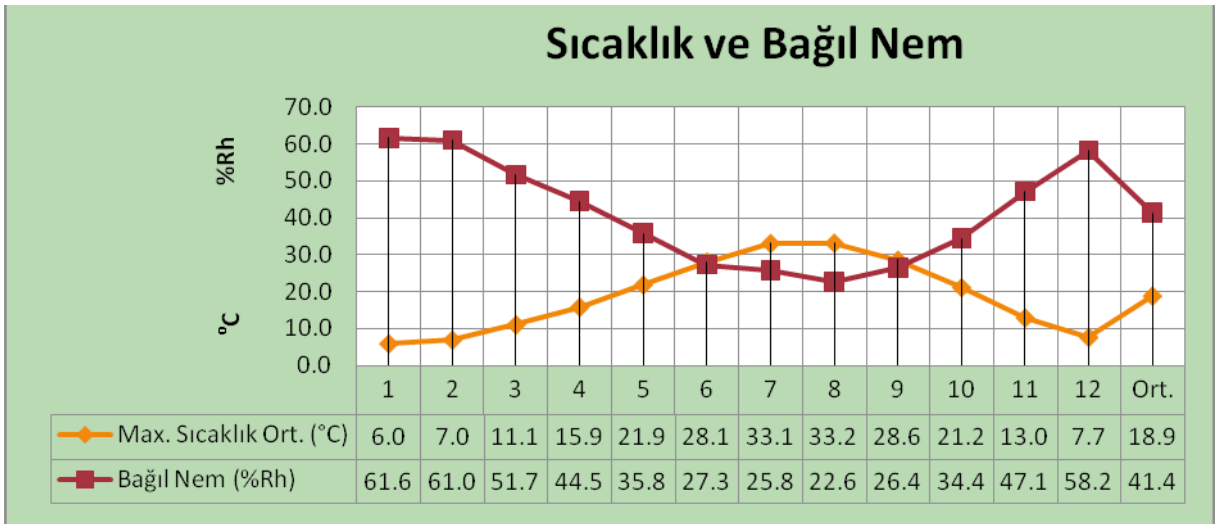
**Grafik 1.8.** Normal Işınım Değerleri (NASA ve NREL)




Kaynak: www.na.unep.net

Güneş sistemlerinin kurulduğu yerlerde sıcaklık ile birlikte bağıl nem değerleride önem arz etmektedir. Sıcaklık, bağıl nem değerleri malzemeler üzerinde değişim ve yıpranma meydana getirmekte ve malzemelerin kullanım ömrü üzerinde negatif etkiye sahiptir. Bu nedenle bağıl nem değerinin düşük olduğu yerlerde kurulan güneş sistemlerinin kullanım ömürleri uzun olması muhtemeldir. Grafik 1.9. da Şırnak ilinin sıcaklık ile bağıl nem değerleri verilmiştir. Buna göre kurulacak olan güneş santrallerinin kullanım ömürleri bağıl nem değeri yüksek olan yerlere göre daha uzun olacaktır. Örneğin, Antalya ilinde kurulması muhtemel güneş enerjisi sistemlerinin ömrü bağıl nem değerlerinin yüksek olması nedeniyle daha kısa olması beklenir.

**Grafik 1.9.** Sıcaklık (°C) ve Bağıl Nem (%Rh) Değerleri



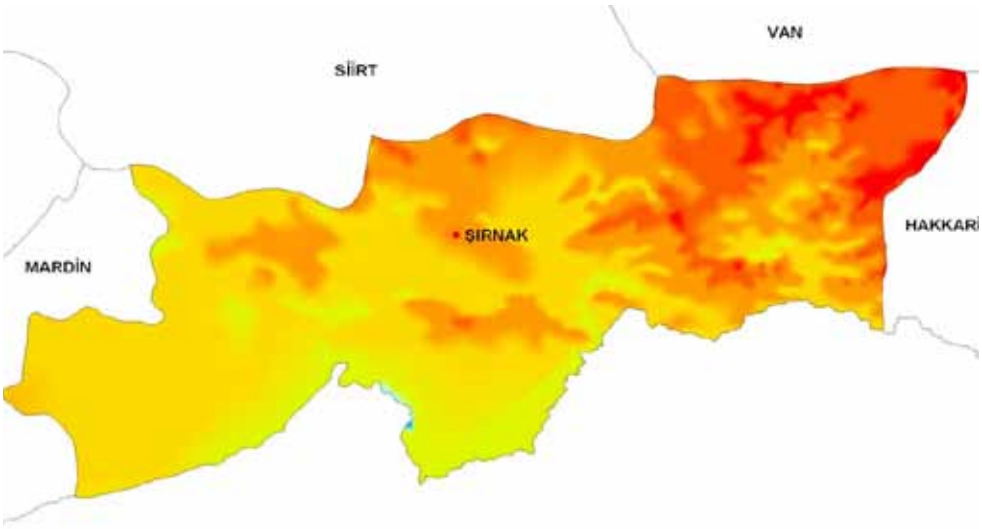

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Ort. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Max. Sıcaklık Ort. (°C) | 6.0 | 7.0 | 11.1 | 15.9 | 21.9 | 28.1 | 33.1 | 33.2 | 28.6 | 21.2 | 13.0 | 7.7 | 18.9 |
| Bağıl Nem (%Rh) | 61.6 | 61.0 | 51.7 | 44.5 | 35.8 | 27.3 | 25.8 | 22.6 | 26.4 | 34.4 | 47.1 | 58.2 | 41.4 |

Kaynak: www.dmi.gov.tr

Şırnak ili için EİE verilerine göre il merkez ve ilçelerin toplam güneş radyasyonu haritarası çıkarılmıştır (Şekil 1.24.). Şırnak ilinin güneş potansiyelini tespit etmek için yapmış olduğumuz noktasal ölçümler ile

kısmen farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle elde edilen verilere göre haritalandırma yeniden yapılmıştır (Şekil 1.25.). Ancak bu verilerin sadece Mart ayında alınmış olması ve verilerin yıllık dağılımında hata payının varlığı daha uzun süreli ölçümlerle yeniden değişmesi muhtemeldir

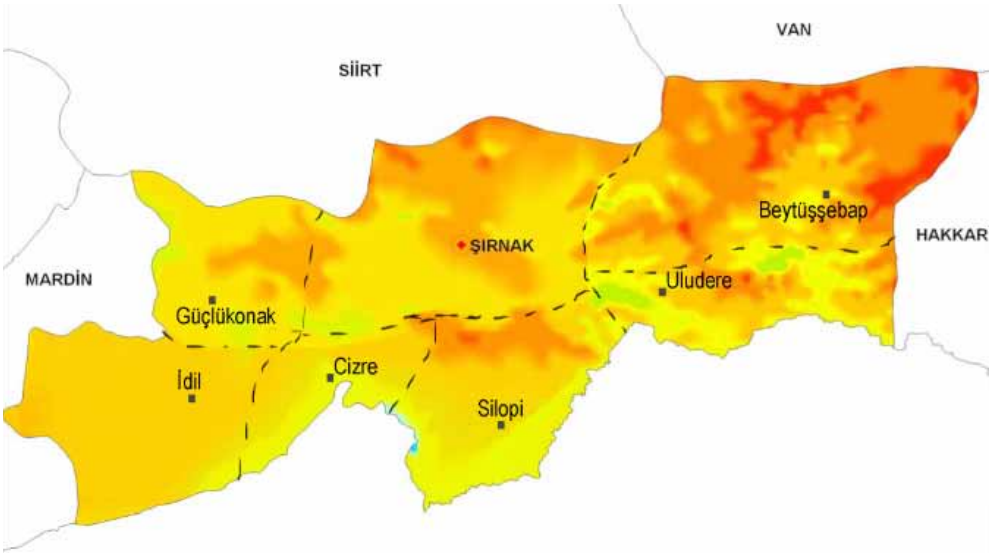
**Şekil 1.24.** Şırnak İli Güneş Enerjisi Atlası; GEPA




Kaynak: www.eie.gov.tr

Şırnak ili için YEK potansiyel araştırması sonucunda elde edilen verilere göre Şekil 1.25.'te gösterildiği üzere haritalandırma yapılmıştır.

**Şekil 1.25.** Şırnak YEK Araştırması Proje Sonucunda Çizilen Şırnak İli Güneş Işınım Haritası




## 1.7. Sonuç

Dünyanın en önemli sorunlarından biri çevre kirliliğidir. En önemli çevre sorunu ise sera ve $CO_2$ gazının neden olduğu küresel ısınmadır. Güneş santralleri $CO_2$ emisyonu olmayan bir santral türüdür. Ülkemiz koşullarında güneş santralleri, termik santrallere göre 3000-3750 ton $CO_2$/MW yıl, doğalgaz çevrim santrallerine göre 2250 ton $CO_2$/MW yıl değerinde $CO_2$ emisyonundan kurtulmuş olunacaktır. Bunun yanında diğer santrallerin doğaya bıraktığı $NO_x$ ile $SO_x$ gibi gazların zararlı etkilerinden kurtulmuş olunacaktır.

Şırnak ili güneş enerjisi bakımdan oldukça zengin bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyele rağmen, bu proje tarihine kadar Şırnak ilinde geniş kapsamlı bir araştırma yapılmamıştır. İlgili kurumlarda var olan bilgiler ise tahmini değerler olup, meteorolojik verilerin dönüşüm formülleri kullanılarak elde edilmiş verilerdir. Proje ekibinin çalışması sonucunda Mart ayı içindeki değerlerle ilgili kurumların verileri arasında farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Kurumlarda var olan verilerin uzun süreli ölçümlerle değişeceğini düşünmekteyiz.

Türkiye'de güneş enerjisi yatırımları şimdiye kadar genellikle Akdeniz bölgesinde yoğunlaşmıştır. Oysa Güneydoğu Anadolu Bölgesi Akdeniz Bölgesinden daha uzun bir güneşlenme süresine ve daha yüksek bir ışınım değerine sahiptir. Buna rağmen Güneydoğu Anadolu Bölgesine yapılmış en önemli yatırım, Şanlıurfa ilindeki, GAP-Harran Üniversitesi ortak çalışması olan ve çalışmaları devam eden "Uluslararası Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Merkezi" projesidir. Bu çalışma bölge açısından son derece önemlidir.

EİE ve DMİ tarafından Türkiye'nin farklı illerine kurulan ve çoğunluğu Akdeniz bölgesinde bulunan güneş enerjisi gözlem istasyonlarından Şırnak iline de kurulması gerekmektedir. Şırnak ili Akdeniz Bölgesi illerine göre daha düşük bir nem değerine sahip olduğundan kurulacak olan tesislerin ömrü Akdeniz Bölgesine göre daha uzun olacak ve bakım maliyetleri azaltılmış olacaktır.

Şırnak ilinde büyük güçte PV Santraller kurulabileceği gibi, büyük güçte termal güneş santralleri de kurulabilir. Kurulması planlanan termik santraller ile aynı güç değerlerini elde edecek santraller kurulabilir. Termal güneş santrallerinin kurulması durumunda termik santrallere göre çok ciddi bir çevre kirliliği önlenmiş olacaktır. Güneş sistemlerinin kurulmasının önündeki en büyük engel kuruluş maliyetlerinin diğer santrallere göre en yüksek olmasıdır. Kuruluş maliyetlerinin yüksek olmasının nedeni ise güneş sistemlerinde kullanılacak malzemelerin ithal edilecek olmasıdır. Son yıllarda yenilenebilir enerji ile ilgili olarak, yapılan yasal düzenlemeler çok önemli olmakla birlikte, bu yasalar daha da geliştirilmelidir. Güneş enerjisi ile enerji üretecek herhangi bir tesis, ömür olarak daha uzun ömürlü ve bakım maliyeti en az olandır.

Bütün bu değerlendirmeler çerçevesinde Şırnak ilinde yapılabilecek olan güneş enerjisi yatırımları şöyle özetlenebilir;

- Şırnak il genelinde güneş enerjisi gözlem istasyonları kurulması
- Cadde ve sokak aydınlatmaları PV sistemi ile yapılması
- Trafik ışık uygulamaları PV sistemi ile yapılması
- Şırnak il genelinde yapılan tarımsal sulama sistemlerinde PV sistemlerin kullanılması için bilinçlendirme çalışmaları yapılmalı ve destek projeleri geliştirilmesi
- Şu anda kullanımda olan ve yapılacak olan kamu lojmanlarında güneş enerjisi ile su ısıtma sistemlerinin kurulması çalışmaları başlaması
- Yüzme havuzu işletmesinin olduğu yerlere güneş enerjisi ile havuz ısıtma sistemlerinin kullanılması teşvik edilmesi
- Şırnak il genelindeki konutlarda güneş enerjisi ile su ısıtma sistemlerinin kullanılması için bilinçlendirme çalışmaları ile yapılacak olan yatırımlara destek verecek düzenlemeler yapılması
- Şırnak Üniversitesinin, coğrafi olarak iki komşu ülkeye sınırı olan bir ilde olduğu düşünülerek; bölgesel, ulusal ve uluslar arası bir güneş araştırma merkezine dönüşmesi için Üniversite bünyesinde kapsamlı bir "Güneş Enerjisi Uygulama Merkezi" kurulması
- Yeni yapılacak olan Şırnak Üniversitesi'nin tüm elektrik enerjisini veya bir bölümünün enerjisinin (Rektörlük binası gibi) üretiminin yapılabilmesi için, kampüs alanında PV veya Termal Güneş Santral uygulaması için, arazi tahsisi yapılmalı ve bu alana gerekli yatırımlar yapılması
- Şırnak Üniversitesi içinde kurulacak olan sosyal tesislerde bulunacak havuz için güneş ısıtma sisteminin kurulması
- Şırnak Üniversitesi kampüs alanı yol aydınlatması PV sistemi ile yapılması

# KAYNAKÇA


Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (2011), Güneş Enerjisi Sektör Raporu, Şubat.

Dicle Kalkınma Ajansı (2010), Enerji Raporu, Dicle Bölgesi Enerji Raporu.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2009), Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi, Haziran.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2009), Enerji Raporu.

Elektrik Mühendisleri Odası (2009), Enerji Raporu.

Arifoğlu, Birol, Sabri Çamur, Esra Kandemir Beşer, Ersoy Beşer, "Güneş Panellerinin Üretim Kapasitesini Arttıracak Güneşi Takip Edebilen Güneş Panel Sisteminin Prototipi", EMO Bilimsel Dergi.

Mevlana Kalkınma Ajansı, TR52 Düzey Bölgesi (Konya-Karaman) 2023 Vizyon Raporu(Enerji Sektörü), Taslak.

Yeşilata, Bülent (2011), TRC2 Bölgesi Yenlenebilir Enerji Raporu, Karacadağ Kalkınma Ajansı, Aralık.

DMİ, www.dmi.gov.tr

EİE, www.eie.gov.tr

www.en.wikipedia.org

www.nasa.gov

www.nrel.gov

www.swera.unep.net

# II.BÖLÜM

# RÜZGAR ENERJİSİ

## 2.1. Giriş

Rüzgâr enerjisinin kaynağı güneştir. Güneş enerjisinin yeryüzünü her yerde aynı şekilde ısıtmamasından dolayı oluşan sıcaklık ve buna bağlı basınç farkları rüzgârı oluşturmaktadır. Bu enerji yerel coğrafi farklılık ve homojen olmayan ısınmaya bağlı olarak zamansal ve yöresel değişiklikler gösterir. Rüzgâr enerjisinde; rüzgârın hızı, yönü ve esme saat sayısı gibi özellikleri değerlendirilir. Rüzgârın hızı yükseklikle, gücü ise hızının küpü ile orantılı biçimde artar. Rüzgârın yönü, günlük hava şartlarına ve iklim özelliklerine bağlı olarak değişmektedir.

Rüzgârdan elektrik üretimi 100 yıl öncesine dayanmaktadır. 1950 yılı öncesinde daha çok 20-100kW'lık makineler üzerinde durulmuş olmakla birlikte, 1250kW'lık türbinler de yapılmıştır. 1974–1978 yapay petrol krizine kadar 100–800 kW'lık rüzgâr türbinleri üzerinde durulduğu görülmektedir. 1980'li yıllarda yeni teknoloji ve malzemelerle yeniden gelişerek dizayn edilen ve maliyetleri düşürülen rüzgâr türbinleri rüzgâr elektriği için çağ açmıştır.

1961 yılında Roma'da birleşmiş milletler tarafından düzenlenen "Enerjinin Yeni Kaynakları" Konferansında ele alınan kaynaklardan biri rüzgâr enerjisi idi. Böylece çok eskiden bu yana tanınan rüzgâr enerjisi, teknolojik gelişmelerle ele alınıyor, yeni ve yenilenebilir kaynaklar arasına sokuluyordu. 1961–1966 yılları arasında Almanya'da rotor çapı 35m olan 100kW'lık bir modelin geliştirilmesi üzerinde çalışılıyordu. 1970'lerde Danimarka'daki Gedser türbini, gücü 650 kW olan büyük türbinlerle değiştiriliyordu. Bu dönemde rüzgâr generatörleri üzerinde İsviçre, Avusturya ve İtalya'da da teknolojik çalışmalar yapılmıştır. Amerika'da 1970'lerde büyük tip yatay eksenli makineler ve dikey eksenli Darrieus tipi makineler üzerinde çalışmalar başlatılmıştı.

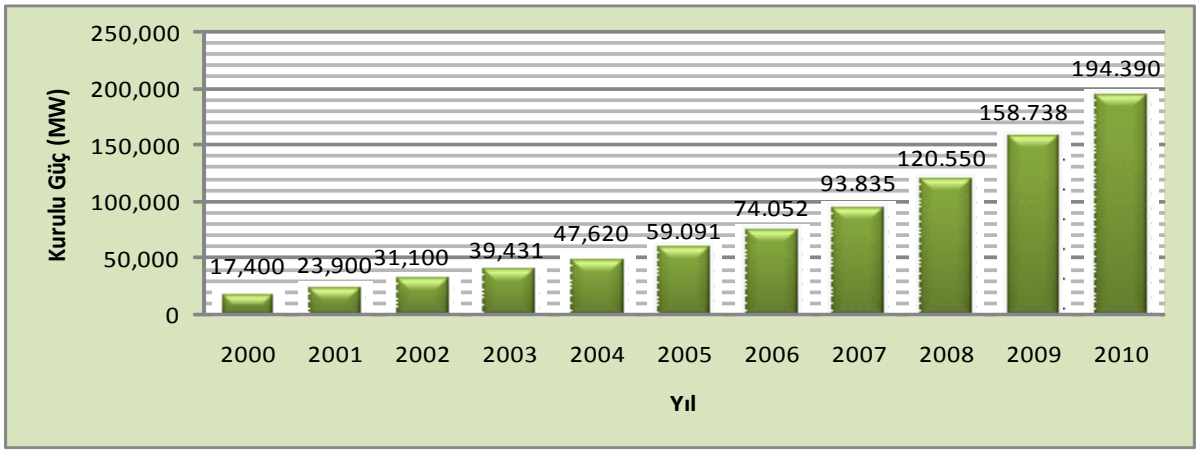
Rüzgâr enerjisinin gelişimine, 1980'li yıllarda Uluslararası Enerji Ajansı eşgüdümünde yürütülen araştırma geliştirme çalışmalarının büyük etkisi olmuştur. Eski tip rüzgâr generatörleri yerine modern ve çağdaş rüzgâr enerjisi çevrim sistemleri kurulmaya başlanmıştır. Modern ve çağdaş makinelerin kullanılmasıyla bir tüketiciyi besleyecek tek makine yerine, birden çok türbin içeren rüzgâr çiftlikleri ile elektrik şebekeleri için üretim yapılır olmuştur. ABD, Danimarka, Hollanda, İngiltere ve İsveç 'in katkıları sonucunda, deniz üstünde, kıyıdan uzakta rüzgâr santralleri kurulmuştur.

Rüzgâr enerjisi en ucuz yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Rüzgârın süreklilik gösterdiği yörelerde, geleneksel fosil yakıt ve nükleer üretimi ile rekabet edebilmektedir. Teknoloji geliştikçe ve arazilerin kullanımı iyileştikçe maliyetleri de azalmaya başlamaktadır. Çevresel üstünlükleri tanındıkça, birçok ülke de hükümet destekli girişimler ile rüzgâr enerjisinin gelişimini desteklemeye başlamışlardır. Araştırma ve geliştirme girişimlerinin desteklenmesi ve elektrik şebekesine rüzgâr güç üreticileri için hakça erişim sağlanması teknolojinin sürekli başarısı için önemli unsurlardır.

## 2.2. Rüzgâr Gücünün Küresel Durumu

Son yıllarda rüzgâr enerjisinin en başarılı pazarları, başta Danimarka, Almanya ve İspanya olmak üzere Avrupa ülkeleridir. Hindistan, Çin ve Güney Amerika'nın da bulunduğu bazı ülkelerin yanı sıra Amerika Birleşik Devletlerinde de bu teknolojinin kullanımında bir sıçrama görülmektedir. Rüzgâr gücü yenilenebilir enerji teknolojilerinin en ilerisi ve ticari olarak mevcut olanıdır. Tamamen doğal bir kaynak olarak kirliliğe neden olmayan ve tükenme olasılığı olmayan bir güç sağlamaktadır. Son yıllarda dünyanın en hızlı büyüyen enerji kaynağı olmuştur. Dünyadaki mevcut kurulu güç 2007-2010 yılları arasında iki katına çıkmıştır (Grafik 2.1). Rüzgâr kurulu gücü 2000 yılından beri logaritmik olarak artış göstermektedir. 2000 yılında kurulu güç 17.400 MW iken 2010 yılında 194.390 MW'a çıkmıştır. Son yıllarda süreklilik gösteren yatırımlarla rüzgâr enerjisi üretimi yaygınlaşmaktadır.

**Grafik 2.1.** Küresel Kümülatif Rüzgar Kurulu Gücü




Kaynak: Enerji Raporu 2011, Dünya Enerji konseyi Türk Milli Komitesi

Çin, 2010 yılında mevcut kurulu gücüne 16.500 MW güç katarak kurulu gücünü 42.287 MW'a çıkararak dünyada ülkeler bazında ilk sıraya yükselmiştir. Onu izleyen diğer ülkelerden ABD 40.180 MW ile ikinci sırada onu da 27.214 MW güçle izleyen Almanya üçüncü sırada yer almaktadır (Tablo 2.1).

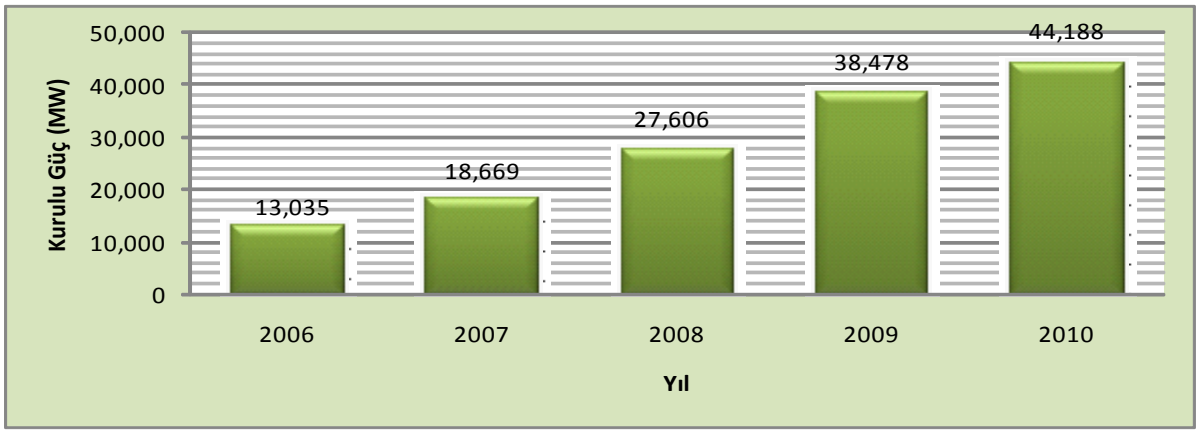
**Tablo 2.1.** Dünya Rüzgar Enerjisi Üretimi Kurulu Güc (2010)

| Ülkeler | Kurulu Güç (MW) | Küresel Pazar Payı (%) | 2010 Kapasite Artışı (MW) |
|---|---|---|---|
| Çin | 42.287 | 21.8 | 16.500 |
| ABD | 40.180 | 20.7 | 5.115 |
| Almanya | 27.214 | 14 | 1.493 |
| İspanya | 20.676 | 10,6 | 1.516 |
| Hindistan | 13.065 | 6,7 | 2.139 |
| İtalya | 5.797 | 3 | 948 |
| Fransa | 5.660 | 2,9 | 1.086 |
| İngiltere | 5.204 | 2,7 | 962 |
| Kanada | 4.009 | 2,1 | 690 |
| Danimarka | 3.752 | 1,9 | 327 |
| Diğer Ülkeler | 26.546 | 13,7 | 5.026 |
| Toplam | 194.390 | 100 | 35.802 |

Kaynak: Enerji Raporu 2011, Dünya Enerji konseyi Türk Milli Komitesi

Kuzey Amerika'daki mevcut kurulu güç 2010 yılı sonu itibariyle 44.188 MW'ta çıkmıştır (Grafik 2.2). 2007-2008 ve 2009 yıllarında bir önceki yıla nazaran büyük bir artış gösterirken 2010 yılındaki bu oran daha önceki yılların yaklaşık yarısı kadar olmuştur.

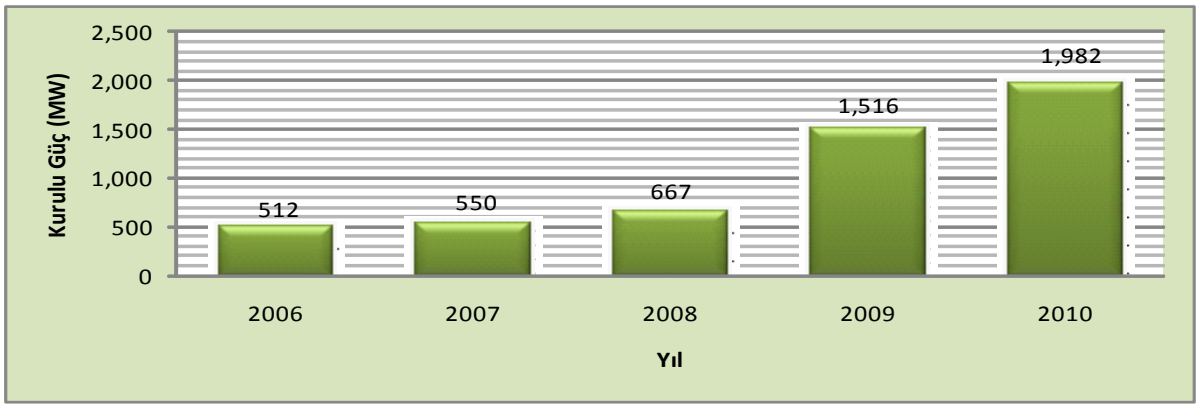
**Grafik 2.2.** Kuzey Amerika Kümülatif Rüzgar Kurulu Gücü




Kaynak: Global Wind Statistics 2010, Global Wind Energy Council

Güney Amerika'da 2010 yılında 466 MW gücünde Rüzgâr Enerjisi Santrali (RES) devreye alarak toplam kurulu gücünü 1.982 MW gücüne çıkarmıştır. 2010 yılı itibariyle mevcut kurulu gücü 2006 yılına göre yaklaşık dört katına çıkarmıştır (Grafik 2.3).

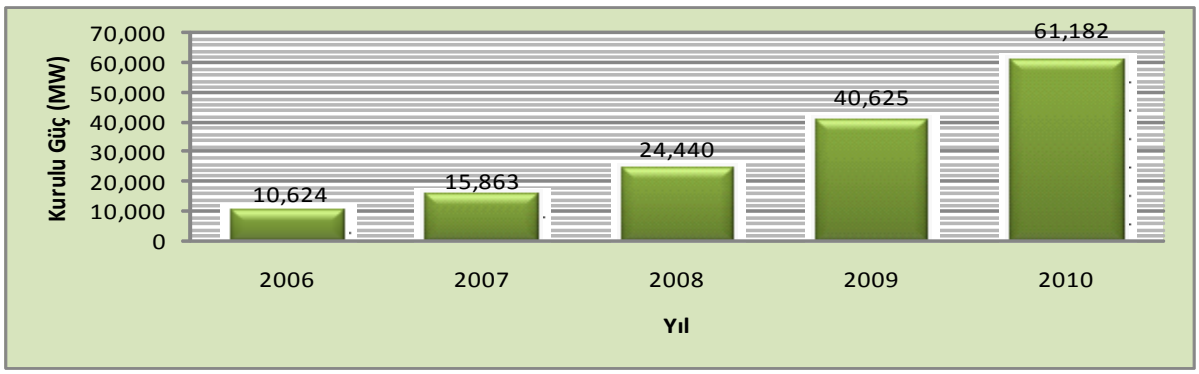
**Grafik 2.3.** Güney Amerika Kümülatif Rüzgar Kurulu Gücü




Kaynak: Global Wind Statistics 2010, Global Wind Energy Council

Asya'da bulunan kurulu rüzgâr gücü 2010 yıllı sonu itibariyle 61.182 MW gücüne çıkmıştır. 2006 yılında mevcut kurulu rüzgar gücü 10.624 MW iken 2010 sonu itibariyle 61.182 MW olarak yaklaşık altı katına çıkmıştır (Grafik 2.4).

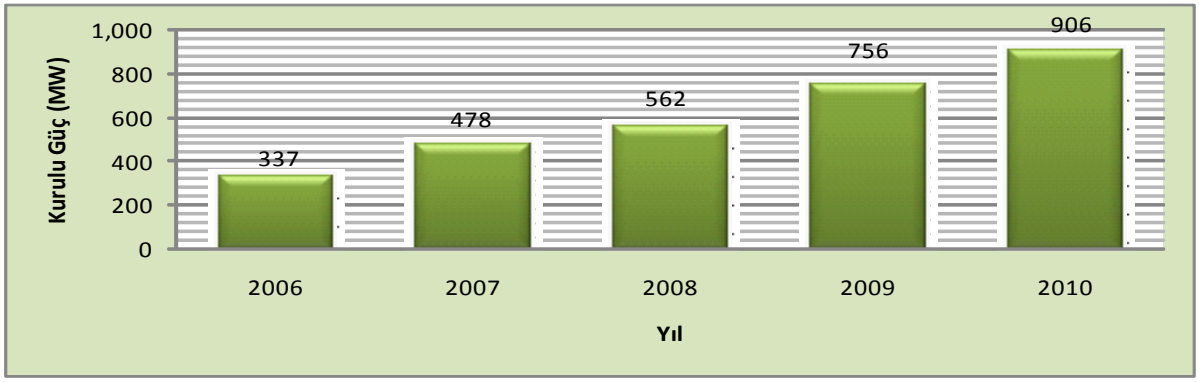
**Grafik 2.4.** Asya Kümülatif Rüzgar Kurulu Gücü




**Kaynak:** Global Wind Statistics 2010, Global Wind Energy Council

Afrika'daki mevcut rüzgar gücü 2010 yılı itibariyle 150 MW eklenerek 906 MW'ta çıkmıştır (Grafik 2.5). Afrika'daki Kurulu güç diğer kıtalarla kıyaslandığında bir hayli gerilerinde kalmaktadır. Son dört yıllık süreçte Afrika'daki kurulu güç yaklaşık üç katına çıkmıştır.

**Grafik 2.5.** Afrika Kümülatif Rüzgar Kurulu Gücü




Kaynak: Global Wind Statistics 2010, Global Wind Energy Council

## 2.3. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yurdumuzun konumu itibarıyla büyük öneme haiz olan rüzgâr enerjisi yatırımlarının gelişmesinde iletim sisteminin yetersizliğinin bir engel olarak öne çıktığını görmekteyiz. Elektrik İşleri Etüdü İdaresi tarafından yapılan çalışmalar sonucu yurdumuz teorik rüzgâr potansiyelinin 48.000 MW olduğu kabul edilmiştir (Dünya Enerji Konseyi Türkiye Milli Komitesi, 2010).

48.000 MW'lik rüzgâra dayalı elektrik üretim kapasitesinin, işletmede olan bölümünün 738 MW, inşa halindeki bölümünün ise 1.000 MW olduğu belirtilmektedir. Lisans verilen bütün projelerin toplamının 3.386MW, başvurusu uygun bulunan projelerin ise 851 MW olduğu göz önüne alındığında, 48.000 MW'lik kapasitenin % 88,8'inin de değerlendirmeyi beklediği görülmektedir (Karacadağ Kalkınma Ajansı, 2010).

Yerleşim alanları dışında 10 m yükseklikte rüzgar hızı yıllık ortalaması Ege Bölgesi ve diğer kıyı alanlarımızda 4.5-5.6 m/sn, iç kesimlerde ise 3.4-4.6 m/sn arasındadır. Antakya, Bandırma, Bergama, Bodrum, Bozcaada, Çanakkale, Çeşme, Çorlu, Gökçeada, İnebolu, Mardin ve Sinop rüzgar enerjisince zengin yörelerimizdir (Tablo 3.2). İzmir-Çeşme'de 55 kW gücünde rüzgâr generatörü bir turistik tesiste kullanılmaktadır. 1998 yılında Alaçatı'nın Germiyen köyünde üç rüzgar türbininden oluşan 1.7 MW kapasiteli özel sektöre ait bir rüzgar santralı kurulmuştur. Tesis edilen 7.2 MW kapasiteli Alaçatı rüzgar güç santrali 1998 yılında üretime başlamıştır. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği verilerine göre, Türkiye genelinde halen kullanımda bulunan, çeşitli kapasitelerde 41 adet rüzgâr enerjisi santrali mevcuttur. Bu santrallerin toplam kapasitesi 1.414,55 MW seviyesinde olup, rüzgâr enerjisi üretimine devam edilmektedir. Ayrıca inşa edilen rüzgâr santrallerine ilişkin bilgilerde, 19 adet rüzgâr santralinin inşasına devam edildiği, bu santrallerin toplam gücünün 749,95 MW olduğu belirtilmektedir (Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği Web Sitesi, 2011).

2010 yılı sonu itibari ile Türkiye genelinde kurulu rüzgar gücü potansiyeli 1.329 MW'tır (Tablo 2.3).

**Tablo 2.2.** Türkiye 'de Rüzgâr Enerjisi İçin Yapılan Ölçümler

| Bölge | Yıllık Ortalama Rüzgâr Hızları (m/sn) |
|---|---|
| Bandırma | 5.12 |
| Sinop | 4.73 |
| Nurdağı (K.Maraş) | 7 |
| Datça | 5.85 |
| Akhisar | 6.84 |
| Yalıkavak (Bodrum) | 5.68 |
| Göktepe (Bitlis) | 5.66 |
| Belen (İskenderun) | 7.01 |
| Zengen (Bor) | 3.54 |
| Didim | 4.81 |
| Kocadağ (Çeşme) | 9.28 |
| Karabiga (Çeşme) | 6.52 |
| Şenköy (Mardin) | 7.69 |
| Gökçeada | 7.03 |
| Söke | 5 |

**Kaynak:** Akbalık, 2010.

**Tablo 2.3.** Yıllara Göre Türkiye'deki Rüzgar Kurulu Gücünün Gelişimi

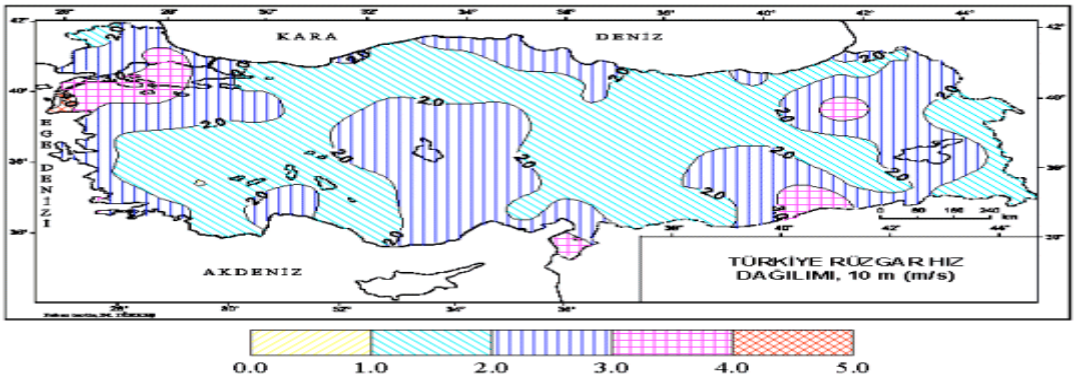
| Yıl | Kurulu Güç (MW) | Yıllık Eklenen Yeni Kapasite (MW) | Yıllık Kurulu Güç Artış Oranı (%) |
|---|---|---|---|
| 1999 | 8,7 | 0 | 0 |
| 2000 | 18,9 | 10,2 | 117,2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2001 | 18,9 | 0 | 0 |
| 2002 | 18,9 | 0 | 0 |
| 2003 | 20,1 | 1,2 | 6,3 |
| 2004 | 20,1 | 0 | 0 |
| 2005 | 20,1 | 0 | 0 |
| 2006 | 65 | 44,9 | 223,4 |
| 2007 | 207 | 142 | 218,5 |
| 2008 | 333 | 126 | 60,9 |
| 2009 | 801 | 468 | 140,5 |
| 2010 | 1.329 | 528 | 65,9 |

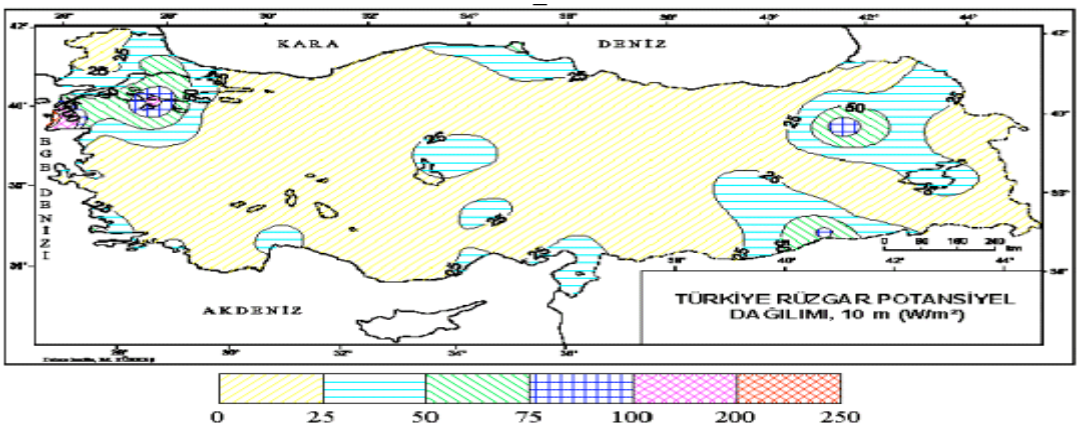
**Kaynak:** Dünya Enerji Konseyi Türkiye Milli Komitesi, Enerji Raporu 2011

Şekil 2.1'de Türkiye'deki rüzgar hızı dağılımı ve Şekil 2.2'deki Türkiye rüzgar potansiyel dağılımı bölgelerindeki değerlerden faydalanılarak verimli rüzgar santrallerinin kurulabilecekleri bölgelerin tespiti yapılabilir.

**Şekil 2.1.** Türkiye rüzgâr hızı dağılım haritası




**Şekil 2.2.** Rüzgâr potansiyel dağılım haritası




Kaynak:www.eie.gov.tr

## 2.4. TRC3 Bölgesi Rüzgar Enerjisi Potansiyeli

Devlet Meteoroloji İsleri Genel Müdürlüğü (DMİ) Meteoroloji İstasyonları anemoğraf rasatlarının 1970-1980 arasında değerlendirme sonuçlarına göre Türkiye'nin yıllık ortalama rüzgâr hızının 10 metre yükseklikte 2,54 m/sn ve rüzgâr gücü yoğunluğunun 24 W/m$^2$ olduğu belirlenmiştir. Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potan-

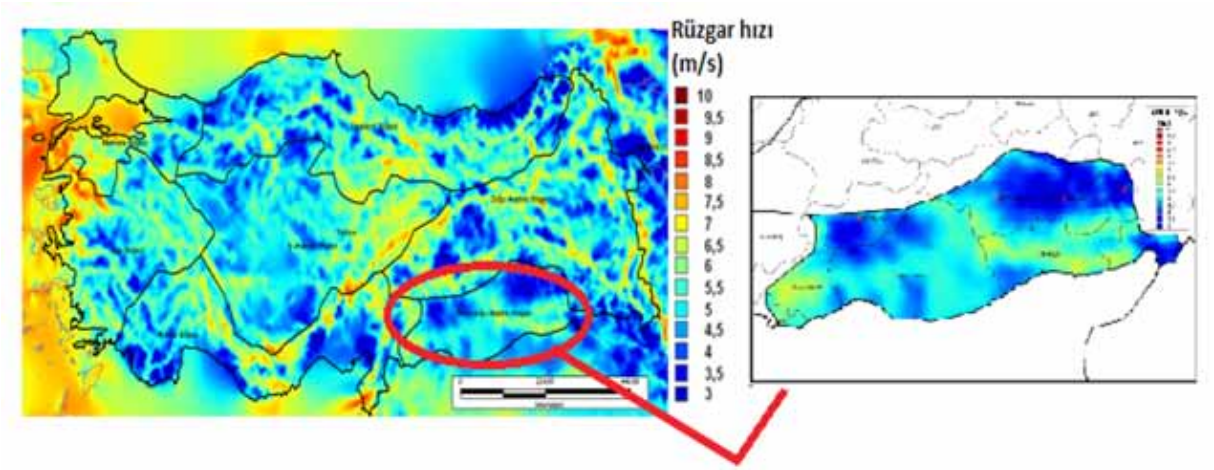
siyeli bölgelere göre incelendiğinde Güneydoğu Anadolu bölgelerinin rüzgâr gücü yoğunluğu bakımında ikinci sırada yer almaktadır (Tablo.2.4). Fakat rüzgar enerjisi yoğunluğunun en yüksek olduğu alanlar çok kısıtlıdır (Şekil 2.3).

**Tablo 2.4:**Bölgelere Göre Rüzgar Ortalama Hızları

| Bölge | Ortalama Rüzgar Hızı (m/s) | Ortalama Rüzgar Enerjisi Yoğunluğu (W/m²) | Rüzgar Güç Endeksi |
|---|---|---|---|
| Marmara | 3,3 | 51,91 | 100 |
| Güneydoğu Anadolu | **2,7** | **29,33** | **57** |
| Ege | 2,6 | 23,47 | 45 |
| Akdeniz | 2,6 | 21,36 | 41 |
| Karadeniz | 2,4 | 21,31 | 41 |
| İç Anadolu | 2,5 | 20,14 | 39 |
| Doğu Anadolu | 2,1 | 13,19 | 25 |

**Kaynak:** DMİ

**Şekil 2.3.** Türkiye ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi İçin Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası




**Kaynak: www.eie.gov.tr**

Elektrik İşleri Etüt İdaresi verilerine göre bölgemizde rüzgar santrali kurulabilecek alan ve toplam kurulu güç potansiyeline ilişkin bilgilere Tablo 2.5.'te yer verilmiştir.

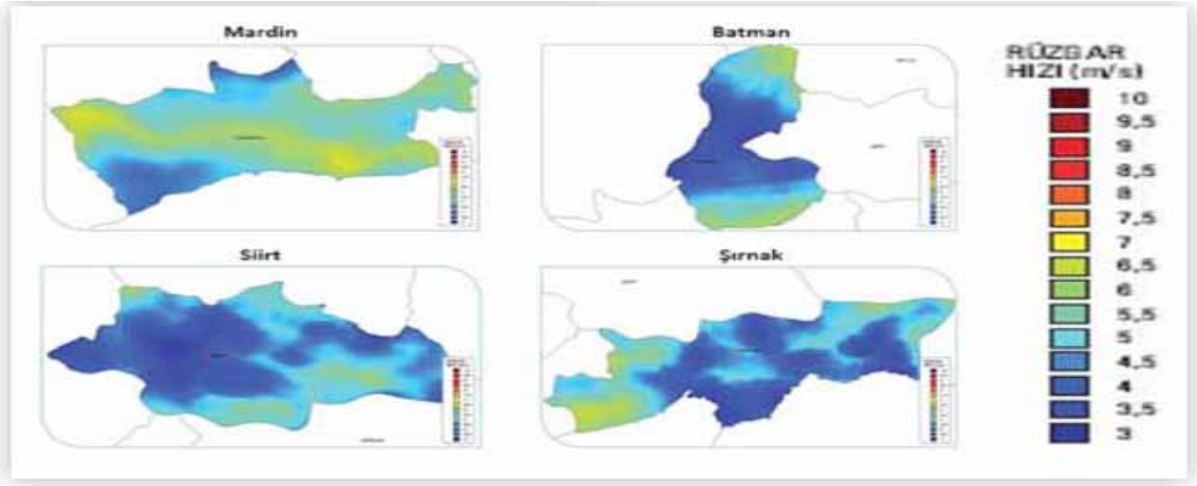
**Tablo 2.5:** TRC3 Bölgesi 50 m'de Rüzgar ve Ürettiği Enerji Değerleri

| İller | Toplam Alan (km²) | Toplam Kurulu Güç (MW) | 50 m'de Rüzgar Gücü Yoğunluğu (w/m²) | 50 m'de Rüzgar Hızı |
|---|---|---|---|---|
| Mardin | 102 | 509 | 300-400 | 6,8-7,5 |
| Batman | 2 | 8 | | |
| Şırnak | 0 | 0 | | |
| Siirt | 3 | 15 | | |

**Kaynak:** Enerji Raporu, Dicle Kalkınma Ajansı 2010.

Kurulu güç potansiyeli bakımından Mardin'in bazı bölgelerinde rüzgâr santrali kurulabilecek alanların mevcut olduğu görülmektedir. Ekonomik olarak rüzgâr enerjisi santrali yatırımı için 7m/s veya üzerinde rüzgâr hızı gerekmektedir. TRC3 Bölge illeri 50 m'deki rüzgâr kaynak bilgileri ve rüzgâr enerjisi potansiyeli olan kısımlar harita üzerinde Şekil 2.4'de verilmiştir.

**Şekil 2.4.** TRC3 Bölgesi 50 m'deki Rüzgar Hız Değerleri




Kaynak: Enerji Raporu, Dicle Kalkınma Ajansı 2010.

## 2.5. Şırnak İli Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli

Şırnak İli Rüzgar Enerjisi Potansiyeli, Türkiye Rüzgar Enerji Potansiyeli Atlası'ndaki (REPA) veriler, Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) veriler ve Şırnak ilinde Mart ayında proje ekibi tarafından belirli periyotlar ile elde edilen ölçümlerin sonuçlarında elde edilen veriler kullanılarak yapılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda oluşan hata payı yılın geri kalan aylarına yayılarak sonuçlar analiz edilmiştir.

DMİ'ye ait Şırnak il genelinde iki adet meteorolojik istasyon mevcuttur. Bunlar, Şırnak il merkez ve Cizre ilçe merkezinde bulunmaktadır. Bu iki istasyonda ki rüzgar verileri, yerden 10 m yükseklikteki rüzgar hızlarıdır. Bu veriler 1970 – 2011 tarihleri arasını kapsamaktadır. Grafik 2.6.'da aylara göre ortalama rüzgar hızları verilmiştir.

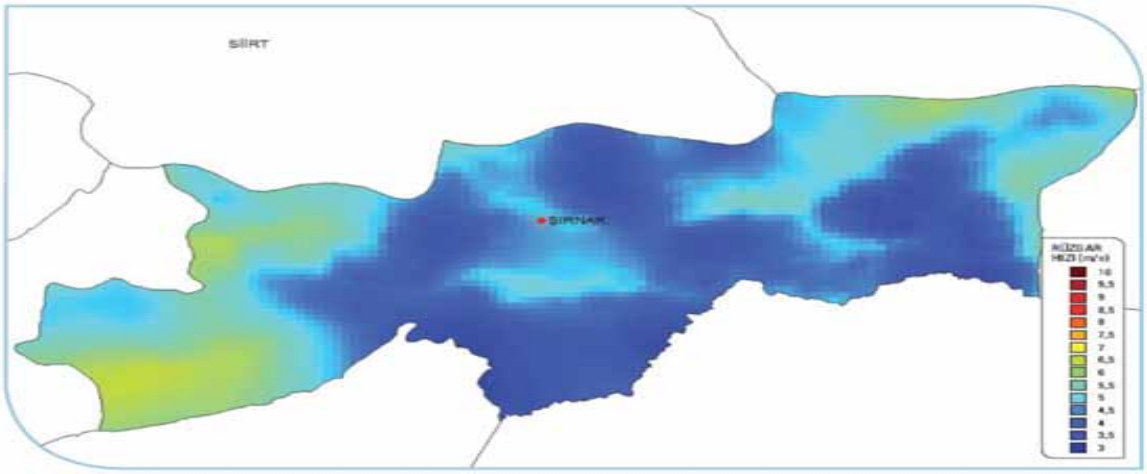
Şırnak ili için, REPA'nın aşağıda verilen rüzgâr enerjisi hızı ve potansiyel değerlerine baktığımızda 50 metredeki veriler belirli noktalarda 6,5-7 m/s hız değerlerinde rüzgârlar mevcuttur. (Şekil 2.5.-Şekil 2.6.). Ekonomik rüzgâr enerjisi santrali yatırımı için rüzgar hızının en az 7m/s ve üzerinde olması ve kapasite faktörünün %30 ve üzerinde olması gerekmektedir. Bu değerler rüzgâr çiftliği kurulmasına uygun olmasa da münferit bazda küçük çaplı kurulumlar gerçekleştirilebilir.

**Grafik 2.6.** 10 m Yükseklikteki Aylık Ortalama Rüzgar Hızları (m/s)

| Aylar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Ort. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Şırnak | 2.1 | 2.3 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.2 | 2.0 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.2 | 2.0 | 2.2 |
| Cizre | 1.7 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 2.0 | 1.9 | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.6 | 1.7 |

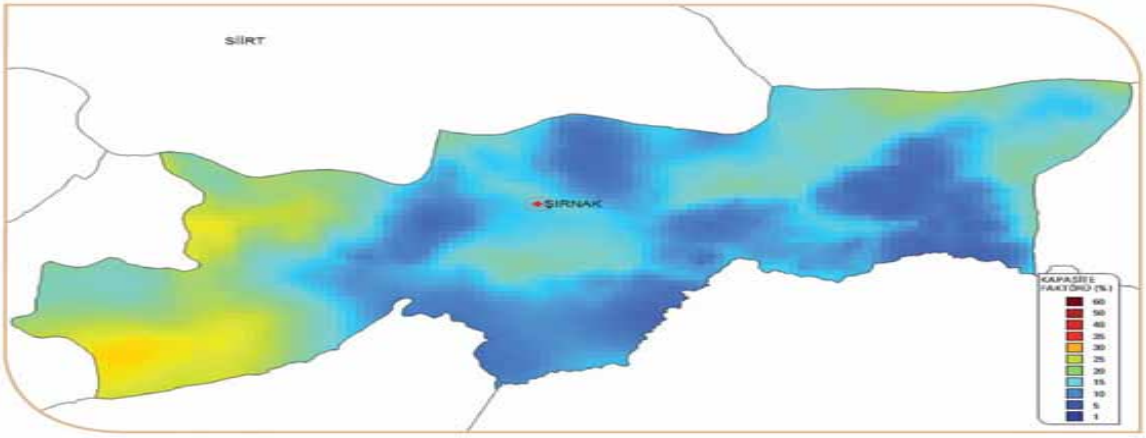
Kaynak: DMİ (2011),Şırnak

**Şekil 2.5.** Şırnak ilinin 50 m'deki rüzgar hızı(m/s)




Kaynak : www.eie.gov.tr

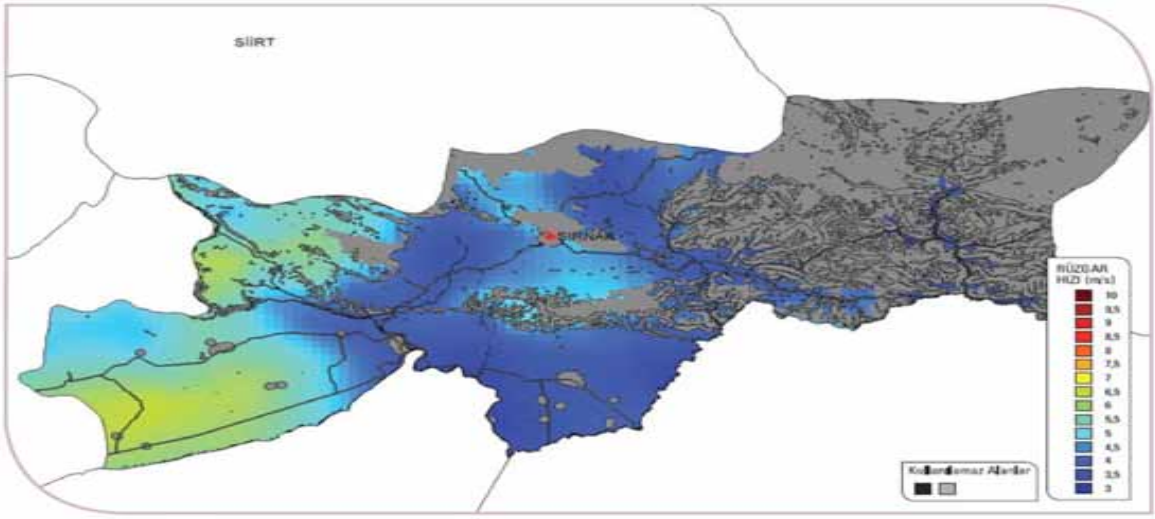
**Şekil 2.6.** Şırnak İlinin Rüzgar enerjisi Kapasite faktörü (%)




Kaynak: www.eie.gov.tr

Aşağıdaki şekilde gösterilen gri renkli alanlara rüzgâr santralı kurulamayacağı kabul edilmektedir. EİE tarafından yapılan çalışmalarda Şırnak ili verilerine bakıldığında rüzgar enerjisi santralı kurulabileceği yerler, Şırnak ilinin coğrafi özelliklerinden ve rüzgar hızının yeterli seviyede olmamasından dolayı tespit edilememiştir (Şekil 2.7) (Tablo 2.6).

**Şekil 2.7.** Şırnak İlinin Rüzgar Santrali İçin Kullanılabilir Alanlar




Kaynak: www.eie.gov.tr

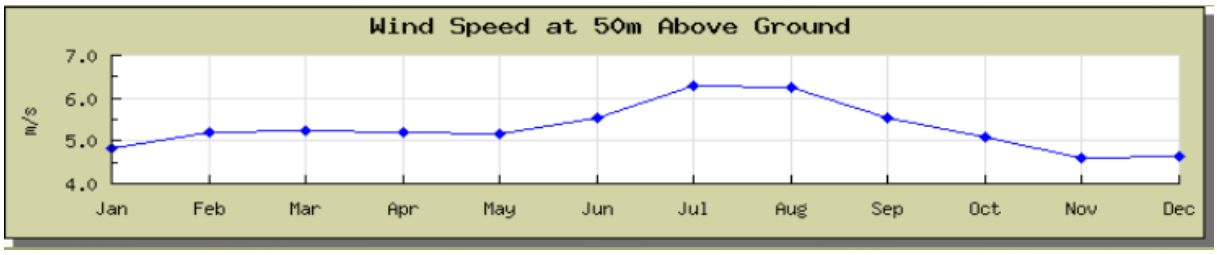
**Tablo 2.6.** 50 m'deki Rüzgar Hızına Göre Kullanılabilir Güçler

| 50 m'de Rüzgar Gücü (W/m²) | 50 m'de Rüzgar Hızı (m/s) | Toplam Alan (Km²) | Toplam Kurulu Güç (MW) |
|---|---|---|---|
| **300-400** | 6.8-7.5 | 0 | 0 |
| **400-500** | 7.5-8.1 | 0 | 0 |
| **500-600** | 8.1-8.6 | 0 | 0 |
| **600-800** | 8.6-9.5 | 0 | 0 |
| **>800** | >9.5 | 0 | 0 |

Kaynak: www.eie.gov.tr

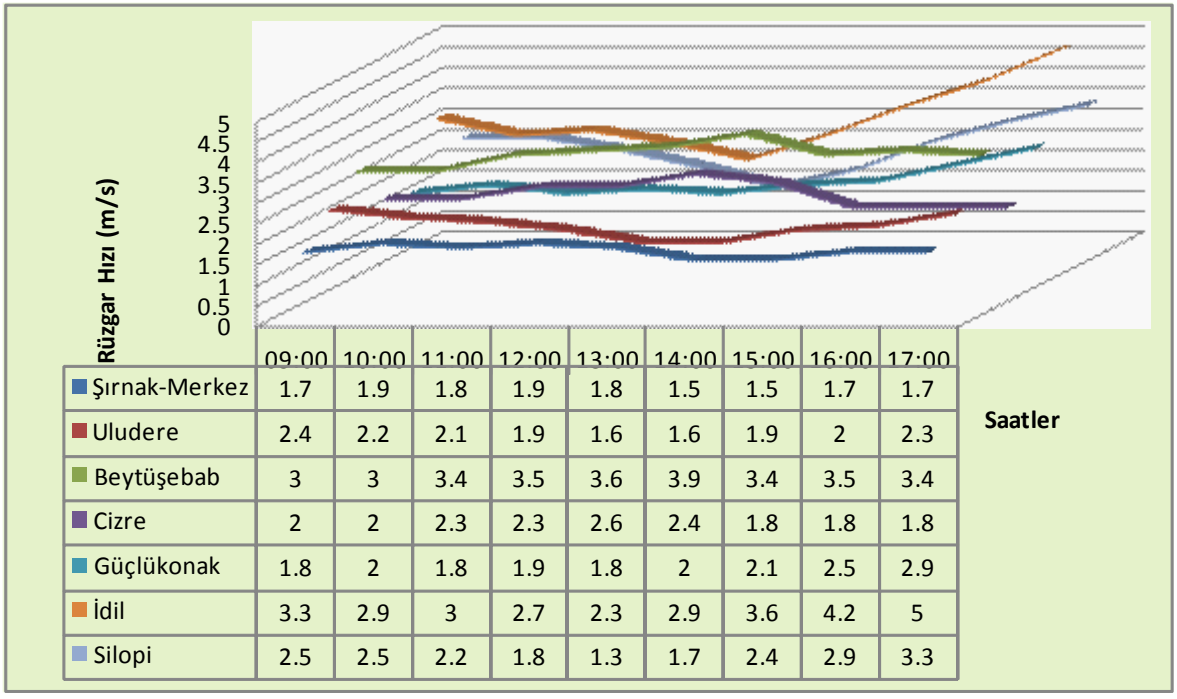
Şırnak ili için yukarıdaki veriler dışında, RREX'den (Renewable Energy Resource Explorer) alınan uydu görüntülerinde NASA (National Aeronautics and Space Administration) verilerine göre, 50 m'deki ortalama rüzgar hızı 5,29 m/s olarak verilmektedir. Bu veri REPA verilerine göre daha düşük bir rüzgar hızını işaret etmektedir. NASA'ya ait 50 m'deki grafik aşağıdaki gibidir.

**Grafik 2.7.** Şırnak İlinin 50 m'deki Aylara Göre Ortalama Rüzgar Verileri (NASA)



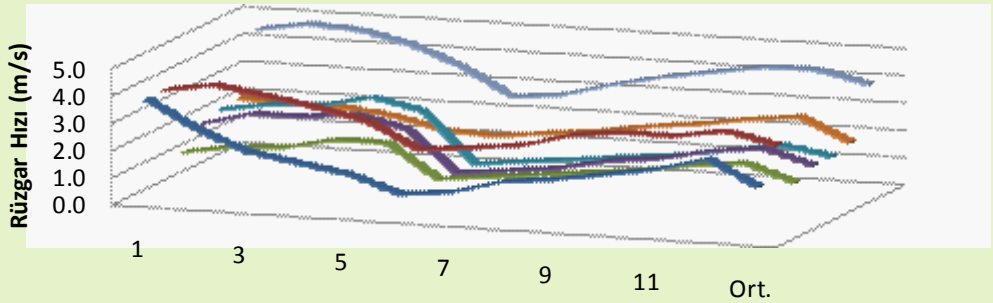

**Kaynak:** www.na.unep.net

**Grafik 2.8.** Şırnak İli Mart Ayı Belirli Saatlerdeki Ortalama Rüzgar Hızları (m/s)




Şırnak ili merkez ve ilçelerinde Mart ayında proje kapsamında belirli periyotlarda yapılan ölçümler ortalama değerleri alınarak Grafik 2.8.'de verilmiştir. Ölçümler yer mesafesinden 3 m yükseklikte alınmıştır. Daha yüksek noktalarda ölçümler alındığında, grafikteki değerlerden daha yüksek değerler elde edilebilecektir. Buda bazı bölgelerde rüzgar hızından faydalanabileceğini gösteriyor.

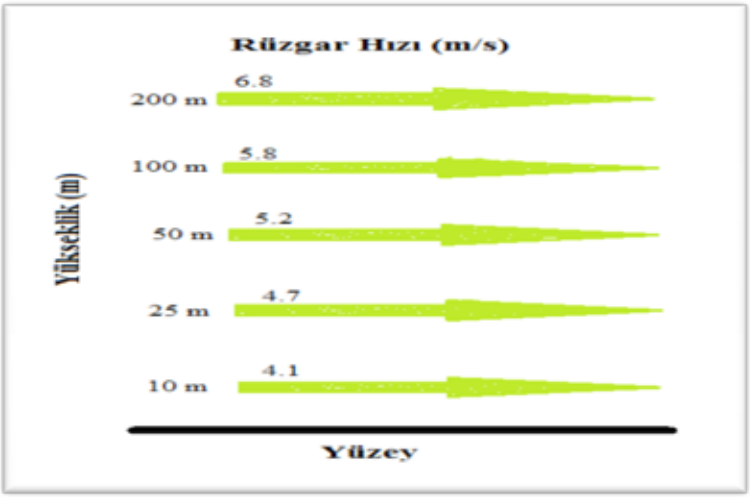
**Grafik 2.9.** Şırnak İli Yıllık Ortalama Rüzgar Hızları (m/s)



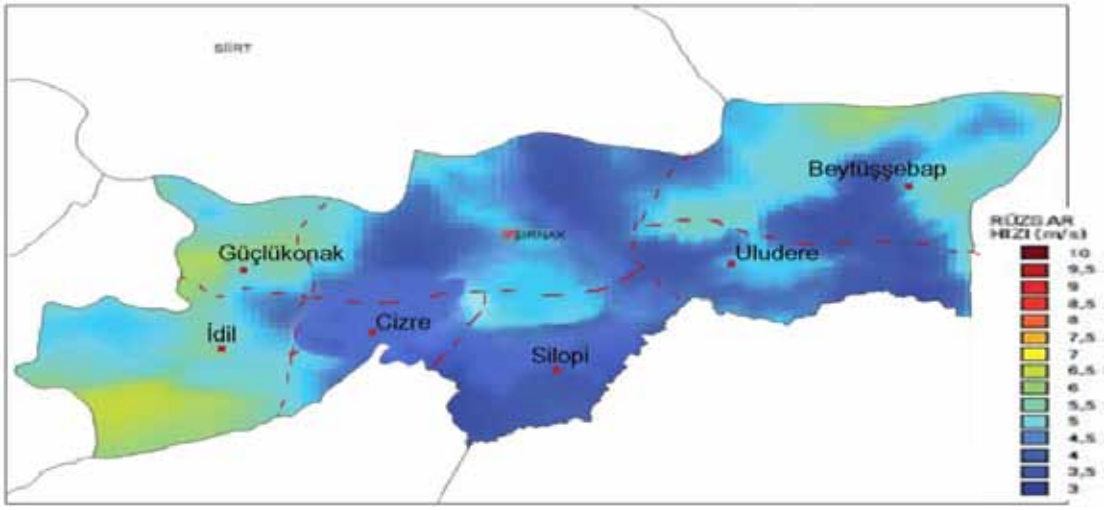

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Ort. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Şırnak | 3.8 | 2.8 | 2.1 | 1.8 | 1.5 | 0.9 | 1.1 | 1.6 | 1.8 | 2.1 | 2.4 | 2.9 | 2 |
| İdil | 3.8 | 4.1 | 3.8 | 3.5 | 3.1 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 3.1 | 3.3 | 3.3 | 3.6 | 3.2 |
| Uludere | 1.2 | 1.5 | 1.6 | 2 | 2 | 0.8 | 1 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.9 | 2.1 | 1.5 |
| Silopi | 1.9 | 2.4 | 2.4 | 2.6 | 2.2 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.5 | 1.7 | 2.1 | 2.3 | 1.8 |
| Cizre | 2.1 | 2.4 | 2.5 | 2.9 | 2.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.8 | 2.1 | 1.8 |
| Güçlükonak | 2.2 | 2.1 | 2.1 | 1.9 | 1.5 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.1 | 2.3 | 2.6 | 2.8 | 2 |
| Beytüşebap | 4.4 | 4.7 | 4.6 | 4.2 | 3.5 | 2.5 | 2.7 | 3.2 | 3.6 | 3.9 | 4.2 | 4.2 | 3.8 |

Grafik 2.9'da Şırnak İli merkez ve ilçelerinin proje ekibi tarafından belirli periyotlarla mart ayı içinde 3 m yükseklikte yapılan ölçümlerin yıl bazına dağıtılmasıyla elde edilmiştir. Bu elde edilen değerler daha yüksek mesafelerde ölçülebilseydi, Tablo 2.7'de görüldüğü gibi daha yüksek değerler elde edilebilecekti. Çünkü rüzgârın hızı yükseklikle artmaktadır. Grafiğe göre rüzgâr hızı en düşük bölgeler Uludere ve Cizre'dir. Rüzgâr hızının en yüksek olan bölgeler ise Beytüşebap ve İdil bölgeleridir. Bu değerler dahilinde Şırnak ili merkez ve ilçelerinin rüzgar hızı haritası Şekil 2.8'deki gibi olmaktadır. Bu haritadaki değerler ile Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafında oluşturulan REPA haritasındaki değerler arasında bazı farklılıklar söz konusudur. Bunun nedeni sadece mart ayı içersinde belirli periyotlarla yapılan ölçüm sonuçlarının tüm yılla yayılması sonucunda oluşmuştur. Daha sağlıklı sonuçların elde edilmesi için daha uzun süreli ölçümler alınması gerekmektedir.

**Tablo 2.7**. Rüzgar hızının yükseklikle değişimi



**Şekil 2.8**. Şırnak İli Merkez ve İlçelerinin Rüzgar Hızı Haritası




## 2.6. Sonuç

Şırnak ili rüzgâr potansiyeli değerlendirirken, Devlet Meteoroloji İşleri verileri, Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından oluşturulan REPA atlası verileri ve Proje ekibi tarafından elde edilen veriler karşılaştırarak değerlendirilmiştir. Şırnak ili Merkez ve ilçelerinin Rüzgâr Enerjisi potansiyelinin modeller vasıtasıyla geniş alana yayılarak belirlenmesinde büyük çaplı yatırımlar için sağlıklı sonuçlar elde edilemez. Potansiyel arz eden bazı yerel noktalarda uzun vadeli (12 ay), sabit noktalarda hassas ölçümlerin yapılarak, arazi bazlı bir potansiyel atlasının oluşturulması gerekmektedir.21 Temmuz 2011 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren 28001 sayılı Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği'ne göre; 500 kW'a kadar olan Rüzgâr Türbinleri için devletten lisans almaya gerek yoktur. İsteyen kişi, kurum veya şirket kendi elektriğini üretebilir. Bu türbinleri direkt şebekeye bağlayabilir ve üretim fazlası elektriği de dağıtım şirketine satar. Dağıtım şirketleri bu fazla elektriği kanunen almak zorundadır. Ödeme aylık olarak yapılır. Üretim ve tüketim arasındaki mahsuplaşma ise kWh üzerinden yapılır. Üretim ve tüketimde sınır yoktur. Yapılan bu yasal düzenlemeler sayesinde küçük çaplı rüzgâr türbinleri kurulabilir. 20-25 Yıl ömrü olan bu sistemler, bulundukları yerdeki rüzgâr hızlarına bağlı olarak, aylık elektrik faturası öder gibi kendilerini 5-7 yılda amorti edebilmektedirler. Böylece herkes 500 kW'a kadar rüzgâr türbini kullanarak kendi elektriğini üretebilir, yıllarca bedava elektrik kullanabilir. Proje kapsamında belirli periyotlarla yapılan ölçümler sonucunda elde edilen verilere göre Şırnak ilinin belirli bölgelerinde, şebekeden bağımsız Rüzgâr Türbini, özellikle tarımsal uygulamalara yönelik kullanılması mümkün görülmektedir. Bunların yaygınlaştırılması, bölgesel ve ulusal ekonomiye katkı açısından önem arz etmektedir. Bu doğrultuda özellikle orta ya da düşük rüzgâr güçlerinde çalışabilecek Rüzgâr Türbini tasarımı/imalatı bölgeye iş/istihdam alanı oluşturabilecektir. Söz konusu ölçekte yüksek verimli türbin imalatına yönelik çalışmaların yapılması, Rüzgâr Türbinlerinin yaygınlaşmasına ve düşük rüzgâr hızlarında daha yüksek enerjilerin elde edilmesi açısında önem arz etmektedir.

## KAYNAKÇA

Akbalık, F. (2010), Rüzgâr Türbininden Beslenen Ve Rotor Yanı Matris Konverter Üzerinden Şebekeye Bağlı Bilezikli Asenkron Generatörde Güç Dönüşümünün İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi.

Dicle Kalkınma Ajansı (2010), Enerji Raporu.

DMİ, www.dmi.gov.tr.

Dünya Enerji Konseyi Türkiye Milli Komitesi (2010), Enerji Raporu.

EİE, www.eie.gov.tr.

Global Wind Energy Council (2010), Global Wind Statistics.

Karacadağ kalkınma ajansı (2010) , TRC2 Yenilenebilir Enerji Raporu.

Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği Web Sitesi (2011), Türkiye'de İşletmedeki ve İnşa Halindeki Rüzgar Santralleri.

www.na.unep.net

## III.BÖLÜM

# BİYOKÜTLE ENERJİSİ

## 3.1. Giriş

Biyokütle sosyo-ekonomik yarar sağlayan, çevre dostu, birçok alanda kullanılabilen stratejik bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Doğrudan yakılarak veya çeşitli laboratuar süreçlerinden geçirilerek diğer yakıtlara eşdeğer özellikte biyoyakıtlara (Biyodizel, Biyoetanol ve Biyogaz) dönüştürülebilir. Biyokütle enerji teknolojisinde odun, yağlı tohum bitkileri, karbonhidrat içeren bitkiler, elyaf bitkileri, bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk), algler, hayvansal ve endüstriyel atıklar gibi hammaddeler kullanılmaktadır. Gaz, sıvı ve katı olmak üzere sınıflandırılabilen biyoyakıtlar, otomobil, uçak, tren, gemi ve ağır vasıtalarda ulaştırma yakıtı olarak kullanılmasının yanı sıra doğalgazın kullanıldığı her alanda (elektrik, ısınma, pişirme, soğutma) kullanılabilir.

**Biyodizel** yer fıstığı, soya, ayçiçeği, kolza, aspir, hindistan cevizi, mısır, susam, haşhaş, pamuk tohumu ve kenevir gibi bitki tohumlarından elde edilen bitkisel yağlar ile restoranlardaki kullanılmış yağlar, donmuş yağlar, endüstriyel atık yağlar ve hayvansal yağlardan üretilebilen bir yakıt türüdür. Biyodizel kimyasal olarak dizel yakıtlara benzediği için, herhangi bir dizel aracın yakıt deposuna doğrudan katılabilir. Taşıt yakıtı olarak biyodizel kullanmanın birçok avantajı vardır. Dışa bağımlı olmadan kendi kaynakları ile üretilebilir. Motorun performansını etkilemez, emisyon oranı daha az, sera etkisinin asıl nedeni olan CO2 emisyonlarını büyük oranda azaltır. Bitkisel ve hayvansal yağlardan kolaylıkla elde edilebilir. Bitkiler güneş enerjisi ile büyüdüğü için biyodizel güneş enerjisi kaynaklı sıvı yakıtlar olarak tanımlanır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2010; Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2011).

Biyodizel, ısıl ve kimyasal olmak üzere başlıca iki metotla üretilmektedir. Kimyasal yöntem daha çok kullanılan bir yöntemdir. Kimyasal yöntem; inceltme, mikro-emülsiyon oluşturma, piroliz ve transesterifikasyon olmak üzere 4 kısımda incelenir. Transesterifikasyon metodu biyodizel üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Transesterifikasyon, bitkisel ve hayvansal yağların katalizör varlığında metanol veya etanol gibi kısa zincirli alkollerle reaksiyonundan elde edilmektedir. Isıl yöntemde, ön ısıtma ile yağların viskozitesinin düşürülmesi amaçlanmaktadır. Isıl yöntemin hareketli bir araç motorunda uygulanması sırasında oluşabilecek problemler nedeniyle kimyasal yöntem daha çok tercih edilmektedir (Karaosmanoğlu, 2002; Aksoy, 2010). Biyodizel tek başına ya da istenilen miktarda petrol dizel yakıtı ile karıştırılarak kullanılabilir. Yandığında, asit yağmurlarının ana bileşeni olan SO2 üreten sülfürü-yağlı bir üniteyi değiştirmek için de kullanılabilir. Fransa'da satılan tüm dizel yakıtlarda sülfürün yerine %5 biyodizel kullanılır. Biyolojik olarak parçalanabildiği ve zehirsiz olduğu için biyodizelin kullanımı güvenilirdir. Biyodizelde yaklaşık 300 F derecelik yüksek alevlenme noktası veya tutuşma sıcaklığı vardır. Petrol dizelde ise bu alevlenme noktası 125 F derecedir. Bilimsel araştırmalarda, biyodizel egzozunun petrol dizelli yakıtlara göre insan sağlığına daha az zararlı olduğu kaydedilmiştir. Saf biyodizel emisyonları, potansiyel kanser nedeni olan bileşenleri (polisilik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve nitrite (PAH)) daha düşük oranda içerir. Ayrıca, astım vb. hastalıklara sebep olan emisyonlar %47 daha azdır ve zehirli bir gaz olan CO ise %48 daha da azaltılmıştır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2010; Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2011).

**Biyoetanol** şeker pancarı, şeker kamışı, mısır, buğday, patates ve şeker içeren diğer odunsu bitkilerin fermantasyonu ile elde edilen ve benzinle belirli oranlarda harmanlanarak kullanılan alternatif bir yakıttır. Berrak, renksiz ve karakteristik bir kokuya sahiptir. Yüksek oktanlı olup kaynama noktası 78,5°C, donma noktası -114,1°C'dir. Yakıtlarda oktan arttırmak amacı ile kullanılan benzen, metil tersiyer bütileter (MTBE) gibi kanserojen maddelerin çevreci alternatifidir. Donmayı engelleyerek, motorun serin ve enjektörlerin temiz kalması-

nı sağlar (www.eie.gov.tr).

**Biyogaz** oksijensiz ortamda, organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından kullanılarak oluşturulan renksiz, kokusuz, havadan hafif, parlak mavi alevle yanan bir gazdır. Bileşiminde, organik maddelerin bileşimine bağlı olarak yaklaşık; %60-70 metan ($CH_4$), %30-40 karbon dioksit ($CO_2$), %1-5 diğer gazlar (%0-1 hidrojen ($H_2$), %0-2 hidrojen sülfür ($H_2S$)) ile çok az miktarda azot bulunur (www.tarim.gov.tr). Biyogaz, doğal olarak bataklık etraflarında oluşabilir ve oluşan bu gaza "bataklık gazı" denir. Atık su arıtma tesislerinde lağım ayrıştırılırken oluşan gaza "sindirici gaz", katı atıkların depolandığı arazilerdeki atıkların oluşturduğu gaza ise "arazi doldurma gazı" denir. Biyogaz için "geleceğin yakıtı" denmektedir. Dört kişilik bir ailenin, yemek pişirmek ve aydınlanmak için ortalama günde tükettiği biyogaz miktarı, bu ailenin oluşturduğu çöp ve üç ineğin dışkısının toplamının işletilmesiyle rahatlıkla üretilebilmektedir. Gübre, mutfak atığı, bahçe atığı, malt, posa, market atığı, mezbaha atığı, yağlar ve diğer organik maddelerden çok rahat bir şekilde biyogaz üretilebilir. Son yıllarda, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, uluslararası organizasyonlar aracılığı ile biyogaz sistemlerine büyük ilgi göstermiştir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı, Unesco ve Uluslararası Hücre Araştırma Organizasyonu tarafından ortaklaşa olarak sponsor olunan UNEP/Unesco/ICRO mikrobiyoloji programının içeriği dahilinde bir kısım çalışma merkezleri Yogyakarta, Manila, Mexico City, Singapur ve Bangkok gibi şehirlerde kurulmuştur. Düşük maliyetli, atık-üretmeyen, çevreyi koruyan yakıtların üretilmesini hızlandırmak için bu merkezlerde çalışmalar sürdürülmektedir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2010; Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2011).

## 3.2. Dünya'da Biyokütle

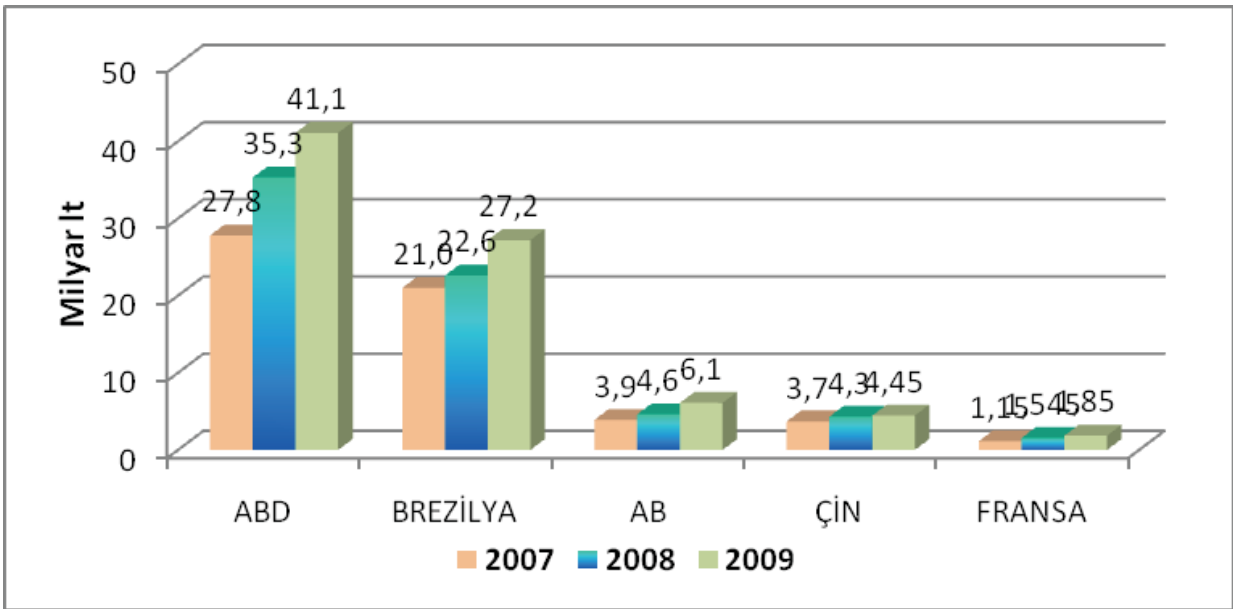
Biyokütle, son yıllarda çevre duyarlılığına sahip ülkelerin enerji ve tarım politikalarında geniş yer almıştır. Avrupa Birliği (AB)'de 1990'lı yıllardan bu yana geliştirilen politikalar çerçevesinde yayımlanan bazı resmi belgelerle biyoyakıt kullanımına ilişkin çeşitli hedefler belirlenmiş, bu hedefleri gerçekleştirmek üzere stratejiler geliştirilmiş ve teşvik sistemleri oluşturarak yol haritaları hazırlanmıştır. 2000 yılında yayımlanan Yeşil Belge, 2003 yılında çıkartılan Biyoyakıt Teşvik Direktifi, 2005'te yürürlüğe giren Kyoto Protokolü, 2006'da yayımlanan Biyoyakıt Strateji Belgesi gereğince, üye ülkeler biyoyakıt üretimi ve kullanımı konusunda önemli politikalar oluşturma durumundalar. AB Komisyonu tarafından hazırlanan Vizyon 2030 belgesinde, 2030 yılında %25 biyoyakıt kullanımı öngörülmektedir. Bununla birlikte 2010 yılına kadar birinci kuşak biyoyakıtların (biyodizel, biyoetanol, biyogaz) teknolojik gelişimlerinin tamamlanması, 2010'dan itibaren ikinci kuşak (selülozik) biyoyakıt üretiminin ticarileşmesi ve bu sürecin 2020'de tamamlanarak biyorafinerilere geçilmesi, 2030-2050 döneminde de entegre biyorafinerilerin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Biyoyakıtlar çevre için sera etkisi yaratmayıp, doğal karbon döngüsüne de sahip oldukları için Kyoto Protokolü'nün gereklerinin yerine getirilmesi konusundaki çalışmalar kapsamında öncelikli olarak ele alınmaktadır. AB 2020 yılında enerji tüketiminin %20'sini yenilenebilir enerjiden karşılamayı hedeflemektedir. Bu çerçevede her üye ülke için ulaştırma sektöründe %10 biyoyakıt kullanım hedefi konulmuştur. AB ülkelerinde biyoyakıt kullanım hedefinin sürdürülebilir bir temelde gerçekleştirilmesi için yapılan sertifikasyon çalışmalarında fosil yakıtlara nazaran %35 sera gazı tasarrufu sağlayan biyoyakıtlar sertifikalandırılması düşünülmektedir. Bu değerin 2017 yılında %50, 2018 yılında %60 olarak uygulanması hedeflenmektedir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2010; Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2011).

Gelişmiş ülkeler biyoyakıt üretimini biyorafineri kavramıyla kimya sanayi ile entegre etme girişimindedir. Şubat 2006'da yayımlanan Biyoyakıt Stratejisinde, AB'de ve gelişmekte olan ülkelerde; biyoyakıtların daha fazla teşvik edilmesi, pozitif çevresel etkinin sağlanması, hammaddenin rekabet edilebilir maliyeti, 2. kuşak biyoyakıtların AR-GE çalışmaları ve pazara girmelerinin desteklenmesi, biyoyakıt hammaddesi ve biyoyakıtlarla ilgili gelişmekte olan ülkelerdeki fırsatların araştırılması konuları yer almaktadır. Yine 2006 yılında yayımlanan Vizyon 2030 belgesinde AB'de biyoyakıt kullanımı ve üretiminin artırılması, pazar payının yükseltilmesi, araştırma geliştirme çalışmalarına önem verilmesi, vizyon ve strateji çerçevesi oluşturulması konularında hükümler bulunmaktadır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2010; Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2011).

Biyoyakıt kullanımında, Orta ve Kuzey Avrupa ülkeleri diğer ülkelere göre daha iyi durumdadır. Finlandiya ülke enerji gereksiniminin %22'sini, İsveç %18'ini, Avusturya %14'ünü biyokütle santrallerinde odun ve bitki atıklarını yakıp gazlaştırarak karşılamaktadır. Ayrıca Avrupa'da organik atıklar ve enerji bitkilerinden elde edilen biyogaz, birçok ülke tarafından öncelikli olarak tercih edilmeye başlanmıştır. Almanya'da 4078 biyogaz tesisinden elde 12 milyar kWh elektrik 3,5 milyon hanenin enerji ihtiyacını karşılamaktadır. 11.000 kişinin istih-

dam edildiği sektörde biyogazın ulaştırma yakıtı olarak kullanımı da giderek yaygınlaştırılmaktadır. Benzer şekilde İsveç'te de biyogaz, doğal gazın kullanıldığı her alanda kullanılmakta ve 2020 yılında doğalgazdan tamamen vazgeçilerek biyogaz kullanımına geçilmesi hedeflenmektedir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2010; Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2011).

**Grafik 3.1.** Dünyanın En Çok Biyoetanol Üreten Ülkeleri




Kaynak: World Sugar Statistics, F.O.LICHT, 2010.

ABD, Brezilya, Avrupa Birliği, Çin ve Fransa biyoetanol üretiminde lider ülkeler olarak bilinmektedir (Grafik 3.1). Bu ülkeler gelecekte birçok biyoyakıt ihtiyaçlarını karşılayacak projeler geliştirmektedirler.

## 3.3. Türkiye'de Biyokütle

Ülkemiz, biyodizel, biyoetanol ve biyogaz üretimi ve kullanımı açısından yeterli hammadde üretimine ve uygun alt yapıya sahiptir. Alınan son tasarruf önlemleri kapsamında tarımda kanola ve soya ekimine destek verilme kararı alınmıştır. Kanola ve soya ekimi ek bir bedelle desteklenmektedir. Kışı ılıman geçen birçok bölgemizde kanola ikinci ürün olarak da ekilebilir. Tarımı rahat ve maliyeti buğday ve ayçiçeğinden daha az olan kanola, çiftçiler için önemli bir alternatiftir. GAP bölgesinde 10 milyon dekar alanda sulu tarım yapma olanağı vardır. Bölgede pamuğun yanı sıra, dönüşümlü olarak kanola veya soya ekimi olumlu sonuçlar verebilir. Çok genel bir hesaplama ile GAP bölgesinde kanola ve soya ekimi ile yılda 1,5 milyon ton biyodizel üretilebileceği söylenebilir. Enerji amaçlı tarımın, Türkiye tarım politikası içinde yer alması, çiftçinin yönlendirilmesi yararlı olacaktır. Çeşitli kapasitelerde biyodizel üretim tesisleri kırsal kesimlere konuşlandırılarak, tarım ürünlerinin farklı bir şekilde değerlendirilip hem ülke bütçesine hem de enerji ihtiyacına yönelik faydalar sağlanabilir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'ndaki gelişmelerin yanı sıra, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nda "Yağlı Tohum Bitkileri İçin Sözleşmeli Tarım Modeli Uygulaması" ve kanola ekiminin arttırılması çalışmaları, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nda da "Yağlı Tohum Bitkilerinin Alternatif Alanlarda Değerlendirilmesi" çalışmaları da sürdürülmektedir. Biyomotorine ilişkin yasal çalışmalar Petrol İşleri Genel Müdürlüğü koordinasyonundaki bir kurul bünyesinde geliştirilerek Bakanlar Kurulu'na arz edilmiş ve biyodizel 5015 Sayılı "Petrol Piyasası Kanunu" kapsamında tanımlanmıştır. Bu kanun, Resmi Gazetenin 20 Aralık 2003 tarih ve 25322 nolu sayısında yayınlanarak yürürlüğe girmiştir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2010; Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2011).

Ülkemizde, yasal düzenlemeleri Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından yapılan biyoetanol üretim sektöründe sayılı sayıda tesis bulunmaktadır. Bununla birlikte Eskişehir Şeker Fabrikası Alkol Üretim Tesisi de yakıt alkolü üretebilecek şekilde revize edilmiştir. Biyoetanol tesislerinin en büyüğü Pankobirlik bünyesinde bulunan Konya Şeker A.Ş.'ye ait Çumra Şeker Fabrikasında kurulan ve şeker pancarından üretim yapan 84 milyon litre kapasiteli biyoetanol tesisidir. Bursa Kemalpaşa'da bulunan tesis ise 40 milyon litre kapasite-

sindedir. TARKİM'e ait olan tesis mısırı kullanarak üretim yapmaktadır. Adana'da bulunan ve TEZKİM'e ait olan biyoetanol tesisinin kapasitesi ise 40 milyon litre olup buğday ve mısırdan üretim yapmaktadır. Ayrıca, Mamak çöplüğünde kurulan çöp gazı tesisleriyle entegre çalışması planlanan alg üretimi dikkat çekicidir. Elde edilen alglerden biyoetanol ve çeşitli sanayi girdi üretimleri hedeflenmektedir. İhtiyacımızı karşılayacak durumda olmasına rağmen ülke çapında ulaştırma yakıtı olarak biyoetanol kullanımı oldukça azdır. Çünkü ÖTV muafiyeti benzinle harmanlanan biyoetanolün sadece %2'lik dilimine uygulanmaktadır. Oysa Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 2004 yılında yayımlanan Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliğinde (bu yönetmelik AB'nin benzin ve motorin kalitesi ile ilgili 2003/17/EC direktifi uyumlaştırılarak hazırlanmıştır) benzine %5 etanol karıştırılmasına izin verilmektedir. Mayıs 2009'da AB direktifi paralelinde yapılan bir düzenleme ile bu oran %10'a çıkartılmıştır. Ancak kullanım zorunluluğu olmaması nedeniyle %2'lik ÖTV'den muaf kısım bile kullanılamamaktadır. Benzer durum biyodizel için de geçerlidir. Sektörde yapılan yatırımlar atıl durumda bekletilmektedir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2010; Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2011). Oysa sadece kullanım zorunluluğunun bile getirilmesiyle tarım, sanayi, ulaştırma, bankacılık, sigortacılık vb. sektörlerde yaratılacak katma değer ve yeni vergi mükelleflerinin olması ile Türkiye'ye ekonomik canlılık kazandıracaktır.

## 3.4. Şırnak İli Biyokütle Potansiyeli

Şırnak ilinin batı ve güney kesiminde bulunan bazı düzlükler dışında, büyük bölümü akarsular tarafından derince yarılan platolardan oluşmuştur. Güneydoğu Toroslar sistemine bağlı yüksek uzantılar vardır. Yazın gür çayırlarla kaplanan Faraşin Yaylası gibi yüksek düzlüklerde hayvancılık; Silopi, Cizre ve İdil yörelerindeki alçak düzlüklerde ise daha çok bitkisel üretim yapılmaktadır. İlin batısı, Dicle Irmağının küçük bir kolu olan Kızılsu tarafından derince yarılmıştır. Şırnak ile Cizre arasındaki ulaşım açısından önemli bir boğaz vadisi olan Kasrik Boğazı, Dicle'ye dökülen suların yardığı önemli bir vadidir. 1500-2000 metre yükseltiye sahip dağlık alanlarda çoğunlukla meşe ve ardıç toplulukları dikkati çeker. Ormanlık alanlar daha çok kuzey yamaçtadır. Yazları sıcak ve kurak geçen Cizre, Silopi ve İdil platolarında genelde tahıl, pamuk, mercimek gibi tarımsal ürün yetiştirilir. Doğu Anadolu bölgesinde kalan kısımda kışlar serttir. Kuzeyden gelen soğuk havalar kışın bu yörenin sert ve karlı geçmesine yol açar. Kar yağışı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin sınırına kadar devam eder. Güneydoğu Anadolu Bölgesi içinde kalan kısmında kışlar daha ılık, fakat yazın buralar aşırı sıcak geçmektedir. Yağışlar kışları kar, ilkbaharları yağmur, sonbahar ve yaz aylarında ise çok az yağmur şeklinde olur. İlin bu kısmında, Mardin eşiği üzerinden gelen Akdeniz iklimini görmek mümkündür. Pamuk, Zakkum ve Zeytin bunun en büyük kanıtıdır. Mevsim içindeki yağışların az olması, doğal bitki örtüsünün bozkır olmasına neden olmuştur. Bozkırlar ilkbahar yağışlarıyla ortaya çıkar, yaz sıcaklıkları ile kaybolur. Bozkırlar küçükbaş hayvancılık için önemlidir. Yükseklerde, özellikle Beytüşşebap ve Uludere civarında bulunan dağların yüksek yerlerinde alpin çayırları bulunur. Bozkır alanlarının olmadığı yerlerde, özellikle dağların yüksek yamaçlarında yer yer bozuk karakterli meşelikler görülmektedir. Meşe ağaçlarının dışında yükseklerde ardıç ağaç toplulukları da görülür. Ardıçlar dayanıklı ve düz yapılı olduğundan köylüler tarafından daha çok evlerin tavanlarında kullanılmaktadır. İli saran dağların yamaçlarında menengiç ağaçlarını da görmek mümkündür (www.sirnakkulturturizm.com).

Şırnak ili çoğunlukla dağlık alandan oluşmaktadır bundan dolayı, toprağa dayalı tarım geniş çaplı yapılmamaktadır. Tarım, genellikle geniş ovalara sahip Silopi, Cizre ve İdil ilçelerinde yaygındır. Şırnak merkez ve ilçelerinde tarım alanı olarak kullanılan arazilerin toplam miktarı Tablo 3.1. de verilmiştir. Şırnak'ın toplam tarla ürünleri üretiminin Türkiye tarla ürünleri üretimi içindeki payı yok denecek kadar düşüktür. Üretimin düşük olmasının nedenleri arasında, tarımın verimli alanlarda yapılmaması, sulama sıkıntısının olması, hayvancılığın daha kazançlı bir uğraş gibi görülmesi sayılabilir (İl, Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2006). Tarımın modern araç ve gereçlerle yapılamıyor olması, gübre kullanımının düşüklüğü de tarımsal hâsılanın düşük olmasının diğer sebepleri arasındadır. Tarım alanlarında çoğunlukla buğday, arpa, nohut, soğan, sarımsak, yonca, mısır, pamuk, ayçiçeği, korunga, burçak, fiğ, mercimek ve yer fıstığı yetiştirilmektedir (Tablo 3. 2). Bu ürünler arasında mısır, yerfıstığı, pamuk tohumu, ayçiçeği ve diğer yağlı tohumlu bitkiler biyodizel üretimde kullanılabilme potansiyeline sahiptir, ancak böyle bir kullanım bölgede mevcut değildir. Düz tarım alanlarına sahip Silopi, Cizre ve İdil ilçelerinde biyoyakıt hammaddesi olarak kullanılabilen bazı yağlı tohumlu ürünlerin yetiştirilmesiyle, bölgeye farklı bir pazar kazandırılabilir. Tarımın daha verimli yapılabilmesi için ve elde edilen ürünlerin farklı alanlarda da kullanılabileceğini gösterebilmek için bölgedeki çiftçilere faydalı teknik bilgiler verilmelidir.

Tablo 3.1. Şırnak Merkez Ve İlçelerindeki Toplam, Sebze Ve Meyve Ekim Alanlarının Miktarı (2010)

| İl Adı | İlçe Kodu | İlçe Adı | Yıl | Toplam Alan (dekar) | Ekilen tarla alanı (dekar) | Nadas alanı (dekar) | Sebze bahçeleri alanı (dekar) | Meyve alanı (dekar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Şırnak | 0 | Merkez | 2010 | 95.170 | 82.795 | 10.000 | 1.853 | 522 |
| | 1 | Beytüşşebap | 2010 | 48.827 | 47.501 | 500 | 511 | 315 |
| | 2 | Cizre | 2010 | 182.243 | 181.101 | 761 | 341 | 40 |
| | 3 | Güçlükonak | 2010 | 47.887 | 43.149 | 0 | 1.437 | 3.301 |
| | 4 | İdil | 2010 | 316.436 | 284.601 | 20.000 | 1.725 | 10.110 |
| | 5 | Silopi | 2010 | 295.898 | 295.003 | 0 | 0 | 895 |
| | 6 | Uludere | 2010 | 51.568 | 49.226 | 1.500 | 3 | 839 |

Kaynak: www.tuik.gov.tr (2010)

Tablo 3.2. Şırnak Merkez Ve İlçelerinde Ekilen Ürünlerin Ekim Alanları, Üretim Ve Verim Miktarı (2010)

| İl Adı | İlçe Adı | Grup adı | Ürün adı | Ekilen alan (dekar) | Hasat edilen alan(dekar) | Üretim (ton) | Verim (kg/da) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Şırnak | Merkez | Tahıllar | Buğday (Diğer) | 51.993 | 51.993 | 8.884 | 171 |
| | | | Arpa (Diğer) | 1.500 | 1.500 | 105 | 70 |
| | | Baklagiller | Nohut | 900 | 900 | 90 | 100 |
| | | | Mercimek (Kırmızı) | 2.082 | 2.082 | 237 | 114 |
| | | Yumru Bitkiler | Soğan (Kuru) | 200 | 200 | 160 | 800 |
| | | | Sarımsak (Kuru) | 10 | 10 | 4 | 400 |
| | | Yem Bitkileri | Yonca (Yeşil Ot) | 100 | 100 | 180 | |
| | | | Korunga (Yeşil Ot) | 10 | 10 | 18 | |
| | | | Fiğ (Yeşil Ot) | 12.000 | 12.000 | 19.200 | |
| | | | Burçak (Yeşil Ot) | 14.000 | 14.000 | 21.000 | |
| | Beytüşşebap | Tahıllar | Buğday (Diğer) | 5.287 | 4.847 | 519 | 107 |
| | | | Arpa (Diğer) | 800 | 750 | 92 | 123 |
| | | Baklagiller | Nohut | 110 | 100 | 13 | 130 |
| | | | Fasulye (Kuru) | 300 | 280 | 34 | 121 |
| | | Yumru Bitkiler | Soğan (Kuru) | 54 | 50 | 20 | 400 |
| | | Yem Bitkileri | Yonca (Yeşil Ot) | 34.000 | 30.000 | 75.000 | |
| | | | Korunga (Yeşil Ot) | 6.950 | 6.000 | 6.000 | |
| | Cizre | Tahıllar | Mısır (Dane) | 2.030 | 2.030 | 1.357 | 668 |
| | | | Buğday (Diğer) | 168.612 | 168.612 | 50.142 | 297 |
| | | | Arpa (Diğer) | 3.161 | 3.161 | 687 | 217 |
| | | Baklagiller | Nohut | 34 | 34 | 4 | 118 |
| | | | Mercimek (Kırmızı) | 1.577 | 1.577 | 279 | 177 |
| | | Endüstri Bitkileri | Pamuk (Kütlü) | 5.687 | 5.350 | 2.210 | 413 |
| | | | Pamuk (Lif) | 5.687 | 5.350 | 841 | 157 |
| | | Yağlı Tohumlar | Pamuk Tohumu | 5.687 | 5.350 | 1.308 | 244 |
| | Güçlükonak | Tahıllar | Buğday (Diğer) | 25.908 | 25.908 | 6.345 | 245 |
| | | | Arpa (Diğer) | 1.824 | 1.824 | 397 | 218 |
| | | Baklagiller | Nohut | 394 | 394 | 59 | 150 |
| | | | Mercimek (Kırmızı) | 789 | 789 | 149 | 189 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Yem Bitkileri | Burçak (Yeşil Ot) | 14.234 | 14.234 | 4.982 | |
| | İdil | Tahıllar | Mısır (Dane) | 78 | 70 | 44 | 629 |
| | | | Buğday (Diğer) | 277.591 | 271.422 | 72.170 | 266 |
| | | | Arpa (Diğer) | 1.500 | 1.350 | 299 | 221 |
| | | Baklagiller | Nohut | 70 | 50 | 8 | 160 |
| | | | Mercimek (Kırmızı) | 781 | 573 | 130 | 227 |
| | | Endüstri Bitkileri | Pamuk (Kütlü) | 3.600 | 3.600 | 1.469 | 408 |
| | | | Pamuk (Lif) | 3.600 | 3.600 | 559 | 155 |
| | | Yağlı Tohumlar | Pamuk Tohumu | 3.600 | 3.600 | 870 | 242 |
| | | | Aspir | 981 | 959 | 353 | 368 |
| | Silopi | Tahıllar | Mısır (Dane) | 17.211 | 17.211 | 5.412 | 314 |
| | | | Buğday (Durum) | 80.567 | 80.567 | 22.761 | 283 |
| | | | Buğday (Diğer) | 149.811 | 149.811 | 52.413 | 350 |
| | | | Arpa (Diğer) | 303 | 303 | 66 | 218 |
| | | Baklagiller | Mercimek (Kırmızı) | 364 | 364 | 55 | 151 |
| | | Endüstri Bitkileri | Pamuk (Kütlü) | 45.000 | 45.000 | 19.680 | 437 |
| | | | Pamuk (Lif) | 45.000 | 45.000 | 7.493 | 167 |
| | | Yağlı Tohumlar | Pamuk Tohumu | 45.000 | 45.000 | 11.651 | 259 |
| | | | Yerfıstığı | 100 | 100 | 40 | 400 |
| | | | Ayçiçeği (Yağlık) | 1.547 | 1.547 | 163 | 105 |
| | | Yumru Bitkiler | Soğan (Kuru) | 100 | 100 | 4 | 40 |
| | Uludere | Tahıllar | Buğday (Diğer) | 7.226 | 6.697 | 797 | 119 |
| | | | Arpa (Diğer) | 34.000 | 27.800 | 3.518 | 127 |
| | | Yem Bitkileri | Yonca (Yeşil Ot) | 6.500 | 5.700 | 40 | |
| | | | Korunga (Yeşil Ot) | 1.500 | 1.250 | 213 | |

**Kaynak:** www.tuik.gov.tr (2010)

Şırnak'ta hayvancılık, tarım gibi yeterince gelişmiş sayılmaz. Buna tarıma uygun alanların sınırlı olması ve hayvancılığa elverişli çayır ve meraların yeterince bulunmaması da etkili olmuştur. Büyükbaş hayvancılık çoğunlukla İdil, Silopi ve Uludere ilçelerinde; küçükbaş hayvancılık ise çoğunlukla merkez, İdil ve Uludere ilçelerinde yapılmaktadır. Binek hayvan sayısı ise merkez, Güçlükonak, İdil ve Uludere ilçelerinde daha yüksek oranda olduğu gözlenmiştir. Sığır, koyun ve keçi türlerinde yerli ırklar yaygın olup bakım, beslenme ve barınak şartları yetersizdir. Hayvancılık tamamen mera sistemine dayanmaktadır. Gerek hayvan ırklarının verimsizliği gerekse beslenme imkânlarının iyi durumda olmamasından dolayı hayvansal ürünlerin üretimi de düşüktür. Tablo 3.3, 3.4 ve 3.5'te Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2010 verileri doğrultusunda Şırnak ili ve ilçelerinde yetiştirilen sığır, at, eşek, katır, koyun ve keçi sayıları verilmiştir. Şırnak ili ve çevresinde mevcut olan hayvan sayısı diğer bölgelere göre daha az sayıdadır. Buda ilin hayvansal biyokütle potansiyelinin düşük olduğunu gösterir.

Biyokütle olarak bilinen hayvan dışkısı ya gübre ya da yakacak (tezek) olarak kullanılarak değerlendirilmektedir. Hayvancılıktan elde edilen gelir daha çok canlı hayvan ticaretinden elde edilen gelire dayanmaktadır. Üretilen hayvansal ürünler arasında süt, ilk sırayı almaktadır(Tablo 3.5). Sütün pazarlanma oranı düşüktür. Üretici, sütün büyük bölümünü kendi ihtiyaçlarını karşılamak için kullanmaktadır. Son yıllarda yaşanan göç olayları ve birçok köyün güvenlik nedeni ile boşaltılması sonucu hayvan yetiştiriciliğinde azalmalar meydana gelmiştir. Pazar durumu, yemleme, bakım, mera ve diğer şartları iyi olmayan bölgedeki köylüler kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile hayvancılık yapmaktadır.

**Tablo 3.3.** Şırnak Merkez Ve İlçelerinde Bulunan Büyükbaş Hayvan Sayısı (2010)

| İl Adı | İlçe Kodu | İlçe Adı | Hayvan Adı | Yetişkin | Genç-Yavru | Toplam | Sağılan hayvan sayısı | Süt (Ton) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Şırnak | 0 | Merkez | Sığır (Kültür) | 60 | 0 | 60 | 57 | 207,879 |
| | 1 | Beytüşşebap | Sığır (Melez) | 61 | 57 | 118 | 24 | 63,508 |
| | 2 | Cizre | Sığır (Kültür) | 254 | 210 | 464 | 62 | 225,202 |
| | | | Sığır (Melez) | 234 | 228 | 462 | 29 | 76,209 |
| | 3 | Güçlükonak | Sığır (Kültür) | 51 | 25 | 76 | 20 | 72,758 |
| | | | Sığır (Melez) | 157 | 56 | 213 | 44 | 116,854 |
| | 4 | İdil | Sığır (Kültür) | 1.230 | 190 | 1.420 | 950 | 3.464,65 |
| | | | Sığır (Melez) | 1.555 | 500 | 2.055 | 570 | 1.524,18 |
| | 5 | Silopi | Sığır (Kültür) | 203 | 25 | 228 | 190 | 692,93 |
| | | | Sığır (Melez) | 205 | 30 | 235 | 190 | 508,06 |
| | 6 | Uludere | Sığır (Kültür) | 156 | 30 | 186 | 114 | 415,758 |
| | | | Sığır (Melez) | 263 | 34 | 297 | 152 | 406,448 |

**Kaynak:** www.tuik.gov.tr (2010)

**Tablo 3.4.** Şırnak Merkez Ve İlçelerinde Bulunan Binek Hayvan Sayısı (2010)

| İl Adı | İlçe Kodu | İlçe Adı | Hayvan Adı | Yetişkin (baş) | Genç-Yavru (baş) | Toplam |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Şırnak | 0 | Merkez | At | 55 | 5 | 60 |
| | | | Katır | 150 | 30 | 180 |
| | | | Eşek | 573 | 0 | 573 |
| | 1 | Beytüşşebap | At | 105 | 50 | 155 |
| | | | Katır | 190 | 120 | 310 |
| | | | Eşek | 30 | 22 | 52 |
| | 2 | Cizre | At | 200 | 45 | 245 |
| | | | Katır | 39 | 35 | 74 |
| | | | Eşek | 157 | 103 | 260 |
| | 3 | Güçlükonak | At | 69 | 8 | 77 |
| | | | Katır | 151 | 72 | 223 |
| | | | Eşek | 155 | 46 | 201 |
| | 4 | İdil | At | 540 | 80 | 620 |
| | | | Katır | 35 | 30 | 65 |
| | | | Eşek | 400 | 120 | 520 |
| | 5 | Silopi | At | 45 | 5 | 50 |
| | | | Katır | 40 | 10 | 50 |
| | | | Eşek | 30 | 0 | 30 |
| | 6 | Uludere | At | 180 | 50 | 230 |
| | | | Katır | 1.400 | 550 | 1.950 |
| | | | Eşek | 200 | 120 | 320 |

**Kaynak:** www.tuik.gov.tr (2010)

**Tablo 3.5.** Şırnak Merkez Ve İlçelerinde Bulunan Küçükbaş Hayvan Sayısı (2010)

| İlçe Kodu | İlçe Adı | Hayvan Adı | Yetişkin | Genç-Yavru | Toplam | Sağılan hayvan sayısı | Süt (Ton) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Merkez | Koyun (Yerli) | 33.245 | 0 | 33.245 | 0 | 0 |
| | | Keçi (Kıl) | 35.672 | 0 | 35.672 | 0 | 0 |
| 1 | Beytüşşebap | Koyun (Yerli) | 13.550 | 11.500 | 25.050 | 9.765 | 771,435 |
| | | Keçi (Kıl) | 13.300 | 9.500 | 22.800 | 10.230 | 1.074,15 |
| 2 | Cizre | Koyun (Yerli) | 12.630 | 2.640 | 15.270 | 7.761 | 613,107 |
| | | Keçi (Kıl) | 7.433 | 4.095 | 11.528 | 4.869 | 511,295 |
| 3 | Güçlükonak | Koyun (Yerli) | 2.700 | 1.720 | 4.420 | 1.181 | 93,307 |
| | | Keçi (Kıl) | 11.490 | 10.600 | 22.090 | 5.041 | 529,263 |
| | | Keçi (Tiftik) | 880 | 930 | 1.810 | 200 | 5,985 |
| | | Koyun (Merinos) | 3.580 | 2.790 | 6.370 | 1.442 | 73,517 |
| 4 | İdil | Koyun (Yerli) | 87.250 | 17.500 | 104.750 | 37.200 | 2.938,80 |
| | | Keçi (Kıl) | 32.500 | 15.500 | 48.000 | 13.020 | 1.367,10 |
| 5 | Silopi | Koyun (Yerli) | 9.336 | 4.000 | 13.336 | 7.473 | 590,405 |
| | | Keçi (Kıl) | 8.250 | 2.000 | 10.250 | 6.110 | 641,561 |
| 6 | Uludere | Koyun (Yerli) | 29.700 | 5.700 | 35.400 | 12.090 | 955,11 |
| | | Keçi (Kıl) | 20.800 | 5.550 | 26.350 | 15.345 | 1.611,23 |

**Kaynak:** www.tuik.gov.tr (2010)

## 3.5. Sonuç

Şırnak il sınırları içerisinde biyodizel, biyogaz ve biyoetanol üretimi ve tüketimi bulunmamaktadır. Biyokütlenin (bitkisel ve hayvansal) çoğunluğu yiyecek, yakacak ve geçim kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bölgede biyoyakıt üretimi ve tüketimi yaygınlaştırılması için bölgesel kaynakların kısmen de olsa arttırılıp değerlendirilmesi ve alternatif enerji için kullanılması sağlanabilir. Gerekli olan tesisler ve altyapılarının oluşturabilmesi için geniş çaplı projeler geliştirerek bölgeye katkıda bulunabilir. Ulusal gelirde artış sağlanırken, yeni bir iş alanı ile istihdam sağlanmış olacaktır. Ayrıca çevre dostu yakıt kullanımı ile AB'nin getirdiği yasal zorunluluk ve düzenlemelere uygun olarak organik atıkların işlenmesi, çevre kirliliğinin kontrolü de gerçekleşmiş olacaktır.

## KAYNAKÇA


Aksoy, L. (2010), "Alternatif Enerji Kaynağı Olarak Biyodizel ve Üretim Prosesleri" Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi, Sayı:2, s.45-52.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2010.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2011.

Karaosmanoğlu, F. (2002), "Türkiye için Çevre Dostu-Yenilenebilir Bir Yakıt Adayı: Biyomotorin", Ekojenerasyon Dünyası-Kojenerasyon Dergisi, ICCI, 2002 Özel sayısı, İstanbul, Sayı.10, s.50-56.

Saraçoğlu, N. (2002), "Yenilenebilir Çevre Dostu Enerji Kaynağı: Enerji Ormancılığı", Elektrik Mühendisleri Dergisi, Cilt: 41, Sayı: 412, s.39-41, Ankara.

İl, Çevre ve Orman Müdürlüğü (2006), Şırnak İli Çevre Durum Raporu.

Elektrik İşleri Etüt Dairesi Genel Müdürlüğü, www.eie.gov.tr.

Şırnak İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, www.sirnakkulturturizm.com.

Şırnak İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, www.tarim.gov.tr.

TÜİK, www.tuik.gov.tr

# IV.BÖLÜM

# KENTSEL ATIK

## 4.1. Giriş

Yaşamın doğal ve kaçınılmaz sonucu olan atıklar ve atıkların yönetimi, toplumların yıllardır göz ardı ettikleri konuların başında gelmiştir. İnsanoğlu, yaptıklarıyla doğal dengeyi bozabileceğini uzun yıllar düşünememiştir. Ancak, nüfus artışı, teknolojik gelişme, sanayileşme, kentleşme, hızla artan ve farklılaşan tüketim ile ortaya çıkan katı atıklar, çevre ve insan sağlığını olumsuz etkilemesiyle günümüzde katı atık yönetiminin ne kadar önemli olduğu anlaşılmıştır. Atık yönetimi, sistem yaklaşımıyla ele alınması gereken bir konudur.Sistem yaklaşımı; atık yönetiminin atık oluşumu, toplama, işleme ve uzaklaştırma gibi temel unsurları yanında enerji, çevre koruma, kaynakların korunması, verimlilik artışı, istihdam gibi konularla bütünlük içinde ele alınmasını gerektirir. Atık yönetiminde sistem yaklaşımı, katı atıkların sadece insan çevresinden uzaklaştırılmasını değil aynı zamanda çevre ve insan sağlığının korunarak geliştirilmesiyle birlikte ekonomik kalkınmanın sağlanmasına da olumlu katkılar sağlayacaktır.

Demir, çelik, bakır, alüminyum, kurşun, pil, kâğıt, plastik, kauçuk, cam, motor yağları, atık yağlar, akümülatörler, araç lastikleri, beton, röntgen filmleri, elektronik atıklar ve bazı organik atıklar geri dönüşümü yapılabilen maddelerdir. Bu atıkların, bir takım işlemlerden geçirildikten sonra enerjiye veya ikinci bir ham madde olarak üretim sürecine sokulmasına **geri dönüşüm** denir. Geri dönüşüm, atıkların özelliklerinden yararlanarak içindeki bileşenlerin fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal yöntemlerle başka ürünlere veya enerjiye çevrilmesi ile gerçekleşir. **Geri kazanım**, değerlendirilebilir atıkların ayrı toplanması, sınıflandırılması, fiziksel ve kimyasal yöntemlerle, başka ürünlere veya enerjiye dönüştürülmesi işlemlerinin bütünü olarak adlandırılır. Geri dönüştürülebilir atıklardan yeni ürün ve malzemeler üretmek için en temel konu, bu atıkların oluştukları kaynakta temiz ve türlerine göre ayrılmış olarak biriktirilmesidir. Geri dönüşüm ve geri kazanım, doğal kaynaklarımızın korunmasını, enerji tasarrufunu, atık miktarını azaltarak çöp işlemlerinde kolaylığı, geleceğe ve ekonomiye yatırım yapmamıza sağlamaktadır (www.cevreonline.com).

Çöp yığınları içindeki cam ve metallerin ayrılmasından sonra geriye kalan ve işe yaramaz gibi görünen organik maddelerin, hava kullanılmadan ısıtılarak gaz, sıvı yakıt ve kömüre dönüştürülmesi işlemine **piroliz** denir. Gelişmiş ülkelerin çoğunda, çöp yığınlarını ortadan kaldırmak için yakma ve gömme işlemleri yerine çöpün değerlendirildiği, atıkların içindeki, işe yarar kısımların geri kazanıldığı, piroliz işlemi uygulanmaktadır. Bu işlem, kimya veya demir-çelik endüstrisinde kullanılan, yüksek sıcaklığa, sülfit ve kloritler gibi aşındırıcı gazlara dayanıklı bir yapıya sahip fırınlarda gerçekleştirilmektedir. Fırının erimeyen bir taban yapısı vardır. Atıklar fırının üst kısmından fırına atılır. Fırının sıcaklığı aşağıya indikçe arttığı için dibe çöken atıkların yapısında bulunan gazlar açığa çıkar. Oluşan bu gazlar ısındıkları için yükselir ve fırının üst kısmına yakın bir yerden dışarı çıkar. Çıkan gazı külden kurtarmak ve nemini almak için gaz temizleme ünitesine gerek vardır. Diğer atıklar ise fırının dip kısmında erimiş mucur olarak birikir. Mucur, su vasıtasıyla ayrıştırma tanklarına gönderilir. Ayrıştırma tankında metallerden arındırılan mucur, yüksek vasıflı karbon (kok kömürü) olarak değerlendirilir. Piroliz işlemi sonucunda iki ana ürün elde edilir, gaz ve kömürleşmiş atıklar. Piroliz işlemi sonunda üretilen gaz, temizlenmek üzere gaz temizleme ünitesine geçer. Gaz temizleme ünitesinde birtakım kimyasal işlemlerden geçirilerek yağ ve külden arındırılan gazın içinde kalan nem oranı, kondansatörle indirgenir. Kondansatörden çıkan gazın sıcaklığı oldukça yüksektir. Bu gazın sıcaklığı ısı değiştiricilerle suya aktarılır ve suyun buharlaşması sağlanır. Katı atık dönüşüm tesisinin kenarına kurulan buhar türbiniyle de elektrik enerjisi üretilir. Buhar türbininde kullanılan buhar, tekrar yoğunlaşır ve su haline gelir. Bu su, daha sonra ısı değiştiricilere geri gönderilir ve tamamen kapalı devre olan bir sistemde yeniden kullanılır. Diğer yandan ayrıştırma tanklarına geçen mucur, buradan alındıktan sonra yüksek vasıflı karbon olarak değer görür. Bu vasıflı karbon ise sanayinin birçok dalında

kullanılabilir. Ayrıca eleme işlemi sırasında gelen artıklar içinden ayrılan metaller yapılarına göre; alüminyum, demir, demir ihtiva etmeyen metaller olarak sınıflandırılıp preslenir ve dışarıdaki firmalara verilerek işlenmesi sağlanır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

## 4.2. Dünya'da Katı Atık

Endüstriyel katı atıkların geri dönüşümünde, son zamanlarda çeşitli modeller geliştiren başarılı ülkelerden söz etmek mümkündür. Örneğin İsveç'te geliştirilen model sayesinde endüstriyel katı atıklardan hem maddelerin geri dönüşümü hem de enerji üretimi sağlanmaktadır. Yine Avusturya, Avustralya, Kanada ve ABD gibi ülkelerde geliştirilen ve "ekoendüstriyel park" diye tanımlanan model ile iş dünyası ile bütünleşme, çevresel mükemmellik, toplumsal ilişkilerde ekonomik fırsatlar yaratma ve ekosistemin iyileştirilmesi gibi başarılı uygulamalar gerçekleştirilmiştir (Casares et al., 2005). Gelişmekte olan ülkeler bugün hala atıkların yok edilmesi ve bu konuda nasıl bir davranış sergilemenin en iyi çözüm olacağını tartışırken, gelişmiş ülkeler kentsel katı atıklarını kompostlama, geri dönüşüm, yeniden kullanım ve atıklardan enerji üretme gibi uygulamalar ile kalkınma hamleleri gerçekleştirmektedirler. Gelişmekte olan ülkelerde kentsel katı atık yönetimi konusu, henüz kriz boyutuna dönüşmemiş olsa da oluşan atık miktarındaki artış, atıkların tamamen toplanamaması ve uygun bertaraf yöntemlerinin kullanılmaması sonucu su, toprak ve hava kirliliği ile çevresel sorunlara sebep olarak insan ve çevre sağlığını tehdit eden ciddi bir problem olmaktadır.

Çevre konusunda AB uyum çalışmalarından önemli bir alt başlık da katı atık planlamasıdır. Avrupa Birliği ülkelerinde, genel olarak katı atıkların %67'si düzenli depolama ile geriye kalan miktar ise yakma ile bertaraf edilmektedir. Fakat bu iki yönteminde atmosferde karbondioksit ve metan gazlarının miktarının artışına yol açtığı için çevreye olumsuz etkisi vardır. Bu yüzden, Avrupa Birliği üye ülkelerinin hazırlamış oldukları Altıncı Çevre Eylem Planında belirlenen dört önemli öncelik konularından birisi atık önleme ve yönetimidir. Bu öncelikli amaç doğrultusunda AB'nin büyümesi paralelinde gerçekleşen ileri ekonomik aktiviteler sonucu oluşan katı atıkların daha fazla üretilmesinin önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Buradan hareketle, katı atık üretimindeki artışa müdahale etmek için ülkeler yeni atık önleme programları oluşturmaktadır (Yılmaz ve Bozkurt, 2010).

## 4.3. Türkiye'de Katı Atık

Türkiye'de kentsel katı atık yönetimi konusundaki gelişmeler yavaş bir seyir göstermektedir. Ekonomik açıdan gelişmekte olan bir ülke olması, sanayileşme ve artan yasam standartları Türkiye'de katı atık miktarının artısını ve dolayısıyla bu atıkların bertaraf edilmesi sorununu beraberinde getirmiştir. Katı atıkların açık alanlarda depolanması seklindeki geleneksel metodu kullanan Türkiye, 28 Nisan 1993 tarihinde Ümraniye açık depolama sahasında gaz sıkışması sonucu 39 kişinin ölümü ile sonuçlanan patlama ile katı atıkların bertarafında yeni bir dönem başlatmıştır (Turan et al., 2009). Türkiye açısından, sosyo-ekonomik, teknik, demografik ve coğrafik şartlara uygun olarak gerçekleştirilmesi gereken katı atık yönetimi için sorunun çözümünde yetki ve sorumluluğa sahip olan bakanlık, merkezi yönetim kurum ve kuruluşları, yerel yönetimler, iş çevreleri, gönüllü kuruluşlar-dernekler ve bireylerin etkin katılımına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gereksinimlerle birlikte Türkiye'de katı atıkların toplanması ve yok edilmesi işlemleri temelde; 2872 sayılı Çevre Kanunu kapsamında çıkartılan 14.03.1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" ve diğer ilgili yönetmelikler (Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Ambalaj Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği, Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, Hafriyat Toprağı, inşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği) kapsamında yürütülmektedir. Atıkların toplanması, taşınması, depolanması, geri kazanımı ve bertarafından 5393 sayılı Belediye Kanunu ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu ile belediyeler yetkili ve sorumlu tutulmaktadır. Türkiye'de kentsel katı atık yönetimi uygulamaları çeşitlilik göstermektedir. Bu uygulamalardan yakma, kompostlama, sağlıklı ve düzenli depolama gibi modern bertaraf etme teknikleri ile birlikte ağırlıklı olarak gelişigüzel depolama ve çeşitli alıcı ortamlara sorumsuzca bırakma gibi çevre ve insan sağlığı üzerinde zararlı sonuçlar doğurabilecek yöntemler de kullanılmaktadır (Öztürk ve diğ., 2001; Yılmaz ve Bozkurt 2010).

1990'lı yıllarda benimsenmeye başlanarak Bursa, Mersin, Ankara, İstanbul, İzmir, İzmit ve Gaziantep gibi illerde yapımı tamamlanan düzenli depolama sahalarının etkili bir şekilde isletilememesi ve maliyetlerin dü-

şük tutulmak istenmesi, Türkiye'de katı atıkların yönetiminde kullanılan en yaygın yöntemin atıkların bos ve kontrolsüz bir sahaya dökülmesi sonucunu doğurmuştur. Gelişmiş ülkeler ile Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, çok cazip olmasına rağmen başarıya ulaşması için birçok politik, sosyal ve ekonomik faktörün birlikteliğini gerektiren geri kazanım projeleri uygulanmaktadır. Yürütülecek geri kazanım sistemleri için kararlı bir hükümet, belediye ve özel sektör finansman desteği, maksimum toplama ve geri dönüşüm, pazar geliştirilmesi ve eğitim ve bilgilendirme çalışmaları gerekmektedir. Ülkemizde kurulmuş olan birçok tesis, geri kazanılabilen atık miktarının yetersizliği, sokak toplayıcılarının etkisi, tesis kapasitesinin yüksek seçilmesi ve toplama işleminin sağlıklı yapılamaması gibi nedenlerle verimli biçimde çalıştırılamamaktadır (Karaman, 1998; Çay diğ., 2007; Yılmaz ve Bozkurt 2010).

## 4.4. Şırnak İlinin Kentsel Atık Potansiyeli

Şırnak ili ve ilçelerinde geri dönüşüm kapsamında yapılan araştırmalarımızda, Şırnak ili ve ilçelerin de bir gün içerisinde yaklaşık olarak 332 ton kentsel katı atık toplandığı tespit edilmiştir. Şehrin atık karakterizasyonu, yörenin ekonomik, sosyal ve jeopolitik özelliklerine bağlı olarak önemli değişiklikler göstermektedir. Şehir heterojen bir yapıda olduğundan dolayı, atık karakterizasyonu çalışmalarında kent farklı bölgelere ayrılarak yapılmıştır. Her bölgede ayrı ayrı yapılan atık üretimi ve bileşimi belirleme çalışmaları doğrultusunda ön fizibilite çalışması hazırlanmıştır. Şehrin evsel yerleşim yerleri düşük, orta ve yüksek gelir seviyesine sahip bölgeler olarak kategorize edilmiştir. Ticari ve endüstriyel bölgeler ise diğer önemli iki bölge olarak ele alınmıştır. Atık türlerine göre üretilen katı atık miktarı, atık karakterizasyonun tanımlanmış olan genel çerçeve doğrultusunda hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, Şırnak ilinin atıkların geri dönüşümü ve atıktan enerji üretimi potansiyeli diğer büyük şehirlere kıyasla daha az olduğu ortaya çıkmıştır. Buna rağmen yapılacak düzenlemeler ile bölgeye fayda sağlayabileceği kanısına varılmıştır. Şırnak ilinin katı atık yüzdeleri, toplama bölgeleri ve atığın geri dönüşümünden kazanılabilecek enerji miktarı aşağıdaki tablolarda detaylı olarak gösterilmiştir.

**Tablo 4.1:** Şırnak ilinin katı atık çeşitleri, yüzdeleri ve miktarı (ton/gün)

| Atık Çeşitleri | Yüzdeleri | ton/gün |
|---|---|---|
| **Yiyecek atığı** | 16,7 | 53.784 |
| **Karton-kağıt** | 4,34 | 14.408 |
| **Plastik** | 1 | 3.32 |
| **Naylon** | 1,2 | 3.984 |
| **Metal** | 1 | 3.32 |
| **Cam** | 1 | 3.32 |
| **Deri** | 0,3 | 0.996 |
| **Kemik** | 1,2 | 3.984 |
| **Lastik** | 0,3 | 0.996 |
| **Taş-toprak** | 4,66 | 15.471 |
| **Odun** | 0,3 | 0.996 |
| **Tekstil** | 1,5 | 4.98 |
| **Bahçe atıkları** | 6,1 | 20.252 |
| **İnce çöp** | 60,4 | 200.53 |
| **TOPLAM** | **100** | **332 TON** |

**Tablo 4.2:** Şırnak ilindeki toplanan atığın içeriği ve toplama bölgeleri

| Toplama Bölgesi | Su İçeriği % | Kül İçeriği % | Yanabilir % |
|---|---|---|---|
| **Düşük gelir seviyesi** | 57.2 | 16.4 | 26.4 |
| **Orta gelir seviyesi** | 53.3 | 17.7 | 29 |
| **Yüksek gelir seviyesi** | 49.6 | 19.4 | 31 |
| **Ticari** | 34.3 | 31.7 | 34 |
| **Endüstriyel** | 46.5 | 16.5 | 37 |

**Tablo 4.3:** Şırnak ilinde atık geri dönüşümden kazanılabilinecek enerji miktarı

| Şırnak Geri Dönüşümden Kazanılabilinecek Enerji Miktarı | |
|---|---|
| 1. Alternatif Enerji | |
| **Veriler:** | |
| **Senelik çöp miktarı** | 118.936 ton/yıl |
| **Günlük çöp miktarı** | 332 ton/yıl |
| **Saatlik çöp miktarı** | 13.83 ton |
| **Organik çöp oranı** | 40.0 % |
| **Isı Verimliliği** | 45,0 % |
| **Elektr. Verimliliği** | 45,0 % |
| **Kayıp Miktarı** | 10.0 % |
| **Yıllık çalışma süresi** | 8.000 hours |
| **Elektrik satış fiyatı** | 0.22 TL/kWh |
| **Isı satış fiyatı** | 0.07 TL/kWh |
| **CO2 emisyonu** | 3650 Ton |
| **Aydınlatma** | 97.000 Orta Gelirli Aileye elektrik sağlanır. |
| **Yıllık Enerji Geliri :** | |
| **Elektrik satışı** | 6.803.030 TL |
| **Isı satışı %100** | 1.331.330 TL |
| **TOPLAM KAZANÇ ( +/-%5 )** | **8.134.360 T L** |

## 4.5. Sonuç

Şırnak ilinde, geri dönüşüm ve geri kazanıma yönelik tesisinin gerekli yasal izinlerinin alınması ile kurulacak tesis bölgeye büyük kazanç sağlayacaktır. Bu tesiste üretilecek olan elektrik, ısı, gaz ve muhtelif atıkların, kamu kurum ve kuruluşlarca öngörülen sözleşme süresince alım garantisinin sağlanması ve tesis bünyesinde deneyimli teknik donanıma sahip kişilerin istihdamı sağlanması ile evsel ve kentsel atıkların geri dönüşümü ile önemli ölçüde katkı elde edilebilir.

## KAYNAKÇA

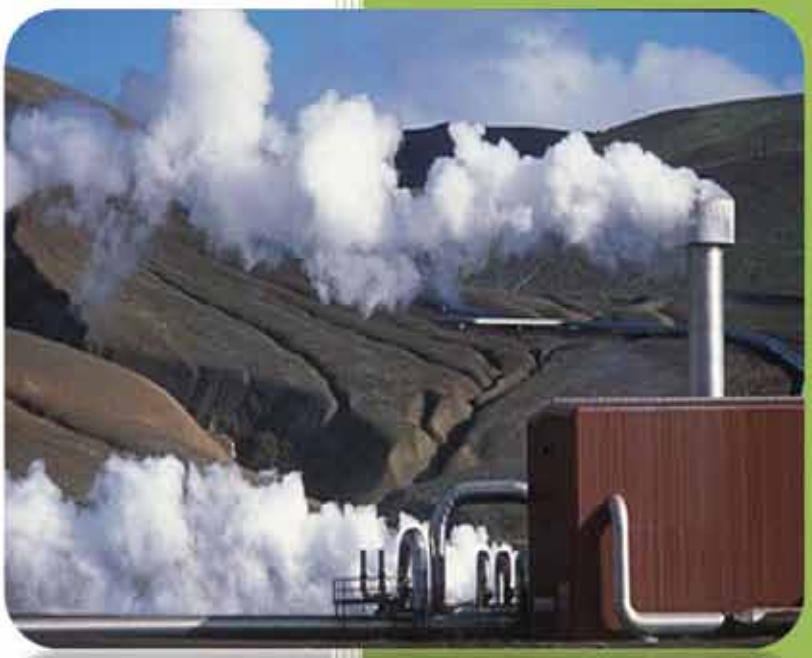
Casares, M. L., N. Ulierte, A. Mataran, A. Ramos and Zamorano M. (2005), "Solid Industrial Wastes and Their Management in Asegra (Granada, Spain)", Waste Management, 25(10), pp.1075-1076.
Cevreonline internet sitesi, www.cevreonline.com.
Çay, T., B. Nas, A. Berktay ve F. İscan (2007), "Katı Atık Deponi Alanlarının Yer Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Uygulaması", TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi Bildiriler Kitabı I-II, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ankara, s. 241.
Karaman, Z. T. (1998), Çevre Yönetimi ve Politikası, Anadolu Matbaacılık, Birinci Baskı, İzmir, s.291.

Milli Eğitim Bakanlığı (2011), Çevre Sağlığı, Evsel ve Kentsel Atıklar, Ankara.

Öztürk, İ., M. N. Kor, B. S. Tüylüoğlu, A. Özabalı ve B. H. Tezer (2007), "Türkiye'nin AB ile Uyumlu Bölgesel Katı Atık Yönetimi Ana Planı", AB Sürecinde Türkiye'de Katı Atık Yönetimi ve Çevre Sorunları Sempozyumu, 28-31 Mayıs 2007, İstanbul.
Turan, G. N., S. Çoruh, A. Akdemir ve O. N. Ergün (2009), "Municipal Solid Waste Management Strategies İn Turkey, Waste Management", 29(1): 465.
Yılmaz, A. ve Y. Bozkurt (2010), "Türkiye'de Kentsel Katı Atık Yönetimi Uygulamaları ve Kütahya Katı Atık Birliği (Kükab) Örneği", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 15(1), s.11-28.

V.BÖLÜM

# JEOTERMAL ENERJİ



## 5.1. Giriş

Teknolojik yeniliklere bağlı olarak gelişen endüstrinin enerji gereksinimi ve fosil yakıt kaynaklarının tükenmeye başlamasıyla ortaya çıkabilecek enerji krizi, konvansiyonel enerji kaynaklarının yerine geçebilecek, yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması ve kullanılma çabası üzerinde etkili olmuştur.

Sanayileşmiş ülkelerde fosil kaynakların yerine yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımı, etkin bir şekilde hayata geçirilmeye başlanmıştır. Temiz, evsel ve yenilenebilir enerji kaynakları sadece Türkiye için değil, tüm dünya için gelecek vaat etmektedir (Demirbaş, 2001). Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmez, ucuz, güvenilir, çevre dostu, yerli ve yeşil bir enerji türü olması nedeniyle, bilim adamlarını jeotermal kaynak arayışına yöneltmiştir.

Yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmez bir enerji kaynağı olması, Türkiye gibi jeotermal enerji açısından şanslı ülkeler için bir öz kaynak teşkil etmektedir. Yanma teknolojisi kullanılmadığı için sıfıra yakın emisyon oranıyla temiz ve çevre dostu bir enerjidir. Konutlarda, tarımda, endüstride, sera ısıtmasında ve benzeri alanlarda çok amaçlı ısıtma uygulamaları için ideal şartlar sunması; rüzgar, yağmur, güneş gibi meteoroloji şartlarından bağımsız olması; kullanıma hazır niteliği; fosil enerji veya diğer enerji kaynaklarına göre çok daha ucuz olması jeotermal enerjiyi önemli kılmaktadır. Ayrıca arama kuyularının doğrudan üretim tesislerine ve bazen de reenjeksiyon alanlarına dönüştürülebilmesi; yangın, patlama, zehirleme gibi risk faktörleri taşımadığından güvenilir olması; % 95'in üzerinde verimlilik sağlaması; diğer enerji türleri üretiminin (hidroelektrik, güneş, rüzgar, fosil enerji) aksine tesis alanı ihtiyacının asgari düzeylerde kalması; yerel niteliği nedeniyle ithalinin ve ihracının uluslararası konjonktür, krizler, savaşlar gibi faktörlerden etkilenmemesi; konutlara fuel-oil, mazot, kömür, odun taşınması gibi problematikler içermediği için yerleşim alanlarında kullanımının rahatlığı gibi nedenlerle büyük avantajlar sağlamaktadır (Çanakkale Jeotermal Saha Özet Fizibilite Raporu, 2009).

Jeotermal enerji, yer kabuğu içinde magmada, pluton ve radyoaktif elementlerin doğal parçalanmasından doğan yüksek sıcaklıkların etkisiyle oluşan ve yer kabuğu derinliklerinden yeryüzüne doğru çıkan ısı akımıdır. Yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 20oC'den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir. Düşük (20-70oC), orta (70-150oC) ve yüksek (150oC'den yüksek) entalpili (sıcaklıklı) olmak üzere genelde üç gruba ayrılmaktadır. Yüksek entalpili akışkandan elektrik üretiminde, düşük ve orta entalpili akışkandan ise ısıtma amacıyla yararlanılmaktadır.

Jeotermal enerji ile ısıtma günümüzde 200 TL/KW'lı ısı olmakla birlikte elektrik ısıtmaya göre 10,14 kat, fuel-oil ısıtmaya göre 8,4 kat, kömürle ısınmaya göre 6,8 kat daha avantajlıdır. Jeotermal enerji entegre kullanımda (elektrik, ısıtma, termal tesislerde, tarımda) daha da ekonomik olmaktadır. Bunların yanı sıra jeotermal akışkanlardan, kimyasal madde üretimi, kültür balıkçılığı, mantarcılık gibi çok değişik amaçlarla da yararlanılabilmektedir.

Bu çalışmada yenilenebilir enerjiler içinde maliyeti düşük fakat potansiyel açıdan zengin olduğumuz jeotermal enerji kaynakları üzerinde durarak, ülke ekonomisine ve Şırnak ili için yapabilecek katkılar incelenecektir. Türkiye'nin fosil kökenli enerji kaynakları açısından pek zengin olmaması konuyu önemli kılmaktadır.

## 5.2. Dünyada Jeotermal Enerji Kullanımı

Bugün dünyada jeotermal enerji, güneş enerjisi, biokütle enerjisi, rüzgar enerjisi, hidrojen enerjisi ve sanayi tesislerindeki atık enerji gibi ucuz ve ek bir kirlilik yaratmayan enerji kaynaklarının kullanılması yönünde araştırmalar hızlanmıştır. Bu nedenle tüm dünyada jeotermal enerji birden bire büyük önem kazanmıştır. Bugün bilindiği üzere birçok ülkede jeotermal enerjiden direkt ve dolaylı yollardan faydalanılmaktadır (Tugcu, 2002).

Jeotermal akışkandan elektrik üretimi dünyada ilk olarak 1904 yılında İtalya'da gerçekleştirilmiştir. Bugün İtalya, Amerika, Japonya, Filipinler ve Yeni Zelanda başta olmak üzere toplam 18 ülkede jeotermal enerjiden elektrik üretimi yapılmaktadır. Halen dünyadaki jeotermal enerjiye dayalı elektrik üretim kapasitesi 6275,3 MW düzeyindedir. 2000 yılında jeotermal kaynaklar 80'den fazla ülkede tanımlanmıştır ve 58 ülkede jeotermal enerjiden faydalanıldığı kayıtlara geçmiştir. Dünyada jeotermal enerjiyi doğrudan en çok kullanan ülkeler Tablo 5.1.'de verilmiştir.

**Tablo 5.1.** Dünyada Jeotermal Enerjiyi Direkt Olarak En Çok Kullanan Ülkeler

| Ülke | *Kurulu (MWt)* | *Üretim(GWh/yıl)* |
|---|---|---|
| Çin | *2282* | *10531* |
| Japonya | *1167* | *7482* |
| A.B.D. | *3766* | *5640* |
| İzlanda | *1469* | *5603* |
| Türkiye | *820* | *4377* |
| Yeni Zelanda | *308* | *1967* |
| Gürcistan | *250* | *1752* |
| Rusya | *308* | *1707* |
| Fransa | *326* | *1360* |
| İsveç | *377* | *1147* |
| Macaristan | *473* | *1135* |
| Meksika | *164* | *1089* |
| İtalya | *326* | *1048* |
| Romanya | *152* | *797* |
| İsviçre | *547* | *663* |

**Kaynak:** Demirbaş, (2009), Green Energy And Technology.

### 5.2.1. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları

Bilindiği gibi ortalama olarak yer ısısının yüzeyden itibaren her 33 m'de l °C yükseldiği kabul edilir. Fakat yapılan çalışmalarda bu ısının dünyanın bazı bölgelerinde çok yükseldiği anlaşılmıştır. Bu gibi ortalama ısının çok üstünde olan bölgelerin jeotermal enerji bakımından çok önemli olduğu görülür. Bu bölgeler yeryüzünde gelişigüzel dağılmış olmayıp belirli kuşaklarla gösterilir. Ayrıca yeryüzünde bugüne kadar tespit edilen deprem kuşaklarının da, bu ısı akımının yüksek olduğu aktif yarık zonlarla yakın ilişkide olduğu sonucuna varılmıştır. Yani depremler, çoğunlukla aktif fayların bulunduğu belirli kuşaklarda oluşmaktadır. Bu kuşaklar aynı zamanda bugün ve tarihi zamanlarda aktif olan volkanların bulunduğu kuşaklardır.

Jeotermal akışkanların çeşitli sıcaklık kademelerine göre farklı alanlarda değerlendirilmesi jeotermal yatırımları daha da ekonomik hale getirmektedir. Jeotermal enerjinin başlıca kullanım alanları; elektrik üretimi, konut ve sera ısıtmacılığıdır. Jeotermal enerji, ayrıca tropikal bitki ve balık yetiştirilmesinde, hayvan çiftlikleri

ile cadde ve hava alanı pistlerinin ısıtılmasında, yüzme havuzu, termal tedavi merkezleri ve diğer turistik tesislerde de kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra yiyeceklerin kurutulması ve sterilizasyonunda; konservecilik, kerestecilik ve ağaç kaplama sanayinde; kağıt ve dokuma endüstrisinde; ağartma maddesi olarak derilerin kurutulması ve işlenmesinde, şeker, ilaç ve pastörize süt fabrikalarında; soğutma tesislerinde ve çeşitli kimyasal maddelerin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Jeotermal enerjiden maksimum düzeyde yararlanmak ve akışkanın enerjisini en verimli şekilde kullanmak için, dış hava sıcaklığının, uygulama yerinin ve ortam sıcaklığının bilinme gerekir (Tugcu, 2002; DPT, 1996). Tablo 5.2. de jeotermal akışkanların sıcaklıklarına göre kullanım alanları verilmiştir.

**Tablo 5.2.** Jeotermal Akışkanlarının Sıcaklıklarına Göre Kullanım Alanları

| *°C* | *KULLANIM ALANI* | *Elektrik Üretimi* | *Isıtma* |
|---|---|---|---|
| 180 | *Yüksek Konsantrasyonlu solüsyonun buharlaşması, Amonyum absorpsiyonu ile soğutma* | + | |
| 170 | *Hidrojen sülfit yolu ile ağırsu eldesi, diyatomitlerin kurutulması* | + | |
| 160 | *Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması* | + | |
| 150 | *Bayer's yolu ile alüminyum eldesi* | + | |
| 140 | *Çiftlik ürünlerinin kurutulması (konservecilikte)* | | + |
| 130 | *Şeker endüstrisi, tuz eldesi* | | + |
| 120 | *Temiz su eldesi, tuzluluk oranının artırılması* | | + |
| 110 | *Çimento kurutulması* | | + |
| 100 | *Organik madde kurutma(Yosun, sebze,et vb.), yün yıkama* | | + |
| 90 | *Balık kurutma* | | + |
| 80 | *Ev ve sera ısıtma* | | + |
| 70 | *Soğutma* | | + |
| 60 | *Kümes ve ahır ısıtma* | | + |
| 50 | *Mantar yetiştirme, Balneolojik banyolar (kaplıca Tedavisi* | | + |
| 40 | *Toprak Isıtma, kent ısıtması( alt sınır )* | | + |
| 30 | *Yüzme havuzları, fermantasyon,damıtma,sağlık tesisleri* | | + |
| 20 | *Balık çiftlikleri* | | + |

**Kaynak:** DPT (2001), Sekizinci 5 Yıllık Kalkınma Planı.

### 5.2.1.1. Elektrik Üretiminde Kullanımı

Jeotermal kaynak kullanılarak elektrik üretimi sırasında çevreye $CO_2$ salınmadığından küresel iklim değişikliğiyle mücadelede kullanılması gereken önemli bir araçtır. Ayrıca kaynağın yerli olması elektrik üretiminde kaynak kullanımı açısından dışa bağımlılığı azaltmakta ve enerji arz güvenliğini sağlamada önemli bir rol oynamaktadır. Jeotermal enerjiye sahip tüm ülkelerde elektrik enerjisi üretimi yapılmaktadır.

Çeşitli araştırma tekniklerinin uygulanması sonucunda, jeotermal enerjinin oluştuğu uygun jeolojik koşullarda yapılan sondajlarla aşırı derecede ısınmış sular, yaş ve kuru buhar olarak yeryüzüne çıkarılmaktadır. Bu jeotermal akışkan, üzerindeki basıncın azalması ile su-buhar fazlarına ayrılmaktadır. Ayrılan buhar, jeotermal santrallere gönderilerek, elektrik enerjisine dönüştürülmekte, atık su ise, diğer ısıtma sistemlerinde kul-

lanılmakta veya yeraltına basılmaktadır. Yaş buhar, buhar yüzdesinin ve entalpisinin yüksek olması durumunda elektrik üretimi için daha verimli olmaktadır.

**Tablo 5.3.** Jeotermal Enerji Elektrik Üretiminde Kullanan Ülkeler Ve Kurulu Güçleri

| *Ülkeler* | *Kapasite (MWe)* |
|---|---|
| *ABD* | *2.979,2* |
| *Filipinler* | *893,5* |
| *Meksika* | *725.0* |
| *İtalya* | *635.2* |
| *Yeni Zelanda* | *286,0* |
| *Japonya* | *270,0* |
| *Endonezya* | *142,8* |
| *El Salvador* | *105,0* |
| *Nikaragua* | *70,0* |
| *İzlanda* | *50,0* |
| *Kenya* | *45,0* |
| *Çin* | *30,8* |
| *Türkiye* | *20,0* |
| *Rusya* | *11,0* |
| *Fransa (Guadeloupe)* | *4,2* |
| *Portekiz (Azores)* | *3,0* |
| *Yunanistan* | *2,0* |
| *Tayvan* | *3,0* |
| *Toplam (58 Adet Saha)* | ***6.275,6*** |

**Kaynak:** DPT (1996), Yedinci 5 Yıllık Kalkınma Planı.

Bugüne kadar jeotermal kaynakları, düşük, orta ve yüksek sıcaklıklı olarak derecelendirilmiş ve yüksek sıcaklık elektrik üretimi için kullanılmıştır. Ancak özellikle gelişmiş ülkelerde yapılan yeni araştırmalar, düşük ve orta sıcaklıklı kaynaklardan da elektrik enerjisi üretilebileceğini ortaya koymaktadır.

**Tablo 5.4.** Gelişmekte Olan Ülkelerde, Toplam ve Jeotermal Enerji Kaynaklı Elektrik Üretim Kapasiteleri

| Ülkeler | Toplam (MWe) | Jeotermal(MWe) | %Pay |
|---|---|---|---|
| Elsalvador | *703* | *95* | *13,5* |
| Filipinler | *7.038* | *894* | *12,7* |
| Nikaragua | *395* | *35* | *8,8* |
| Kenya | *719* | *45* | *6,2* |
| Meksika | *27.338* | *700* | *2,5* |
| Endonezya | *11.030* | *142* | *1,3* |
| Türkiye | *20.000* | *20* | *0,01* |

**Kaynak:** DPT (1996), Yedinci 5 Yıllık Kalkınma Planı.

### 5.2.1.2. Isıtmada Kullanımı

Jeotermal enerjiyi konut ısıtmasında çoğunlukla Fransa, Amerika, Çin, İzlanda, İtalya ve Türkiye kullanmaktadır. Düşük entalpili olarak değerlendirdiğimiz 70 °C' den düşük sıcaklıklarda da ısıtma yapılmaktadır. Isıtmanın en düşük değeri 40 °C olarak sınırlandırılmıştır. Ancak gün geçtikçe bu sıcaklığa sahip termal

kaynakların kullanım alanları artmaktadır. Özellikle mobilya, deri sanayinde ve toprak ısıtmada bu sıcaklığa sahip termal kaynaklar tercih edilmektedir.

Jeotermal enerjiden İzlanda, Fransa, Japonya, Yeni Zelanda, Türkiye, Macaristan, Kanada, Çin, Meksika, Arjantin, Kuzey Avrupa Ülkeleri, binaların ve kentlerin merkezi sistemle ısıtılmasında ve sıcak su kullanımında kullanırken, Sibirya ise toprak, cadde, havaalanı pistlerinin vb. alanların ısıtılmasında kullanmaktadır.Dünyanın çeşitli ülkelerinde seraların jeotermal enerji ile ısıtılması suretiyle turfanda sebzecilik, meyvecilik ve çiçekçilik yapılmaktadır (Demirel, 1998). Macaristan, İtalya, Türkiye, ABD, Japonya, Meksika, Doğu Avrupa Ülkeleri, Yeni Zelanda ve İzlanda'da 30°C'den fazla sıcaklıktaki akışkan kullanılarak seralar ısıtılmaktadır.

Jeotermal enerjinin açık alanlarda toprak ısıtması ile ilgili uygulaması olmamakla birlikte Belçika, Fransa ve İtalya'da nükleer santrallerin düşük sıcaklıktaki atık suların bu amaçla kullanımı bu sahayı da jeotermal enerji açısından cazip hale getirmektedir.

### 5.2.1.3. Endüstriyel Kullanımı

Jeotermal enerjinin endüstriyel alanda birçok kullanım şekli bulunmaktadır. Kerestecilikte ve ağaç kaplama sanayisinde (Yeni Zelanda, Meksika, B.D.T), kâğıt ve kağıt hamuru işlemede (Yeni Zelanda, İzlanda, Japonya, Çin, B.D.T), dokuma ve boyamacılıkta (Yeni Zelanda, İzlanda, Çin ve B.D.T), derilerin kurutulması ve işlenmesinde (Japonya vb.), bira ve benzeri endüstrilerde mayalama ve damıtmada (Japonya), soğutma tesislerinde (İtalya, Meksika), beton blok kurutulmasında (Meksika), soğutularak içme suyu olarak kullanmada (Macaristan, B.D.T, Tunus, Cezayir), yıkama amaçlı olarak çamaşırhanelerde (Japonya) kullanılmaktadır (Demirel, 1998).

### 5.2.1.4. Tarımsal Ürün Kurutmada Kullanımı

Aşağıda verilen tabloda bazı tarımsal ve endüstriyel işlemlerde gereksinim duyulan sıcaklık değerleri verilmiştir. Ancak hem işleme teknolojisindeki gelişmeler, hem de yeni ısıtma şekilleri bu sıcaklık değerlerini önemli ölçüde azaltmıştır.

**Tablo 5.5.** Çeşitli Tarımsal ve Endüstriyel İşlemlerde Gereksinim Duyulan Sıcaklık Değerleri

| *Tarımsal Ve Endüstriyel İşlemler* | *Sıcaklık (°c)* |
|---|---|
| Tahılların Kurutulması | *40-80* |
| Yeşil Bitkilerin Kurutulması | *80-135* |
| Sera Isıtması | *60-130* |
| Toprak Isıtma | *20-35* |
| Kümes Ahır Isıtma | *25-60* |
| Süt Sağım Bölgeleri | *40-95* |
| Sulama | *20-35* |
| Balık Üretme | *15-35* |
| Mantar Yetiştirme | *20-50* |
| Gıda Koruma | *90-150* |
| Süt İşleme | *70-120* |
| Et İşleme | *40-85* |

**Kaynak:** Yiğit, 1994.

Dünya üzerinde yalnızca on ülke tarımsal ürünlerin kurutulmasında jeotermal enerjiyi kullanmaktadır (Lund and Freeston, 2000; Mertoğlu ve diğ.,2003). Yiyeceklerin kurutulmasında (balık, yosun vb.) ve arınık edilmesinde, konservecilikte (Japonya, ABD, İzlanda, Filipinler, Yeni Zelanda, Tayland), tropikal bitki (Japonya) ve balık (Japonya'da timsah yetiştiriciliği dahil, Filipinler, Çin, İzlanda) yetiştirilmesinde kullanılmaktadır.

Mantar yetiştiriciliğinde uygun klima koşulları özellikle, sıcaklık, nem ve havalandırmanın tam olarak sağlanmasına bağlıdır. Bu nedenle üretim odalarının klima düzenlenmesinde ya da pastörizasyon odalarında jeotermal enerjiden yararlanılmaktadır.

### 5.2.1.5. Soğuk ve Kar Çözmede Kullanımı

Yol yüzeylerinde soğuk ve kar çözme projesi uygulamaları çok sınırlı bir şekilde Arjantin, İzlanda, Japonya, İsviçre ve Amerika'da görülmektedir. (Lund and Freeston, 2000; Mertoğlu ve diğ.,2003).

### 5.2.1.6. Termal Turizmde Kullanımı

Kaplıca tedavisi ya da tıp diliyle "'Balneoterapi", tennalizm ve klimatizmi bütünleştiren, maden suyu ile kaynağın bulunduğu yöreye özgü iklim koşullarının ve bunları tamamlayan biyolojik ortamın kür şeklinde uygulanmasıyla, önemli tedavi etkinlikleri, jeotermal akışkanlarının kullanım alanlarının en yaygını olarak ülkemizde görülmektedir (Arasıl, 1991).

### 5.2.1.7. Sulamada Kullanımı

Tuzluluk değeri yüksek olmayan jeotermal sular herhangi bir sulama kaynağının bulunmadığı kıraç alanlarda kullanılabilir. Ancak düşük tuzluluk değerine sahip olan jeotermal sulara (özellikle yüksek sıcaklıkta ise) çok seyrek rastlanmaktadır. Ayrıca sıcaklığı 60°C'den daha yüksek olan jeotermal suların kullanılmadan önce soğutulması gerekir. Jeotermal suların sulamada kullanımı ile ilgili örnekler İsrail ve Tunus'tadır. Özellikle suyun çok pahalı ve kıt olduğu İsrail'de çalışmalar yoğun olarak sürdürülmektedir.

### 5.2.1.8. Jeotermal Akışkanlardan Mineral Üretiminde Kullanımı

Jeotermal akışkandan ticari değeri olan minerallerin üretilmesi mümkündür ($CO_2$, NaCl, KCl, LiCl, $PbSO_4$ vb). Ülkemizde 1986 yılından beri Kızıldere jeotermal elektrik santralinin atığı olan karbondioksit ($CO_2$) değerlendirilerek, entegre olarak sıvı karbondioksit ve kuru buz üretimi (ABD, Türkiye) yapılmaktadır. Yılda 120.000 ton civarında üretim yapan fabrika, Türkiye'nin sıvı karbondioksit ihtiyacının %50'sini karşılamaktadır. Jeotermal akışkan, borikasit, amonyum bikarbonat, ağır su (döteryum oksit- $D_2O$), amonyum sülfat, potasyum klorür vb. kimyasal maddelerin elde edilmesinde (İtalya, ABD, Japonya, Filipinler, Meksika) kullanılır (DPT, 2001; Arslan, 2006).

**Tablo 5.6.** Dünyada Jeotermal Enerjinin Elektrik Üretimi Dışında Kullanım Kapasiteleri

| *Ülkeler* | *Kapasite (MWt)* |
|---|---|
| Japonya | *3.321* |
| Çin | *2.154* |
| Macaristan | *1.276* |
| B.D.T. | *1.133* |
| İzlanda | *900* |
| ABD | *463* |

| | |
|---|---|
| İtalya | 360 |
| Fransa | 337 |
| Bulgaristan | 293 |
| Yeni Zelanda | 258 |
| Romanya | 251 |
| Türkiye(*) | 246 |
| Eski Yugoslavya | 112,7 |
| Eski Çekoslovakya | 105 |
| Belçika | 93 |
| Tunus | 90 |
| Etiopya | 38 |
| İsviçre | 23 |
| Yunanistan | 18 |
| Cezayir | 13 |
| Kolombiya | 12 |
| Avusturalya | 11 |
| Guatemala | 10 |
| Polonya | 9 |
| Almanya | 8 |
| Avusturya | 4 |
| Kanada | 2 |
| Ngiltere | 2 |
| Danimarka | 1 |
| Tayland | 0,4 |
| DİĞERLERİ (Kenya, Meksika, Hindistan, Vietnam, İspanya, İsrail, Vb.) | 1.500 |
| TOPLAM | 13.044 |

**Kaynak:** DPT (2001), Sekizinci 5 Yıllık Kalkınma Planı.

## 5.3. Türkiye'de Jeotermal Enerjinin Kullanımı

Türkiye jeotermal kaynakları bakımından dünyanın sayılı ülkeleri arasında yer almaktadır. Ülkemiz 31500 MWt'lik jeotermal potansiyel ile Dünyada ilk 10 Ülke arasındadır. Türkiye jeotermal kullanımında Dünya'da 5. Avrupa'da 1.'dir (www.eie.gov.tr). MTA tarafından bugüne kadar 265 bin metre sondajlı arama yapılarak 207 adet saha keşfedilmiş ve doğal çıkışlarla birlikte 4.730 MWt ısı enerjisi elde edilmiştir. Ülkemizde 40 yılda, görünür hale getirilen jeotermal kaynak ısı kapasitesi 3.100 MWt iken, 2004 yılından sonra yapılan çalışmalarla yaklaşık yüzde 45 arttırılarak 4.730 MW'te yükseltilmiştir.Günümüze kadar çeşitli kuruluşlarca yapılan çalışma ve araştırmalar, ülkemizde 170 adet jeotermal sahanın varlığını ortaya koymuştur (Akkuş ve diğ., 2005). Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde bulunan ve genç tektonik etkinlikler sonucu gelişen grabenlerin, yaygın volkanizmanın, doğal buhar ve gaz çıkışlarının, hidrotermal alterasyon ve sıcaklıkları yer yer 102°C'ye ulaşan 900'ün üzerindeki sıcak su kaynağının varlığı, Türkiye'nin önemli bir jeotermal enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Türkiye'de elektrik üretimine yönelik ilk uygulamalar, 1968 yılında Denizli-Kızıldere sahasının geliştirilmesi ile başlamış ve 1974'de 0.5 MWe kapasiteli pilot santral devreye girmiştir. Daha sonra 1984 yılında TEK tarafından 20.4 MWe kapasiteli bir santral kurulmuştur (DPT, 2001). Türkiye'de 40°C'nin üzerinde jeotermal akışkan içeren 140 adet jeotermal saha bulunmaktadır. Aşağıdaki Tablo 5.7' de 2009 yılına ait, 100 °C'nin üzerinde bulunan jeotermal akışkanlardan elektrik üretim sahaları ve kurulu güçleri belirtilmiştir.

**Tablo 5.7.** 100 °C Üzerinde Bulunan Jeotermal Akışkanlardan Elektrik Üretim Sahaları

| Jeotermal Saha | Kurulu Güç (MWe) | Sıcaklık(°C) | İşletme Durumu |
|---|---|---|---|
| Denizli-Kızıldere | 15 | 242 | İşletmede |
| Aydın-Sultanhisar Dora-1 | 7.95 | 162 | İşletmede |
| Aydın-Sultanhisar Dora-2 | 9.5 | 162 | İnşa Halinde |
| Aydın-Germencik | 47.4 | 232 | İşletmede |
| Çanakkale-Tuzla | 7.5 | 174 | İnşa Halinde |
| Denizli-Kızıldere (Kızıldere jeotermal sahanın atığı sudan) | 6.85 | 140 | İşletmede |

**Kaynak:** www.eie.gov.tr

Günümüzde MTA Genel Müdürlüğü'nün ortaya çıkarmış olduğu bu jeotermal potansiyelden elektrik üretimi, konut-sera ısıtılması, termal turizm gibi alanlarda yararlanılmaktadır. Türkiye'de, 827 MWt'lik kısmı (103.000 konut eşdeğeri) konut, sera, termal tesis, vb. ısıtmasında, 402 MWt'lik kısmından ise 215 adet termal tesiste yararlanılmaktadır (Çanakkale Jeotermal Saha Özet Fizibilite Raporu, 2009).

**Tablo 5.8** Türkiyede Jeotermal İle Isıtılan Sera Alanları

| Yer | Sera Alanı Dekar | Tahmini Güç (MWt) |
|---|---|---|
| Dikili | 240 | 42 |
| Urganlı | 20 | 3.5 |
| Simav | 180 | 31.5 |
| Gümüşlük-Kuşadası | 80 | 14 |
| Edremit | 50 | 9 |
| Tuzla | 50 | 9 |
| Gediz | 9 | 1.5 |
| Afyon | 20 | 3.5 |
| Alaşehir | 20 | 3.5 |
| Urfa | 60 | 10.5 |
| Balçov | 80 | 14 |
| Toplam | **809** | **142** |

**Kaynak:** Serpen, 2005.

**Tablo 5.9.** Türkiye'de Merkezi Isıtma İmkanı Bulunan Bazı Yerleşim Birimleri

| | | | |
|---|---|---|---|
| Afyon | Akyazı | Aydın | Bademli |
| Balçova | Balıkesir | Balya | Bigadiç |
| Bolvadin | Buldan | Bursa | Denizli |
| Dikili | Edremit | Emet | Erciş |
| Erzurum | Gediz | Germencik | Güre |
| Havran | Havza | Hisaralan | Ilgın |
| Ilıca | İzmir | Karacasu | Kızılcıhamam |
| Kozaklı | Kuzuluk | Nazilli | Sarayköy |
| Pamukçu | Pasinler | Reşadiye | Sakarya |
| Salavatlı | Salihli | Sandıklı | Seben |
| Seferihisar | Sındırgı | Sivas | Sorgun |
| Susurluk | Turgutlu | Yenice | Yozgat |

**Kaynak:** DPT (1996), Yedinci 5 Yıllık Kalkınma Planı.

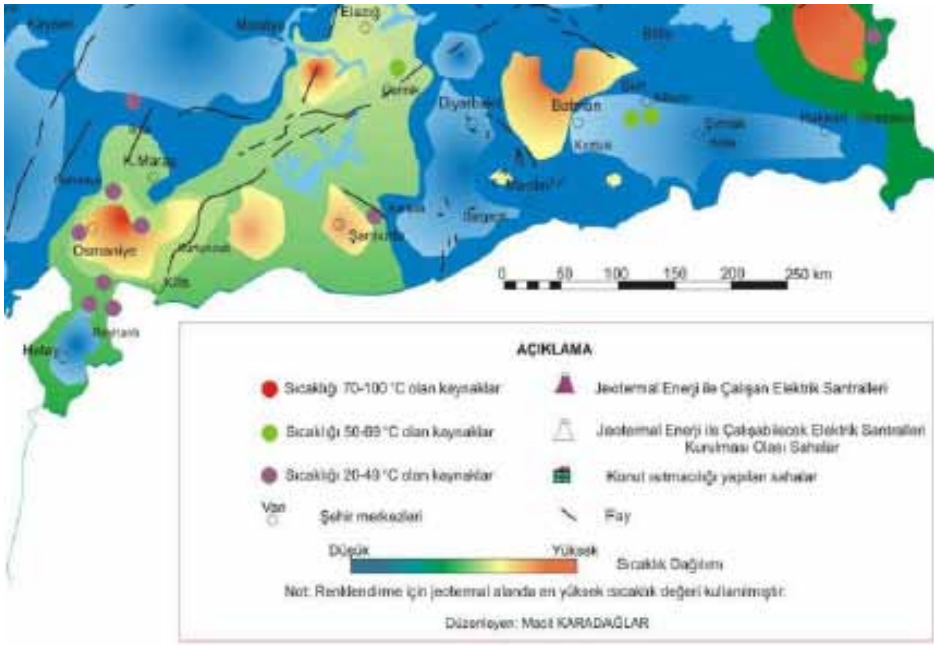
## 5.4. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Şırnak İli Jeotermal Enerji Potansiyeli

Güneydoğu Anadolu Bölgesi tektonik yapısı ve stratigrafisi itibariyle jeotermal enerji için gerekli hazne kaya ve örtü kaya özelliklerine sahip olmasının yanında, bölgede oluşan fay sistemleri ve özellikle gerilme çatlakları boyunca yerin derinliklerine kadar inen sular jeotermal enerji için gerekli akışkanın oluşmasını sağlayabilecek konumdadır (İmamoğlu, 2009).

Bölge genelinde kuzey-güney yönlü sıkışmanın etkisiyle yer kabuğu doğu-batı yönünde bir gerilmeye tabi olmuş ve oluşan gerilme çatlakları boyunca astenosferden olivinli bazaltik magma yükselmiştir. Diyarbakır-Şanlıurfa-Mardin arasında kalan Karacadağ bölgesinde, Gaziantep Yavuzeli yöresinde ve İdil-Cizre yöresinde yüzeye kadar çıkan bazaltik magma birkaç evre halinde akarak geniş alanları lav akıntıları altında bırakmıştır. Batman'ın kuzeyinde olduğu gibi, yeryüzüne ulaşmayan magma birkaç yerde sokulumlar yaparak sıcak alanlar meydana getirmiştir. Bu durum MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan, bölgenin ısı akısı haritasında açıkça görülmektedir (İmamoğlu, 2009).

Jeotermal kaynaklar açısından Güneydoğu Anadolu Bölgesi önemli bir paya sahiptir. Bölgede Diyarbakır - Çermik, Batman - Taşlıdere, Siirt - Billoris, Şırnak - Hısta, Şanlıurfa - Karaali, Mardin - Dargeçit-Germav, Adıyaman – Tilek ve Gaziantep - Kartalköy'de bulunmaktadır.

**Şekil 5.1.** Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Jeotermal Enerji Durumu




Kaynak: www.mta.gov.tr

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde tespit edilmiş jeotermal kaynaklar ve kullanım amaçları şu şekildedir;

- Diyarbakır'da 510˚C sıcaklığında pompaj sulamalı bir kuyu faaliyette olup, bölgede yer alan çoğu pansiyon, kaplıca tesisleri ile Dicle Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezi bu sıcak sudan faydalanmaktadır.
- Gaziantep Kartalköy'de 270˚C sıcaklıktaki kaynaklardan içmece olarak faydalanılmaktadır.
- Mardin Germav Ilısu kaynağı 63.5˚C sıcaklıkta olup Özel İdare'ye ait iki havuza gelen sıcak su şifalı su olarak kullanılmaktadır.
- Siirt'te Billoris jeotermal alanında 30-35˚C sıcaklıklarında 5 tane kaynak mevcuttur.
- Şanlıurfa Karaali jeotermal alanında 39-49˚C sıcaklıkları arasında faaliyet gösteren 5 kuyu suları kaplıca olarak kullanılmaktadır.

- Batman Kozluk-Taşlıdere jeotermal alanındaki Holi kaplıcası 83˚C sıcaklığa sahip olup bu kaynaktan kaplıca ve sera ısıtma amaçlı yararlanılmaktadır.
- Şırnak Güçlükonak Hısta jeotermal alanında 67˚C sıcaklığındaki kaynak kaplıca olarak kullanılmaktadır.
- Diyarbakır Çermik ilçesindeki mevcut jeotermal sular 51˚C sıcaklığında ve 21 lt/sn debisindedir. Şanlıurfa/Karaali Köyünde yapılan sondaj çalışmaları sonucunda 51˚C sıcaklığındaki sıcak sular seraların ısıtma sisteminde ve romatizmal hastalıkların tedavisinde kaplıca olarak kullanılmaktadır (Ergün ve Atay Polat, 2011).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde devam eden Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında yer alan 9 ilimizden biri olan Şırnak ilinin Güçlükonak ilçesine bağlı Hısta, Zümrüt Dağı, Besta ve Nasfaran jeotermal kaynakları bulunmaktadır. Bu jeotermal alanlarda bulunan tesislerde, suyun kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerinde yeterli çalışma ve fizibilite raporları bulunmamaktadır. Bu amaçla Şırnak ilinin jeotermal alanlarının zenginliği üzerinde çalışmaların bir an önce yapılması gerekmektedir.

Hısta Kaplıcası, Güçlükonak ilçesinde yer almaktadır. Bölgenin en yüksek ısılı sıcak su kaynağı olup, sıcaklığı 67 ºC'dir. Kaplıca suyu kalsiyum ve sülfit içermektedir. Debisi 7 lt/sn, PH: 7.15 olarak belirlenmiştir. Mevcut debinin arttırılabileceğini gösteren hidrojeolojik şartlar mevcuttur. Kaplıca banyosu romatizmal hastalıklar ile kadın hastalıklarında yararlı olmaktadır.

Zümrüt Dağı Kaplıcası, Beytüşşebap ilçe merkezine 7 km uzaklıktaki Ilıcak köyündedir. Debisi 1 lt/sn olarak tahmin edilmekte olup, su sıcaklığı 39 ºC'dir. Su banyosu ise cilt, böbrek ve romatizmal hastalıklara yararlıdır.

Besta Kaplıcası, İl Merkezinin 30 km kuzeydoğusundadır. Biri çamur banyosu, diğeri su banyosu ve içme olarak yararlanılan iki kaplıca halindedir. Cilt, kadın hastalıkları ve romatizmal hastalıkların şifa bulduğu bu kaplıcalara yaya veya binek hayvanlarla ulaşılabilmektedir.

Nasfaran Kaplıcası, Merkez Kumçatı Beldesi'ne birkaç km uzaklıktadır. Bu kaplıcada, biri çamur banyosu, diğeri su banyosu ve içme olarak yararlanılan iki kaynak bulunmaktadır. Çamur banyosunun sivilce, egzama ve mantar hastalıklarını tedavi ettiği söylenmektedir (İl Çevre Orman Müdürlüğü, 2005).

### 5.4.1 Şırnak İli Güçlükonak İlçesi Hısta Jeotermal Kaynağı

Hısta Kaplıcası, Düğünyurdu köyü içinde

Güçlükonak ilçesine 10 km uzaklıkta olup, ortalama 250 m batısındaki Dicle nehri kıyısında yer almaktadır. Kaplıca yolunun işlek olmaması ve inşasının yeterli olmamasından dolayı kaplıcaya gereken ilgi gösterilmemektedir (Özel ve Bekişoğlu, 2002).

**Şekil 5.2.** Hısta Jeotermal Kaynağının Çıkış Yeri ve Hamam

**Kaynak:** Özel ve Bekişoğlu, 2002.

### Kimyasal Sınıflandırma

Refik Saydam Merkez Hıfzısıhha Enstitüsünün kaplıcaya ait 19 Eylül 1964 tarihinde 2523 sayılı tahlil raporu aşağıda belirtilmiştir.

**Suyun mevkii:** Hısta Kaplıcası (Koçtepe Köyü)

| Görünür | Berrak |
|---|---|
| **Tortu** | Az var |
| **Amonyak** | Var |
| **HS.(litrede) Kükürtlü hidrojen** | 782Mgr. |
| **Uzvi madde için sarf olunan oksijen** | 232 Mgr. |
| **Serbest karbondioksit gazı** | Yok |

| Katyonlar | Mgr. | Milival |
|---|---|---|
| **Sodyum iyonat** | 287244 | 12489 |
| **Kalsiyum (Ca)** | 204000 | 10200 |
| **Magrasyum (Mgr)** | 67200 | 5600 |
| **Demir Alüminyum (Fe, Al)** | 5528 | 400 |
| **İyon** | 28689 | |

| Anyonlar | Mgr. | Milival |
|---|---|---|
| **Metesilkat iyonu ($H_2$, Si, $O_3$ )** | 80600 | 400 |
| **Hidrokarbonat ($HeO_3H$)** | 244000 | 3352 |
| **Klor iyonu (Cl)** | 119000 | 21337 |
| **Sülfat iyonu ($SO_4$)** | 1024000 | ---- |
| **Nitrat** | --- | --- |
| **Nitrit** | --- | --- |
| **Kurul hülasa** | 1850 | --- |

Analiz tarihi : 31 Mayıs 1975 (Türkiye Maden Suları Raporundan alınmıştır)

| İyonlar | mg/l | milival /l | % milival |
|---|---|---|---|
| **Amonyum $NH_4$** | 12.2000 | 0.6777 | 2.6292 |
| **Lityum Li** | 0.0116 | 0.0016 | 0.0062 |
| **Sodyum Na** | 33.8757 | 1.4735 | 5.7164 |
| **Potasyum K** | 18.6624 | 0.4773 | 1.8516 |
| **Kalsiyum Ca** | 243.000 | 17.1500 | 66.5347 |
| **MagnezyumMg** | 72.3010 | 5.9506 | 23.0853 |
| **Demir Fe** | 0.3250 | 0.0116 | 0.0450 |
| **Alüminyum Al** | 0.2725 | 0.0303 | 0.1175 |
| **Çinko Zn** | 0.1300 | 0.0039 | 0.0151 |
| **Toplam** | **480.778** | **25.7765** | **100.0000** |

| Klorür Cl | 210.000 | 5.9238 | 22.9401 |
|---|---|---|---|
| **İyodür İ** | 0.0400 | 0.0003 | 0.0011 |
| **Bromür Br** | 0.0500 | 0.0006 | 0.0023 |
| **Fluorür F** | 2.3000 | 0.1211 | 0.4689 |
| **Sülfat $SO_4$** | 800.000 | 16.6666 | 64.5421 |
| **Nitrat $NO_3$** | 0.4430 | 0.0071 | 0.0274 |
| **Nitrit $NO_2$** | ---- | ---- | ---- |
| **Hidrofosfat $HPO_4$** | 0.2777 | 0.0057 | 0.0220 |
| **Bikarbonat $HCO_3$** | 225.7000 | 3.1000 | 12.0048 |
| **Hidroarsenat $HasO_4$** | 0.2128 | 0.0030 | 0.0116 |
| **Toplam** | **1050.8017** | **26.8047** | **100.0000** |

| Metasilikat asidi $H_2SiO_3$ | 37.1800 |
|---|---|
| **Metaborik asit $HB_2$** | 1.0125 |
| **Toplam sülfür $SH_2$** | 273.5000 |
| **Toplam** | 310.68 |
| **Genel Toplam** | **1361.4817** |

Gazlar

| Serbest karbondioksit | 30.80 mg/ l |
|---|---|
| **Serbest kükürtlü hidrojen** | 210.0 mg/l |
| **Serbest oksijen** | --- mg/l |

Fiziko-kimyasal özellikler

| İletkenlik | 1.9 x $10^{-3}$ mho |
|---|---|
| **Sıcaklık** | 63 C º |
| **PH** | 6.9 |

Radyoaktivite

| Toplam alfa aktivitesi | 491.08 ± 18.76 Pci/l |
|---|---|
| **Toplam bete aktivitesi** | 112.50 ± 5.77 Pci/l |
| **Radon Rn222** | 1471 Pci/l |
| **Radyum Ra226** | 63.46 Pci/l |
| **Uranyum 228** | 0.400 mikrogr/l |
| **Debi** | 2.5 l/s |

Termal kaynak suyu Sülfat (% 64.54 milival), Klorür (% 22.94 milival), Kalsiyum (% 66.53 milival), Magnezyum (% 23.08 milival) ve Hidrojen Sülfürlü (273.5 mg/l) içeren sular sınıfına girmektedir (Özel ve Bekişoğlu, 2002).

### Fiziksel Sınıflandırma

Hipertermal (6ºC), Hipotonik (32.77 milimol/l) termal sudur. PH 6.9, toplam mineralizasyonu 1.36 mg/l'dir.

Özellikleri;

- Hısta Kaplıca suları ile kaplıca yakınındaki yerleşim birimleri, oluşturdukları küçük ölçekli meyve ve sebze bahçelerini kaplıcanın mineralli suları ile yetiştirmektedirler. Sebzecilikte kullanılan sulama suyu mineral bakımından zengin olduğu için oldukça iyi verim elde edilerek mevsim normallerine göre birkaç defa ürün alınmaktadır.
- Suyu sülfürlü, sodyum, kalsiyum sülfatlı sular grubundadır. Orta düzeyde demir mevcuttur. Diüretik tesiri vardır (Özel ve Bekişoğlu, 2002).

## 5.5. Sonuç

Türkiye jeotermal enerjiyi öncelikli enerji alanları arasına koymak zorundadır. Dünyanın jeotermal kaynaklar açısından en zengin ülkelerinden biri olan Türkiye, şimdiye kadar bu kaynaklarını yeterince kullanamamış ve yeterince araştırmalar yapılmamıştır. Ayrıca Şırnak İlinin de jeotermal enerji kaynaklarının araştırılması ve kullanımında ciddi bir planlama ile gerçek jeotermal potansiyeli ve envanteri ortaya konulmalıdır.

Şırnak ilinin jeotermal potansiyeli ve mevcut kaynak suların analiz verileri 25-30 sene öncesine dayanmakta ve güncellenmiş bilgiye ulaşma konusunda sıkıntı yaşanmaktadır. İlde tespit edilen noktaların jeotermal modelinin ortaya konulması; mevcut kaynakların kaplıca olarak ne kadar faydalı olduğu ve en önemlisi de suların mevcut debilerinin ve sıcaklıklarının arttırılabilirliliği konusunda araştırma yapılması gerekmektedir.

Jeotermal kaynakların en uygun koşullarda aranması, işletilmesi ve kullanılabilmesi için bir jeotermal enerji yasasına acil olarak ihtiyaç vardır. Bu yasa ülkemizde büyük bir potansiyele sahip olan jeotermal kaynakların geliştirilmesi açısından büyük yarar sağlayacaktır.

Fosil yakıtlara dayalı enerji üretimine kıyasla daha ucuz, yenilenebilir, çevre açısından daha temiz ve yerli enerji kaynağı olması nedeniyle, jeotermal kaynakların araştırılması ve geliştirilmesine öncelik verilmeli sektörde yatırımlar özendirilmelidir. Bu enerji uzun ömürlü olup, maliyeti diğer konvansiyonel enerji kaynaklarına göre çok daha ucuzdur. Bu enerjinin çok yönlü kullanılması durumunda, fosil enerji kaynaklarından büyük ölçüde tasarruf sağlanacaktır.

Jeotermal enerji açısından jeotermal kaynaklara sahip, ancak ilave teknolojiler kullanılmadan bu kaynaklar elektrik üretiminden ziyade; sera, termal tesis, ısıtma, tarım ve endüstriyel kullanımın amaçlarına da uygunluğu araştırılmalıdır. Bu kullanım alanlarıyla Şırnak ilinde kurulacak olan küçük işletmeler, ekonomiye büyük destek sağlayacaktır.

Jeotermal kaynakların Şırnak ili için gelişmiş teknoloji ile yüksek verimli ve entegre kullanımlarına yönelik Ar-Ge çalışmaları artırılmalıdır. Özellikle, jeotermal enerjinin elektrik enerjisine dönüşüm verimini artıran (çift buharlaştırmalı sistemler) ve düşük sıcaklıktaki jeotermal akışkanlardan elektrik üretimine imkân sağlayan yeni teknolojiler (İkili Çevrim Teknolojileri) üzerinde durulmalıdır. Bu teknolojilerin kaçak elektrik kullanımında düşüş sağlanması amaçlanmalıdır. Ayrıca düşük entalpili sahaların yerleşim alanlarının ısıtılmasında, seracılık ve bazı endüstriyel alanlarda kullanılmasını içeren projelerin geliştirilmesi ve desteklenmesiyle oluşacak yeni istihdam alanları ile ilin işsizlik oranının azaltılması planlanmalıdır.

Kaplıcanın tıbbi faydasının yanı sıra mitolojik özellikleri taşıdığından yapılacak tanıtımlar ile iç ve dış turistlerin ilgi odağı haline getirilebilir.

# KAYNAKÇA


Akkus, İ., H. Akıllı, S. Ceyhan, A. Dilemre, ve Z. Tekin (2005), Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlügü, Ankara, s.729.

Arasıl,T. (1991), "Termal Suların Sağlık Alanında Kullanımı", Anatolia Dergisi, Yıl:2, Sayı:17-18, İzmir.

Arslan, E. (2006), Jeotermal Enerjiden Yararlanılarak Kuyu İçi Eşanjörü Yardımıyla Konut Isıtılması ve Sıcak Su İhtiyacının Karşılanması, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.

Çanakkale Jeotermal Saha Özet Fizibilite Raporu, 2009.

Demirbaş, A. (2001), "Energy Balance, Energy Sources, Energy Policy, Future Developments And Energy Investments In Turkey", Energy Conversion And Management, Vol.42, pp.1239-1258.

Demirbaş, A. (2009), "Green Energy And Technology, Biohydrogen Future For Engine Fuel Demands", London, Springer.

Demirel, M. (1998), Jeotermal Enerjinin Yerleşim Alanlarına Etkisi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Kütahya.

DİKA (2010), Dicle Bölgesi Enerji Ön Raporu.

DPT (1996), Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Jeotermal Enerji, Ankara.

DPT (2001), Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Jeotermal Enerji, Ankara.

Ergün, S. ve M. Atay Polat (2011); "Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyelinin Bölgenin Gelişimine Katkısı", VI. Yeni Ve Yenilenebilir Enerji Sempozyumu, 21-22 Ekim 2011, Kayseri.

İmamoğlu, M. Ş. (2009), "Tektonik Yapısı Ve Stratigrafisi Işığında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Jeotermal Enerji Potansiyelinin Değerlendirilmesi", V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır.

İl Çevre Ve Orman Müdürlüğü (2005), "İl Çevre Müdürlüğü Envanter Verileri", Şırnak.

Lund, J.W. and D. H. Freeston (2000), "World-Wide Direct Uses Of Geothermal Energy", Japan.

Mertoğlu, O., N. Bakır ve T. Kaya (2003), "Geothermal Applications In Turkey", Geothermics, Vol.32, pp.419-428.

Özel, N., T.C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa.

Özel, N. ve Ş. Bekişoğlu (2002), Güneydoğu Anadolu Bölgesi Termal Su Kaynaklarının Seracılık ve Termal Turizmde Değerlendirilmesi, Şanlıurfa.

Özel, N. (2001), GAP Bölgesi'nin Jeolojisi Maden ve Enerji Kaynakları, Şanlıurfa.

Robertson, Res.Int (1988), "Geothermal Energy, Technology, Ecology Course Text-Book And Guideline", Makedonya.

Serpen, U. (2005), "Geothermal Energy And Its Utilization İn The World And Turkey", Proceedings Of The 1st International Symposium And Exhibition On Environment-Friendly Energy Sources And Technologies, 5-7 September 2005, Izmir.

Yücel, F. B. (1994), Enerji Ekonomisi, Febcl Şti. Ankara.

Tugcu, A. (2002), Simav Yöresindeki Mevcut Jeotermal Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretiminin İrdelenmesi, DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.

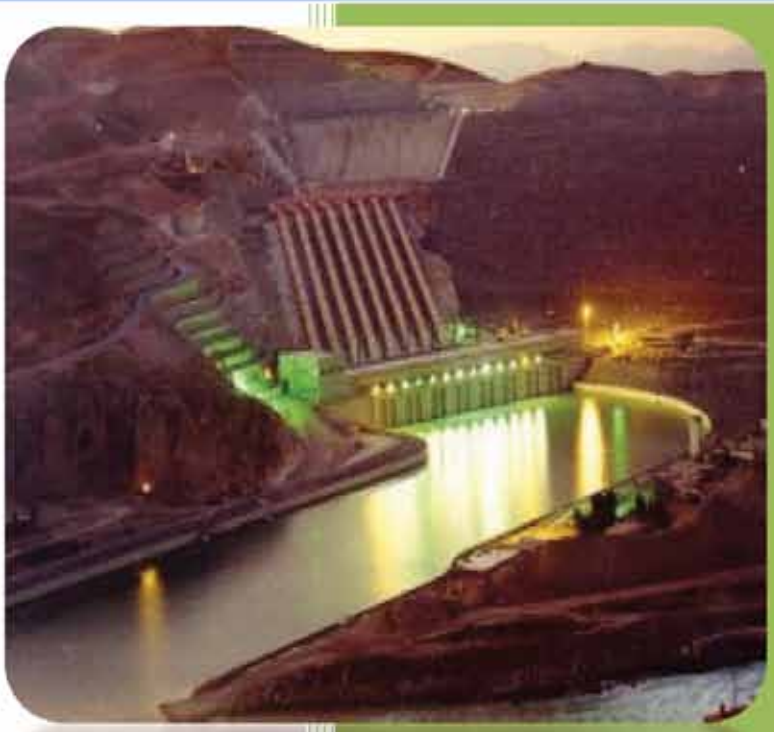
Yiğit, Ü. (1994), Jeotemal Enerjinin Uygulama Alanları, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

Elektrik İşleri Etüd İdaresi, www.eie.gov.tr

Maden Teknik Ve Arama Genel Müdürlüğü, www.mta.gov.tr

VI.BÖLÜM

# HİDROELEKTRİK ENERJİ



## 6.1. Giriş

Hidroelektrik enerji, nehirler ve akarsuların önüne setler kurularak biriktirilen sudaki potansiyel enerjinin, hareket enerjisine dönüştürülmesiyle, gerekli mekanik düzenekler kurularak elektrik enerjisine dönüştürülmesidir. Buna en iyi örnek hidroelektrik barajlardır. Su toplama havzalarında bırakılan su akar ve tribünleri döndürür, bu tribünlere bağlı olan jeneratörler ile elektrik üretilir. Hidroelektrik santraller tamamen su gücü ile çalıştıklarından herhangi bir yakıt masrafları bulunmamaktadır.

İnsanlık tarihi boyunca suyun hareket enerjisinden yararlanmak için çeşitli metotlar kullanılmıştır. Elektrik üretimi amaçlı kullanımı son 100 yılda gerçekleşmesine rağmen, asırlardan bu yana suyun gücünden, çeşitli amaçlarla yararlanılmaktadır. Günümüzde hem Avrupa hem de Dünyada kapasite ve enerji verimliliği açısından, önde gelen enerji teknolojisi konumundadır (Görgün, 2009).

Barajlar, temiz su sağladığı gibi temiz enerji de sağlamaktadır. Hidrolik enerji üretiminde ithal kaynak kullanılmadığından, bu tesislerde elde edilen enerji yerli olarak kabul edilmekte ve tesisin yapı özelliği bakımından da yenilenebilir enerji kaynakları sınıfına girmektedir.

Düşük risk taşımaları, yenilenebilir, yüksek verimli, yakıt gideri olmayan, enerji fiyatlarında sigorta rolü üstlenen, uzun ömürlü, işletme gideri çok düşük ve dışa bağımlı olmayan yerli bir enerji üretim biçimi olmalarından, hidroelektrik santraller diğer enerji kaynaklarına göre caziptir (Başkaya, 2010).

Hidroelektrik santrallerin yer seçimleri oldukça önemlidir. Santral yer seçimine önem verilmezse, daha sonra sorunlarla karşılaşılabilir ve santral maliyeti hesap edilenin çok üzerine çıkabilir. Bundan dolayı santral yeri çok tecrübeli jeolog ve mühendisler grubu tarafından seçilmelidir. Daha sonra da bu yerde sondaj çalışması yaptırılarak yer seçimi kesinleştirilmelidir. Hidroelektrik santral yapımının yer seçiminde şu hususlara dikkat edilmelidir (Yıldız, 1992)

- Detaylı bir jeolojik etüt yapılmalı; heyelan bölgesinden ve aktif faylardan uzak olmalı; kil, kum, alüvyon dolgu ve dere yatağı üzerine oturtulmamalıdır. Santral binası mümkün olduğunca sağlam kaya üzerine oturtulmalıdır.
- Santral yeri, en kısa cebri boru ile en az düşü kaybı verilerek ulaşılabilecek bir yerde olmalıdır.
- Santral binasına en yakın yerde bir şalt sahası yer almalıdır.
- Üniteler, montaj sahası ve idari blok ile trafo yeri ve şalt sahasının mümkün olduğunca bir arada olması gerektiğinden bu bölümlerin rahatça yerleştirilebileceği büyüklükte bir yer olmalıdır.
- Kuyruk suyu kanalı, nehir yatağına uygun ve ekonomik bir şekilde bağlanabilmelidir.
- Santral kolay, ekonomik bir ulaşım yolu yapılabilecek bir yerde olmalıdır.

Hidroelektrik santrallerin elektrik enerjisi üretmek dışında da faydaları vardır. Sulamaya ve su yolu ile ulaşıma imkân sağlaması, su sporları yapılabilmesi, tesis edildiği yerin iklimi üzerinde çok olumlu etkileri olması, su rejimini düzenlemesi, su ürünleri üretimi, özellikle balıkçılığın gelişmesini sağlaması, toprak erozyonunun önlenmesi veya azaltılmasıyla toprak korunmasını sağlaması, avcılığın gelişmesini sağlaması, mesire yer-

leri sağlaması, mili güvenlik üzerinde ve istihdam da olumlu etkilerinin olması, gelir dağılımının düzenlenmesine yardımcı olması ve su kalitesinin, kirlenmenin kontrolünü sağlaması gibi faydaları vardır (Kocaman, 2003).

Türkiye'nin temel enerji kaynakları petrol, linyit, kömür, doğal gaz, jeotermal, odun ve hidrolik enerji olarak görülmekte ve hidrolik enerji yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım potansiyeli açısında da ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'nin kendi elektrik üretimi, tüm enerji ihtiyacının ancak % 48'ini karşılayabilmekte olup; mevcut durum yenilenebilir enerji kaynakları açısından Tablo 6.1'de özetlenmektedir.

**Tablo 6.1.** Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli Ve Kullanım Durumu

| Yenilenebilir Enerji Kaynağı | Mevcut Brüt Potansiyel (GWh/yıl) | Teknik Yönden Değerlendirilebilen Potansiyel (GWh/yıl) | Ekonomik Yönden Değerlendirilebilen Potansiyel (GWh/yıl) |
|---|---|---|---|
| Hidrolik | 430-450 | 215 | 100-130 |
| Güneş | 365 | 182* | 91** |
| Biyogaz | 1,58 | 0,79* | 0,4** |
| Rüzgar | 400 | 124 | 98 |
| Jeotermal | 16 | 8* | 4** |

* : Brüt potansiyelin % 50' si alınmıştır
** : Teknik yönden değerlendirilebilen potansiyelin % 50' si alınmıştır

**Kaynak:** Görgün, 2009.

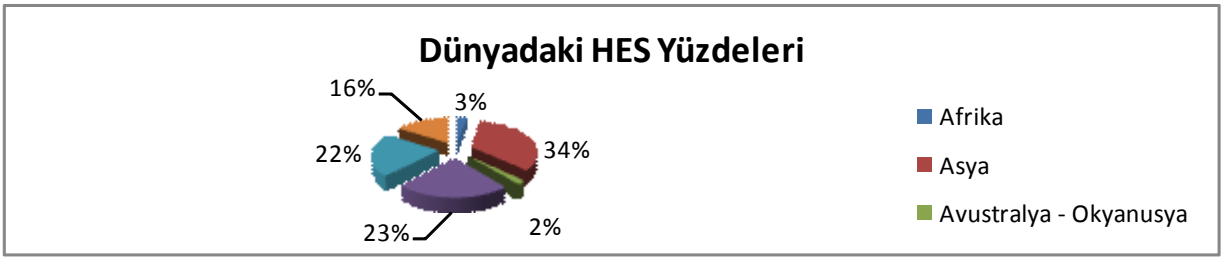
Hidroelektrik santrallerin kurulum ve üretim aşamasında kullanılan kaynakların neredeyse tamamının yerli kaynaklardan oluşması enerji güvenliğimizi sağlamada son derece önemlidir. Ayrıca üretimde yakıt kullanılmaması ve dolayısıyla $CO_2$ emisyonu oluşmaması, küresel ısınma ve ülkemizin toplamda neden olduğu $CO_2$ miktarının azalması yönünden önemlidir (Bacanlı, 2006).

## 6.2. Dünyada Hidroelektrik Enerjinin Kullanımı

Hidroelektrik, dünyadaki en geniş ve ucuz yenilenebilir enerji kaynağıdır. Bununla birlikte, hidro gücün çevresel etkilere sahip olmadığı söylenemez. Büyük ölçekli uygulamaların, biyolojik çeşitliliğin kaybolması, toprak erozyonu, serbest akan akarsuların kesilmesi ve çok sayıda insanın göç etmesi gibi önemli ekolojik zararlara yol açtığı bilinmektedir. Bunlara rağmen, hidroelektrik güç direkt olarak sera gazı emisyonu salmaz ve Dünyanın birçok yerinde önemli bir enerji kaynağıdır. ABD, Çin, Kanada, Brezilya önde gelen hidroelektrik üreticileridir (Cleveland, 2004; Önal ve Yarbay, 2010).

Dünyada 24 ülkede toplam ulusal elektrik üretiminin %90'nının ve 63 ülkede %50'sinin hidroelektrik santrallerden elde ediliyor olması bu yapıların enerji temininde ki önemini göstermektedir (WCD Report: Dams and Devolopment, 2000)

**Grafik 6.1.** Dünyadaki Hidroelektrik Santrallerin Elektrik Üretim Payları




Kaynak: WCD Report: Dams and Devolopment, 2000.

Hidrolik kaynakların kullanımına yönelik olarak, Dünya'da hidrolik kaynaklı elektrik üretiminde en büyük üretim potansiyelinin Asya-Pasifik bölgesinde bulunmaktadır. Bu bölgeyi, Avrupa-Avrasya, Güney-Orta Amerika ve Kuzey Amerika bölgeleri izlemekte, Dünya hidrolik enerji üretiminin çok büyük bir bölümü sayılan bölgelerde gerçekleştirilmektedir. En yüksek hidrolik enerji üretim potansiyelini barındıran ve hidrolik enerjinin 1/3'lük kısmını üreten Asya-Pasifik bölgesindeki en büyük üretici olan Çin, dünya hidrolik enerji üretiminin %21'lik kısmını tek başına üretmektedir. Bu ülkeden sonra en büyük akarsu potansiyeline sahip ülkelerden Brezilya %11,6 ve Kanada %10,7 enerji üretimi ile sıralanmaktadır. ABD'nin hidrolik enerji üretimi ise %7,6'ya tekabül etmektedir (WCD Report: Dams and Devolopment, 2000; Mevlana Kalkınma Ajansı, 2012).

**Tablo 6.2.** Dünyadaki Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

| Bölge/Ülke | Hidroelektrik Üretimi | | | | 2009-2010 Değişim % |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2009 | | 2010 | | |
| | Miktar (Milyon TEP) | Pay (%) | Miktar (Milyon TEP) | Pay (%) | |
| Kuzey Amerika | 152,1 | 20,7 | 149,9 | 19,3 | -1,4 |
| Kanada | 83,6 | 11,4 | 82,9 | 10,7 | -0,8 |
| ABD | 62,5 | 8,5 | 58,8 | 7,6 | -5,9 |
| Orta-Güney Amerika | 157,9 | 21,4 | 157,2 | 20,3 | -0,4 |
| Brezilya | 88,5 | 12,0 | 89,6 | 11,6 | 1,2 |
| Venezüella | 19,5 | 2,6 | 17,4 | 2,2 | -10,8 |
| Avrupa-Avrasya | 184,0 | 25,0 | 195,9 | 25,3 | 6,5 |
| Rusya Federasyonu | 39,9 | 5,4 | 38,1 | 4,9 | -4,5 |
| Norveç | 28,8 | 3,9 | 26,7 | 3,4 | -7,3 |
| İsveç | 14,9 | 2,0 | 15,1 | 1,9 | 1,3 |
| Fransa | 13,1 | 1,8 | 14,3 | 1,8 | 9,2 |
| Türkiye | **8,1** | **1,1** | **11,7** | **1,5** | **44,4** |
| Afrika | 22,2 | 3,0 | 23,2 | 3,0 | 4,5 |
| Mısır | 2,9 | 0,4 | 3,2 | 0,4 | 10,3 |
| Asya-Pasifik | 218,0 | 29,6 | 246,4 | 31,8 | 13,0 |
| Çin | 139,3 | 18,9 | 163,1 | 21,0 | 17,1 |
| Hindistan | 24,0 | 3,3 | 25,2 | 3,2 | 5,0 |
| Japonya | 16,5 | 2,2 | 19,3 | 2,5 | 17,0 |
| Ortadoğu | 2,1 | 0,3 | 3,0 | 0,4 | 42,9 |
| TOPLAM | 736,3 | 100,0 | 775,6 | 100,0 | 5,3 |

Kaynak: Mevlana Kalkınma Ajansı, 2012.

Türkiye 433 milyar kWh brüt teorik hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidroelektrik potansiyeli içinde %1 paya sahiptir. 129,9 milyar kWh ekonomik olarak yapılabilir potansiyeli ile Avrupa ekonomik potansiyeli içinde yaklaşık %15 hidroelektrik potansiyeline sahip bulunmaktadır.

Hidrolik tesislerde üretilen elektrik, dünya toplam enerji üretiminin %18'ini oluşturmakta ve bu potansiyel bakımından zengin ülkeler olan Norveç'te %99, Brezilya'da %93, Yeni Zelanda'da %74, Kanada'da %61 ve Avusturya'da %64 civarında enerji ihtiyacı karşılanmaktadır. Ayrıca Paraguay, İzlanda, Nepal, Kongo, Mozam-

bik, Kongo Cumhuriyeti ve Norveç gibi ülkeler enerji ihtiyaçlarının yaklaşık olarak tamamını yenilenebilir enerji kaynakları ve özellikle de hidrolik enerji aracılığıyla karşılamaktadırlar (Aslan ve Yamak, 2006).

## 6.3. Türkiyede Hidroelektrik Enerjinin Kullanımı

Öz kaynaklarımız ve ekonomik, çevresel, sosyal faydaları açısından en önemli enerji kaynaklarından biri hidrolik kaynaklardan elde edilen enerjidir. Özellikle enerji ithaline bağımlı olan ülkemizde bu kaynak değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Ülkemizdeki çok düzenli olmayan su rejiminden dolayı bu güne kadar hidroelektrik potansiyelin yaklaşık olarak üçte biri geliştirilebilmiş durumdadır.

Ülkemizin ortalama yükseltisi 1131 metre olup 1000 m'den yüksek alanlar toplam yüzeyin % 55.5'ini kaplamaktadır. Ülkemiz arazisinin % 64'ünün eğimi % 12'nin üzerindedir. Ortalama yüksekliği bir kilometrenin üstünde olan ülkemizde akarsu eğimleri de fazladır. Bu topoğrafik yapı ve hidrolojik koşullar ülkemizi hidroelektrik enerji üretimi açısından avantajlı kılmaktadır. Hidroelektrik enerji santrallerinin yerli kaynak kullanma avantajının yanı sıra işletme, çevre ve stratejik açılardan da avantajları bulunmaktadır. Tüm bu avantajlar, bu tesisleri ulusal çıkarlarımız için bir an önce geliştirilmesi gereken enerji tesisleri arasına koymaktadır (Kanber, 2003; Yıldız, 2007).

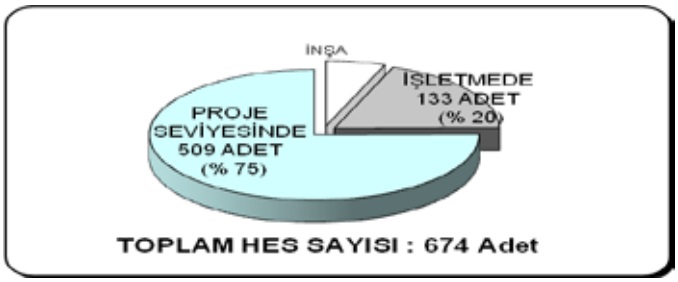
Türkiye'de yıllık ortalama yağış yaklaşık 643 mm olup, yılda ortalama 501 milyar $m^3$ suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar $m^3$ 'ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar $m^3$ ' lük kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar $m^3$ ' lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar $m^3$ ' lük suyun 28 milyar $m^3$ ' ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca, komşu ülkelerden, ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar $m^3$ su bulunmaktadır. Böylece ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 (158+28+7) milyar $m^3$ olmaktadır (www.dsi.gov.tr).

2009 yılı sonu itibarıyla işletmeye açılmış 191 adet HES tesisi bulunmaktadır. Bu HES tesislerinden 106 adedi EÜAŞ tarafından işletilmektedir. Yap-İşlet-Devret (YİD) kapsamında 18 adet, özelleştirilen 7 adet ve işletme hakkı devredilen 3 adet HES tesisi bulunurken kalanı ise 4628 sayılı kanun kapsamında özel sektörce işletilmektedir. DSİ tarafından inşa edilerek işletmeye açılan ve EÜAŞ'a devredilen 57 adet HES tesisi bulunmaktadır. Bu DSİ HES tesislerinin toplam kurulu gücü 10784 MW ve toplam üretim kapasiteleri de 38410 GWh/yıl olarak tesis edilmiştir. Bu DSİ inşalı HES tesisleri, yasa gereği işletilmeleri için yapılan bir protokolle işletmeye geçiş aşamasında EÜAŞ'a devredilmiş bulunmaktadır. Bundan sonra DSİ tarafından inşa edilecek ve işletmeye alınacak HES tesisleri de EÜAŞ'a devredilecektir. EÜAŞ tarafından toplam 106 adet HES tesisi işletilmekte olup, bu işletmedeki HES'lerin toplam kurulu gücü 11452 MW olup, toplam kapasiteleri de 38864 GWh/yıl'dır (Yıldız, 2010).

Ülkemizin başlıca ulusal ve yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik potansiyelinin değerlendirilebilmesi için; yakıt masrafı olmayan, dolayısıyla işletme maliyeti çok düşük olan ve alternatif enerji kaynaklarına göre çevresel etkileri az olan HES'lerin öncelikle inşa edilerek işletmeye alınmalarının gerekliliği kadar, yapımı daha kısa süren ve enterkonnekte sisteme bağlanma zorunluluğu olmayan KÖHES'lerinde çoğaltılması büyük önem taşımaktadır. Küçük suların değerlendirilmesi, bulundukları yöreye enterkonnekte şebekenin ulaşma zorunluluğunu da ortadan kaldıracağından, iletim şebekelerindeki kayıplarda önemli bir azalma meydana getirecektir. Ülkemizin her köşesine yayılmış olan akarsular üzerinde kurulacak KÖHES'ler, hem enterkonnekte şebekenin yükünü hafifletecek, hem de iletim ve dağıtım kayıplarını azaltıcı ve ulusal şebekenin stabilizesini artırıcı bir rol oynayacaktır (Gençoğlu ve Cebeci, 2001).

Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) Genel Müdürlüğü verilerine göre 2007 yılında HES'lerden elektrik üretiminin 36 milyar kWh, 2008'de 33 milyar kWh, 2009'da 36 milyar kWh, 2010'da 52 milyar kWh, 2011 yılının ilk 5 ayında ise 22 milyar kWh elektrik üretilmiştir.

**Grafik 6.2.** Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Gelişme Durumu (Şubat-2007)




Kaynak: www.eie.gov.tr

Türkiye de EİE tarafından yürütülen, 2011 yılı itibari ile HES projelerinin dağılımı.

**Tablo 6.3.** Türkiye' de EİE Tarafından Yürütülen HES Proje Sayısı, Elde Edilen Toplam Güç Ve Enerji

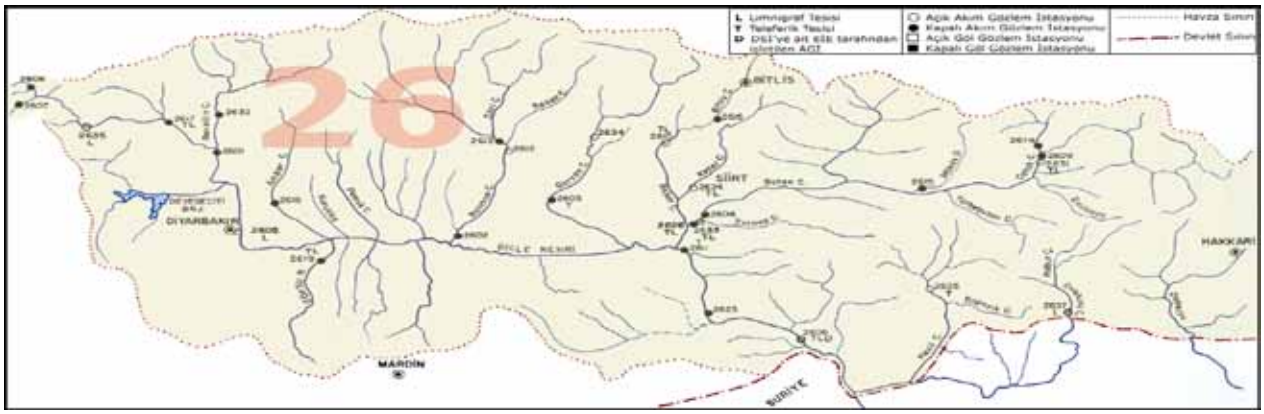
| | |
|---|---|
| **Toplam Proje Sayısı (Adet)** | **382** |
| **Toplam Kurulu Güç (MW)** | 22071 |
| **Toplam Enerji (GWh)** | 78063 |

Kaynak: www.eie.gov.tr

## 6.4. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Şırnak İli Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin başlıca geçim kaynağı tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi hem tarihsel ve kültürel bir zenginliğe hem de yer altı ve yer üstü kaynakları açısından önemli bir potansiyele sahip bölgelerimizden birisidir. Bölge petrol ve kömür gibi fosil kaynaklarının yanı sıra, akarsu ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerjilere de sahiptir. GAP kapsamında bölgede barajlar yapılmıştır. Türkiye genelinde hidrolik enerji potansiyelinin yaklaşık üçte birinden fazlası Fırat nehrin üzerinde bulunmakta ve %14'ü ise Dicle nehrinde yer almaktadır (Ergün ve Atay Polat, 2011).

**Şekil 6.1.** Dicle-Fırat Havzası Dicle Nehri ve Kolları Bölümü




Kaynak: www.eie.gov.tr

**Tablo 6.4.** Güneydoğu Anadolu Bölgesinde İşletmede Olan HES Kurulu Güçleri

| HES Adı | Bulunduğu İl | Kurulu Güç (MW) |
|---|---|---|
| Karakaya | Diyarbakır | 1.800,00 |
| Dicle | Diyarbakır | 110,00 |
| Kralkızı | Diyarbakır | 94,00 |
| Batman | Diyarbakır | 186,00 |
| Atatürk | Şanlıurfa | 2.400,00 |
| Birecik | Şanlıurfa | 672,00 |
| Karkamış | Şanlıurfa | 189,00 |
| Çağçağ | Mardin | 14,00 |
| TOPLAM | | 5.465,40 |

Kaynak: eie.gov.tr

**Tablo 6.5.** Dicle-Fırat Havzasında EİE Tarafından Yürütülen HES Proje Sayısı, Elde Edilen Toplam Güç Ve Enerji

| | |
|---|---|
| Toplam Proje Sayısı (Adet) | 49 |
| Toplam Kurulu Güç (MW) | 11708 |
| Toplam Enerji (GWh) | 44677 |

Kaynak: eie.gov.tr

Güneydoğu Anadolu Bölgesi hidrolik enerji bakımından çok zengindir. Bölgenin Enerji üretimi bakımından en büyük barajları Tablo 6.4 de listelenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Kurulu HES gücü ise 5.465,40 MW ile Türkiye'nin toplam kurulu HES gücü olan 13.828,70 MW gücünün %39,5'ine eşittir. Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak ve Kilis illerini kapsayan, Fırat ve Dicle nehirleri üzerindeki sulama ve hidroelektrik amaçlı projeler olarak 1970'li yıllarda planlanmış olan GAP, 1980'li yıllarda birçok sektörü de kapsayarak sosyo-ekonomik bir bölgesel kalkınma programına dönüştürülmüştür. Su kaynakları programı 22 baraj, 19 hidroelektrik santrali ve 1.7 milyon hektar alanda sulama sistemleri yapımını öngörmektedir. Ülke yüzölçümünün %10.2'sini kapsayan proje,75.358 km$^2$'lik alanı oluşturmaktadır. Projenin toplam maliyeti 32 milyar ABD doları olup, enerji santrallerinin toplam kurulu gücünün 7476 MW olduğu ve yılda 27 milyar kWh enerji üreteceği öngörülmektedir. GAP'ın tamamlanmasıyla yılda 27 milyar kWh hidrolik enerji üretilecektir. Bu proje ile toplam yıllık elektrik üretimi, Türkiye'nin elektrik enerjisi potansiyelinin %22'sine eş değer olmaktadır.

**Şekil 6.2.** Dicle-Fırat Havzası Cizre ve Ilısu Barajları

Kaynak: www.eie.gov.tr

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde proje veya inşaat aşamasında olan lisansı alınmış birçok HES mevcut-

tur. Söz konusu projelere örnek olarak, Dicle-Fırat Havzasında Şırnak ilinde proje ya da inşaat aşamasında olan barajlar Tablo 6.6'da sunulmuştur.

**Tablo 6.6.** Dicle-Fırat Havzasında Şırnak İlinde İşletmede Olan Ve İnşası Devam Eden HES'ler

| Hes Adı | Kurulu Güç (MW) |
|---|---|
| Ilısu | 1.200,00 |
| Cizre | 240,00 |
| Hezil | 58,80 |
| Zorova-1 | 5,94 |
| Zorova-2 | 43,05 |
| Oğlakçı | 7,00 |
| Yüksekkaya | 24,00 |
| Çağlayan | 8,00 |
| Beyazdüz | 15,86 |
| Şırnak Şenova | 24,00 |
| Bağlıca | 19,00 |
| Sekerek | 8,70 |
| Şırnak Uludere-1 | 22,11 |
| Şırnak Uludere-2 | 11,04 |
| Nizil | 4,16 |
| Kızılsu | 12,60 |
| Meşetepe-1 | 103,47 |
| Meşetepe-2 | 56,53 |
| Ilacak | 5,57 |
| Can | 6,52 |
| Tuğba | 5,22 |
| Toplam | **1881,57** |

Kaynak: Ertuğrul ve Kurt, 2009.

2011 yılında Şırnak İlinde EİE tarafından mühendislik hizmetleri yürütülen hidroelektrik santral projeleri aşağıdaki Tablo 6.7' de verilmiştir.

**Tablo 6.7.** Dicle-Fırat Havzası Şırnak ili sınırları içerisinde EİE Tarafından Yürütülen HES Proje Sayısı, Elde Edilen Toplam Güç Ve Enerji

| | |
|---|---|
| Toplam Proje Sayısı (Adet) | 2 |
| Toplam Kurulu Güç (MW) | 1440 |
| Toplam Enerji (GWh) | 5041 |

Kaynak: eie.gov.tr

### 6.4.1. Ilısu Barajı

2013 yılında tamamlanması planlanan ve Dicle Nehri üzerinde kurulacak Ilısu Barajı, faaliyete geçtiğinde kurulu güç, yıllık enerji üretim kapasitesi bakımından Atatürk Barajı, Karakaya Barajı ve

Keban Barajı'ndan sonra Türkiye'nin 4'üncü büyük hidroelektrik santrali olma özelliğini kazanacaktır. Barajın kurulu gücü 1200 MW olup üreteceği toplam enerji ise 3833 milyar GWh' tır. Ilısu Barajı ile üretilecek olan enerji, şu an ülkemizde hidroelektrik santraller vasıtasıyla üretilecek olan enerjinin yaklaşık %10'unu oluşturacaktır. Enerji üretiminin yanı sıra Ilısu Barajı'nda regüle edilen ve daha sonra inşa edilmesi planlanan Cizre Barajı'na bırakılacak sularla Nusaybin, Cizre, İdil, Silopi ovalarında toplam 121 bin hektar alanın modern sulama teknikleriyle sulanması da mümkün olacaktır (Dika, 2010).

**Tablo 6.8.** Ilısu Barajı ve HES

| İli | Şırnak | Talvegden Yükseklik (m) | 46 |
|---|---|---|---|
| Havza | 21-Dicle-Fırat Hav. | Brüt Düşü (m) | 41 |
| Nehir | Dicle | Ortalama Debi ($m^3/s$) | 530 |
| Tipi | Kaya Dolgu | Kuvvet Tüneli Boyu (m) | |
| Kurulu Güç (MW) | 1200 | Proje Seviyesi | Kesin Proje |
| Yllık Ortalama Enerji (GWh) | 3833 | Durumu | 4628 |

Kaynak: eie.gov.tr

### 6.4.2. Cizre Barajı

**Tablo 6.9.** Cizre Barajı ve HES

| İli | Şırnak | Talvegden Yükseklik (m) | 130 |
|---|---|---|---|
| Havza | 21-Dicle-Fırat Hav. | Brüt Düşü (m) | |
| Nehir | Dicle | Ortalama Debi ($m^3/s$) | |
| Tipi | Kaya Dolgu | Kuvvet Tüneli Boyu (m) | |
| Kurulu Güç (MW) | 240 | Proje Seviyesi | İnşaa Halinde |
| Yllık Ortalama Enerji (GWh) | 1208 | Durumu | İnşaa Halinde |

Kaynak: eie.gov.tr

EİE tarafından bölgemizin KÖHES kapasitesi ile ilgili bir etüt çalışmaları henüz tamamlanmamıştır (www.eie.gov.tr, www.temsan.gov.tr.)

## 6.5. Sonuç

Ülkemizin başlıca ulusal ve yenilenebilir enerji kaynağını oluşturan hidroelektrik santraller; ilk yatırım maliyetleri yüksek gibi görülmekle birlikte, uzun projeksiyonlu bir ekonomik irdeleme yapıldığında en ucuz üretim maliyetli, dışa bağımlılığı olmayan projelerdir. Bununla birlikte, hidro gücün çevresel etkilere sahip olmadığı söylenemez.

Ülkemizde son dönemde özel sektöre açılan enerji yatırımları nedeniyle hızla artan HES projelerinde mühendislik hidrolojisi çalışmaları en önemli yeri tutmaktadır. Ancak gerek hidrolojik ölçüm ağı yetersizliklerinin giderilmemiş olması gerekse su kaynakları yönetimindeki zafiyetler ekonomik ekolojik sorunlarla karşı karşıya gelmemize neden olmuştur. Bu sorunlar eksik mühendislik hidrolojisi nedeniyle HES projelerinin rantabilitesinin düşmesi hatta ortadan kalkması, doğal yaşamın devamı için gerekli suyun nehir yatağına bırakılmadan türbinlenmesi, taşkın hasarı risklerinde artış ve havzadaki enerji potansiyelinin tümüyle geliştirilememesi gibi sorunlar olarak ortaya çıkacaktır.Şırnak ilinin teknik ve ekonomik hidrolik potansiyeli gerçekçi bir şekilde yeni teknolojiler ve çevresel hassasiyetlerde göz önünde bulundurularak

yeniden belirlenmelidir. Yerli kaynak olması, yakıt maliyeti içermemesi, boyut seçimine bağlı olarak çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin fosil yakıtlara göre çok daha sınırlı olması ve enerji kaynaklarında dışa bağımlılığı azaltması açısından hidrolik güç potansiyelinden daha etkin yararlanma yollarına gidilmesi gerekmektedir. Ayrıca Türkiye' nin çok zengin küçük su kaynakları potansiyelinin doğru bir şekilde tespit edilerek, küçük HES'ler yardımıyla değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Şırnak ilinin sosyo-ekonomik kalkınmasında, enerji potansiyeli açısından olabildiğince öz kaynaklarımızın en üst düzeyde geliştirilmesinin yanı sıra, yeni kaynakların değerlendirilmesi çalışmaları hızlandırılmalıdır. Hidrolik enerjide elektrik üretimi için birinci derecede belirleyici olan sudur. Bu nedenle hidrolik potansiyelin kullanımına ilişkin olarak geleceğe yönelik değerlendirmenin/öngörünün yapılabilmesi için öncelikle Şırnak'ın su kaynaklarının mevcut durumu, kaynakların mevcut kullanımı ve geleceğe ilişkin kullanım gelişmelerinin bilinmesi gereklidir.

Şırnak ilinde kurulması planlanan baraj rezervuarları, balıkçılık yapılabilmesine ve diğer su ürünleri yetiştirilmesine imkan yaratmaları yanında çeşitli su sporlarının yapılmasına imkan sağlaması ve rekreasyon amacıyla kullanılabilmesi yörenin sosyo-kültürel kalkınmasına dolaylı olarak önemli katkıda bulunacaktır.

Bölgemizde potansiyeli bilinmeyen tek yenilenebilir enerji kaynak türü Mikro ve Küçük Ölçekli HES' lerdir, bu anlamda potansiyelin araştırılması amacıyla yürütülen faaliyetler önem taşımaktadır. Bölgemizin su havzaları yönünden yüksek potansiyelinin olduğu düşünüldüğünde, KÖHES ortaya koyan araştırma çalışmalarının yürütülmesi önem taşımaktadır.

## KAYNAKÇA


Aslan, N. ve T. Yamak (2006), "Türkiye'nin Enerji Sorununun Alternatif Enerji Kaynakları Açısından Değerlendirilmesi", Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt:XXI, Sayı:1, s.60.

Bacanlı, Ü. G., Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 10. Enerji Kongresi.

Baskaya, S. (2010), "Hidroelektrik Santralleri Ve Rüzgar Enerjisi Santrallerinde Çevresel Etki Değerlendirmesi", III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs, Cilt:II, s.668-676.

Cleveland, C. (2004), Encyopedia Of Energy, Boston, Elsevier Academic Press.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları,http://www.dsi.gov.tr/topraksu.html

Görgün, T. (2009), "Yenilenebilir Enerji Ve Teknolojileri", İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi

Ergün, S. ve M. Atay Polat (2011); "Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyelinin Bölgenin Gelişimine Katkısı", VI. Yeni Ve Yenilenebilir Enerji Sempozyumu, 21-22 Ekim 2011, Kayseri.

Ertuğrul, Ö. F. ve B. Kurt (2009), "Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Yenilebilir Enerji Kaynakları Yönünden Değerlendirilmesi", V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır.

Gençoğlu, M.T. ve Cebeci M. (2001), "Büyük Hidroelektrik Santraller İle Küçük Hidroelektrik Santral1arın Karşılaştırılması", Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 265-271, İzmir.

Kanber, R. (2003), "Türkiye'de Su Kaynakları Potansiyeli: Kullanımı, Sorunları Ve Çözüm Önerileri", Tmmob İmo Su Politikaları Kongresi, Bildiriler Kitabı, Cilt: 1 s.1-12, Ankara.

Kocaman, B. (2003), "Elektrik Enerjisi Üretim Santralleri", Birsen Yayınevi, s.253.

Mevlana Kalkınma Ajansı (2012), 'TR52 Düzey 2 Bölgesi (Konya-Karaman) 2023 Vizyon Raporu (Enerji Sektörü).

Önal E. ve R. Z. Yarbay R. Z. (2010), "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği", İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, Sayı:18; s.77-96.

World Commission (2000), On Dams Report: Dams And Development, November.

WCD (2000), "Dams And Development. A New Framework For Decision-Making", The Report Of The World Commission On Dams, Earthscan Publications, London.

Yıldız, D. (2007), "Su Raporu", Ulusal Sanayici Ve İşadamları Derneği, Ankara.

Yıldız D. (2010), "Hidroenerji, Hidroloji Ve Su Kaynakları Yönetimi İlişkisi", VI. Ulusal Hidroloji Kongresi, Pamukkale Üniversitesi.

Yıldız K. (1992), "Hidroelektrik Santraller Hesap Esasları Ve Projelendirilmesi", Devlet Su

İsleri Vakfı Ankara, s.338.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi, www.eie.gov.tr

Türkiye Elektromekanik Sanayii, www.temsan.gov.tr

# VII.BÖLÜM

# İKTİSADİ ANALİZ

## 7.1. Giriş

Enerji hem insanların günlük faaliyetlerini gerçekleştirmeleri açısından hem de ülke kalkınmasının sanayiye bağlı olmasından dolayı önem arz etmektedir. Enerji kömür, doğalgaz gibi fosil kaynaklar ve güneş, jeotermal, hidrolik, biyokütle, rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları olarak iki türe ayrılmaktadır. 1970'lerde yaşanan petrol kriziyle enerji arz güvenliği kavramı ön plana çıkmış ve bu kapsamda da alternatif enerji türleri olan nükleer enerji ve yenilenebilir enerjiye verilen önem ülkelerin enerji politikalarına yansımıştır. İlk yenilenebilir enerji politikalarını oluşturan ABD, Almanya, İsviçre ve İtalya gibi gelişmiş ülkeler yenilenebilir enerji teknolojilerinde ve üretimlerinde başarılı örneklerdir. Türkiye ise, 2005 yılında çıkardığı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun"unu 2010 yılında piyasa şartlarına göre revize ederek yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirme yoluna gitmektedir. Çıkarılan bu kanunlarla yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu gücü ve enerji üretimi önemli boyutlara ulaşmış olsa da henüz istenilen düzeyde değildir. Kalkınmanın önemli bir göstergesi olan enerji tüketimi, ülkemizde nüfusun artmasına ve sanayinin gelişmesine bağlı olarak artış göstermektedir. Enerji tüketiminde dışa bağımlığımız %70'lerin üzerinde seyrettiği için yenilenebilir enerji potansiyelinin değerlendirilmesi gereklidir. Dolayısıyla, YEK potansiyelinin en iyi şekilde ortaya konulmasında hem bölgesel hem de il bazında yapılacak tespitlere bağlı olarak kurulacak tesisler istihdamın da yaratılması ile bölgenin ve ülkenin gelişmesinde önemli rol üstlenecektir. Sosyo-ekonomik gelişmişliğin en az olduğu bir ilimiz olarak Şırnak'ta yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli değerlendirilerek makûs talihi bir nebzede olsa değiştirebilecektir.

## 7.2. Dünyada Enerji Politikaları Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Sektöründe Yaşanan Gelişmeler

Dünyada enerji politikaları, 1970'li yıllarda yaşanan petrol kriziyle ülkelerin petrol gibi fosil yakıtlara bağımlı hale geldiğinin önemli bir göstergesi halini almasıyla şekillenme sürecine girmiştir. Bu krize bağlı olarak enerjide arz güvenliği önemli bir politika seçeneği olmuş ve bu bağlamda da enerjide dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla alternatif enerji türlerine ihtiyaç duyulmuştur. Bu kapsamda nükleer enerji santralleri hızla yayılmaya başlamış ve alternatif bir enerji türü olarak ifade edilen yerli kaynakların değerlendirilmesine yönelik politikaların gelişmesiyle de çevreyi de koruyan bir enerji türü olarak yenilenebilir enerjiye verilen önem ve dikkat artış göstermiştir.

Dünyada enerji politikalarını incelediğimizde AB'nin enerji politikalarının rekabetin tesis edilmesine bağlı olarak enerji arz güvenliğinin sağlanması ve çevrenin korunması yönünde gelişmekte olduğu görülmektedir. Bu politika hedefinin yenilenebilir enerjiye ağırlık verilmesinin bir gerekçesi olduğu söylenebilir. Nitekim izlenen politikalar çerçevesinde de Birlik içerisinde elektrik üretiminde YEK'in 2000 yılındaki yaklaşık %14 olan payının artarak 2010 yılında %19 düzeyine ulaştığını görmekteyiz. Diğer taraftan ABD'nin enerji politikaları kapsamında çevrenin korunmasına yönelik tedbirler ön planda tutulmuş ve YEK'in önemi vurgulanmıştır. Son olarak doğalgaz gibi önemli bir fosil yakıta sahip olan Rusya'da ise enerji politikaları ülkenin dünya enerji pazarındaki yerinin korunması ve güçlendirilmesi yönünde şekillenmiştir. Dolayısıyla dünyada enerji politikaları enerji kaynaklarının etkin kullanımı ve enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesinin yanında çevrenin de ön plana çıka-

rılması yönünde ortak bir görüş birliğine dayandırılmıştır.

Dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak amacıyla ilk ulusal politikayı 1978 yılında ABD belirlemiş ve bu ülkeyi en yakın tarihte Almanya (1990), İsviçre (1991) ve İtalya (1992) izleyerek ilk resmi uygulamaları enerji politikaları kapsamına almışlardır (www.iea.org.tr). Dünyada yenilenebilir enerji teknolojisi ve enerji yatırımları açısından Amerika ve Almanya'nın başlarda yer alması, yenilenebilir enerjiye yönelik politikaları çok erken gerçekleştirmiş olmalarından kaynaklanmaktadır.

Dünyada 2005 yılı itibariyle yenilenebilir enerjiye yönelik politikalar 55 ülke tarafından yapılırken 2010 yılı itibariyle bu konuyla ilgilenen ülke sayısı 100'e ulaşmıştır. Bunun yanında dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen destekler 2007 yılı itibariyle 41 milyar dolar iken 2015 yılında bu miktarın 115 milyar dolara çıkacağı tahmin edilmektedir.

Dünyada yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik piyasa bazlı ve piyasa dışı teşvik mekanizmaları temelde sabit fiyat garantisi, prim garantisi, kota uygulamasına dayalı yeşil sertifika, ihale teşvikleri, yatırım teşvikleri, vergi muafiyetleri ve indirimleri şekillerinde uygulanmaktadır (www.enerji.gov.tr).

Dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılmasına yönelik uygulanan teşvik mekanizmaları bu enerji piyasasının uzun vadeli ve sürdürülebilir bir büyüme gerçekleştirmesini bünyesinde barındırmasıyla, sadece tek bir aracın kullanımı ile sınırlı kalmamıştır. Bu bağlamda Tablo 7.1'de çeşitli ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen teşvik örnekleri sıralanmıştır.

**Tablo 7.1.** Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımında Teşvik Örnekleri

| | Sabit Fiyat Garantisi | Kota | Sermaye Sübvansiyonu İskonto | Yatırım Teşvikleri | Vergi ve KDV İndirimleri | Yeşil Sertifika Ticareti | Kamu Yatırımı, Kredi ve Finans | Rekabetçi Kamu İhaleleri |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Almanya** | √ | | √ | √ | √ | | √ | |
| **ABD** | (*) | (*) | √ | √ | (*) | (*) | (*) | (*) |
| **Arjantin** | √ | | √ | (*) | √ | | √ | √ |
| **Avustralya** | (*) | √ | √ | | | √ | √ | |
| **Belçika** | | (*) | √ | √ | √ | √ | | |
| **Brezilya** | | | | √ | | | √ | √ |
| **Çin** | √ | √ | √ | √ | √ | | √ | √ |
| **Danimarka** | √ | | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| **Finlandiya** | √ | | √ | | √ | √ | | |
| **Fransa** | √ | | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| **Güney Afrika** | √ | | √ | | √ | | √ | √ |
| **Hollanda** | | | √ | √ | √ | √ | | |
| **İngiltere** | √ | √ | √ | | √ | √ | √ | |
| **İrlanda** | √ | | √ | √ | | √ | | √ |
| **İspanya** | √ | | √ | √ | √ | √ | √ | |
| **İsrail** | √ | | | | √ | | | √ |
| **İtalya** | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | |
| **Lüksemburg** | √ | | √ | √ | √ | | | |
| **Norveç** | | | √ | | √ | √ | √ | |
| **Portekiz** | √ | | √ | √ | √ | | √ | √ |
| **Yunanistan** | √ | | √ | √ | | √ | √ | |
| **Türkiye** | √ | | | | | | | |

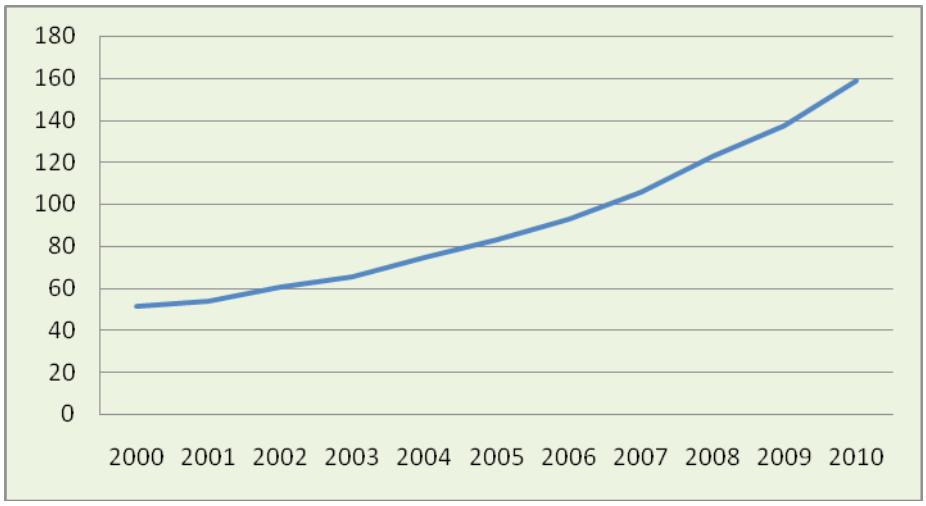
(*) O ülkede yer alan bazı eyalet ve şehirlerde uygulanan politikalar olmasına karşın ulusal düzeyde bir politika yürütülmemektedir.

Kaynak: Enerji ve Doğal Kaynaklar Endüstrisi, 2011:9.

Grafik 7.1.'de teşvik mekanizmalarına bağlı olarak dünyada artan YEK kurulu gücü ile enerji üretimi hız göstermiş ve enerji tüketimindeki payı da 2000 yılında 51,2 Mtep iken 2010 yılında yaklaşık 159 Mtep düzeyine ulaşmıştır.

Ülkeler sürdürülebilir bir kalkınmayı gerçekleştirmek ve var olan güçlerini de korumak amacıyla yenilenebilir enerjiye verdikleri önemi her geçen gün arttırmaktadırlar. Bu bağlamda YE piyasaları da istikrarlı bir gelişme kaydederek büyümesini sürdürmektedir

**Grafik 7.1.** 2000'li Yıllarda Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketiminin Gelişimi (Mtep)




Kaynak: www.bp.com

Tablo 7.2.'de YEK sektörünün dünyadaki gelişimine dair göstergeler açıklanmıştır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji sektörüne yapılan yatırımların 2010 yılı itibariyle 211 milyar dolara ulaştığı görülmektedir. Bu yatırımların dünyada yaygın kullanılan hidroelektrik, rüzgar, güneş ve biyokütle enerjisi çerçevesinde geliştiği tablodan da görülmektedir. Tüm bu gelişmelere bağlı olarak da yenilenebilir enerji kapasitesi artarak 2010 yılında 1,320 GW'a ulaşmıştır.

**Tablo 7.2.** Dünyada Yenilebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimini Gösteren Seçilmiş Göstergeler

| Göstergeler | Birim | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|
| YE İçin Küresel Ölçekli Yeni Yatırım (Yıllık) (YE İçin Kapasite Yatırımı) | Milyar dolar | 130 | 160 | 211 |
| YE Kapasitesi (Hidroenerji Hariç) | GW | 200 | 250 | 312 |
| YE Kapasitesi (Hidroenerji Dahil) | GW | 1,150 | 1,230 | 1,320 |
| Hidroenerji Kapasitesi | GW | 950 | 980 | 1,010 |
| Rüzgar Gücü Kapasitesi | GW | 121 | 159 | 198 |
| Güneş PV Kapasitesi (Şebekeye Bağlı Güneş pili Kapasitesi | GW | 16 | 23 | 40 |
| Güneş PV Birim Üretimi (Yıllık) | GW | 6,9 | 11 | 24 |
| Güneş Enerjisi (Su Isıtma) Kapasitesi | GW (Termal) | 130 | 160 | 185 |
| Etanol Üretimi Yıllık) | Milyar Litre | 67 | 76 | 86 |
| Biodizel Üretimi (Yıllık) | Milyar Litre | 12 | 17 | 19 |
| Ulusal YE Politikasına Sahip Ülke Sayısı | - | 79 | 89 | 96 |
| YE Üretimine Yasal Teşvik Veren Ülke Sayısı | - | 71 | 82 | 87 |
| YE Hedeflerini Kesin Oran Olarak Belirleyen Ülke Sayısı | - | 60 | 61 | 63 |
| Bioyakıt Kullanımını Zorlayıcı Yasaya Sahip Ülke Sayısı | - | 55 | 57 | 60 |

Kaynak: www.ren21.net.

Almanya, güneş pili enerjisi kapasitesi en yüksek olan ülke olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkedeki temel yenilenebilir enerji kaynağı ise rüzgârdır. İspanya, dünyada rüzgâr enerjisine dayalı elektrik üretiminde 3. sırada yer almaktadır. Ayrıca, enerji sektörüne verilen teşvikler ülkede hedeflenenden fazla güneş santralinin devreye girmesiyle güneş pili teknolojinin ucuzlamasına neden olmuştur. Çek Cumhuriyeti, güneş enerjisi kurulu gücünde Almanya, İtalya, Japonya ve ABD'den sonra 5. sırada yer almaktadır. İsveç, ağırlıklı olarak üretimini hidrolik enerjiden sağlamaktadır.

Tablo 7.3.'te çeşitli yenilenebilir enerji göstergeleri açısından önde gelen ülkeler sıralanmıştır. Tabloya göre Çin 12 kriterden toplam 5 kriter açısından liderdir. Çin'in Türkiye ile aynı zamanda yenilenebilir enerjiyi ulusal bazda enerji politikalarına katmış olmasına rağmen bu göstergeler açısından ilk sıralarda yer alması önemli bir gelişmedir. Bu gelişmenin sebebi Çin'in hem yenilenebilir enerjiye yaptığı yatırımların arttırmasına hem de teknolojik açıdan yaptığı çalışmalara bağlamak mümkündür. Diğer taraftan Almanya güneş enerjisinden elektrik üretimindeki liderliğini korumaktadır. Türkiye ise güneş enerjisinden ısıtma amacıyla yararlanılmasında ilk beşte 3. sırada yer almaktadır.

**Tablo 7.3.** Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Seçilmiş Göstergeleri Açısından İlk Beş Ülke (2010)

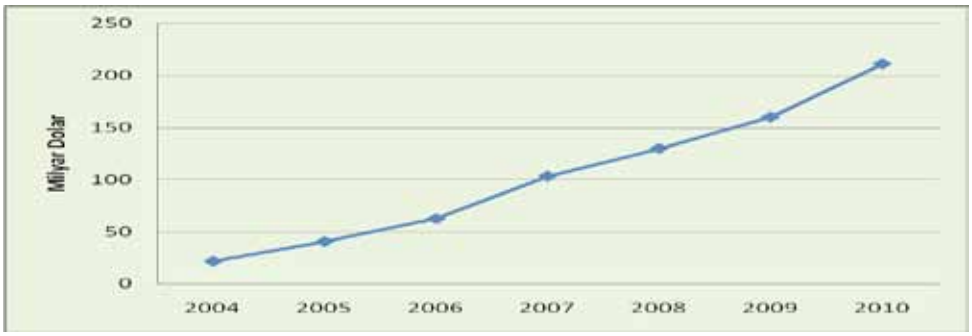
| Yıllık Miktar | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Yeni Kapasite Yatırımı** | **Rüzgar Gücü Artışı** | **Şebekeye Bağlı Güneş Pili Artışı** | **Güneş Enerjisi (Su Isıtma) Artışı** | **Etanol Üretimi** | **Biodizel Üretimi** |
| **1** | Çin | Çin | Almanya | Çin | ABD | Almanya |
| **2** | Almanya | ABD | İtalya | Almanya | Brezilya | Brezilya |
| **3** | ABD | Hindistan | Çek Cumhuriyeti | Türkiye | Çin | Arjantin |
| **4** | İtalya | İspanya | Japonya | Hindistan | Kanada | Fransa |
| **5** | Brezilya | Almanya | ABD | Avustralya | Fransa | ABD |
| Mevcut Kapasite | | | | | | |
| | **Toplam Kapasite** | **Rüzgar Gücü** | **Biokütle Gücü** | **Jeotermal Gücü** | **Şebekeye Bağlı Güneş Pili** | **Güneş Enerjisi (Su Isıtma)** |
| **1** | Çin | Çin | ABD | ABD | Almanya | Çin |
| **2** | ABD | ABD | Brezilya | Filipinler | İspanya | Türkiye |
| **3** | Kanada | Almanya | Almanya | Endonezya | Japonya | Almanya |
| **4** | Brezilya | İspanya | Çin | Meksika | İtalya | Japonya |
| **5** | Almanya | Hindistan | İsveç | İtalya | ABD | Yunanistan |

Kaynak: www.ren21.net.

Her geçen gün ulusal düzeyde gerçekleştirilen yenilenebilir enerji politikalarına yeni bir ülke katılmakta ve küreselleşmenin de kaçınılmaz bir sonucu olarak enerji politikalarında da bir bütünlük söz konusu olmaktadır. Bu bütünlüğe bağlı olarak da ülkelerin sadece kendi potansiyellerini değil aynı zamanda diğer ülkelerin potansiyellerini de dikkate alarak enerji yatırımlarında çeşitlilik kaydettikleri görülmektedir. Böylece, yenilenebilir enerji potansiyeli yüksek olan ancak yeterince teknolojisi gelişmeyen özellikle gelişmekte olan ülkelere teknolojilerini transfer ederek ayrıca bir istihdam kapısı yaratmakta ve milli gelirlerine yaptıkları katkılarla da lider kimliklerini korudukları Tablo 7.3.'ten de anlaşılmaktadır.

Grafik 7.2.'de dünyada YEK'e yönelik yapılan yatırımların yıllar itibariyle seyrine yer verilmektedir. Buna göre 2004 yılında 22 milyar dolar olan yatırımlar hızla artarak 2010 yılında 211 milyar dolara ulaşmıştır.

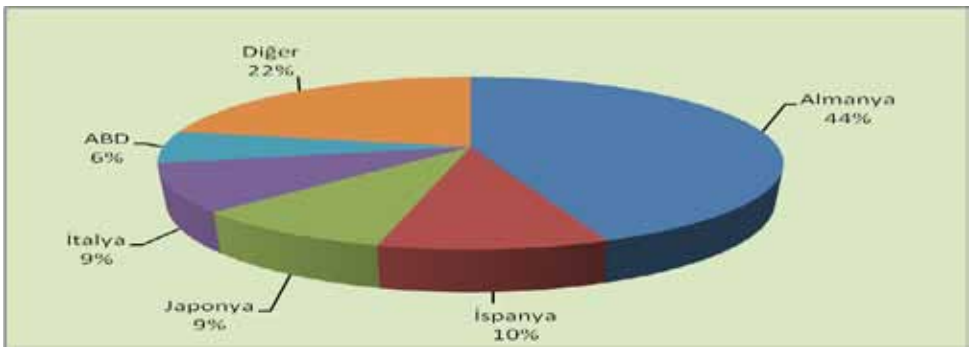
**Grafik 7.2.** Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Yeni Kapasite Yatırımlarının Gelişimi (2004-2010) (milyar dolar)




Kaynak: www.ren21.net.

Dünyada YEK'e yönelik yatırımlar öncelikli olarak güneş, rüzgâr ve biyokütle enerjisinin değerlendirilmesine yönelik gerçekleşmektedir. Bu kapsamda aşağıdaki grafiklerde dünyada güneş, rüzgâr ve biyokütle enerjisinin gelişimine dair veriler özetlenmiştir.

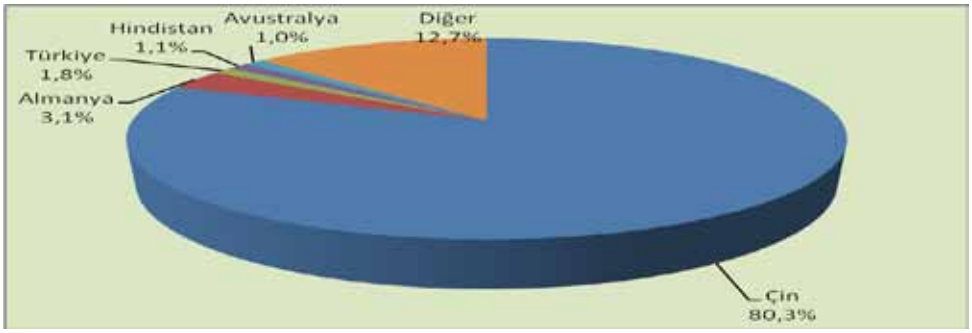
**Grafik 7.3.** Şebekeye Bağlı Güneş Pili Kapasitesi Sıralamasında İlk 5 Ülke (2010)




Kaynak: www.ren21.net.

YEK açısından 12 kritere göre belirlenmiş liderlik sıralamasında güneş enerjisinden elektrik üretimi amacıyla yararlanan en önemli ülkenin Almanya olduğu açıklanmıştır. Bu sonuca bağlı olarak Grafik 7.3.'te şebekeye bağlı güneş pili kapasitesi açısından en önemli paya % 44 ile Almanya sahip iken onu sırasıyla İspanya %10'la, Japonya ve İtalya %9 ile ve ABD ise %6'lık bir payla izlemektedir.

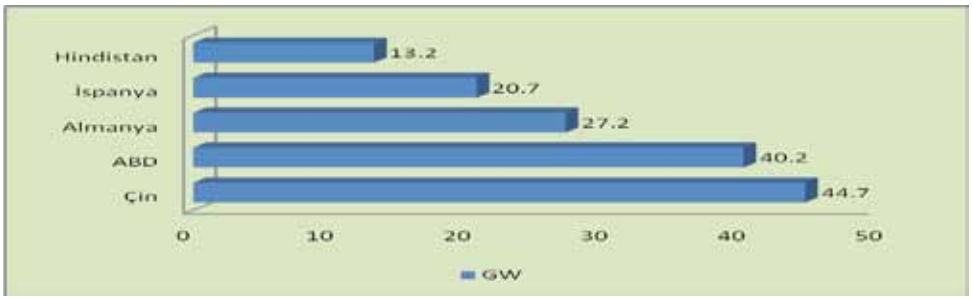
**Grafik 7.4.** Güneş Enerjisi (Su Isıtma) Toplam Kapasitesi Açısından İlk Beş Ülke (%) (2009)




Kaynak: www.ren21.net.

Grafik 7.4.'te ise güneş enerjisinden su ısıtma amacıyla yararlanan ülkelerin 2009 yılına ait sıralaması yapılmıştır. Bu kapsamda Çin yaklaşık %81'lik payla ilk sırada yer alırken Türkiye yaklaşık %2'lik payla üçüncü sırada yer almaktadır.

**Grafik 7.5.** Dünyada Rüzgar Kurulu Gücü Kapasitesi Açısından İlk Beş Ülke (2010-GW)




Kaynak: www.ren21.net.

Grafik 7.5'e göre dünyada rüzgar gücü kapasitesi açısından ilk beş ülkeyi sıraladığımızda Çin'in yaklaşık 45 GW rüzgar gücü ile ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Dünyada 2008 yılı rüzgâr kurulu gücü açısından lider konumda olan ABD bu liderliğini 2010 yılı itibariyle Çin'e bırakmıştır. Çin bu önemli sıçrayışını yenilenebilir enerji sektörüne yaptığı yeni yatırımlara borçludur. Son sırada ise 13,2 GW rüzgâr gücü ile Hindistan yer almaktadır.

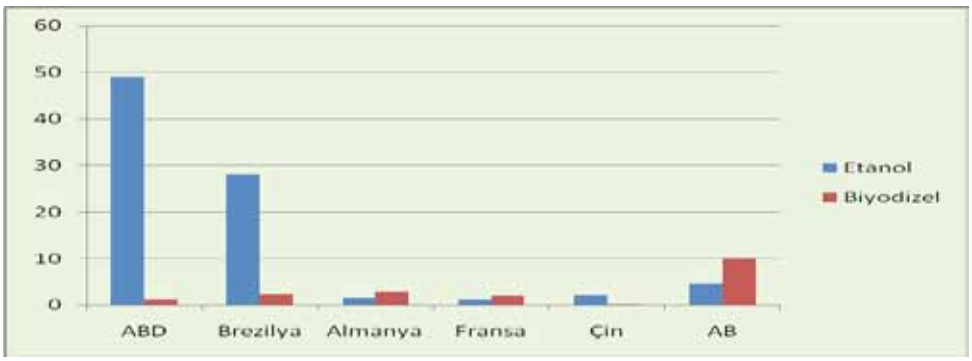
**Tablo 7.4.** Dünyada Rüzgar Enerjisi Üretiminde İlk 5 Ülke (2010)

| Ülke | Pay (%) |
|---|---|
| **Danimarka (Vestas)** | 14.3 |
| **Çin (Sinovel)** | 10.7 |
| **ABD (GE Wind)** | 9.3 |
| **Çin (Goldwind)** | 9.2 |
| **Almanya (Enercon)** | 7.0 |

Kaynak: www.ren21.net.

Dünyada rüzgar enerjisi üretiminin yer aldığı Tablo 7.4.'te ise ilk sırayı yaklaşık %15'lik payla Danimarka'da Vestas kuruluşu alırken Almanya %7'lik payla Enercon kuruluşu ile son sırada almaktadır.

**Grafik 7.6.** Dünya Biyoyakıt Üretimi, İlk 5 Ülke ve AB (Milyar Litre) (2010)



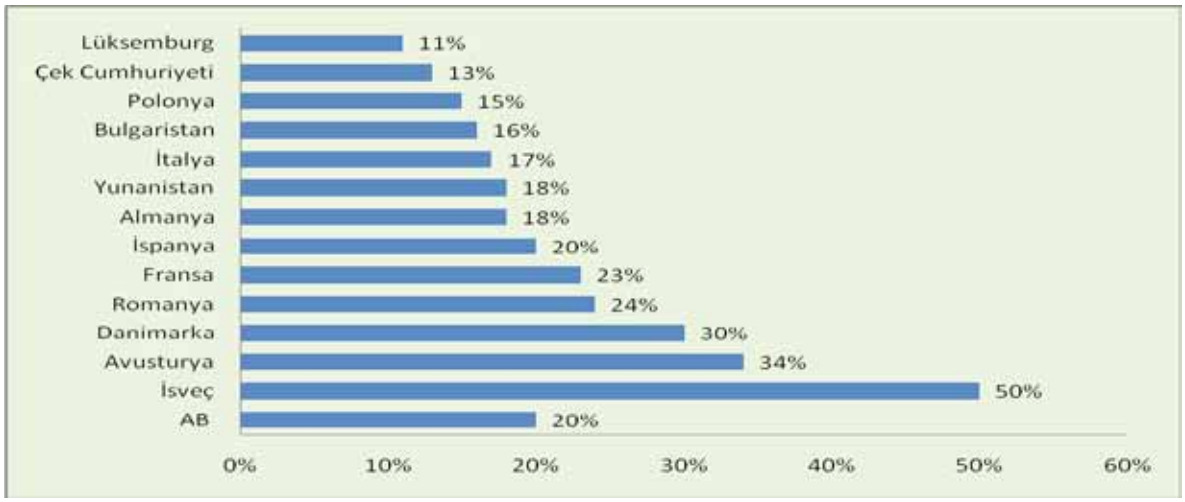

Kaynak: www.ren21.net.

Son olarak ülkelerin biyokütle enerjisine dair etanol ve biyodizel şeklinde gerçekleştirilen üretimleri Grafik 7.6.'da yer almaktadır. Bu veriler değerlendirildiğinde ise yine ABD'nin toplam biyokütle enerjisi açısından önde olduğu görülmektedir. Avrupa ülkelerinin biyodizel üretiminin etanol üretiminden fazla gerçekleşmesinin sebebi biyoyakıt üretiminde hammadde olarak kullanılan tarımsal ürünlerin varlığına bağlanmaktadır. Bunun yanında ABD etanol üretiminde önde gelirken biyodizel üretiminde ise önder olan ülke 2,9 milyar litre ile Almanya olmaktadır.

Yenilenebilir enerjinin toplam enerji üretimindeki payı her geçen gün artış sergilerken ülkelerin fosil yakıtların karbondioksit emisyonlarını azaltılmasına yönelik olarak gelecek nesillere yaşanılabilir bir çevre bırakmaları enerji tüketimlerinde yerli enerji potansiyelinden önemli ölçüde yararlanmalarını gerekli kılmıştır.

Grafik 7.7.'de çeşitli AB ülkelerinin enerji üretimlerinde yenilenebilir enerjinin payına dair 2020 yılı hedeflerine yer verilmiştir. Bu kapsamda, AB genel olarak 2020 yılı hedefini %20'ye çıkarmayı planlamaktadır. Ülkeler bazında değerlendirildiğinde yenilenebilir enerji payını %10'nun altında hedefleyen bir ülke yer almamaktadır. En yüksek pay hedeflemesi ise %50 ile İsveç'e aittir.

**Grafik 7.7.** Seçilmiş AB Ülkelerinin Toplam Enerji Üretimi İçerisinde Yenilenebilir Enerji Payı Hedefleri (2020)



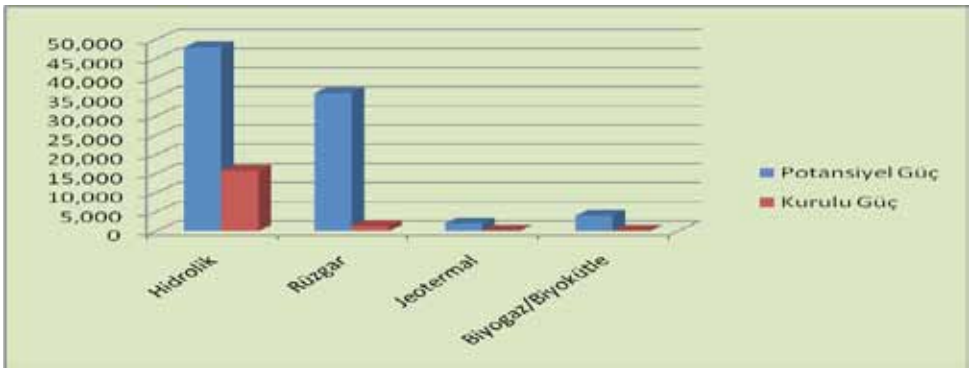

Kaynak: www.ren21.net.

## 7.3. Türkiye'de Enerji Politikaları Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Sektöründe Yaşanan Gelişmeler

Deniz kaynaklı enerji türlerinden ise günümüz itibariyle ülkede bir potansiyel değerlendirilmesi mevcut değildir. Ülkemizde yenilenebilir enerjiye verilen önemin 2000'li yıllardan sonra artmasına bağlı olarak önemli bir potansiyelin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar hızla devam etmektedir.

Grafik 7.8. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları çeşitliliğinin ve potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir. Ancak, bu potansiyelden yeterince faydalanılmadığı kurulu güçlerine bağlı olarak ifade edilebilir. Diğer taraftan güneş, dalga, akıntı ve gel-git enerjilerinden yararlanılması hususunda henüz lisans başvurusunda bir gelişme kaydedilmemiştir. Lisanslı güneş enerjisi üreticisi bulunmamasına rağmen akü, güneş aydınlatma sistemleri vb. ürünlerin üretimi yerli piyasada üretilmekte ve ihracı da yapılmaktadır.

**Grafik 7.8.** Kaynak Bazında Yenilenebilir Enerji Potansiyel Gücü ve Kurulu Gücü (MW) (2010)




Kaynak: www.teias.gov.tr

Türkiye AB'ye uyum sürecini de dikkate alarak 2000'li yıllar itibariyle belirlediği enerji politikalarının temelini enerji arz güvenliğine, enerji çeşitliliğine ve enerji verimliliğine dayandırmaktadır. Enerji çeşitliliği kapsamında 2005 yılında kabul edilen yasayla yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin özel sektör eliyle değerlendirilmesine önem verilmektedir. Bu kapsamda 2005 yılında çıkarılan "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun" 2010 yılında revize edilerek son şeklini almıştır.

Tablo 7.5.'te yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik çıkartılmış olan kanunlar özetlenmektedir.

**Tablo 7.5.** 2000'li Yıllarda Çıkartılmış Olan Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunları

| Yıllar | Çalışmalar | Amaç |
|---|---|---|
| **2005** | Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun | Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımların artırılması ve enerji üretimi tesislerin teşvik edilmesi |
| **2007** | Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu | Jeotermal ve doğal mineralli su kaynaklarının etkin bir şekilde aranması, araştırılması, geliştirilmesi, üretilmesi, korunması |
| **2010** | Rüzgar Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi Kurmak Üzere Yapılan Lisans Başvurularına İlişkin Yarışma Yönetmeliği"nin yayımlanması | Rüzgar enerjisi üretim tesisinin kurulmasında aynı bölge ve/veya aynı trafo merkezi için yapılan birden çok başvurunun değerlendirilmesi sonucunda Rüzgar Enerjisine Dayalı Elektrik Üretim Santral Katkı Payının ödenmesi |
| **2010** | Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun | Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminde yerli ekipman kullananlara ek teşvikler sunulması |

Bu kanunlar kapsamında ülkemizde YEK'ten yararlanmanın önü açılırken güneş enerjisi açısından önemli potansiyele sahip olan başta Güneydoğu Anadolu Bölgesi olmak üzere diğer bölgelerimizde de bu enerjiden sadece ısınma ve ısıtma amacının dışında elektrik üretiminin gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalara hız verilmektedir.

2000'li yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimimiz 34 milyar kWh'tan 2010 yılı itibariyle 55,8 kWh'a ulaşmıştır. 2011 yılı Kasım ayı itibariyle işletmeye alınan yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin gerçekleştirildiği santrallerin toplam kurulu gücü 1.666,3 MW'tır. Bu kurulu güçten 371,6 MW'ı rüzgar, 1.256,2 MW'ı hidrolik, 18,5 MW'ı çöp gazı ve 20 MW'ı ise jeotermal kaynaklardan elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir (www.enerji.gov.tr).

**Grafik 7.9.** 2000'li Yıllarda Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimi (GWh)

**Kaynak:** www.teias.gov.tr

Grafik 7.9.'da kurulu güce bağlı olarak hidrolik enerjiden elektrik üretiminin birinci sırada yer aldığı görülmektedir. Sırasıyla bu enerji türlerinin kurulu güçlerini ve elektrik üretimlerini analiz ettiğimizde 2000'li yılların başında hidrolik enerjinin kurulu gücü 11.175,2 MW ve elektrik üretimi 30.878,5 GWh iken 2010 yılında sırasıyla 15.831,2 MW'a ve 51.795,5 GWh'a ulaşmıştır. Rüzgâr enerji kurulu gücü ve üretimi 2000 yılında 18,9 MW ve 33,4 iken 2010 yılında artarak 1320,2 MW'a ve 2916 GWh'a ulaşmıştır. Son olarak jeotermal enerjinin 2000 yılındaki kurulu gücü ve üretimi 17,5 MW ve 75,5 GWh iken, 2010 yılında 94,2 MW ve 668,6 GWh'ye ulaşmıştır. Bütün bu gelişmeler göstermektedir ki ülkemizde de dünyadaki gelişmeler paralelinde yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen önem ve yatırımlar artış göstermektedir.

Türkiye'de 1984 yılında özelleştirme süreci başlamış iken elektrik sektöründe bu süreç 90'lı yıllara rastla-

maktadır. Tablo 7.6. özel sektörün enerji sektöründeki yerini ortaya koymaktadır. 1990 yılında toplam kurulu güç içerisinde kamu sektörünün payı %90'lar civarında iken bu oran azalarak 2010 yılında %20'ler civarında gerçekleşmiştir. Kamu sektörünün sektördeki payının azalmasına bağlı olarak da özel sektöre ait olan üretim tesislerinin toplam elektrik üretimi içindeki payı hızla artarak 2010 yılında %80'lere ulaşmıştır.

**Tablo 7.6.** 2000'li Yıllarda Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Dayalı Elektrik Enerjisi Kurulu Gücünün Üretici Kuruluşlara Göre Dağılımı

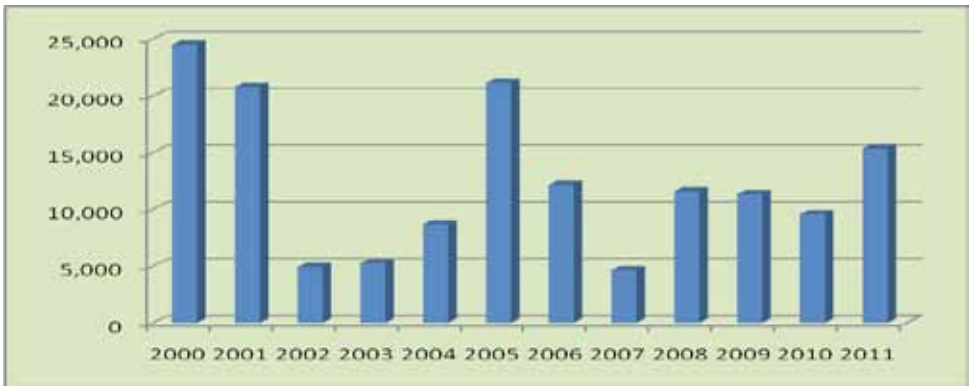
| | Kurulu Güç (MW) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **EÜAŞ** | **Otoprodüktör** | **Serbest Üretim Şti.** | **Hid+Jeoter. +Rüzgar Top.** | **Genel Toplam (YEK+Termik)** |
| **2000** | 9994,8 | 40,7 | 535,7 | 10571,2 | 23039,7 |
| **2001** | 10126,2 | 54,5 | 888,2 | 11068,9 | 23788 |
| **2002** | 10126,2, | 101,3 | 899,4 | 11126,9 | 26791,4 |
| **2003** | 11005,2 | 641,3 | 936 | 12582,5 | 31102,9 |
| **2004** | 11009,7 | 655 | 984,5 | 12649,2 | 32339,1 |
| **2005** | 11124,7 | 564,3 | 1220,9 | 12909,9 | 34358,2 |
| **2006** | 11176,0 | 594,1 | 1374,5 | 13144,6 | 36730,8 |
| **2007** | 11350,3 | 589,5 | 1624,3 | 13564,1 | 37001,7 |
| **2008** | 11455,9 | 584,8 | 2181,5 | 14222,2 | 37983,2 |
| **2009** | 11677,9 | 575,5 | 3168,7 | 15422,1 | 40927,2 |
| **2010** | 11677,9 | 575,5 | 4992,2 | 17245,6 | 45690,1 |

Kaynak: EPDK

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları yatırımlarının finansmanının önemli bir bölümü proje kredisi şeklinde gerçekleşmektedir. Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynakları yatırımlarının özel sektör eliyle gerçekleştirilmesi amacıyla "Özel Sektör Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Projesi" ile Dünya Bankası tarafından "Program Amaçlı Elektrik Sektörü Kalkınma Politikası Kredisi" kullandırılmaktadır. Bu serinin ilk kredisinin (PEDPL I) toplam tutarı 548.4 milyon Euro olup kredinin toplam vadesi 23.5 yıl ve geri ödemesiz dönemi 12 yıldır. Projenin amacı ise enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması ve enerji verimliliği yatırımlarının desteklenmesi ile enerji arz güvenliğinin sağlanmasıdır. 2012 yılı itibariyle Dünya Bankası tarafından Avrupa Yatırım ve Kalkınma Bankası aracılığıyla kullandırılacağı Temiz Teknoloji Fonu'nun 1.7 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (http://www.guneshaber.net/haber/632-roportajlar-yenilenebilir-enerji-yatirimlari-uzerine.html).

Türkiye'de yenilenebilir enerji sektörüne yapılan yatırımlar için hükümet tarafından tarife garantili teşvikler uygulanmaktadır. Ülkenin enerji ihtiyacının 2023 yılına kadar %30'unun yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması amaçlanmış ve enerji alanında yapılacak yatırımların 2023 yılı itibariyle 130 milyar ABD dolarına ulaşması hedeflenmektedir.

**Grafik 7.10.** 2000'li Yıllarda Enerji Yatırımlarının Gelişimi (Milyon TL)

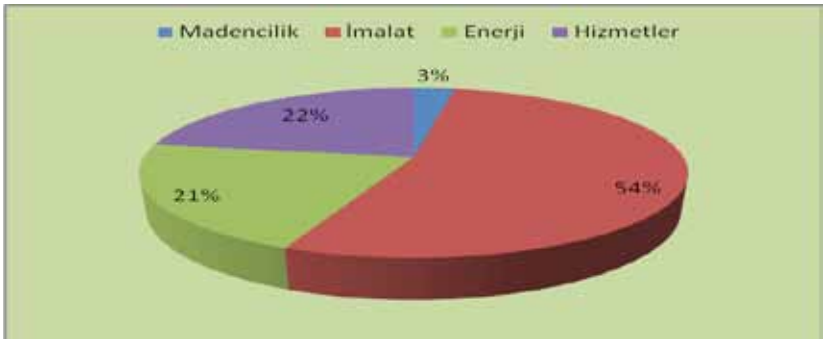



Kaynak: www.ekonomi.gov.tr

Grafik 7.10, yatırım teşvik belgelerinin sektörler itibariyle seyrine bağlı olarak 2000'li yıllara ait enerji yatırımlarının gelişimini göstermek amacıyla hazırlanmıştır. Grafiğe göre enerji sektörüne yapılan yatırımların yıllar itibariyle dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. Bu gelişim yıllar itibariyle EPDK'ya yapılan lisans başvurularının değişimine bağlıdır. Özellikle son yıllarda sektöre yapılan yatırımlar artarak 2011 yılı itibariyle 15.342 milyon TL'ye ulaştığı ve istihdamın da 41.974 olduğu ifade edilmektedir.

Grafik 7.11'de 2012 yılında açıklanan yeni teşvik sisteminde çeşitli sektörlere verilen teşvik belgelerinde öngörülen 145,1 milyar TL'lik toplam sabit yatırım tutarının %54'ü ile imalat sektörü (77.652 milyon TL) ilk sırada yer alırken, sırasıyla yaklaşık %22'lik payla hizmetler (32.746 milyon TL), %21'lik payla enerji (30.517 milyon TL) ve %3'lük bir payla madencilik (4.210 milyon TL) sektörleri olmuştur. Dolayısıyla, 2012 yılı içerisinde enerji sektörüne yapılan yatırım tutarı ölçüsünde bu sektöre yapılan yatırım 8.821 kişiye de iş kapısı sunacaktır. Ayrıca, genel bütçeden Enerji Bakanlığı'na ayrılan pay 2011 yılında 451.760 milyon TL olarak gerçekleşmiş ve bu haliyle en az pay ayrılanlardan biri olmuştur.

**Grafik 7.11.** Yatırım Teşvik Belgelerinde Sabit Yatırım Tutarlarının Sektörlere Göre Dağılımı (2012)




Kaynak: www.ekonomi.gov.tr

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen tek teşvik mekanizması sabit fiyat garantisidir. Sabit fiyat garantisi, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten ve sisteme veren üreticilere üretimlerinin belirlenmiş bir sabit fiyattan satın alınmasına yönelik güvence verilmesi şeklindeki teşvik sistemini ifade etmektedir. Bu sistemde teşvik süresi ülkeden ülkeye değişmekle birlikte yenilenebilir üretim tesisinin faaliyete geçmesiyle ilk 10-20 yıllık dönem için uygulanmaktadır (Enerji ve Doğal Kaynaklar Endüstrisi, 2011:3).

8 Ocak 2011 tarihinde yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kanunu'nda yapılan değişiklikle yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesislerine (yerli imalatlara) sağlanacak fiyat teşviği yeniden düzenlenmiştir. Bu Kanun çerçevesinde "Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretim Tesisleri Hakkında Yönetmelik" ve "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik" 19 Haziran 2011 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu kapsamda, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi yapan tesislerde yurt içinde üretilmiş ekipman kullanıldığı zaman 0,4-3,5 dolar/cent arasında ilave fiyat desteği verilmektedir.

Yeni Kanun çerçevesinde elektrik üretiminde kullanılan YEK için öngörülen teşvikler tarife desteği ve alım garantileri, bağlantı öncelikleri, düşük lisans bedelleri, istisnai hallerde lisans muafiyetleri ve proje hazırlama aşamasında ve inşaat sahası edinimlerinde çeşitli kolaylıklardır (www.epdk.gov.tr).

Yenilenebilir enerji kaynakları hususunda çıkartılan kanunlarla yerli enerjinin teşvik edilmesine yönelik çeşitli destekler verilmeye başlanmıştır. Tablo 7.7'de yerli kaynakların kullanılması şartına bağlı olarak verilen destekler özetlenmiştir.

**Tablo 7.7.** YEK Destekleme Mekanizmasında Öngörülen Destekleme Fiyatları

| Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi | Uygulanacak Fiyatlar (ABD doları cent/kWh)* | Yerli Katkı İlavesi İle Uygulanabilecek En Üst Fiyat (ABD doları cent/kWh)** |
|---|---|---|
| Hidroelektrik üretim tesisi | 7,3 | 7,3+2,3=9,6 |
| Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi | 7,3 | 7,3+3,7=11,0 |
| Jeotermal enerjiye dayalı üretim tesisi | 10,5 | 10,5+2,7=13,2 |
| Biokütleye dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil) | 13,3 | 13,3+5,6=18,9 |

| | | |
|---|---|---|
| **Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi (güneş pili)** | 13,3 | 13,3+6,7=20,0 |
| **Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi (yoğunlaştırılmış)** | 13,3 | 13,3+9,2=22,5 |

(*) Kanun ekinde yer alan I sayılı cetvele göre uygulanacak olan fiyattır.
(**) Kanun ekinde yer alan II sayılı cetvele göre, cetvelde sayılan tüm parçaların imalatının yurt içinde gerçekleşmiş olması durumunda ilave edilebilecek rakamın, I sayılı cetvelde belirtilmiş olan fiyata eklenmesi ile bulunmaktadır.

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (29.12.2010).

YEK Kanununda yeni tesislerin açılmasına bağlı olarak uygulanacak teşvik mekanizmalarının yanında yeni tesislerin kurulmasına yönelik arazi tahsisi gibi çeşitli hususlarda kolaylıklar da sunulmuştur. Bunları şu şekilde özetlemek mümkündür (YEK Kanunu, 2010):

- Arazi Tahsisi: Orman veya Hazine'nin özel mülkiyetinde ya da devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan her türlü taşınmaz (Milli Parklar, Muhafaza Ormanları, Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları ve Doğal SİT Alanları) YEK yatırımlarına açılmıştır.
- İşletmede olanlar dahil, 31.12.2015 tarihine kadar işletmeye girecek YEK Belgeli üretim tesislerinden, ulaşım yollarından ve lisanslarında belirtilen sisteme bağlantısı noktasına kadarki TEİAŞ ve dağıtım şirketlerine devredilecek olanlar da dahil enerji nakil hatlarından yatırım ve işletme dönemlerinin ilk on yılında izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine %85 indirim uygulanacaktır. Ayrıca, bu tesislerden orman arazilerinde ORKOY ve ağaçlandırma özel ödenek gelirleri alınmayacaktır.
- YEK Belgeli üretim tesislerinden alınan %1'lik Hazine payı alınmayacaktır.
- 500 kWh'ın altında kurulu gücü olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim yapan gerçek ve tüzel kişilere de ihtiyaçlarının üzerinde ürettikleri elektrik enerjisini dağıtım sistemine vermeleri halinde sabit fiyatlardan on yıl süreyle yararlanma imkânına sahiptir.

Tablo 7.8, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın hazırladığı "Elektrik Enerji Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'nde yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin 2023 yılı hedeflerini de göstermektedir.

**Tablo 7.8.** Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomik Potansiyelleri ve Kapasite Faktörleri

| Yenilenebilir Enerji Kaynakları | Toplam Kurulu Güç Potansiyeli (MW) | Kurulu Gücümüz (MW) | Kapasite Faktörü | 2023 Hedefi (MW) | Yıllık Ortalama Üretim Potansiyeli (milyon kWh/yıl) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Hidro** | 36.000 | 16.934 | %44 | 36.000 | 144.000 |
| **Rüzgar** | 48.000 | 1.587 | %30 | 20.000 | 60.000 |
| **Güneş** | 50.000 | - | %20 | 3.000 | 7.500 |
| **Jeotermal** | 600 | 94 | %84 | 600 | 4.400 |
| **Biokütle** | 2.000 | 44 | %80 | 2.000 | 14.000 |
| **Toplam** | **136.600** | **18.659** | **-** | **61.600** | **229.900** |

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011, s.32.

Öncelikli hedef çerçevesinde yer alan rüzgar enerjisi kurulu gücünün 20.000 MW'a çıkartılması TEİAŞ aracılığıyla 2013 yılına kadar 8 GW gücünde RES'in sisteme girmesinden sonra her yıl 1 GW gücünde yeni kapasitenin kurulması ile gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Bu kapsamda, Dünya Bankası ESMAP (Energy Service Management Assistance Program) kapsamında 200.000 ABD tutarındaki hibeyi tahsis etmiş ve bu kredinin üçüncü kısmı bağlamında AMAG (Actively Managed Automated Grid) projesi başlatılmış olup bu proje rüzgar santralinin bağlanabilmesi amacını taşımaktadır.

Türkiye güneş enerjisi toplam potansiyeli 380 TWh/yıl ve teknik potansiyeli ise 76 tep'dir. Güneş enerjisinden elektrik üretilmesine yönelik henüz bir güneş lisansı taşıyan santral olmamasına rağmen 1 MW düzeyinde güneş pili kurulu gücü ve önemli ölçüde güneş kolektörü mevcuttur. Strateji Belgesi'nde güneş enerjisi

potansiyelinin değerlendirilmesi önem arz etmiş ve YEK Kanunu'nda da güneş enerjisine 13,3 dolarcent/kWh sabit fiyat garantisi ile önemli bir düzeyde desteklenmeye tabi tutulmuştur. Ayrıca kanunda 31.12.2013 tarihine kadar iletim sistemine bağlanması hususunda kurulacak güneş enerjisi kurulu gücünün 600 MW olması kararlaştırılmıştır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2023 hedefleri yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu gücünün önemli bir düzeye çıkarılmasını kapsamaktadır. Böylece yerli enerji kaynaklarının kullanımının arttırılıp enerjide dışa bağımlılığımızın azaltılması amaçlanmıştır. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin il profillerinin çıkarılmasına yönelik projelere verilen desteklerin hem kamu aracılığıyla hem de bölgenin kalkındırılmasının temelini teşkil eden kalkınma ajansları aracılığıyla gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir.

Dünyada fosil yakıtlara olan bağımlılığın giderek azalacağı ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimlerin gelecek yıllarda da devam edileceğine yönelik tahminler yapılmaktadır. Özellikle Kyoto Protokolüne bağlı olarak karbondioksit emisyonunun azaltılmasına yönelik tedbirler bağlamında yerli enerji kaynaklarına yöneliş hız kazanmaktadır. Ülkemizde Kyoto Protokolü çerçevesinde 2012 yılına kadar karbondioksit emisyonu azaltma yükümlüğümüz yoktu. Ancak, bu dönemden sonra emisyonların azaltılmasına yönelik çalışmalar ilgili Bakanlık nazarında enerji verimliliği potansiyelinin değerlendirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminin yaygınlaştırılması ve nükleer enerjinin kullanımına geçilmesi yönünde şekillendirilmektedir.

TEİAŞ Genel Müdürlüğü elektrik enerjisi tüketim talebiyle ilgili olarak yüksek ve düşük talep senaryoları şeklinde iki senaryo belirlemiştir. Düşük talep senaryosuna göre Türkiye'de 2019 yılında elektrik tüketim talebinin 367 milyar kWh'a ulaşması beklenmektedir. 2019 yılına ait bu tahmine göre talebi karşılamak için 30.000-35.000 MW arasında kurulu güce ihtiyaç olacağı ifade edilmektedir. Bu talebi karşılamak için de çeşitli enerji türlerinden yararlanarak oluşturulacak üretim tesisleri için gerekli yatırımın 60-65 milyar dolar arasında gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

**Tablo 7.9.** TEİAŞ Talep Tahmin Projeksiyonları

| Yıl | Elektrik Talebi (Düşük Talep Senaryosu) (milyar kWh) | Elektrik Talebi (Yüksek Talep Senaryosu) (milyar kWh) |
|---|---|---|
| 2010 | 209,0 | 209,0 |
| 2013 | 249,9 | 253,6 |
| 2016 | 303,2 | 314,8 |
| 2019 | 367,3 | 390,0 |

Kaynak: www.teias.gov.tr

Gelişen bir ülke olarak nüfus artışına, sanayi tesislerinin yaygınlaşmasına ve temelde büyümeye bağlı olarak enerji tüketimimiz yıllık ortalama %7-8 oranlarında artış göstermektedir. Artan bu enerji talebimizin karşılanmasında enerjide dışa bağımlılığımızı azaltmak amacıyla enerji çeşitliliği politikası kapsamında yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinden yararlanmanın yaygınlaştırılması ve diğer taraftan da nükleer enerjiden yeni bir kaynak olarak faydalanılması ile enerji arzının karşılanması yoluna gidilmesi gerekmektedir.

## 7.4. Şırnak İli Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyelinin Değerlendirilmesinin İlin Gelişimine Katkısı

### 7.4.1 Enerji ve Kalkınma İlişkisi

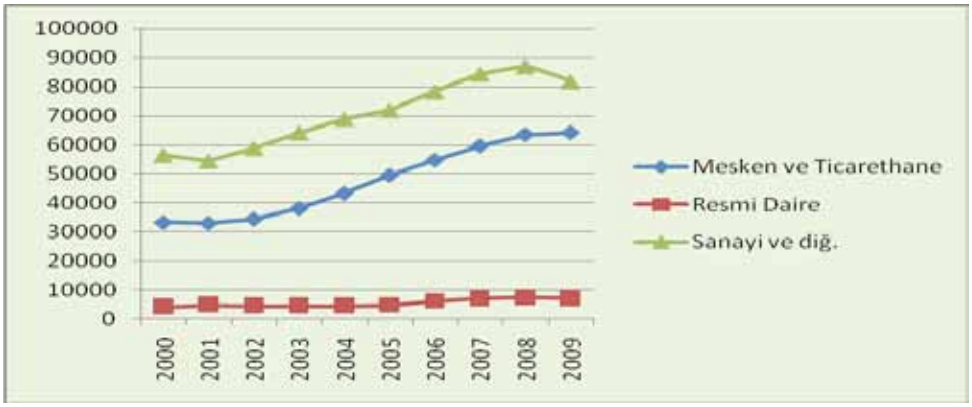
Kalkınma, bir ülkenin var olan kaynaklarının etkin ve verimli bir şekilde kullanımına bağlı olarak gerçekleşen bir olgudur. Dolayısıyla, kalkınma aşamasını tamamlamış ülkeler olan gelişmiş ülkelerde kişi başına milli gelirin ve sermaye birikiminin yüksek, sanayileşmenin tamamlanmış olması gibi kriterlerin yanında yatırımların altyapısının tamamlandığı, eğitim ve kültür seviyesinin de geliştiği gözlemlenmektedir. Bu gelişme kriterlerine sahip ülkelerde ayrıca yaşam standartları da refah düzeyine ulaşmıştır (Atik ve Atay, 2010:917-919). Bu kriterler açısından henüz bir bütünlük sağlayamamış ülkeler ise gelişmekte olan ülkeler olarak adlandırılmakta ve geliştirilmesine yönelik politikalar önceleri merkez kaynaklı yönetimler tarafından sürdürülürken zamanla yerini yerel bazlı politikalara bırakmıştır.

Bölgesel kalkınma, bir bölgedeki gelir artışlarının yanında sosyo-ekonomik yapının da değiştirilmesi olarak tanımlanmakta ve bölgenin kendine ait kaynaklarının harekete geçirilmesi, girişimciliğin teşvik edilmesi, bölgenin gelir ve istihdam düzeyi gibi ekonomik yapısının artırılması ile bölge halkının yaşam kalitesinin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır (Uzay, 2005:20).

Ekonomik kalkınma göstergeleri içerisinde yer alan enerji istatistikleri kapsamında kişi başına düşen enerji tüketimi önem arz etmektedir. Gelişmiş ülkelerde GSYH'nın da artmasına bağlı olarak enerji tüketiminin arttığı gözlemlenmektedir. Enerji, insanların yaşamlarını sürdürmelerinde (ısınma, pişirme vb.) önem arz etmekte iken sanayinin üretiminin gerçekleştirilmesinde de gerekli ve önemli bir faktördür. Dolayısıyla, enerji önemlidir ve bir ülkede sanayi üretiminin gerçekleşmesi için gerekli bir araçtır.

Sektörel enerji tüketiminin yer aldığı Grafik 7.12'de ülke nüfusunun artmasına bağlı olarak mesken ve ticarethanelerde tüketilen enerjinin artış gösterdiği görülmektedir. Bunun yanında sanayi kuruluşlarının enerji tüketimi de yeni açılan üretim tesislerinin artmasıyla artış göstermektedir. Bu da kalkınmakta olan bir ülke olarak Türkiye'nin kalkınma sürecini açıklayan bir göstergedir. Diğer taraftan ise, sanayi tüketiminin 2008 yılı itibariyle azalma eğilimine girmesi küresel kriz neticesinde sanayi kuruluşlarının kapatılmalarına veya mevcut kapasitenin azaltılmasına bağlanabilir.

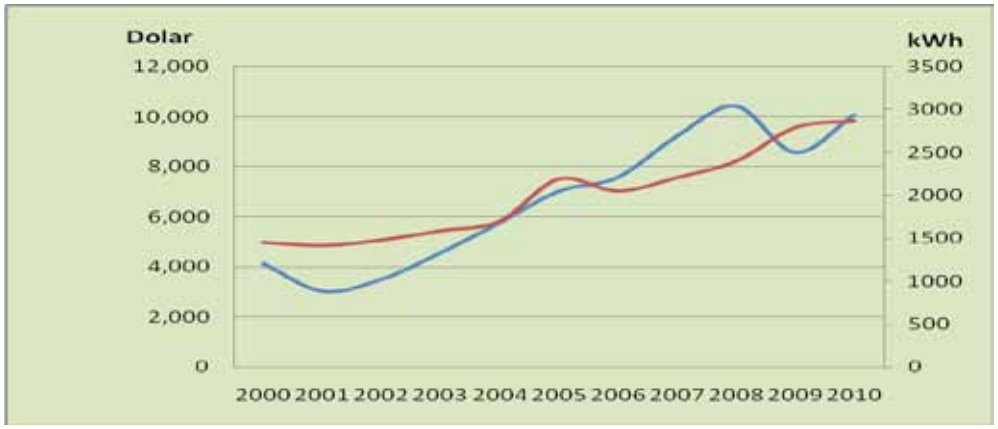
**Grafik 7.12.** 2000'li Yıllarda Sektörel Elektrik Enerjisi Tüketiminin Gelişimi (Milyar kWh)




Kaynak: www.tuik.gov.tr

Bir diğer ekonomik kalkınma göstergesi olan kişi başına enerji tüketimi ile kişi başına milli gelir arasındaki ilişkiye ait Grafik 7.13'te 2000'li yıllara ait yıllık seyir bu değişkenler açısından izlenmiştir. Kişi başına enerji tüketimimizin yıllar itibariyle artış göstermesi önemli bir gelişme iken bu oranın 2010 yılında 2871 kWh olması halen gelişmiş ülkelere kıyasla geri kaldığımızın bir diğer göstergesidir. Ayrıca, kişi başı enerji tüketimi ve kişi başı milli gelir arasında pozitif ilişkinin varlığından söz edilebilirken kriz dönemlerinde kişi başı milli gelirin azalmış olması da grafiğe yansımıştır.

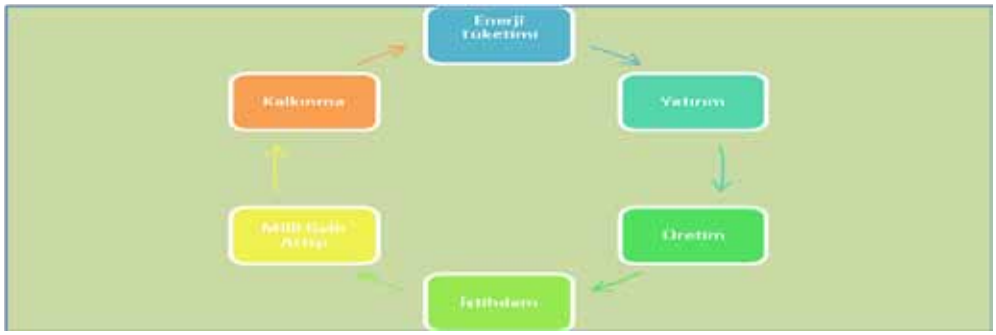
**Grafik 7.13.** 2000'li Yıllarda Kişi Başına Enerji Tüketimi-Kişi Başına Milli Gelir İlişkisi




Kaynak: www.teias.gov.tr

Şekil 7.1, enerji ve kalkınma ilişkisini özetlemektedir. Buna göre, yatırımlardaki artış üretimleri ve istihdamı artırmaktadır. Bütün bu değişkenlere bağlı olarak milli gelir artışı ülkenin kalkınmasını sağlarken kalkınmış ülkelerin enerji tüketimlerinin doyum noktasına ulaşması muhtemeldir.

**Şekil 7.1.** Enerji-Kalkınma İlişkisi




## 7.4.2 Şırnak İli'nin Sosyo-Ekonomik Yapısı ve Enerji Göstergeleri

Türkiye'de AB'ye üyelik sürecinde bölgesel gelişme kapsamında yerleşme merkezlerinin kademelenmesi ve iller arasındaki fonksiyonel ilişkilerin istatistik toplama ve plan yapma amacına uygunluğu açısından AB istatistiki sınıflandırmasına (NUTS) paralel şekilde üç düzey halinde İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırılması (İİBS) yapılmış ve bu kapsamda Türkiye Düzey1'de 12, Düzey2'de 26 ve Düzey3'te 81 bölgeye ayrılmıştır. Düzey2 bünyesinde yer alan Güneydoğu Anadolu Bölgesi TRC1 (Adıyaman, Gaziantep ve Kilis); TRC2 (Şanlıurfa ve Diyarbakır) ve TRC3 (Batman, Siirt, Şırnak ve Mardin) bölgelerini kapsamaktadır.

**Şekil 7.2.** Güneydoğu Anadolu Bölgesi Düzey2 Bölgeleri

Güneydoğu Anadolu Bölgesi ülke nüfusunun yaklaşık %10,5'una sahip olmanın yanında sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında 6. sırada yer almaktadır. Bölgenin ekonomisi tarım ve hayvancılığa dayanmakla birlikte önemli yer altı ve yer üstü kaynakları mevcuttur. Bunun yanında sınır kapılarının da varlığı önemli bir ticaret kapısı oluşturmaktadır. Bölge ülke genelinde demografik, sosyal ve ekonomik göstergeler açısından geri sıralarda yer almaktadır. Bölge'de yıllık nüfus artış hızı yüksek, genç nüfus sayısı fazla, istihdam oranı düşük, sağlık hizmetleri ülke ortalamasının altında, okur-yazar oranı ise düşüktür.

**Tablo 7.10.** Güneydoğu Anadolu Bölgesi Sosyo-Ekonomik Yapısı

| Göstergeler | Güneydoğu Anadolu Bölgesi | Türkiye |
|---|---|---|
| Nüfus (2009) | 7.462.893 | 72.561.312 |
| GSYH (Bin TL) 2001 | 6.077 | 109.885 |
| Kişi Başına Gelir (Cari dolar) 2008 | 3.812 | 9.384 |
| İhracat (Bin dolar) 2009 | 4.446.167 | 102.142.613 |
| İthalat (Bin dolar) 2009 | 2.503.955 | 140.928.421 |
| İşsizlik Oranı (%) 2010 | 11,8 | 11,9 |
| Kadın Okuma-Yazma Oranları (%) 2009 | 71,6 | 83,3 |
| Hastane Sayısı 2007 | 96 | 1.276 |
| Hastane Yatağı Başına Düşen Kişi Sayısı 2007 | 160.000 | 260.000 |

Kaynak: www.gap.gov.tr

TRC3 bölgesinde yer alan Şırnak ili, sosyo-ekonomik sıralamasında 81 il içerisinde 78. sırada yer almakta iken temel ekonomik faaliyeti tarım ve hayvancılığa dayanmakta ve kömür işletmeciliği yaygın faaliyet gösterirken önemli bir istihdam yaratmaktadır. Şırnak ilinin sosyo-ekonomik göstergeler açısından geri kaldığı yüksek işsizlik oranına (2008 yılında %11.2), milli gelir göstergeleri açısından kişi başına GSYİH (2000 yılında 518 TL) ve GSYİH içindeki payının (2000 yılında %0.15) düşüklüğüyle bağlantılıdır. Diğer taraftan dış ticaret göstergeleri açısından ihracatta önemli bir paya sahipken eğitim ve sağlık göstergeleri açısından ise yine az gelişmişliğini korumaktadır.

**Tablo 7.11.** Şırnak İlinin Sosyo-Ekonomik Göstergeleri

| Göstergeler | Şırnak |
|---|---|
| İşgücüne Katılma Oranı (%) 2008 | 29.8 |
| İşsizlik Oranı (%) 2010 | 11.2 |
| İstihdam Oranı (%) 2008 | 23.2 |
| Kişi Başına GSYİH (TL) 2000 | 518 |
| GSYİH İçindeki Payı (%) 2000 | 0.15 |
| İhracat (Bin dolar) 2008 | 288.776 |
| İhracat (Bin dolar) 2009 | 503.179 |
| İthalat (Bin Dolar) 2008 | 17.829 |
| İthalat (Bin dolar) 2009 | 7.214 |
| Hastane Sayısı 2007 | 5 |
| Sağlık Ocağı Sayısı 2007 | 33 |
| Hekime Düşen Hasta Sayısı 2007 | 2.210 |
| Hastane Yatağı Başına Düşen Kişi Sayısı 2007 | 40 |
| Okur-Yazar Nüfus Oranı (%) 2010 | 82.0 |
| Okur-Yazar Kadın Nüfusun Tüm Kadınlara Oranı (%) 2010 | 73.0 |
| Üniversite Bitirenlerin Okul Bitirenlere Oranı (%) 2000 | 4.7 |

Şırnak ilinin imalat sanayi tesisleri incelendiğinde gıda, içki ve tütün sektöründe 20 tesisi bulunmaktadır. Sanayi tesislerinin varlığı üretimin yanında enerji tüketiminin de bir göstergesidir. Dolayısıyla ilin gelişmemiş olması sanayisinin gelişmemesine ve böylece de istihdam oranının düşüklüğüne bağlı olarak da işsizliğin önemli bir göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

**Tablo 7.12.** TRC3 Bölgesi'nde İmalat Sanayi Tesisleri Sayısı (2010)

| | Gıda, İçki ve Tütün | Tekstil ve Deri | Kimya Petrol Plastik | Ağaç Mantar Ürünleri ve Mobilya | Metal Eşya Makine | Orman ve Kağıt Ürünleri | Toplam | İstihdam |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Batman | 67 | 26 | 28 | 1 | - | 5 | 144 | 9.076 |
| Mardin | 75 | 26 | 45 | 3 | 5 | 1 | 186 | 5.075 |
| Siirt | 27 | 6 | 1 | 1 | 6 | - | 57 | 3.927 |
| Şırnak | 20 | 1 | 7 | - | - | - | 42 | 1.275 |
| TRC3 | 189 | 59 | 81 | 5 | 11 | 6 | 424 | 19.330 |

Kaynak: Şırnak Sanayi ve Ticaret Odası

### 7.4.3. Şırnak İli Enerji Potansiyeli

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, petrol ve kömür gibi fosil yakıtların yanında akarsu ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları açısından önem arz etmekte olup su kaynaklarının değerlendirilmesi hem sulamanın sağlanması hem de elektrik üretiminin gerçekleştirilmesi açısından GAP çerçevesinde değerlendirilmektedir. GAP'ın tamamlanmasıyla yılda 27 milyar kWh'lık hidrolik enerji üretilecek ve bu haliyle Türkiye'nin elektrik enerjisi üretim potansiyelinin %22'sini oluşturacaktır (Ergün ve Atay Polat, 2011:329).

**Tablo 7.13.** GAP Bölgesi HES Projeleri

| | |
|---|---|
| **Planlanan HES Sayısı** | **19 Adet (7476 MW)** |
| **Tamamlanan HES Sayısı** | 9 Adet (5513 MW) |
| **Fiziki Gerçekleşme (Kurulu Güç)** | % 74 |

GAP çerçevesinde yer alan Karakaya, Atatürk, Batman, Kralkızı, Dicle, Birecik ve Karkamış hidroelektrik santrallerinden Türkiye geneli ve bölge halkı refahı önemli ölçüde yararlanmıştır. 2009 yılında Türkiye'de toplam üretilen 35.9 milyar kWh hidroelektrik enerjinin %33,7'si (12,1 milyar kWh) GAP çerçevesinde üretilmektedir. Aynı zamanda 2009 yılında Türkiye'nin 194,06 milyar kWh toplam enerji üretimi (termik, hidrolik, rüzgar ve jeotermal) içinde GAP'ın payı %6,2 olarak gerçekleşmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde bu projenin tamamlanmasıyla hem ülke ekonomisine hem de bölge ekonomisine katkı azımsanmayacak ölçüde olacaktır.

Bölgede yenilenebilir enerji üretiminin en güçlü olduğu alanlardan birini güneş enerjisi teşkil etmektedir. Türkiye'de güneşlenme süresi ortalama 2.737 saat, Bölgede ise güneşlenme süresi yaklaşık ortalama 3.000 saattir. Bölgede güneş enerjisinden yalnızca sıcak su temin etmek amacıyla faydalanılmakta iken bu enerjiden elektrik enerjisi üretimi yapılmamaktadır.

Rüzgâr enerjisi açısından Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Marmara bölgesinden sonra ülkenin ikinci en güçlü rüzgâr enerjisi potansiyeline sahiptir.

Şırnak İli'nin rüzgâr enerjisi potansiyeli önemli olmakla birlikte henüz bu enerjinin değerlendirilmesine yönelik rüzgâr santrali kurulmuş değildir.

Biyokütle enerjisi yerel halkın ve çiftçilerin yakıt ve elektrik ihtiyacının karşılanması açısından önem arz etmektedir. Bölge ekonomisinin tarım ve hayvancılığa dayanmasından dolayı bu enerji çeşidinin kullanımının yaygınlaşmasına bağlı olarak önemli bir potansiyel kaynak işlevi göreceği aşikardır.

Bölgede önemli jeotermal kaynaklar bulunmakta olup elektrik üretimine yönelik herhangi bir tesis mevcut değildir. Jeotermal alanlardan daha çok sağlık ve sera ısıtması amacıyla yararlanılmaktadır. Şırnak Güçlükonak Hısta jeotermal alanında 63.5$^0$C sıcaklığındaki kaynak kaplıca olarak kullanılmaktadır.

Şırnak İli'nde yer alan elektrik üretim santrallerinin durumu Tablo 7.14 ve Tablo 7.15'de yer almaktadır. Şırnak ve çevresinde yer alan 6 âdeti termik ve 2 adeti de HES olmak üzere toplam 8 santral mevcuttur. Bu elektrik üretim tesislerinin toplam kurulu gücü 2010 yılı itibariyle 912,29 MW'a ulaşmıştır. 2010 yılına ait enerji sektörü istihdam verilerinde ise toplamda 131 kişinin istihdam edildiği Tablo 7.16'da görülmektedir.

**Tablo 7.14.** Şırnak İli'nin Elektrik Üretim Santralleri Yatırımları ve İlerleme Durumları (2010)

| Santral Adı | Toplam Kurulu Güç (MW) | İşletmedeki Kurulu Güç (MW) | Öngörülen Yatırım (TL) | Gerçekleşen Yatırım (TL) | Öngörülen Üretim (kWh/Yıl) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Şırnak Termik Santrali** | 275,50 | 0,00 | 275.500.000 | 0 | 1.944.000.000 |
| **İdil Termik Santrali** | 11,00 | 11,00 | 11.000.000 | 11.000.000 | 80.000.000 |
| **Dizel Motorlu Termik Santral** | 26,08 | 24,00 | 26.080.000 | 26.080.000 | 175.200.000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Karkey Termik Santrali** | 150,77 | 142,44 | 150.770.000 | 150.770.000 | 1.145.000.000 |
| **Silopi Termik Santarli** | 413,25 | 135,00 | 413.250.000 | 23.637.900 | 2.916.000.000 |
| **Silopi II** | 30,50 | 29,50 | 30.500.000 | 30.500.000 | 210.000.000 |
| **Nizir HES** | 4,50 | 0,00 | 4.500.000 | 0 | 15.716.000 |
| **Uludere HES** | 0,69 | 0,69 | 1.104.000 | 1.104.000 | 1.200.000 |
| **Toplam** | **912,29** | **342,63** | **912.704.000** | **243.091.900** | **6.487.116.000** |

Kaynak: www.epdk.gov.tr

**Tablo 7.15.** Şırnak İli'nin Elektrik Üretimi

| | 2002 | Şubat 2011 | 2002-2011 Yılları Arası Artış |
|---|---|---|---|
| **Toplam Santral Sayısı** | 1 adet (HES Santrali) | 8 adet (6 adet Termik, 2 adet HES Santrali) | %700 |
| **Toplam Kurulu Güç (MW)** | 0,69 | 912,29 | %132116 |
| **İşletmedeki Kurulu Güç (MW)** | 0,69 | 342,63 | %49557 |
| **Öngörülen Üretim (kWh/Yıl)** | 1.200.000 | 6.487.116.000 | %540493 |
| **Öngörülen Yatırım (TL)** | 690.000 | 1.190.904.000 | %172.495 |
| **Gerçekleşen Yatırım (TL)** | 690.000 | 252.547.060 | %36.501 |

Kaynak: www.epdk.gov.tr

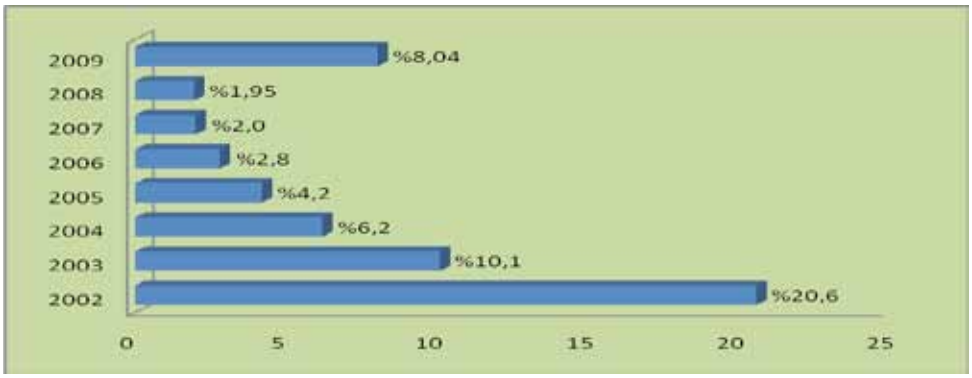
**Tablo 7.16.** Şırnak İli'nin Enerji Sektörü İstihdam Verileri (2010)

| | |
|---|---|
| **Yaratılacak Toplam İstihdam** | **339 kişi** |
| **Mevcut istihdam** | 131 kişi |

Kaynak: www.epdk.gov.tr

Sanayi kuruluşları ve enerji tüketimi arasındaki bağlantı gelişmişliğin bir göstergesidir. Grafik 7.14, TRC3 bölgesi içerisinde Şırnak İli'nin sanayi kesiminin payını göstermektedir. Şırnak İli'nin bölge içerisindeki payı 2002 yılından itibaren azalarak 2007 yılında %2 düzeyine gerilemiştir. Bölgenin 2007 yılı itibariyle Türkiye sanayisinin enerji tüketimi içerisindeki payı ise %0,61 ile çok gerilerdedir. Dolayısıyla, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin en önemli geri kalmışlık göstergesi olarak sanayi tesislerinin sayıca azlığına bağlıdır. Bölgenin kalkınmasında yenilenebilir enerji tesislerinin kurulması ve bu tesislerde istihdamın yaratılması, diğer taraftan enerji maliyetlerinin düşmesiyle enerji fiyatlarının tüketiciye daha az yansıtılması ve önemli bir sorun haline gelen kayıp-kaçakların düşmesiyle kalkınmanın önü açılacaktır.

**Grafik 7.14.** Şırnak İli'nin TRC3 Bölgesi Sanayi Kesiminin Enerji Tüketimi İçerisindeki Payı (MWh) (2007)



Şırnak İli enerji sektörü yatırım verilerinin yer aldığı Tablo 7.17'de 2011 sabit yatırım tutarlarının artmasıyla bağlantılı olarak istihdamın da artacağı gözlemlenmektedir. Bu açıdan ilin önemli potansiyele sahip olduğu enerji türlerinden yararlanarak enerji sektörüne yapacağı katkının ortaya konulması gerekmektedir.

**Tablo 7.17.** Yıllar İtibariyle Şırnak İli Enerji Sektörü Yatırım Teşvik Belgelerinin Gelişimi

| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | Şırnak/GAP (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Belge Adedi** | 8 | 2 | 9 | 9 | 12 | 2,59 |
| **Sabit Yatırım (Bin TL)** | 35.642 | 37.218 | 43.962 | 62.180 | 484.817 | 0,01 |
| **İstihdam (kişi)** | 265 | 60 | 327 | 196 | 395 | 3,45 |

Kaynak: www.ekonomi.gov.tr

## 7.5. Sonuç

Yenilenebilir enerji kaynaklarının hem yerli potansiyel hem de çevreye zararlarının minimum olması hasabiyle ülkeler enerji arz güvenliği, enerji çeşitliliği ve çevresel faktörleri de dikkate alarak yönlerini yenilenebilir enerji kaynaklarına çevirmişlerdir. Bu kapsamda Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının son on yılda %67'den 2011 yılı itibariyle %73'lere dayanması her geçen gün yenilenebilir enerjiden yararlanılmasını gerekli kılmıştır. Ülkemizde yenilenebilir kaynaklarının kullanımının özel sektör eliyle gerçekleştirilmesi amacıyla çeşitli kanunlar çıkartılmıştır. Ayrıca, bu kaynakların tesislerinin kurulacağı alanlar için devlet arazileri tahsis edilmiş ve yerli hammaddelerin kullanımına bağlı olarak da çeşitli teşvikler süregelmiştir.

Kalkınmanın bir göstergesi olarak kabul edilen enerji tüketimi ülkemizde şehirleşme, sanayileşme, nüfus artışı ve teknolojik araçların kullanımının artmasına bağlı olarak artış göstermektedir. Ülkemizin en geri kalmış bölgelerinden biri olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sosyo-ekonomik göstergeler ülke ortalamasının oldukça altındadır. Bu olumsuz koşullar bölgede ulaşım ve altyapısının tamamlanmaması, sanayi tesislerinin azlığı, sermayenin gelişmiş illere kayması ve kimi alt bölgelerdeki hava şartları gibi nedenlere dayandırılmaktadır. Bölge bünyesinde yer alan Şırnak İli'nde de aynı olumsuzluklar mevcut olup, İl Bölge ile aynı makus kaderi paylaşmaktadır. Şırnak İli'nin ekonomisi tarım ve hayvancılığa bağlı iken bunun yanında kömür işletmeciliği de önemli bir istihdam yaratmaktadır. Ayrıca İl'de öncelikli güneş enerjisi olmak üzere, daha az önemde biokütle, jeotermal ve rüzgar potansiyeli mevcuttur. Diğer taraftan İl'deki su kaynakları GAP çerçevesinde sulama ve elektrik üretimine dayalı olarak değerlendirilmektedir.

Şırnak İli'nin kalkınmasında önemli bir sorunu teşkil eden işsizliğin önlenmesi ancak ve ancak yeni istihdam alanlarının yaratılmasıyla düzelebilecektir. Şırnak'ta sanayi tesislerinin azlığının yanında sermayedarlarında altyapısı tamamlanmış illere sermayelerini aktarmaları gelişmenin önündeki önemli bir etkendir. Dolayısıyla, altyapının ve ulaşımın önündeki engellerin kaldırılmasıyla sermayenin Şırnak İli'ne kaydırılması gerekmektedir. Aynı zamanda, ilin tarım ve hayvancılığa dayalı ekonomisinin canlandırılması açısından teşviklerin hem doğru şekilde hem de doğru zamanda doğru kişilere kullandırılması önemlidir. Şırnak İli'nin fosil yakıt açısından kömürde ve yenilenebilir enerji açısından ise güneşte önemli bir potansiyel kaydetmesi istihdamın artırılmasında bu enerji türlerine yönelik tesislerin açılmasına bağlı olarak önem arz edecektir. Böylece, kalkınmanın önemli bir göstergesini ifade eden enerji tüketimi ilde ve bölgede enerji yatırımlarının artırılmasıyla bölgenin ve ülkenin gelişmesine yardımcı olacaktır.

Dünyadaki gelişimi 1930'lara dayanan ülkemizde ise 2000'li yıllar itibariyle yaşama alanı bulan Kalkınma Ajansları gibi bölgesel bazlı araçlarla bölgenin ve ülkenin kalkınmasına yardımcı olacak kuruluşlar faaliyete geçmiştir. Bir satrançta piyonun imkansız olmayan matına benzer bir görev üstlenen kalkınma ajansları yerli kaynakların tespit edilmesi ve bu potansiyelin ortaya çıkarılmasını öncelikli hedef edinmişlerdir. Yerli potansiyelin tespiti sadece yerli yatırımcının bölgeye yatırımını sağlamayacak aynı zamanda doğrudan yabancı sermayenin de ülkemizde yatırım yapmasını hem kolaylaştıracak hem de hızlandıracaktır. Dolayısıyla, kalkınmasını yabancı sermayeye bir nevi borçlu olan ülkemizde kalkınma ajanslarına düşen önem ve sorumluluğun boyutu azımsanmayacaktır.

Bütün bu gelişmeler ışığında ülke genelinde kalkınmanın katkısının olacağı ve enerjide ithal bağımlılığını da azaltmaya yönelik önerilerimizi şu şekilde özetleyebiliriz:

- Ülkemizde daha çok kıyı bölgelerimizde önemli bir potansiyele sahip olan rüzgar enerjimizden elektrik tüketimini artırmak amacıyla rüzgar ölçüm cihazlarının ve rüzgar türbini üretiminin teşvik edilmesi hem istihdam yaratması hem de sanayi tesislerinin çeşitlendirilmesi kapsamında bir döngünün gerçekleştirilmesini beraberinde getirecektir.
- Ülkemizde ısıtma amacıyla güneş enerjisinden önemli ölçüde yararlanılmaktadır. Güneş enerjisinden elektrik üretimine yönelik faaliyetlerin gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalar ile teknolojik açıdan bir gelişmenin kaydedilmesi mümkün olacaktır.
- Dünyada yenilenebilir kaynakların değerlendirilmesinde çeşitli teşvik mekanizmaları kullanılırken ülkemizde sadece sabit fiyat mekanizması uygulama alanı dahilindedir. Dolayısıyla, önemli bir potansiyelin değerlendirilmesi amacıyla teşviklerin çeşitlendirilmesi ve artırılması ve finansman kolaylıklarının sağlanması gereklidir. 2023 hedeflerine ulaşabilmek için yıllık ortalama 6 milyar TL'lik yatırımın ülke gerçekleşmelerinde ortalama 3-4 milyar dolar düzeylerinde gerçekleşmesi ek finansman sorununu daha iyi gözler önüne sermektedir.
- Yenilenebilir kaynaklara yatırım yapılacak sahaların tespitinde fizibilite çalışması yeterli sürede tespit edilecek potansiyellere yönelik yapılacak yatırımların sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayacaktır.
- İklim değişikliğine bağlı olarak yenilenebilir kaynaklarından elektrik üretimi hem ileri teknoloji hem de yüksek maliyetler etrafında yatırımların önünü kısmaktadır. Dolayısıyla, bu yatırımların öncelikli olarak kamu tarafından destek mekanizmaları yardımıyla gerçekleştirilmesi yatırımların gelişimi açısından gereklidir.
- Rüzgar/güneş vs. ile ilgili verilerin ölçümlerinin sağlıklı bir ortamda gerçekleştirilmesi ve bu ölçümlerin kamu/özel/sanayi/üniversite işbirliği koordinasyonunda gerçekleştirilmesi veya kalkınma ajansları/dpt vs gibi kurumlarda ölçüme yönelik projelerin öncelikli desteklenmesi yenilenebilir kaynakların değerlendirilmesinin önemli bir işlevi olacaktır.
- İmalat sanayilerinin zehirli atıklarının dışsal maliyetlerinin azaltılmasında karbon vergisi uygulamasına gidilmesi gerekmektedir.

Şırnak İli'nin gelişmesine yardımcı olacağını düşündüğümüz tespitler ise şu şekildedir:

- Üniversite bünyesinde "Enerji Araştırma Enstitüsü"nün kurulması ilin enerji kaynaklarının tespitine ve buna bağlı olarak da değerlendirilmesinde önem arzedecektir.
- Üniversitenin İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi bünyesinde "Enerji Ekonomisi" gibi enerjiye dair seçmeli bir dersin varlığı ve "Uluslararası Enerji Politikaları" gibi enerjiye dayalı bölümlerin açılması öğrencilerin enerjiye bakışlarını değiştirecektir.
- Yatırım altyapısının tamamlanması ile yatırımcının bölgeye kaynak artırımı kolaylaşacak ve ayrıca bir istihdam kapısı da yaratarak halkın refahını artıran önemli bir faktör olacaktır.
- İlin kükürtdioksit ortalamasının (2009-2010 230 µg/m3) oldukça yüksek olması emisyon azaltımına yönelik önlemlerin alınmasını beraberinde getirmektedir. İlde açılacak bir yenilenebilir enerjiye dayalı tesisin VER (Voluntary Emissions Reduction) sertifikaları almaları ile ek gelir kapısının yolu açılacaktır.
- 2012 yılı yeni teşvik mekanizmasında üçüncü ve dördüncü bölgeler kapsamında ele alınan ilin tarım ve tarıma dayalı imalat sanayi, konfeksiyon, deri, plastik, kauçuk, metal eşya gibi emek yoğun sektörler teşvik edilecekken ayrıca turizm, eğitim, sağlık göstergeleri açısından düşük olan bölgenin bu sektörlerine de yatırımlar desteklenecektir. Bu mekanizma içerisinde enerji yatırımları "büyük yatırım ve bölgelerde belirlenen kapsamına girmeyen yatırımlar" olarak görülmüş ve bu sektörün genel teşvik sistemi kapsamında KDV istisnası ve gümrük vergisi muafiyeti ile destekleneceği ifade edilmiştir.

# KAYNAKÇA


Atik, H. ve M. Atay (2010), "Şırnak İli'nin Bölge İlleri Arasındaki Göreli Gelişme Düzeyi", Uluslararası Şırnak ve Çevresi Sempozyumu, 14-16 Mayıs 2010, Şırnak.

Enerji ve Doğal Kaynaklar Endüstrisi (Deloitte), Yenilenebilirler İçin Yeni Hayat: Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Beklentiler, Nisan 2011, s.1-48.

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler, Yayın No:1, Ankara.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2011), Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2012 Genel Kurulu Konuşması, www.enerji.gov.tr, s.1-40, Erişim Tarihi: 02.15.2012.

Ergün, S. ve M. Atay Polat (2011), "Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyelinin Bölgenin Gelişimine Katkısı", VI. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 21-22 Ekim 2011, Kayseri.

Uzay, N. (2005), Bölgesel Gelişmişlik Farklarının Giderilmesi ve Bölgesel Kalkınma Ajansları, Birinci Baskı, Seçkin Yayımcılık, Ankara.

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (29.12.2010).

BP, www.bp.com.tr

Ekonomi Bakanlığı, www.ekonomi.gov.tr

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, www.enerji.gov.tr

EPDK, www.epdk.gov.tr

GAP, www.gap.gov.tr

IEA (The International Energy Agency), www.iea.org.tr

REN21 (Renewable Energy Policy Network fort he 21st Century), www.ren21.net, Erişim Tarihi: 02.29.2012.

Şırnak Sanayi ve Ticaret Odası, www.sirnaktso.org.

TEİAŞ, www.teias.gov.tr.

TÜİK, www.tuik.gov.tr

www.guneshaber.net

VIII.BÖLÜM

# YATIRIM ÖRNEKLEM ANALİZİ

## 8.1. Giriş

Teknolojinin gelişmesi ve modernleşmeyle hayatın her alanında tüketim konusu olan enerji, her geçen gün küresel ve ulusal önem arz etmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2030 yılı ön görülen politikasına bakıldığında YEK için toplam üretimde %30 pay hedeflenmektedir. Bu hedefe ulaşmak için ülke genelinde YEK kullanımlarının arttırılması amacıyla yerel politikaların geliştirilmesi gerekmektedir. Şırnak ili için hazırlanan yatırım örnekleri ile belirtilen hedefe ulaşılması amaçlanmaktadır.

Şırnak ilinin 2011 yılı TUİK verilerine göre toplam nüfusu 457.997 kişidir. Nüfusun %37'ye yakını köylerde ikamet ederken %63'ü kent merkezlerinde yaşamaktadır. Şırnak ilinin 6+ nüfusu içinde okuma yazma bilmeyenlerin sayısı 2011 yılı verilerine göre 40.144 kişidir. Bu durum Şırnak ilinin eğitim göstergelerinin halen istenen noktaya gelmediğini göstermektedir.

Modern toplumlarda eğitim ve yaşam standartlarının yükselmesi ile birlikte enerji tüketimleri artmaktadır. Ancak buna karşın Şırnak ilinin eğitim ve yaşam standartları açısından bir çok göstergede geri noktalarda olmasına rağmen enerji tüketim miktarının ülke ortalamasının üzerinde seyrettiği görülmektedir.

Şırnak ilinin elektrik tüketimi incelendiğinde, DEDAŞ İl Müdürlüğünden edinilen bilgilere bakıldığında 2011 yılı tahakkuk edilen verilere göre mesken tüketimi günlük 2,54 kW olarak gerçekleşmiştir. Bu veriye kayıp-kaçak verileri eklendiğinde ortalama olarak 10-15 kW arasında günlük tüketim olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye ortalamasının mesken tüketimine bakıldığında yaklaşık 4 kW olduğu görülmektedir. Şırnak ili mesken tüketiminin yüksek olmasının nedeni kaçak kullanımının yaygın olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Kayıp-kaçak tüketimlerinin ortalama maliyeti vergi ve fonlar dahil edildiğinde 2011 yılı sonuçlarına göre 290 milyon TL civarındadır.

YEK kullanım alanlarına göre yatırım analizleri çalışması, ilgili kişi ya da kurumlara kaynak oluşturmasına yöneliktir. Çalışma kapsamında kullanılan veriler mevcut pazardaki fiyatlar ele alınarak hazırlanmıştır. YEK'ten faydalanmak için birçok ürün çeşidi bulunmaktadır. YEK pazarı hızla büyüyen ve her geçen gün gerek ülkelerin gerekse de yatırımcıların dikkat ettiği bir pazar haline gelmiştir.

Çalışma kapsamında öncelikle Şırnak ilinin elektrik tüketimi ele alınmıştır. İkinci kısmında ise yatırım analizlerine yer verilmiştir.

## 8.2. Şırnak İli 2011 Yılı Elektrik Tüketim Portföyü

Elektrik tüketim portföyü ilin nüfus dağılımı, tüketim alanları ve tüketim miktarlarının tespiti amacıyla hazırlanmıştır. Tüketimin tespiti ile YEK kullanımının arttırılmasının ve özendirilmesinin gerekçesini de oluşturulacaktır.

Şırnak ilinde elektrik kayıp-kaçak oranları gittikçe artmaktadır. Bu durum her geçen gün üretim kaynaklarının verimliliğini (ÇIKTI/GİRDİ) düşürmektedir. Üretim maliyetlerinin aynı kalmasına karşın, tüketim fiyatları-

nın yükselmesine de neden olan kayıp-kaçak maliyetleri özellikle geri kalmış yörelerde daha yaygın olarak görünmektedir. Tablo 7.2.'de göründüğü üzere Şırnak ilinin kayıp-kaçak miktarı oldukça yüksektir.

Elektrik tüketimlerinde, okunmayan abone tüketimleri de kayıp-kaçak olarak değerlendirilmektedir. Ancak Tablo 8.3.'e baktığımızda faal olan abonelerin sadece %23'ü okunmuştur. Okunan abonelerin çoğunluğunu kamu abonelerinin oluşturduğu, özel sektör ve mesken abonelerinin büyük bir kısmının okunmadığı ortaya çıkmaktadır. Okunmayan bu aboneler kayıp-kaçak olarak değerlendirilmektedir.

**Tablo 8.1.** İlçelere göre il/ilçe merkezi ve belde/köy nüfusu - 2011

| | İl/İlçe merkezi | | | Belde/Köy | | | Toplam | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Şırnak | Toplam | Erkek | Kadın | Toplam | Erkek | Kadın | Toplam | Erkek | Kadın |
| Merkez | 61.335 | 35.132 | 26.203 | 24.034 | 12.044 | 11.990 | 85.369 | 47.176 | 38.193 |
| Beytüşşebap | 5.619 | 3.207 | 2.412 | 12.217 | 6.141 | 6.076 | 17.836 | 9.348 | 8.488 |
| Cizre | 104.844 | 53.375 | 51.469 | 18.123 | 9.290 | 8.833 | 122.967 | 62.665 | 60.302 |
| Güçlükonak | 3.108 | 1.653 | 1.455 | 8.926 | 5.737 | 3.189 | 12.034 | 7.390 | 4.644 |
| İdil | 24.087 | 12.086 | 12.001 | 46.100 | 22.559 | 23.541 | 70.187 | 34.645 | 35.542 |
| Silopi | 81.949 | 42.896 | 39.053 | 30.633 | 16.270 | 14.363 | 112.582 | 59.166 | 53.416 |
| Uludere | 9.365 | 6.186 | 3.179 | 27.657 | 13.911 | 13.746 | 37.022 | 20.097 | 16.925 |
| Toplam | **290.307** | **154.535** | **135.772** | **167.690** | **85.952** | **81.738** | **457.997** | **240.487** | **217.510** |

Kaynak : www.tuik.gov.tr

**Tablo 8.2.** Kayıp-Kaçak Oranları

| YILLAR | 2009 | | 2010 | | 2011 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (kwh) | (%) | (kwh) | (%) | (kwh) | (%) |
| Kayıp-Kaçak | 805.025.073 | 71 | 936.113.327 | 77 | 1.086.447.065 | 81 |
| Tahakkuk Eden | 334.224.753 | 29 | 273.166.175 | 23 | 244.103.910 | 19 |
| Toplam | 1.139.249.826 | | 1.209.279.502 | 6 | 1.330.550.975 | 10 |

Kaynak: DEDAŞ, 2011

**Tablo 8.3.** Yıllar İtibariyle Abone Sayısı

| YILLAR | 2009 | | 2010 | | 2011 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Adet | (%) | Adet | (%) | Adet | (%) |
| ABONE SAYISI* | 65.408 | 4,46 | 69.572 | 6,37 | 75.771 | 8,91 |
| OKUMAYA VERİLEN ABONE SAYISI | | | | | 30.594 | 40 |
| OKUNAN ABONE SAYISI | | | | | 17.137 | 56 |
| ABONE SAYISI/OKUNAN ABONE SAYISI | | | | | | 23 |

**(* Abone sayısı % değişimleri bir önceki yıla göre gerçekleşen artış olarak değerlendirilmiştir.)**

Kaynak: DEDAŞ, 2011

Şırnak ilinin kayıp-kaçak oranları abone okuma oranlarına bağlı olarak yüksektir. Bu oranı yükselten diğer önemli bir neden ise kış aylarıdır. Tablo 8.4.'e bakıldığında son üç yılda en çok kış aylarında havanın soğumasıyla birlikte elektrik tüketimi artış görünmekte ve bu da elektrik kullanımının sıcaklık elde etmek için kullanıldığını düşündürmektedir. Ayrıca yaz aylarında sıcaklığın artmasıyla klima kullanımlarının, kayıp-kaçak oranlarının düşmesini engellediği söylenebilir.

**Tablo 8.4.** Aylar itibariyle Kayıp-Kaçak Kullanım Oranları (%)

| Yıllar | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2009 | 81 | 78 | 63 | 79 | 57 | 70 | 75 | 72 | 68 | 70 | 54 | 75 |
| 2010 | 85 | 84 | 70 | 67 | 79 | 73 | 84 | 78 | 73 | 77 | 77 | 77 |
| 2011 | 88 | 85 | 83 | 75 | 77 | 84 | 87 | 69 | 68 | 83 | 81 | 82 |

Kaynak : DEDAŞ-2011

Şırnak il ve ilçelerinin abone dağılım sayıları Tablo 8.5.'te verilmiştir. Bu sayılar kümülatifi verilen Tablo 8.3.'teki verilerden farklılık arz etmektedir. İlçe bazında verileri kullanabilmek için faal olmayan abone sayılarının dahil edilmesinden kaynaklanan bu farklılık toplam 670 aboneyi teşkil etmektedir.

**Tablo 8.5.** Şırnak ili Elektrik Abonesi Dağılımı

| ABONE Yeri/ Türü | Resmi Daire | Sanayi | Ticarethane | Mesken | Tarımsal Sulama | Sokak Aydınlatma | Diğer | Toplam |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Şırnak | 298 | 116 | 1890 | 13352 | 0 | 63 | 173 | 15892 |
| Cizre | 206 | 38 | 3633 | 17080 | 44 | 126 | 307 | 21434 |
| Silopi | 197 | 129 | 2187 | 14181 | 388 | 45 | 138 | 17265 |
| Uludere | 158 | 59 | 402 | 4973 | 0 | 18 | 180 | 5790 |
| İdil | 189 | 58 | 820 | 9716 | 22 | 47 | 214 | 11066 |
| Beytüşşebap | 95 | 0 | 196 | 2816 | 0 | 18 | 106 | 3231 |
| Uzungeçit | 10 | 1 | 17 | 379 | 0 | 0 | 10 | 417 |
| Güçlükonak | 54 | 7 | 51 | 1158 | 2 | 6 | 40 | 1318 |
| Toplam | **1207** | **408** | **9196** | **63655** | **456** | **323** | **1168** | **76413** |

Kaynak : DEDAŞ 2011

Şırnak ili kullanım yerlerine göre elektrik tüketimleri Tablo 8.6.'da verilmiştir. Bu veriler tahakkuk eden toplam tüketimleri kapsamaktadır. Ayrıca tahakkuk eden toplam tüketim verileri serbest kullanıcıları kapsamadığından Tablo 8.2.'de tahakkuk eden verilerden daha düşüktür. Tahakkuk eden kavramı; okunan ve faturalandırılan aboneleri kapsamaktadır. Şırnak ilinin 2011 yılı toplam elektrik tüketimi 1.330.550.975 kW'tır.

**Tablo 8.6.** Kullanım Yerlerine Göre Elektrik Tüketimi (kWh)

| Kullanım Yeri | Resmi Daire | Sanayi | Ticarethane | Mesken | Tarımsal Sulama | Sokak Aydınlatma | Diğer | Toplam |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Şırnak | 21.091.184 | 1.018.747 | 10.736.737 | 17.888.665 | 0 | 277.802 | 1.808.216 | 52.821.350 |
| Cizre | 13.777.394 | 1.856.709 | 3.861.523 | 12.578.548 | 48.064 | 843.833 | 2.086.428 | 35.052.499 |
| Silopi | 57.970.668 | 7.042.957 | 3.878.493 | 16.353.886 | 1.087.127 | 64.8 | 1.341.423 | 87.739.355 |
| Uludere | 12.315.689 | 86.115 | 643.994 | 1.417.694 | 0 | 139.659 | 855.909 | 15.459.060 |
| İdil | 29.619.156 | 1.062.174 | 870.672 | 6.562.808 | 58.257 | 210.347 | 460.449 | 38.843.862 |
| Beytüşşebap | 2.523.874 | 0 | 207.894 | 2.812.904 | 0 | 220.698 | 133.297 | 5.898.667 |
| Uzungeçit | 95.902 | 0 | 0 | 19.806 | 0 | 0 | 3.726 | 119.434 |
| Güçlükonak | 3.977.359 | 1.537 | 139.883 | 1.325.600 | 0 | 55.007 | 598.691 | 6.098.077 |
| Toplam | **141.371.226** | **11.068.239** | **20.339.196** | **58.959.911** | **1.193.449** | **1.812.146** | **7.288.138** | **242.032.304** |

Kaynak: DEDAŞ,2011

## 8.3. Yatırım Örnekleri

Fosil yakıtlarının çevreye verdiği zararı en aza indirmek için kamunun ve özel sektörün birlikte hareket etmesi gerekmektedir. Çünkü YEK'ten enerji üretmek mevcut durumda büyük çaplı destek ve yatırımlar ile gerçekleşmektedir. Elektrik üretim tesislerinin kurulum maliyetlerine bakıldığında (Tablo 8.7. ) YEK'ten enerji elde etmenin ilk maliyetleri yüksektir. Ancak işletim maliyetlerinin düşük olması avantaj kazandırmaktadır.

Şırnak ili için EİE ve Meteoroloji verileri ile proje kapsamında gerçekleşen ölçümlerden elde edilen verilere göre YEK'ten en yüksek verimi elde etmek için yararlanılacak kaynak, güneş enerjisi olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle yatırım örneklerimiz güneş enerjisinden enerji elde etmek üzere hazırlanmıştır.

Çalışmamızın amacı Şırnak ilinde kamu, özel sektör ve bireysel tüketicilerin YEK kullanmaları ile yaratacağı karlılığı ortaya çıkartmaktır. Bu kapsamda sıcak su, elektrik hatlarının olmadığı yerlerde kamu ve özel kullanıcılara elektrik üretmek, tarımsal sulama ile sokak ve cadde aydınlatmasına ilişkin örneklere yer verilmiştir. Proje kapsamında ayrıca Şırnak Üniversitesi için kurulması planlanan birimlerin tahmini enerji tüketimine yönelik güneş enerjisi sistemi üzerine bir çalışma yapılmıştır.

### 8.3.1. Sıcak Su

*Şırnak ilinde mesken abonesi sayısı toplam 63.655 ve ilin nüfusu 457.997 kişidir. Mesken başına ortalama 7 kişi düşmektedir. Meskenlerde günlük sıcak su tüketimi 150 litre ile 500 litre arasında değişmektedir. Şırnak ilinde sıcak su elde etmek için termosifon ve şofben kullanılmaktadır. Elektrikli su kazanları olarak bilinen alüminyumdan yapılmış kazanlar ile de sıcak su ihtiyacı giderilmektedir. Buna karşın güneş enerjisinden faydalanarak sıcak su elde eden mesken sayısı çok azdır.*

**Şekil 8.1.** Termal Su Isıtma Sistemi

Termosifonlar genellikle 50-80 litreliktir. Termosifonların bir saatte harcadığı toplam enerji, ürünün hacmine ve tasarruflu olmasına göre 1200W-1500W arasında değişmektedir. Günde 3 saat açık tutulduğunda en az tüketim miktarı 3,6 kWh olur.

Elektrikli şofbenler saatte ortalama 7 kW enerji tüketirler. 7 kişilik bir ailenin günde ortalama bir saat sıcak su elde etmek için kullanıldığını varsayarsak 7 kWh enerji tüketirler.

Elektrikli su kazanları olarak bilinen kazanlar, 200 litreye kadar ebatlara sahiptir. Kazanlarda kullanılan rezistansların termosifon ve şofbenlere göre daha yüksek miktarda enerji tükettikleri bilinmektedir.

Güneş enerjisinden sıcak su elde etmenin ilk maliyetleri yüksek ancak gerek kullanım süresi gerekse de uzun dönemli maliyetinin düşük olması açısından en ekonomik olan yöntemdir. Tablo 8.7.'de sıcak su elde etmek için yatırım örneği verilmiştir.

**Tablo 8.7.** Sıcak Su Elde Etme Sistemlerinin Karşılaştırılması

| | Güneş enerjisi Su Isıtma sistemi | Elektrikli su ısıtıcı (Termosifon) | Elektrikli su ısıtıcı (Şofben) |
|---|---|---|---|
| Satış fiyatı($) | 1.123 | 281 | 50 |
| Günlük tüketilen enerji (kWh) | 0 | 3,6 | 7 |
| Yıllık masrafı (0,16/kWh) ($) | 0 | 207 | 408 |

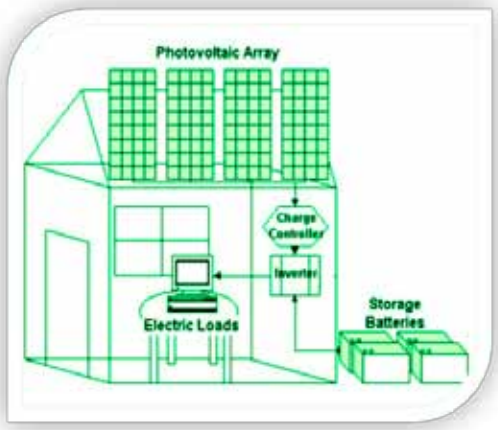
| | | | |
|---|---|---|---|
| Yıllık Bakım Masrafı($) | 50 | 0 | 0 |
| 20 yıllık enerji masrafı($) | 0 | 4.140 | 8.160 |
| Toplam masrafı($) | **2.123** | **4.421** | **8.210** |
| 20 yıllık karlılık | | **%52** | **%75** |

Tablo 8.7.'ye göre güneş enerjisi ile sıcak su elde eden kişi yaklaşık 5-6 yılda yatırımını amorti etmektedir. Geriye kalan sürede ise kullanıcı termosifona göre %52, şofbene göre %75 kara geçmektedir. Şırnak ilinde bütün meskenler için güneş enerjisi sistemi kurulduğu düşünüldüğünde 20 yılda 146 milyon dolar kaynak tasarrufu sağlanmış olacaktır. Kamu- Özel sektör ve mesken kullanıcıları birlikte hareket ettiğinde bu karlılığı 170 milyon doların üzerine çıkartılabilir. Ayrıca 20 yılda 1 milyon $CO_2$ emisyonu azalırken, iklim değişikliklerinin yaratacağı maliyetlerden kaçınılmış olacak. Bununla birlikte gelecek nesillere daha yaşanılabilir bir çevre ulaştırılmasına katkı sağlanacak.

### 8.3.2 Ev Sistemi

*Şırnak ilinin 2011 yılı için sokak ve cadde aydınlatmasında kullanılan enerji miktarı tahakkuk eden verilere göre 1.956.986 kW'tır. Ancak bu miktar toplam tüketilen enerjiyi yansıtmamaktadır. Tablo 8.10.'da görüldüğü üzere aydınlatma abonelerinin %61'i okunmuştur. Bu nedenle tüketilen enerji daha fazladır. Aydınlatma giderleri kamunun enerji tüketimlerinde önemli düzeydedir. Özellikle YEK kullanımının özendirilmesi için aydınlatmada kullanılması örnek teşkil edecektir.*

**Şekil 8.2.** Güneş PV Sistemi




Enerji nakil hatlarının geçmediği bu gibi yerlere enerji ulaştırmanın maliyeti yüksek olduğundan genellikle jeneratör kullanılmaktadır. Ancak jeneratör kullanmanın bir çok zorluğu bulunmaktadır. Kısa süreli kesintilerde avantaj sağlasa da uzun süreli enerji maliyetleri ve kullanımı, azalan verim şeklinde gerçekleşmektedir. Jeneratörlerin uzun dönemli kullanılmasında bakım-onarım, yakıt maliyetleri sürekli yükselen bir seyir izler. Ayrıca ses kirliliği yaratır. Bu nedenle güneş enerjisi sistemleri şebekeden uzak kullanıcıların mutlaka ilgilenmesi gereken bir sistemdir.

**Tablo 8.8.** Güneş Enerjisi Sistem Maliyeti (9-15 kWh)

| | Miktar | Birim Fiyat ($) | Toplam Fiyat ($) |
|---|---|---|---|
| Fotovoltaik Panel | 12 Adet | 185 | 5550 |
| Kaide Sistemi | 1 Takım | 1200 | 1200 |
| Şarj Kontrol Cihazı | 1 Adet | 980 | 980 |
| Jel Akü (3 Güneşsiz Gün İçin) | 12 Adet | 438 | 5256 |
| İnverter | 1 Adet | 1069 | 1069 |
| Batarya Kutusu | 1 Adet | 135 | 135 |
| Dağıtım Panosu ve Sigortalar | 1 Takım | 155 | 155 |
| TOPLAM (KDV hariç) | | | **14.345 $** |

Güneş enerjisinden enerji üretmek için kullanılan sistemin genellikle bakım ve onarım masrafları yoktur. Kurulan sistem 20 yıldan daha uzun süreli fayda sağlar. İlk 10 yıl boyunca %90 verim elde edilirken, 10 yıldan sonra kurulu gücün %80 verim ile çalışması beklenir. Şırnak ili için Tablo 8'de yapılmış olan maliyet analizi belirtilen 9-15 kW enerji üretimini rahatlıkla gerçekleştirebilecektir.

**Tablo 8.9.** Güneş Enerjisi Sistemi ile Mevcut Elektrik Sisteminin Karşılaştırılması (KDV dâhil)

| | Güneş enerji sistemi | Mevcut Elektrik Sistemi |
|---|---|---|
| Kurulum Maliyeti ($) | 16.927 | 0 |
| Günlük üretilen/tüketilen enerji (kWh) | 12 | 12 |
| Yıllık masrafı (0,16 $/kWh) | 0 | 700 |
| 20 yıllık gider ($) | 0 | 14.000 |
| Toplam masrafı ($) | **16.927** | **14.000** |

Yukarıda da belirtildiği gibi güneş enerjisi ile ev sistemi kurulması için enerji nakil hatlarının geçmediği yerler önerilmektedir. Ancak Tablo 8.8.'de görüldüğü üzere mevcut kullanılan enerjinin maliyeti ile arasındaki fark fazla değildir. Katma değer vergisi ve gümrük vergilerinin bu tür yatırımlarda istisna edilmesi bu farkı ortadan kaldıracaktır. Bu nedenle kamunun özellikle bu tür bir bilimsel seçeneğe önem vererek teşvik ve tedbirlerin alınması gerekir. Şırnak ilinin sadece 2011 yılı verilerine göre kayıp-kaçak oranı dikkate alındığında bir yıllık toplam faturalandırılmayan elektrik maliyeti yaklaşık 290 milyon TL civarındadır. Bu nedenle güneş enerjisi ile ev sistemi kurmak isteyenlerin teşvik edilmesi için bölgesel kalkınmada rol oynayan GAP-DİKA-KOSGEB-SODES gibi kuruluşlar aracılığıyla yatırımcıların ve tüketicilerin harekete geçirilmesi gerekmektedir.

Bireysel kullanıcılar için böylesi bir sistemi kurmanın en itici yanı kurulum maliyetinin yüksek olmasıdır. Bu tür bir sorunu ortadan kaldırmak için etkili yol uzun dönemli sıfır faizli mikro kredi uygulamasına gitmektir. Böylece özellikle elektrik sıkıntısı yaşayan yerde bulunanlar faydalanmak isteyecektir. Ayrıca halen ülkemizde çift yönlü sayaçlar kullanılmamaktadır. Bu tür sayaçları kullanıldığı ülkelerdeki kişiler ürettikleri fazla elektriği kamuya satabilmekteler. Bu yöntem için ülkemizdeki yasal mevzuat bu sistemin kullanılabilmesi için yeniden düzenlenmelidir. Böyle bir durumda tüketiciler günlük tüketimlerinde tasarruf yapıp, almış oldukları mikro destek kredilerinin bir kısmını tasarruf ettikleri enerjiyi devlete satarak ödeyebileceklerdir. Ülkemizin 2011 yılı enerji ithalatı %73 civarında gerçekleşmiştir. Yani enerjide dışa bağımlı bir ülkeyiz. Bu bağımlılık dış ticaret açığını büyütmekte ve ülke ekonomisine zarar vermektedir. Bütün bu veriler ışığında özellikle Şırnak gibi güneş enerjisinden faydalanmanın rahat olduğu bir yörede geliştirilecek bu tür enerji politikaları yörenin ve ülkenin kalkınmasına katkı sunacaktır. Sonuç olarak devlet-millet-çevre birlikte kazanacaktır.

### 8.3.3. Cadde ve Sokak Aydınlatması

*Şırnak ilinin 2011 yılı için sokak ve cadde aydınlatmasında kullanılan enerji miktarı tahakkuk eden verilere göre 1.956.986 kW'tır. Ancak bu miktar toplam tüketilen enerjiyi yansıtmamaktadır. Tablo 8.10.'da görüldüğü üzere aydınlatma abonelerinin %61'i okunmuştur. Bu nedenle tüketilen enerji daha fazladır. Aydınlatma giderleri kamunun enerji tüketimlerinde önemli düzeydedir. Özellikle YEK kullanımının özendirilmesi için aydınlatmada kullanılması örnek teşkil edecektir.*

**Şekil 8.3.** Cadde Aydınlatma PV Sistemi

Cadde ve sokak aydınlatması için çok farklı seçenekler bulunmaktadır. Karayolları, belediyeler ve özel tüketiciler için birbirinden farklı model ve özelliklere sahip ürünler tüketicilere uzun dönemli fayda sağlamaktadır.

**Tablo 8.10.** DEDAŞ 2009–2011 Yılı Sonu Aydınlatma Abone Sayıları, Yıllık Tahakkuk Ve Okuma Oranları

| | 2009 | 2010 | 2011 |
|---|---|---|---|
| Abone Sayısı | 167 | 264 | 321 |
| Okumaya Verilen Abone Sayısı | 126 | 242 | 305 |
| Okunan Abone Sayısı | 97 | 127 | 187 |
| Tahakkuk(kWh) | 2.210.332 | 617.249 | 1.956.986 |
| Okuma Oranı (%) | 77 | 53 | 61 |

Kaynak : DEDAŞ İl Müdürlüğü

2011 yılı Şırnak ilinin aydınlatma giderleri okunan aboneye göre 250 bin dolar olarak gerçekleşmiştir. Okunmayan abone oranı %39'dur. Okunmayan abonelerin kullanım maliyetleri okunan abonelere eklenince ortalama 400 bin dolar civarında aydınlatma gideri olduğu varsayılabilir. Aydınlatma için yapılmış olan bu gider Şırnak ili ve ilçelerinin tümünü kapsamaktadır. 20 yılda ortalama olarak 8 milyon dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Cadde ve sokak aydınlatması için çift yönlü aydınlatma sistemi (tek direk çift armatür) maliyet analizi Tablo 8.11.'de gösterilmiştir. Yatırımı oluşturan kalemler birim bazda değil aydınlatma sistemi olarak ele alınması uygun görülmüştür.

**Tablo 8.11.** Çift yönlü aydınlatma direği maliyet kalemleri (KDV hariç)

| | Miktar | Toplam Fiyat ($) |
|---|---|---|
| Monokristal Panel(120W) | 2 Adet | 1.510 |
| LED Lamba (36W 5000Lm) | 2 Adet | |
| Regülatör (20AP) | 1 Adet | |
| Batarya 12 V 100 AH | 2 Adet | |
| Sistem Kutusu | 1 Adet | |
| Solar Panel Holder | 1 Adet | |
| Kablo ve Sigortalar | 1 Takım | |
| TOPLAM (KDV dahil) | | **1510 $** |

Cadde ve sokak aydınlatması için kullanılan bu sistemin mevcut sistem ile karşılaştırılması Tablo 8.12.'de verilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı üzere mevcut kurulu bulunan sistem ile güneş enerjisi karşılaştırıldığında 20 yıllık kullanımda bir direkte yaklaşık %73 karlılık sağlanmaktadır. Güneş enerjisi ile aydınlatma yapılırsa 20 yılda yaklaşık bir direkte 4096$ tasarruf edilebilir. Her iki sistem içinde yıllık bakım ve onarım maliyetleri hesaplanmamıştır. Çünkü bu konuya ilişkin net bir veri elde edilememiştir.

**Tablo 8.12:** Tek Direk Çift Armatür Maliyet Analizi (KDV hariç)

| | Güneş Enerji Sistemi | Mevcut Elektrik Sistemi |
|---|---|---|
| Kurulum Maliyeti ($) | 1510 | 0 |
| Toplam Armatür Sayısı | 2* | 2** |
| Günlük Kullanılan Saat | 12 | 12 |
| 2 Armatürün Günlük Tüketimi (kWh) | 0,86 | 4,8 |
| Yıllık masrafı (0,16 $*kWh) | 0 | 280,3 |
| 20 yıllık masrafı ($) | **1510** | **5606,4** |

* 36W LED, **200W Ampul

Mevcut sistemin en önemli eksiği ekonomik aydınlatma cihazlarının kullanılmamasıdır. Sadece LED lambaların mevcut lambalarla değiştirilmesi 20 yılda bir tek direkte 3,7 kat karlılık ile 2540$ tasarruf sağlanması anlamına gelir. Mevcut sistemde kullanılan ampuller çoğunlukla erken bozulmaktadır. Ancak LED ampullerin kullanım ömürleri yaklaşık 10 yıldır (50.000 saat). Ayrıca LED ampuller 2 yıl garantili olduklarından ilk iki yıl için masrafları yoktur.

Sokak ve cadde aydınlatmasında YEK'in ülke ekonomisi açısından yaratacağı katma değer önemli bir boyutta gözükmektedir. TUİK Bölgesel Göstergeler TRC3 2010 yayınında bulunan 2009 verilerine göre ülke genelinde elektrik tüketiminin %2,45'i, DEDAŞ verilerine göre ise Şırnak ilinin 2011 yılı tahakkuk eden verilerine göre %0,9'u aydınlatma tüketiminden oluşmaktadır. Bu nedenle karayolları, belediyeler ve park-bahçe sahiplerinin güneş enerjisinden faydalanmaları uzun dönemde karlılığı arttıracaktır.

### 8.3.4. Tarımsal Sulama

*Şırnak ilinde tarımsal sulama için önemli üç pazar bulunmaktadır. Bunlar Cizre, Silopi ve İdil ilçeleridir. Şırnak ilinin 2011 yılı tahakkuk eden verilerine göre toplam tüketim miktarı 1.193.448,58 kW'dır. Tüketim içerisinde en yüksek oran %91 ile Silopi, %5 ile İdil, %4 ile Cizre ilçesine aittir. Tarımsal sulamada en önemli ürünler pamuk, buğday ve mısır olarak sıralanmaktadır.*

**Şekil 8.4.** Tarımsal Sulama PV Sistemi

Tarım arazilerini sulamak isteyen çiftçilerin katlandığı en önemli maliyet kalemi, sulama için kullanacakları trafo maliyetleridir. Şırnak ilinde bulunan tarımsal sulama aboneleri 50 ve 100 kW gücü olan trafo kullanmaktalar. Tarım arazilerinin sulanması tarımsal ürünlerin maliyetinde önemli rol oynamaktadır. Şırnak bölgesi tarımsal arazilerinin yoğun olduğu Silopi, Cizre ve İdil ilçeleri çok az yağış almaktadır. Bu nedenle tarımsal sulama maliyetleri de oldukça yüksektir. Özellikle tarım arazilerinin sulanmasında YEK'in kullanımı özel bir yer teşkil etmektedir. Tablo 8.13. te saatte 50 ton su çıkarma kapasitesine sahip bir güneş sistemi için gerekli malzeme listesi ve maliyet hesaplaması yapılmıştır.

**Tablo 8.13:** Tarımsal Sulama Güneş Sistemi Maliyeti(60m den 50m$^3$/h kapasiteli )

| | Miktar | Birim Fiyat ($) | Toplam Fiyat ($) |
|---|---|---|---|
| Solar Panel (13,5kW mono-crystalline) | 1 Ünite | 29.025 | 24.025 |
| Solar Su Pompası (380V) | 1 Adet | 1.000 | 1.000 |
| Jel Akü (12V 200AH) | 32 Adet | 390 | 12.480 |
| İnverter | 1 Adet | 4.500 | 4.500 |
| Tesisat Ekipmanları | 1 Takım | 4.500 | 4.500 |
| Kablo ve Sigortalar | 1 Takım | 1.400 | 1.400 |
| TOPLAM (KDV hariç) | | | **47.825 $** |

Tarımsal alanların büyük yer tuttuğu Silopi ilçesinde yılda iki kez ürün alınabilmektedir. Çiftçilerin bir kısmı önce buğday ekmekte, bu ürünü elde ettikten sonra ise yerine mısır ekmektedir. Bir dönemde bu tür bir uygulama dekar başına buğday için 45m$^3$ su gerekli iken, mısır'da bu miktar 56m$^3$ olmaktadır. Silopi ilçesinde pa-

muk üreticilerinin bir dekar için harcamaları gereken bir dönemlik su miktarı ise 64m³'tür ( DSİ, 2011). Tablo 8.14 te pamuk üreticilerinin 500 dekar için katlandığı maliyet karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

**Tablo 8.14:** Tarımsal Sulama Karşılaştırmalı Maliyet Analizi (Pamuk, 500 dekar)

| | Güneş Enerji Sistemi | Mevcut Elektrik Sistemi |
|---|---|---|
| Kurulum Maliyeti ($) | **47.825** | **10.605** |
| Su Pompasının Enerji Sarfiyatı (kWh) | 11 | 11 |
| 60m'den Su Çıkarma Kapasitesi (m³/h) | 50 | 50 |
| Bir dönemde ihtiyaç duyulan su miktarı (m³) | 32.000 | 32.000 |
| Günde 6 saat su çıkarılırsa elde edilen su miktarı (m³) | 300 | 300 |
| Çalışılması gereken gün sayısı | 107 | 107 |
| Yıllık enerji tüketimi (kWh) | 7.062 | 7.062 |
| Yıllık enerji tüketiminin maliyeti (0,12 $*kWh) | 0 | 850 |
| 20 yıllık enerji maliyeti ($) | **0** | **17.000** |
| Üretilen enerjinin satılabileceği gün sayısı | **258** | **0** |
| Üretilen enerjinin kamuya satılması ( 0.20$*55kW*258gün*0,70 verim*20 yıl) | **(39.782)** | **0** |
| 20 yıllık toplam maliyet | **8.043** | **27.605** |
| Yatırımın Karlılığı | | **%71** |

Tablo 8.14 te kurulan güneş sistemden elde edilen enerjinin kamuya satılacak enerji hesaplamalarında Şırnak ili için yıllık ortalama güneşlenme gün süresi 5 saat olarak hesaplanmıştır. Bu süre sulama dönemlerinin dışında kalan ayların (Ocak, Şubat, Mart, Ekim, Kasım, Aralık) ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Ayrıca pamuk üreticisi için sulama dönemi olan Nisan-Eylül aylarında sulama yapılmayan günlerin (73 gün) güneşlenme süresinin ortalaması katıldığı zaman güneşlenme süresinin daha yüksek olacağı aşikârdır. Yapılmış olan analize göre üretici %71 kazançlı çıkmaktadır.

2010 yılında çıkarılan kanun ile kamunun güneş pilinden üretilen bir kW enerjiyi 20dolarcent'ten alacağı belirtilmektedir. (Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (29.12.2010). Üretilen enerjinin kamuya satılması için, çalışılmayan günlerde %70 verimin elde edilmesi ile satılacak enerji miktarı tahmin edilmiştir. Buna göre üretici ürettiği elektriği devlete satarak sistemin bedelini 13 yılda çıkarabilecektir.

Tarımsal sulamada enerji maliyetlerinin en önemli kalemlerinden biriside sulanacak olan arazinin enerji nakil hatlarına olan uzaklığıdır. Çünkü bu tür maliyetler çiftçiler tarafından karşılanmaktadır. Bu maliyetin Tablo 8.14 te belirtilmemesinin nedeni, enerji nakil hatlarına olan uzaklığa göre maliyetin değişmesinden kaynaklanmaktadır (TEDAŞ, 2011).

Tarımsal sulama ile ilgili yukarıdaki değerlendirmeler ışığında, kamu ve çiftçilerin ortak girişimi ile tarımsal sulama alanlarında YEK'in kullanılması ile gerçekleşecek karlılık daha da artabilir.

### 8.3.5. Şırnak Üniversitesi Solar PV Montaj ve Devreye Alma Çalışması Ön Fizibilite Raporu

Şırnak üniversitesi 2008 tarihinde kurulmuştur. Üniversite yerleşkesine ait planlanan yatırımlarda güneş enerjisinden enerji elde edilebilmesi için proje kapsamında çalışma yapılmıştır. Buna göre 50 dekar arazi üzerinde kurulabilecek bir santralin yatırımına yönelik örnek çalışma şu şekildedir.

## Pv Solar Enerji Sistemi Teknik Detayları

PV Sistem Kurulu Gücü 3.25 MW
Tahsis Edilmesi Gerekli Alan Min: 50.000 $m^2$

**Sistem Komponentleri**

- PV Solar Paneller 6500 KW/h
- PV Panel Taşıyıcı Sist.
- PV Solar Inverter 6500 KW
- PV Kablolama
- PV Connecto
- PV Sigorta
- PV Sayaç

**Sistem Garantileri**

- Güç Sistemlerinde daimi Pozitif Tolerans
- Komple 2 yıl Sistem Garantisi.
- Komple 5 yıl PV Panel Garantisi
- PV Panel 12 yıl %90 Performans Garantisi.
- PV Panel 25 yıl %80 Performans Garantisi.

PV Panel Üretim Normları * CE, ISO, IEC 61215, IEC 61730 Normlara sahip

Tablo 8.15: 50 Dönüm Araziye Göre PV Sistemi İle Enerji Elde Etmenin Maliyeti (Avrupa/Uzakdoğu)

| 1-Avrupa (Almanya) Menşei Kullanılarak Hazırlanmış Fiyat Listesi | | | |
|---|---|---|---|
| PV Solar Sistem Fiyatlandırma Güç: 3.25 MW/h | | | |
| PV Sistem Tüm Komponentleri | Fiyatlandırma | Adet | Tutar |
| Panel + İnvertör + Kurulum + İşçilik | 2.25 €/Wp. | 3.250 kWp | 7.312.500 € |
| Sistem Toplam Fiyat Tutarı | | | **7.312.500 €** |
| 2-Uzakdoğu (Çin) Menşei Kullanılarak Hazırlanmış Fiyat Listesi | | | |
| PV Solar Sistem Fiyatlandırma Güç: 3.25 MW/h | | | |
| PV Sistem Tüm Komponentleri | Fiyatlandırma | Adet | Tutar |
| Panel + İnvertör + Kurulum + İşçilik | 1.75 €/Wp. | 3.250 kWp | 5.687.500 € |
| Sistem Toplam Fiyat Tutarı | | | 5.687.500 € |

Tablo 8.15. te iki farlı tip yatırım analizi bulunmaktadır. Birinci kısımda Avrupa menşei olan PV sisteminin toplam maliyeti hesaplanmıştır. Bu yatırımın hesaplanan amortisman ömrü yaklaşık 9- 12 yıl arasında olacağı tahmin edilmektedir. Asya menşei olan yatırımın maliyeti daha az olduğu için 7-10 yıl arasında amortisman ömrü tahmin edilmektedir. Amortisman ömrü için belirtilen aralık için üç yıl hata payı bırakılmıştır. Bunun nedeni üretilecek enerjinin kamuya satışı, mevsimsel farklılıkların yaratacağı etkiler, kullanım miktarı gibi bilinmeyenlerden kaynaklanmıştır.

Güneş Enerji Sistemleri kurumlara sağladığı itibar, çevre dostu imajı, tanıtım çalışmalarına katkı, yeşil bina sertifikasyonu gibi sebeplerle yoğun olarak tercih edilen sistemlerdir. Bu nedenle Şırnak Üniversitesi'ne, planlanma aşamasında olan yerleşkesi için bu enerji sisteminden faydalanma durumuna öncelik verilmesi önerilmektedir.

## 8.4. SONUÇ

YEK'in tespiti ve kullanımının özendirilmesi ile oluşturduğumuz örneklerde karlılık analizleri yapılmıştır. Ancak Şırnak ili kayıp-kaçak verileri dikkate alındığında kamu ve özel sektör ile hane halkının ortaklaşa geliştirecekleri projelerle YEK enerji kaynakları kullanımının arttırılması ayrıca önem taşımaktadır. Çünkü kayıp-kaçak miktarındaki artış mevcut enerji tüketim fiyatlarının yükselmesine neden olmaktadır.

YEK'in ilk kurulum maliyetleri açısından tüketicilerin yatırım yapma hevesini kaçırmaktadır. Ancak uzun dönemli karlılığı cazip hale getirilebilir. Bunu gerçekleştirmenin birkaç yolu bulunmaktadır. Örneğin; mikro kredi uygulamaları, tarımsal sulamada YEK desteği, kentsel dönüşüm kapsamında mesken kullanıcılarına YEK'den sıcak su elde etme yatımlarına destek ve teşvikler gibi.

Şırnak ili güneş enerjisi potansiyeli bakımında ülke sıralamasında en üst seviyelerde yer almasına karşın bu enerji türünü neredeyse hiç kullanmayan bir kenttir. Şırnak ilinin mevcut konumuna bağlı bu zenginliğinin kullanılması için kamu ve özel sektörün ortak girişimi olmalıdır.

Bu nedenle kamunun, YEK ürünlerinde aldığı dolaylı vergileri azaltarak ya da destek ve teşvikler ile kullanımı özendirmesi, Şırnak ilinin bu doğal zenginliğinden fayda sağlaması için elzemdir.

## KAYNAKÇA

DEDAŞ Şırnak İl Müdürlüğü,2011

DSİ 10. Bölge Müdürlüğü,2011

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, www.enerji.gov.tr

Silopi İlçe Tarım Müdürlüğü, 2011

TÜİK, www.tuik.gov.tr

EİE, www.eie.gov.tr

www.dpesolar.com

www.tera-solar.com

# HEDEF VE STRATEJİ

| HEDEF VE STRATEJİLER |
| --- |
| ***Hedef 1: Yenilenebilir enerji kaynaklarının tespiti için uzun dönemli araştırmaların yapılması*** |
| **Strateji 1:** Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliğinin YEK'in araştırılması ve veri analizleri amacıyla laboratuar gereksinimlerinin giderilmesi. Bu stratejinin uygulanmasında EİE ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile ortak bir istasyonun kurulması gerek maliyet gerekse de etkinliğin artmasını sağlayacaktır. |
| **Strateji 2:** GAP, DİKA, KOSGEB, SODES gibi bölgesel destek kuruluşlarının uzun süreli araştırmalara destek vermeleri. |
| **Strateji 3:** Şırnak-Cizre-Silopi-İdil belediyelerinin ortak çalışması ile katı atık üretim tesisi oluşturmak için araştırma yapılması. |
| **Strateji 4:** Şırnak ilinin Jeotermal enerji potansiyelinin tespiti için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nca yerinde tespit ve araştırmanın yapılması. |
| ***Hedef 2: Eğitim ve Öğretim ile YEK'e dönük farkındalık yaratmak*** |
| **Strateji 1:** Şırnak Üniversitesi bünyesinde "Enerji Araştırma Enstitüsü"nün kurularak akademik personellerin çalışmalara ilgisini arttırmak. |
| **Strateji 2:** Şırnak Üniversitenin İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi bünyesinde "Enerji Ekonomisi" gibi enerjiye dair seçmeli bir dersin varlığı ve "Uluslararası Enerji Politikaları" gibi enerjiye dayalı bölümlerin açılması öğrencilerin enerjiye bakışlarını değiştirecektir. |
| **Strateji 3:** Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği aracılığıyla YEK tanıtımına yönelik konferans, seminer ve panellerin yapılması |
| **Strateji 4:** Şırnak Üniversitesi ve Şırnak İl Milli Eğitim Müdürlüğünün müşterek çalışması ile 6-18 yaş grubuna yönelik tanıtım faaliyetlerinin yürütülmesi |
| **Strateji 5:** Şırnak Meslek Yüksekokulu ve Şırnak, Cizre, Silopi Endüstri Meslek Liseleri bünyesinde Enerji Sistemleri Programının açılarak ara eleman ihtiyacının alt yapısının hazırlanması |
| **Strateji 6:** SODES ve DİKA gibi kurumlar ile ortak çalışmalar yürütülerek toplumun bilinçlendirilmesi |
| **Strateji 7:** Bilimsel temalı küçük proje yarışmalarının düzenlenmesi |
| **Strateji 8:** Ziraat odası ile çiftçilerin, Esnaf odası ile küçük ticaret erbaplarının, Sanayi odası ile sanayicilerin bilinçlendirilmesi |

| |
|---|
| **Strateji 9:** İl Valiliği, Şırnak Üniversitesi, Şırnak Belediyesi ile Sanayi ve Ticaret Odası, Meslek Kuruluşları vb. kuruluşların ortak olabileceği ''İl Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Arttırılması Koordinasyon Merkezi'' oluşturulması. |
| **Strateji 10:** SODES, KOSGEB, GAP ve DİKA gibi kuruluşların yöreye ilişkin uygulanacak proje başlıklarının belirlenmesinde Strateji 9'da belirtilen kurulun tekliflerinin dikkate alınmasının sağlanması |
| ***Hedef 3: YEK'in kullanımının desteklenmesi ve yaygınlaştırılması*** |
| **Strateji 1:** YEK'ten faydalanmak isteyen özel teşebbüslerin projelerinin desteklenmesi, |
| **Taktik 1:** DİKA kapsamında YEK kaynak yatırımı yapmak isteyen mesken kullanıcılarına mali destek programlarının oluşturulması, |
| **Taktik 2:** SODES ile YEK'i kullanarak öğrenci yurtlarının sıcak su ihtiyaçlarının giderilmesi, kamu dairelerinin ısıtılması ve elektrik nakil hatlarının olmadığı bölgelerde geçici süre ile ikamet etmesi muhtemel kişi ya da kurumlara elektriklerini güneş enerjisinden elde etmeleri için oluşturulan taşınabilir elektrik üretim sistemlerinin satın alınıp geçici kullanıma sunulması, |
| **Taktik 3:** GAP ile tarımsal sulamada YEK'in desteklenmesi, |
| **Taktik 4:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Kalkınma Bakanlığı ortak girişimi ile Şırnak ilinde Güneş Santralinin kurulması amacıyla özel sektörün desteklenmesi, |
| **Strateji 2:** Sokak aydınlatmasında güneş enerjisinden faydalanılması amacıyla DEDAŞ ve Belediyelerin yatırım yapması, |
| **Strateji 3:** İbadethane ve kültürel varlıkların aydınlatmasında güneş enerjisi kullanımına yönelmesi, |
| **Strateji 4:** TOKİ gibi büyük yatırımların yapılmasında termal ısıdan faydalanmak için güneş enerjisinin kural olarak zorunlu hale getirilmesi |
| **Strateji 5:** Güçlükonak ilçesinde seracılığın yaygınlaştırılması ve sera ısıtma sisteminde jeotermal enerjinin özendirilmesi için alt yapı çalışmalarının il valiliği ve Şırnak Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği aracılığıyla girişimde bulunulması |
| ***Hedef 4: Mikro Kredi uygulamaları ile YEK pazarının yaygınlaştırılması*** |
| **Strateji 1:** Esnaf Kredi Kefalet Kooperatifleri aracılığıyla verilen kredilerde YEK pazarına yönelen esnaflara uzun vadeli ve sıfır faizli kredi verilmesi, |

| |
|---|
| **Strateji 2:** KOSGEB aracılığıyla Şırnak ve ilçelerinde YEK pazarı içinde iş yeri açacak olanlara hibe veya kredi verilmesi, |
| **Strateji 3:** DİKA aracılığıyla yürütülen mali destek programlarında sektörel başlıklar içerisinde YEK pazarına ilişkin desteklerin verilmesi, |
| ***Hedef 5: YEK'in imalat ve pazarlamasında yatırım destek ve teşvikleri ile vergi istisnaları*** |
| **Strateji 1:** Güneş santrali oluşturmak isteyen yatırımcılara mevcut destekler arasında sabit fiyat garantisi verilmektedir. Bu destek ile birlikte kuruluş ve örgütlenme giderlerinin büyük bir kısmını oluşturan bürokratik ve diğer belgeler için istenen harç ve ücretlerin istisna tutulması |
| **Strateji 2:** YEK kullanımında ithal edilen malların her türlü vergiden istisna tutulması |
| **Strateji 3:** YEK ürünleri satan firmaların elde ettikleri gelirlerinin uzun dönemde ( en az 3 yıl ) vergiden muaf tutulması |
| **Strateji 4:** Şebekeye bağlı sistemlerin kullanılması için yasal düzenlemelerin yapılması |