

T.C.
ZAFER KALKINMA AJANSI

TR33 BÖLGESİNİN
YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ
VE
STRATEJİK ALT BÖLGELERİN TESPİTİ





**TR33 BÖLGESİNİN
YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ
VE
STRATEJİK ALT BÖLGELERİN TESPİTİ**

KÜTAHYA 2012

PROJE ADI:

TR33 BÖLGESİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ
VE
STRATEJİK ALT BÖLGELERİN TESPİTİ

PROJE NO:

ZAFER/2012-01/MD-DFD

PROJE ÇALIŞANLARI

| Ad-Soyad | Proje Görevi | Proje Konusu |
|----------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Doç.Dr. Fatih ÇELEBİOĞLU | Proje Koordinatörü | Hidroenerji (Hidroelektrik) |
| Arş.Grv. Güner TUNÇER | Proje Uzmanı | Biyoenerji (Biyokütle) |
| Arş.Grv. Ersin Nail SAĞDIÇ | Proje Uzmanı | Güneş Enerjisi |
| Arş.Grv. İlker YAMAN | Proje Uzmanı | Jeotermal Enerji |
| Arş.Grv. İlhan KORKMAZ | Proje Uzmanı | Rüzgâr Enerjisi |

ÖZET

TÜİK'in 2011 yılı verilerine göre Türkiye'de 240,8 milyar dolarlık ithalatın yaklaşık 54 milyar doları enerji ithalatından oluşmaktadır. Başka bir ifadeyle toplam ithalatın %22'lik kısmı enerji ithalatı için yapılmaktadır. 54 milyar dolarlık enerji ithalatının 33,6 milyar dolarlık kısmı petrol ve petrol ürünlerine harcanmaktadır. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2011 yılı verilerine göre ise Türkiye elektrik enerjisi görünümünde yaklaşık 229,4 GWh üretim gerçekleştirmiştir. Türkiye yaklaşık 4,6 GWh ithalat ve 3,6 GWh ihracat gerçekleştirmiş olup 230,3 GWh tüketim gerçekleştirmiştir.

Tüm bu veriler, Türkiye'nin enerji ihtiyacının çok büyük olduğunu ve bu ihtiyacı gidermek için çok ciddi enerji yatırımları yapması gerektiğini işaret etmektedir. Gerek fosil kaynakların hızla tükenmesi gerek çevre kirliliğinin artması alternatif enerji kaynakları arayışlarını hızlandırmıştır. Petrol kaynaklarına sahip olmayan bir ülke olan Türkiye için de alternatif enerji kaynaklarına dayalı üretim yapmak kaçınılmaz hale gelmiştir.

Alternatif enerji kaynaklarından biri de yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji doğal süreçlerde var olan enerji akışlarından elde edilebilen enerjidir. Hidrogüç, güneş, rüzgâr, jeotermal ve biyoenerji yenilenebilir enerji kaynaklarını oluşturmaktadır.

T.C. Zafer Kalkınma Ajansı'nın 2012 Doğrudan Faaliyet Destek Programı (DFD) kapsamında hazırlanan "TR33 Bölgesinin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Stratejik Alt Bölgelerin Tespiti" başlıklı proje ile dünyada ve Türkiye'de çok öncelikli bir alan olarak görülen yenilenebilir enerji konusu TR33 Bölgesi düzeyinde incelenmiştir. Bu proje, T.C. Zafer Kalkınma Ajansı 2012 DFD programının genel amacında belirtilen sürdürülebilirlik ve yenilikçilik ilkeleri doğrultusunda TR33 Bölgesinin rekabetçilik ve yaşanabilirlik düzeyinin artırılmasını, bölgesel ölçekteki planlama, araştırma çalışmalarına girdi oluşturacak kritik öneme haiz sektörel tematik araştırma, planlama, fizibilite, etüt vb. faaliyetlerin desteklenmesini hedeflemektedir. Projenin amacı, TR33 Bölgesinin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin ve bölgenin yenilenebilir enerji kaynakları alanında stratejik alt bölgelerinin tespit edilmesidir.

Bu amaç doğrultusunda TR33 bölgesinin yenilenebilir enerji kaynakları Biyoenerji (Biyokütle), Güneş Enerjisi, Hidroenerji (Hidroelektrik Enerji), Jeotermal Enerji ve Rüzgâr Enerjisi olmak üzere beş kategoride incelenmiştir. Proje ile bölgenin yenilenebilir enerji potansiyeli çıkarılmış olup, gerek yerli ve yabancı özel sektör gerekse belediyeler ve diğer kamu kurumlarının yatırımları için ekonomik etüt ve fizibilitelelerini yönlendirebilecek bir rehber kısa vadede oluşturulmuştur. Ayrıca projenin rehberliği ile ileriki dönemlerde yenilenebilir enerji alanında yatırım ve istihdam olanaklarının artması durumunda hedef gruplar ve nihai yararlanıcıların fayda ve kar düzeyini yükselten sonuçlar orta ve uzun vadede elde edilecek olacaktır.

ABSTRACT

According to the data of the year 2011 of TURKSTAT, about 54 billion U.S. dollars of imports out of 240.8 billion dollars consists of energy imports. In other words, 22% of total imports are energy imports. 33.6 billion dollars out of 54 billion dollars of energy imports is spent on oil and oil products. According to the data of the year 2011 of Republic of Turkey Ministry of Energy and Natural Resources, Turkey approximately achieved 229.4 GWh of electrical energy production. Turkey has realized about 4.6 GWh import and nearly 3.6 GWh export and consumed 230.3 GWh.

All these data points out that energy need of Turkey are too great and serious and energy investments are required to meet the need. Both the rapid depletion of fossil resources and the increase of environmental pollution have accelerated the searches for alternative energy resources. Production based on alternative energy resources has become inevitable for Turkey, a country that does not have oil resources.

One of the alternative energy resources is renewable energy resources. Renewable energy is the energy that can be obtained from energy flows existing in natural processes. Hydropower, solar, wind, geothermal and bio-energy compose renewable energy resources. A project titled "Renewable Energy Potential and Detection of Strategic Sub-regions of Region TR33" has been prepared within 2012 Direct Activity Support Programme (DFD) of TR Zafer Development Agency. As a priority area in the world and in Turkey, renewable energy has been analysed in Region TR33 with this project. This project aims at increasing the level of competitiveness and liveability in Region TR33, and supporting activities such as regional-scale planning, sectoral thematic research with critical importance for the data of research studies, planning, feasibility, and survey and so on in line with sustainability and innovation principles that are indicated in main aims of 2012 DFD Programme of TR Zafer Development Agency. The objective of the project is to locate potential of renewable energy resources and strategic sub-areas of those.

For this purpose, renewable energy resources of Region TR33 are analysed in five categories which are as follows; Bio energy (Biomass), Solar Energy, Hydro energy (Hydroelectric Power), geothermal energy and wind energy. The region's renewable energy potential is determined by the project and a guide has been prepared in a short time for investments of domestic and foreign private sectors as well as municipalities and other public institutions to direct their economic survey and feasibility. Besides, in case of increased investment and employment opportunities in the field of renewable energy in the future, results that raise the level of benefit and profit will be obtained for the target groups and final beneficiaries in medium and long terms with the guidance of the project.

TEŞEKKÜR

Bu proje çalışmasına desteklerinden dolayı Zafer Kalkınma Ajansı Yönetim Kurulu'na, Genel Sekreter Dr.Yılmaz ÖZMEN'e ve Ajansın Değerli Uzman Personellerine, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'ne, Dumlupınar Üniversitesi Rektörü Prof.Dr. Ahmet KARAASLAN'a, Soma Kaymakamı Abdülkadir KARATAŞ'a, SÜREKO Üretim ve Bakım Şefi Murat AYTAÇER'e ve çalışanlarına, POLAT Enerji Soma Enerji Elektrik Üretim A.Ş.'ye, Prof.Dr.Ali BAŞÇETİNCİLİK'e, Dr.Işık TAŞKIRAN'a, Yrd.Doç.Dr. Mustafa Arif ÖZGÜR'e, Orman ve Su İşleri Bakanlığının Kütahya, Domaniç, Emet, Gediz, Simav, Tavşanlı, Uşak, Manisa, Akhisar, Demirci, Gördes, Afyonkarahisar ve Dinar İşletme Müdürlükleri'ne, Manisa-Soma Çerkezsultaniye Muhtarı Abdullah ÇELİK'e, Manisa-Salihli Karaağaç Köyü Muhtarı Hüseyin ÖZTÜRK'e ve Manisa-Salihli Caferbey Köyü Muhtarı Yusuf KOÇER'e teşekkürlerimizi sunarız.

İÇİNDEKİLER

| | |
|----------|-----|
| ÖZET | iii |
| ABSTRACT | iii |

BİRİNCİ BÖLÜM BİYOENERJİ (BİYOKÜTLE)

| | |
|--|----|
| 1.1.Dünyada ve Türkiye’de Biyokütle | 4 |
| 1.2.Biyokütle Potansiyelinin Hesaplanması | 8 |
| 1.2.1.Tarımsal ve Tarım Sınai Ürün Artıkları | 8 |
| 1.2.2.Hayvansal Atıklar | 11 |
| 1.2.3.Kentsel Atıklar | 16 |
| 1.2.4.Orman Biyokütlesi | 17 |
| 1.3.SONUÇ | 17 |

İKİNCİ BÖLÜM GÜNEŞ ENERJİSİ

| | |
|--|----|
| 2.1.Güneş Enerjisi Kullanımının Tarihi Gelişimi | 26 |
| 2.2.Güneş Enerjisi ve Teknolojileri | 26 |
| 2.2.1.Isıl Güneş Teknolojileri | 27 |
| 2.2.2.Güneş Pilleri (Fotovoltaik Güneş Teknolojisi) | 28 |
| 2.3.Dünyadaki Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Güneş Enerjisi ile İlgili Gelişmeler | 28 |
| 2.4.Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli | 28 |
| 2.5.TR33 Bölgesinde Güneş Enerjisi Potansiyeli | 31 |
| 2.5.1.Afyonkarahisar İli ve İlçeleri Güneş Enerjisi Potansiyeli | 31 |
| 2.5.2.Kütahya İli ve İlçeleri Güneş Enerjisi Potansiyeli | 32 |
| 2.5.3.Manisa İli ve İlçeleri Güneş Enerjisi Potansiyeli | 34 |
| 2.5.4.Uşak İli ve İlçeleri Güneş Enerjisi Potansiyeli | 35 |
| 2.6.SONUÇ | 36 |

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM HİDROELEKTRİK ENERJİ

| | |
|--|----|
| 3.1. Hidroelektrik Enerji Nedir? | 40 |
| 3.2. Hidroelektrik Enerjinin Tarihi | 40 |
| 3.3. Hidroelektrik Santrallerin Türleri | 40 |
| 3.4. Hidroelektrik Enerjinin Olumsuz Etkileri | 41 |
| 3.5. Dünyada Hidroelektrik Enerji Üretimi ve Tüketimi | 41 |
| 3.6. Türkiye’de Enerji Talebi ve Hidroelektrik Enerji Üretimi | 42 |
| 3.7. TR33 Bölgesinde Hidroelektrik Enerji | 44 |
| 3.7.1. Demirköprü Barajı ve Hidroelektrik Santrali | 46 |
| 3.7.2. METAK (Dinar II) Hidroelektrik Santrali | 46 |
| 3.7.3. KAYAKÖY Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali | 46 |
| 3.7.4. Kütahya / Eğir Hidroelektrik Santrali | 46 |
| 3.7.5. TR33 Bölgesindeki Akarsular ve Diğer Potansiyeller | 47 |
| 3.7.6. HES’lerin Bölgedeki İstihdam ve Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerine Etkileri | 47 |
| 3.8. SONUÇ ve ÖNERİLER | 47 |

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM JEOTERMAL ENERJİ

| | |
|--|----|
| 4.1.Dünyada Jeotermal Enerji | 51 |
| 4.2.Türkiye’de Jeotermal Enerji | 51 |
| 4.3.TR33 Bölgesinde Jeotermal Enerji ve Potansiyeli | 53 |
| 4.3.1.Kütahya İli Jeotermal Sahaları ve Potansiyeli | 53 |
| 4.3.1.1.Simav - Eynal - Çitgöl - Naşa Jeotermal Alanı | 54 |
| 4.3.1.2.Gediz - Abide Jeotermal Alanı | 54 |
| 4.3.1.3.Muratdağı Jeotermal Alanı | 55 |
| 4.3.1.4.Yoncalı Jeotermal Alanı | 55 |
| 4.3.1.5.Emet Jeotermal Alanı | 55 |
| 4.3.1.6.Yeniceköy Jeotermal Alanı | 55 |
| 4.3.1.7.Dereli Jeotermal Alanı | 55 |
| 4.3.1.8.Göbel Jeotermal Alanı | 56 |
| 4.3.1.9.İlca (Harlek) Jeotermal Alanı | 56 |
| 4.3.1.10.Hisarlık (Sefaköy - Hamamköy - Yukarı Yonca ağaç) Jeotermal Alanı | 56 |
| 4.3.1.11.Şaphane Jeotermal Alanı | 56 |
| 4.3.2.Afyon İli Jeotermal Sahaları ve Potansiyeli | 56 |
| 4.3.2.1.Ömer-Gecek-Kızık-Uyuz Jeotermal Alanı | 57 |
| 4.3.2.2.Gazlıgöl Jeotermal Alanı | 57 |
| 4.3.2.3.Heybeli-Çay Jeotermal Alanı | 58 |
| 4.3.2.4.Sandıklı Jeotermal Alanı | 58 |
| 4.3.3.Uşak İli Jeotermal Sahaları ve Potansiyeli | 58 |
| 4.3.3.1.Emirfakı - Akbulak Jeotermal Alanı | 59 |
| 4.3.3.2.Banaz-Hamamboğazı Jeotermal Alanı | 59 |
| 4.3.3.3.Banaz-Kızılcaören İlca Jeotermal Alanı | 60 |
| 4.3.3.4.Ulubey-Aksaz Jeotermal Alanı | 60 |
| 4.3.3.5.Ulubey-Hasköy Jeotermal Alanı | 60 |
| 4.3.3.6.Örencik Jeotermal Alanı | 60 |
| 4.3.4.Manisa İli Jeotermal Sahaları ve Potansiyeli | 60 |
| 4.3.4.1.Turgutlu-Urganlı Jeotermal Alanı | 61 |
| 4.3.4.2.Salihli - Kurşunlu Jeotermal Alanı | 62 |
| 4.3.4.3.Alaşehir - Horzumsazdere Jeotermal Alanı | 62 |
| 4.3.4.4.Köprübaşı-Saraycık Jeotermal Alanı | 62 |
| 4.3.4.5.Kula-Emir-Şehitli Jeotermal Alanı | 62 |
| 4.3.4.6.Demirci-Eskihisar Jeotermal Alanı | 62 |
| 4.3.4.7.Alaşehir-Sarıkoz Jeotermal Alanı | 63 |
| 4.3.4.8.Soma-Menteşe Jeotermal Alanı | 63 |
| 4.3.4.9.Sarıgöl Jeotermal Alanı | 63 |
| 4.4.TR33 Bölgesinde Jeotermal Santral Uygulamaları | 63 |
| 4.5.SONUÇ VE ÖNERİLER | 64 |

BEŞİNCİ BÖLÜM RÜZGAR ENERJİSİ

| | |
|---|----|
| 5.1.Rüzgar Enerjisinin Tarihçesi | 66 |
| 5.2.Rüzgar Enerjisinin Üstün ve Zayıf Yönleri | 67 |
| 5.3.Dünyada ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisi | 67 |
| 5.4.Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Belirlenmesi | 69 |
| 5.5.TR33 Bölgesinin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli | 71 |
| 5.6.SONUÇ | 77 |
| İNGİLİZCE METİNLER | 79 |

BİRİNCİ BÖLÜM BİYOENERJİ (BİYOKÜTLE)



BİYOENERJİ (BİYOKÜTLE)

Giriş

Sürdürülebilir bir yaşam kalitesi sağlayabilmek için sürdürülebilir bir enerji sistemi oluşturulması gerekmektedir. Geleneksel enerji kaynaklarının her geçen gün azalması ve bu kaynakların çevreye ve insana olan zararlarının artması toplumları alternatif enerji kaynağı olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmiştir.

Biyoenjeri, yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olan enerji türlerinden birisidir. Biyoenjeri biyokütlenin, enerji dönüşüm süreçleri neticesinde elde edilen bir yenilenebilir enerjidir. Biyoenjerinin temel kaynağı biyokütledir. Bu nedenle literatürde büyük çoğunlukla biyoenjeri, biyokütle olarak adlandırılmaktadır.

Biyokütle, ağaçların, otların ve tarımsal bitkilerin organik bir materyalidir (IRENA, 2012). Biyokütle bitkilerden ve hayvanlardan elde edilen karbonlu katı madde olarak da ifade edilmekte olup tarım ve orman artıklarını, hayvansal atıkları ve gıda üretimi atıklarını içermektedir (Kaygusuz & Türker, 2002). Biyokütle elektrik üretimi, ev ısıtma sistemleri, araç yakıtları ve endüstriyel tesislerin ısıtma sistemlerinde kullanılarak çeşitli enerji ihtiyaçlarını gidermede kullanılmaktadır (Balat, 2005). Sahip olduğu büyük potansiyeli, farklı sosyal ve ekonomik faydaları nedeniyle geleceğin en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olduğu düşünülmektedir. Biyokütle doğrudan ısınma ve elektrik amacıyla kullanılabilir, katı, gaz ve likit yakıtla çevrilebilmektedir (Karayılmazlar, et al., 2011).

Hemen her yerde yetiştirilebilmesi; üretim ve çevrim teknolojilerinin iyi bilinmesi; her ölçekte enerji üretimi için uygun olması; düşük ışık şiddetlerinde yeterli olması; depolanabilir olması; 5-35^o C arasında sıcaklık gerektirmesi; sosyo-ekonomik gelişmelerde önemli olması; çevre kirliliği oluşturmaması (NO_x ve SO₂ salınımlarının düşük olması); sera etkisi oluşturmaması böylece atmosferde CO₂ dengesi sağlanması ve asit yağmurlarına yol açmaması biyokütlenin enerji kullanımındaki olumlu yönlerinden bir kaçını oluşturmaktadır (Türe, 2001).

Biyokütle enerjisi; yetiştiriciliğe dayalı olduğundan yenilenebilir, çevre dostu, yerli ve yerel bir kaynak olarak büyük bir öneme sahiptir. Biyokütlenin kullanımı klasik ve modern olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Klasik biyokütle enerjisi, geleneksel ormanlardan elde edilen yakacak odun, yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan atıklarından oluşmaktadır. Modern biyokütle kaynakları ise enerji ormancılığı ürünleri ile orman ve ağaç endüstrisi atıkları, enerji tarımı ürünleri, tarım kesiminin bitkisel artıkları ve hayvansal atıkları, kentsel atıklar, tarımsal endüstri atıkları olarak sıralanabilir (Başçetingelik, et al., 2005; Başçetingelik, et al., 2009).

YEGM (2012)'e göre biyoenjeri dört farklı biyoyakıt olarak elde edilebilmektedir. Bunlar Biyogaz, Biyodizel, Biyoetanol ve Gazlaştırmadır.

Biyogaz: Organik bazlı atık/artıkların oksijensiz ortamda (anaerobik) fermentasyonu sonucu ortaya çıkan renksiz - kokusuz, havadan hafif, parlak mavi bir alevle yanan ve bileşiminde organik maddelerin bileşimine bağlı olarak yaklaşık; % 40-70 metan, % 30-60 karbondioksit, % 0-3 hidrojen sülfür ile çok az miktarda azot ve hidrojen bulunan bir gaz karışımıdır (YEGM, 2012).

Biyodizel: Biyodizel, kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen bitkisel yağların veya hayvansal yağların bir katalizatör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan bir üründür. Evsel kızartma yağları ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılabilir. Biyodizel petrol içermez; fakat saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Saf biyodizel ve dizel-biyodizel karışımları herhangi bir dizel motoruna, motor üzerinde herhangi bir modifikasyona gerek kalmadan veya küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir (YEGM, 2012).

Biyoetanol: Hammaddesi şeker pancarı, mısır, buğday ve odunsular gibi şeker, nişasta veya selüloz özlü tarımsal ürünlerin fermentasyonu ile elde edilen ve benzinle belirli oranlarda harmanlanarak kullanılan alternatif bir yakıttır. Biyoetanol berrak, renksiz ve karakteristik bir kokuya sahip sıvıdır, Biyoetanol yüksek oktanlı bir yakıttır (113), Biyoetanolün kaynama noktası 78,5°C, donma noktası -114,1°C dir, Biyoetanol 20 °C de 0,789 gr/ml yoğunluğa sahiptir, Biyoetanol içten yanmalı motorlara herhangi bir modifikasyona ihtiyaç duyulmadan %10 miktarında harmanlanarak kullanılabilir, Biyoetanolün en yaygın iki kullanım şekli E-10 (% 10 Biyoetanol+ %90 Benzin) ve E-85 (% 85 Biyoetanol+ %15 Benzin) 'dir. Biyoetanol benzin ile harmanlandığında; Biyoetanol yakıtlarda oktan artırmak amacı ile kullanılan benzen, metil tersiyer bütül eter (MTBE) gibi kanserojen maddelerin çevreci alternatifidir, Biyoetanol

benzin ile harmanlanma oranına göre 2-3 puanlık bir oktan artışı sağlayarak motorun performansını yükseltir, Biyoetanol donmayı engeller, motorun daha serin ve enjektörlerin daha temiz kalmasını sağlar. Biyoetanolün elde edilebildiği hammadde kaynakları: şeker pancarı, şeker kamışı, mısır, tatlı sorgum, patates, buğday, odunsular, tarımsal atıklardır (YEGM, 2012).

Gazlaştırma: 18. yy'ın sonlarından bu yana bilinen bir teknolojidir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler için günümüzden geleceğe önemli bir rol oynayan biyokütlenin kullanılabilir olduğu o yıllardan bu yana ispatlanmıştır. Bilinen bir husus da bir enerji kaynağı olarak kullanılan biyokütlenin birçok dezavantajının olduğudur. Düşük enerji yoğunluğuna sahip (yaklaşık 16-20 MJ/kg) ham biyokütle kaynakları direk olarak yakıldığı takdirde, çok düşük randıman sağlar ve iç ve dış mekanlarda yüksek seviyede hava kirliliği oluşmasına neden olur.

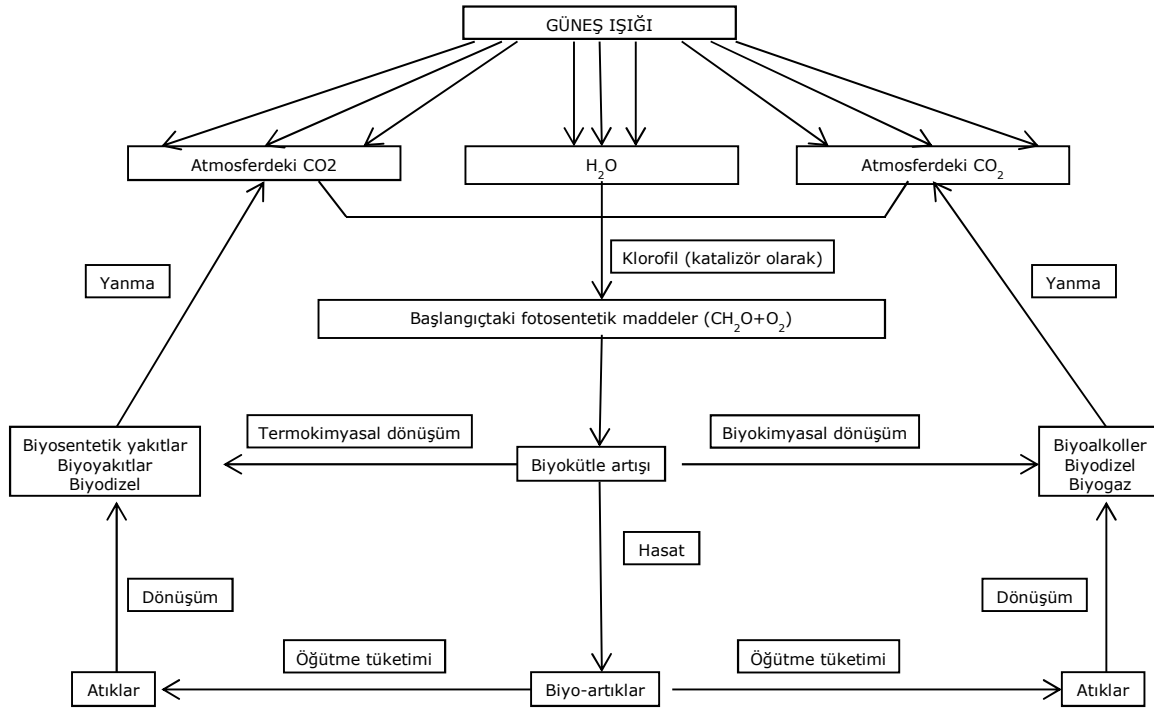
Gazlaştırma biyokütleden gaz yakıt elde edilen termokimyasal bir dönüşüm prosesidir. Diğer bir deyişle biyokütle termokimyasal bir dönüşümle gaz yakıtla dönüştürülür. Modernize edilmiş biyokütle enerjisi teknolojilerinin amacı üretim ve kullanım sırasında emisyonları azaltırken yakıtın yoğunluğunu arttırmaktır (YEGM, 2012).

Gaz, sıvı ve katı olmak üzere sınıflandırılabilen Biyoyakıtlar, otomobillerde, ağır vasıtalarda, uçaklarda, trenlerde, gemilerde ulaştırma yakıtı olarak kullanılmasının yanı sıra doğalgazın kullanıldığı her alanda (elektrik, ısınma, pişirme, soğutma) kullanılabilir (DEK-TMK, 2011).

Biyokütle, esterifikasyon, hidroliz/fermantasyon, gazlaştırma, piroliz, karbonizasyon, metanasyon ve fotofermantasyon dönüşüm teknolojileri kullanılarak çeşitli biyoyakıtlara dönüştürülmektedir. Biyokütle kaynakları, dönüşüm teknolojileri ve elde edilen biyoyakıt türleri tablo 1.1.'de gösterilmektedir.

| Tablo 1.1. Biyokütle Dönüşüm Teknolojileri | | | | | | | |
|---|--|-------------------------------|--|----------------|----------------------|--------------------|-------------------------|
| Biyokütle Kaynakları | Biyokütle Dönüşüm Teknolojileri | | | | | | |
| | Esterifikasyon | Hidroliz/ Fermantasyon | Gazlaştırma | Piroliz | Karbonizasyon | Metanasyon | Fotofermantasyon |
| Yağlı Tohum Bitkileri | X | | | | | | |
| Şekerli Bitkiler | | X | | | | | |
| Niştastalı Bitkiler | | X | | | | | |
| Enerji Bitkileri | | | | X | X | | |
| Enerji Ormanlığı | | X | X | X | X | | |
| Ağaçlar | | X | X | X | X | | |
| Atık Yemeklik Yağlar | X | | | | | | |
| Orman Artıkları | | X | X | X | | | |
| Saman | | X | X | X | | | |
| Şehirsel ve Endüstriyel Atıklar | | X | X | X | | X | |
| Organik Atıklar Bakteriler- Algler | | | | | | | X |
| Elde Edilen Biyoyakıt | Biyodizel | Etanol | Etanol, Metanol, Dimetil Eter, FT Motorini, FT Benzini, Hidrojen | Biyo-Oil | Odun Kömürü | Biyometan- Biyogaz | Biyohidrojen |

Kaynak: (Karaosmanoğlu, 2006)



Şekil 1.1. Biyokütle Teknolojisinin Temel Adımları

Kaynak: (Demirbaş, 2008)

Bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biyokütle, genelde güneş enerjisini fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalar olarak adlandırılmaktadır. Fotosentez yoluyla enerji kaynağı olan organik maddeler sentezleşirken tüm canlıların solunumu için gerekli olan oksijeni de atmosfere verir. Üretilen organik maddelerin yakılması sonucu ortaya çıkan karbondioksit ise, daha önce bu maddelerin oluşması sırasında atmosferden alınmış olduğundan, biyokütleden enerji elde edilmesi sırasında çevre, CO2 salımı açısından korunmuş olacaktır (YEGM, 2012). Biyokütle teknolojisinin temel adımları şekil 1.1.'de gösterilmektedir.

1.1. Dünyada ve Türkiye'de Biyokütle

Her gün giderek artan nüfus ve ekonomik gelişmeler enerji ihtiyacının artışı da tetiklemektedir. Artan enerji ihtiyacının ve çevre kirliliğinin azaltılması için yenilenebilir enerji kaynağı olan biyokütle kullanımı büyük bir önem kazanmaktadır. Biyokütle kullanımının artması sürdürülebilir kalkınmaya ve Kyoto anlaşmasının hedeflerine ulaşmaya yardımcı olmaktadır (Atımtay & Topal, 2005).

Biyokütlenin ve biyokütle ile elde edilen biyoyakıtların öneminin artması dünya ülkeleri tarafından dikkatli bir şekilde değerlendirilmekte ve bu konuda çeşitli yatırımlar yapılmaktadır. ABD'de biyoetanol sektöründe yapılan yatırım 2010 yılında 53,6 milyar dolarlık bir katma değer yaratmıştır. Ayrıca 70.400'ü doğrudan olmak üzere toplamda 400.677 kişiye istihdam oluşturulmuştur. Petrol ithalatında 445 milyon varil azalma ve 34 milyar \$ tasarruf elde edilmiştir (DEK-TMK, 2011).

Avrupa Birliği'nde ise 2020 yılında enerji tüketiminin %20'sini yenilenebilir enerjiden karşılanacağı ve her bir üye ülkenin ulaştırma sektöründe %10 biyoyakıt kullanımı hedefleri oluşturulmuştur. Almanya'da 4078 biyogaz tesisinden 12 milyar kWh elektrik elde edilmektedir. 2020 yılında ülkede tüketilen elektriğin %20'sinin biyogazdan karşılanması hedeflenmektedir. Bir diğer AB üyesi İsveç'te otomobillerin %60'ı biyogaz ile çalışmakta olup 2005 yılından buyana trenlerde de biyogaz kullanılmaktadır. İsveç'te doğalgazın kullanıldığı her alanda biyogaz kullanılmakta olup 2020 yılında doğalgaz kullanımından vazgeçilmesi hedeflenmektedir (DEK-TMK, 2011). Ayrıca dünyanın en çok yenilenebilir enerji yatırımı yapan ülkesi Çin'de 2010 yılında 530 milyon ton TCE biyokütle kaynağı elde edilmiş ve 2020 yılında 730 milyon ton TCE biyokütle kaynağı elde edilmesi hedeflenmektedir. Çin'de elektrik üretimi yapan 22.570 biyogaz tesisi bulunmaktadır. Yıllık elektrik üretimi 660 GWh'dir. Ülkedeki en büyük biyogaz tesisi günlük 30.000 m³ biyogaz üretmektedir (Dong, 2012).

Türkiye'de biyogazla ilgili ilk çalışmalar 1960'lı yıllarda Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü ile Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü'nde gerçekleştirilmiştir. 1980'li yıllarda Köy Hizmetleri Ankara Topraksu Araştırma Enstitüsü'nde biyogaz birimi kurulmuştur. 1980-1986 döneminde Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü'nde biyogaz üretimi ile ilgili önemli çalışmalar kaydedilmiştir. Fakat konunun öneminin

kavranamaması Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü çalışmalarını durdurmuştur (Koçer, et al., 2006). Sonraki dönemlerde Türkiye’de biyodizel ve bioetanol çalışmaları 2000’li yılların başlarına rastlamaktadır. Çeşitli çalışmalar yapılmasına rağmen yatırımlar istenilen düzeye getirilememiştir. Vizyon 2023 kapsamında, 2009 yılında organik atıkların bertaraf edilmesi amacıyla evler için 20 m³ metan/ton organik madde kapasiteli anaerobik çürütme reaktörlerinin tasarlanması, 2012’de, gazı ısı enerjisine dönüştüren reaktörlerin tasarlanması, 2014’te ise elde edilen gazı elektrik enerjisine dönüştüren reaktörlerin tasarlanması öngörülmektedir. 2016 yılında ise gazın temizlenerek hidrojen gazı elde edilmesi ve 2018 yılından sonra biyokütleden de elde edilebilen hidrojen teknolojisinin taşıtlarda uygulanması beklenmektedir. Türkiye’de biyogaz sektörü başta Ankara, İstanbul, Bursa, Kayseri, Gaziantep, Samsun şehirleri olmak üzere çöpten biyogaz üretimi, bazı sanayi tesisleri ve belediyelerin atık su ve tesislerinden biyogaz üretimi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından Anadolu’nun farklı yörelerinde yürütülen gazifikasyon, demonstrasyon projeleri ve özel sektörde yürütülmekte olan sayıları az da olsa nitelikli biyogaz projelerinden oluşmaktadır. 22,6 MW’lık elektrik üretim kapasitesine sahip olan Ankara-Mamak çöplüğünden elde edilen elektriğin yanı sıra oluşan atık ısı çöplük arazisinde kurulan seralarda kullanılmaktadır. Ayrıca toplamda 2.000 m²’ye tamamlanacak havuzlarda verimli bir biyoyakıt ham maddesi olan algler (su yosunu) yetiştirilmektedir. TÜBİTAK-MAM tarafından İzmit Belediyesi ortaklığıyla kurulan, küçük ve büyük baş hayvan atıklarıyla park ve bahçe atıklarından üretim yapan 330 kW’lık biyogaz tesisi 2011 yılında hizmete alınmıştır (DEK-TMK, 2011; TMMOB, 2012).

EPDK (2012) verilerine göre lisanslı Biyokütle ve BES tesisleri olmak üzere Türkiye’de toplam 41 adet işletme bulunmaktadır. Bu işletmelerin inşa halindeki kapasite toplamı 61,528 MWe olup işletmedeki kapasite toplamları ise 108,467 MWe’dir. Türkiye’deki toplam 41 biyokütle ve BES işletmesinin ikisi TR33 bölgesinde yer almaktadır. Bu işletmelerin isimleri ve kapasite güçleri tablo 1.2.’de gösterilmektedir.

TR33 Bölgesinde yer alan bir diğer biyoenerji yatırımı da Opal Enerji tarafından Afyon Güçbirliği Limited Şirketi ile müştereken, Afyonkarahisar’da Afyon Biyogaz Enerji Santrali biyogaz sektöründe faaliyet göstermesi planlanmaktadır. 4,25 MW kurulu güce sahip olacak enerji santrali yatırımı Temmuz 2012’de Afyon Enerji ve Gübre Üretim Ticaret ve Sanayi Anonim Şirketi olarak kurulmuştur. Projenin yatırım hazırlık çalışmaları devam etmekte olup teknoloji seçimi ve proses dizayn çalışmaları tamamlanmıştır. Projenin ÇED Belgesi alınmış ve EPDK başvurusu yapılmış olup inşaata başlama safhasına gelinmiştir. 2013 yılı ilk çeyreğinde deneme üretimine başlaması planlanan tesisin yılda yaklaşık 30 milyon kWh elektrik ve 20.000 ton doğal (organik) gübre üretmesi öngörülmektedir (OPAL Enerji, 2012). Ek olarak TR33 Bölgesinde yer alan il ve ilçe belediyelerinin oluşturmuş oldukları katı atık birlikleri atıklardan enerji üretimi sağlayacak tesis kurulumu çalışmalarına devam etmektedirler.

| Şirket Adı | Lisans Türü | Tesis Yeri | Tesis Türü | Kurulu Güç MWm | Kurulu Güç Mwe | Lisans Tarihi | Lisans Süresi | İnşa Halindeki Kapasite Mwe | İşletmedeki Kapasite Mwe |
|--|----------------|---|------------|----------------|----------------|---------------|---------------|-----------------------------|--------------------------|
| Arel Çevre Yatırımları ve Enerji Üretim Tic. Ltd Şti. | Üretim Lisansı | Afyonkarahisar ili, Merkez ilçesi, Akçin Köyü, Düz kır Mevkii/Arel Enerji Biyokütle Tesisi | BES | 1,24 | 1,2 | 18.01.2012 | 10 | | 1,2 |
| Süreko Atık Yönetimi Nakliye Lojistik Elektrik Üretim Anonim Şirketi | Üretim Lisansı | Manisa İli, Kula İlçesi, Kırtılı Mevkii / Kula Piroлиз Yöntemiyle Atıklardan Enerji Üretim Tesisi | BES | 1,6 | 1,54 | 04.04.2012 | 49 | 1,54 | 0 |

Kaynak: (EPDK, 2012)

| | |
|----------------|--|
| Afyonkarahisar | Afyonkarahisar İli Çevre Hizmetleri Birliği |
| | Dinar ve Çevresi Sürdürülebilir Çevre Hizmetleri Belediyeler Birliği |
| Kütahya | Kütahya İli Yerel Yönetimler Katı Atık Bertaraf Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği |
| Manisa | Manisa İli Çevre Hizmet Birliği |
| | Kula İlçesi Belediyeleri Çevre Birliği |
| | Turğutlu ve Ahmetli İlçe ve Belde Belediyeleri Katı Atık Bertaraf Tesisi Birliği |
| | AKÇEB (Akhisar, Gördes, Göl marmara İlçe ve Belde Belediyeleri)+SOMKIRÇEB (Soma/Kırkağaç İlçe Ve Belde Belediyeleri) |
| Uşak | Uşak İli Sürdürülebilir Çevre Yönetimi Belediyeler Birliği |

Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yapılan yasal düzenlemeler incelendiğinde karşımıza "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin" yasa çıkmaktadır. Bu yasada biyokütle yenilenebilir enerji kaynağına dair şu hükümler getirilmiştir (TBMM, 2010):

MADDE 6 – Bu Kanunun yürürlüğe girdiği 18/5/2005 tarihinden 31/12/2015 tarihine kadar işletmeye girmiş veya girecek YEK Destekleme Mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için, bu Kanuna ekli I sayılı Cetvelde yer alan fiyatlar, on yıl süre ile uygulanır. Ancak, arz güvenliği basta olmak üzere diğer gelişmeler doğrultusunda 31/12/2015 tarihinden sonra işletmeye girecek olan YEK Belgeli üretim tesisleri için bu Kanuna göre uygulanacak miktar, fiyat ve süreler ile kaynaklar Cetveldeki fiyatları geçmemek üzere, Bakanlar Kurulu tarafından belirlenir.

MADDE 6/B – Lisans sahibi tüzel kişilerin bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ve 31/12/2015 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektromekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde; bu tesislerde üretilerek iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi için, I sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlara, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle; bu Kanuna ekli II sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlar ilave edilir.

| I Sayılı Cetvel | | |
|--|--|--|
| Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi | Uygulanacak Fiyat (ABD Doları cent/kWh) | |
| Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil) | 13,3 | |
| II Sayılı Cetvel | | |
| Tesis Tipi | Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat | Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh) |
| Biyokütleyle dayalı üretim tesisi | Akışkan yataklı buhar kazanı | 0,8 |
| | Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı | 0,4 |
| | Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu | 0,6 |
| | Buhar veya gaz türbini | 2 |
| | İçten yanmalı motor veya stirling motoru | 0,9 |
| | Jenaratör ve güç elektroniği | 0,5 |
| | Kojenerasyon sistemi | 0,4 |

Türkiye'nin uluslararası konumunu inceleyecek olursak, Ernst&Young (2012)'ın hazırladığı yenilenebilir enerji indeksine göre Türkiye yenilenebilir enerji indeksinde 39 indeks puanı ile 31.sırada, biyokütle indeksinde ise 34 indeks puanı ile 34.sırada yer almaktadır. En çok yenilenebilir enerji yatırıma sahip olan Çin 70 indeks puanı ile yenilenebilir enerjide birinci sırada yer almaktadır. Çin'i sırasıyla ABD ve Almanya takip etmektedir. Biyokütle indeksinde Almanya 67 indeks puanı ile birinci sırada yer alırken bu ülkeyi sırasıyla ABD, Hindistan ve Çin takip etmektedir.

| Tablo 1.4.Dünya Yenilenebilir Enerji ve Biyokütle İndeksi | | | | | |
|--|--------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|-------------------------------------|
| Sıralama | Ülke | Biyokütle İndeksi | Sıralama | Ülke | Yenilenebilir enerji indeksi |
| 1 | Almanya | 67 | 1 | Çin | 70 |
| 2 | ABD(1) | 63 | 2 | ABD(1) | 68 |
| 3 | Hindistan | 60 | 3 | Almanya | 66 |
| 4 | Çin | 58 | 4 | Hindistan | 63 |
| 5 | İngiltere | 58 | 5 | İngiltere | 59 |
| 6 | Fransa | 57 | 6 | İtalya | 57 |
| 7 | İsveç | 56 | 7 | Fransa | 56 |
| 8 | İtalya | 53 | 8 | Kanada | 54 |
| 9 | Finlandiya | 52 | 9 | İsveç | 50 |
| 10 | Brezilya | 51 | 10 | Brezilya | 49 |
| 11 | Kanada | 50 | 11 | Avustralya | 48 |
| 12 | Avusturya(2) | 48 | 12 | İspanya | 48 |
| 13 | Danimarka | 45 | 13 | Romanya | 47 |
| 14 | Norveç | 45 | 14 | Polonya | 46 |
| 15 | Romanya | 44 | 15 | Güney Kore | 46 |
| 16 | İspanya | 43 | 16 | Japonya | 45 |
| 17 | İrlanda | 43 | 17 | Belçika | 45 |
| 18 | Ukrayna | 43 | 18 | Güney Afrika | 45 |
| 19 | Avustralya | 42 | 19 | İrlanda | 44 |
| 20 | Polonya | 42 | 20 | Danimarka | 44 |
| 21 | Güney Kore | 41 | 21 | Portekiz | 43 |
| 22 | Macaristan(2) | 41 | 22 | Hollanda | 43 |
| 23 | Portekiz | 39 | 23 | Yunanistan | 43 |
| 24 | Japonya | 38 | 24 | Meksika | 42 |
| 25 | Belçika | 38 | 25 | Norveç | 42 |
| 26 | Meksika | 38 | 26 | Finlandiya | 41 |
| 27 | Güney Afrika | 37 | 27 | Yeni Zelenda | 40 |
| 28 | Hollanda | 36 | 28 | Mısır | 40 |
| 29 | Fas | 36 | 29 | Tayvan | 40 |
| 30 | Mısır | 35 | 30 | Fas | 39 |
| 31 | Tayvan | 35 | 31 | Türkiye | 39 |
| 32 | Yunanistan | 34 | 32 | Ukrayna | 38 |
| 33 | Yeni Zelenda | 34 | 33 | Avusturya(2) | 36 |
| 34 | Türkiye | 34 | 34 | Tunus | 34 |
| 35 | Bulgaristan | 33 | 35 | Bulgaristan | 34 |
| 36 | Arjantin | 31 | 36 | Arjantin | 34 |
| 37 | Çek Cumhuriyeti(2) | 30 | 37 | İsrail | 33 |
| 38 | Şili | 27 | 38 | Şili | 32 |
| 39 | İsrail | 25 | 39 | Macaristan3 | 31 |
| 40 | Tunus | 19 | 40 | Çek Cumhuriyeti(2) | 30 |
| (1)-ABD yenilenebilir portfolyo standardı ve uygun yenilenebilir enerji rejimleri ile belirtilmektedir. | | | | | |
| (2)-Teknoloji ağırlıklandırmaları deniz potansiyeli eksikliğini göstermek adına karayla çevrilmiş ülkeler için düzenlenmiştir. | | | | | |
| Kaynak: (Ernst&Young, 2012) | | | | | |

Biyokütle üzerine yapılan ileriye dönük senaryoları dikkate alacak olursak, WWF (2011)'e göre biyokütle enerji kaynağı 2050 yılı dünya enerji profilinde toplam elektrik gücünde %13, endüstri sektörü yakıt&ısınmada %59, inşaat sektörü yakıt&ısınmada %13, ulaşım sektörü yakıtlarında %100'lük bir paya sahip olacağına işaret edilmektedir.

| Tablo 1.5.Kaynağa ve Yıla Göre Küresel Enerji Profili - % | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Enerji Kaynağı | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
| Rüzgar gücü: karada | 1 | 2 | 9 | 17 | 21 | 20 |
| Rüzgar gücü: denizde | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 5 |
| Dalga ve gelgit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Fotovoltaik güneş | 0 | 0 | 1 | 8 | 16 | 29 |
| Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi | 0 | 0 | 1 | 5 | 13 | 17 |
| Hidro güç | 17 | 19 | 19 | 17 | 14 | 12 |
| Jeotermal | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Biyokütle | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 13 |
| Kömür | 40 | 36 | 21 | 12 | 5 | 0 |
| Gaz | 19 | 23 | 36 | 33 | 19 | 0 |
| Petrol | 9 | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| Nükleer | 14 | 14 | 9 | 4 | 1 | 0 |
| Endüstri sektörü yakıtı & ısınmada | | | | | | |
| Yoğunlaştırılmış güneş: ısınma | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 15 |
| Jeotermal | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 5 |
| Biyokütle | 1 | 8 | 21 | 42 | 65 | 59 |
| Fosil Yakıtları | 98 | 92 | 79 | 57 | 29 | 21 |
| İnşaat sektörü yakıtları & ısınmada | | | | | | |
| Güneş termali | 0 | 1 | 4 | 17 | 34 | 52 |
| Jeotermal | 0 | 1 | 2 | 6 | 22 | 35 |
| Biyokütle | 43 | 39 | 33 | 21 | 22 | 13 |
| Fosil Yakıtları | 57 | 60 | 61 | 56 | 22 | 0 |
| Ulaşım sektörü yakıtlarında | | | | | | |
| Biyokütle | 1 | 5 | 12 | 32 | 73 | 100 |
| Fosil Yakıtları | 99 | 95 | 88 | 68 | 27 | 0 |
| Kaynak: (WWF, 2011) | | | | | | |

1.2.Biyokütle Potansiyelinin Hesaplanması

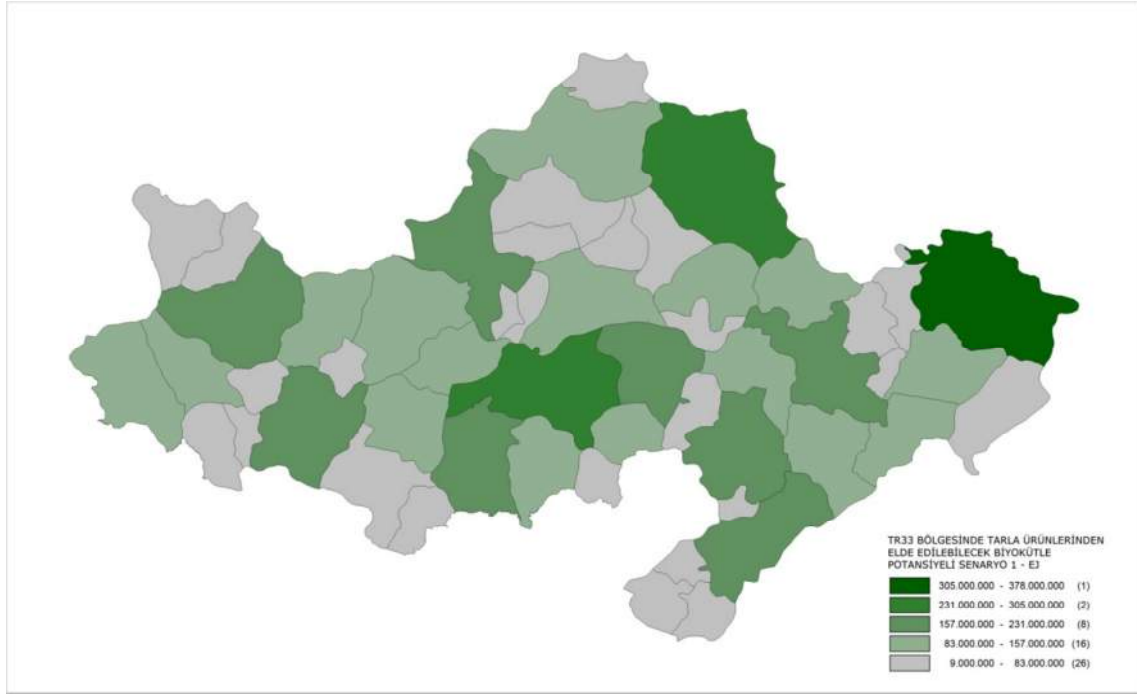
TR33 Bölgesinin biyokütle potansiyelini hesaplamada kaynak potansiyeli (NREL, 2012) veya başka bir ifadeyle teorik potansiyel (Voivontas, et al., 2001; Öztürk & Başçetingelik, 2006) dikkate alınmıştır. Potansiyelin hesaplanmasında biyokütle kaynakları tarımsal ve tarım sınai ürün artıkları, hayvansal atıklar, kentsel atıklar ve orman biyokütlesi olarak sınıflandırılmıştır (Zeng, 2005). Elde edilen veriler Mapinfo Professional 11.5 paket programına aktarılarak tematik haritalar oluşturulmuştur. Tematik haritalara göre TR33 Bölgesinin biyokütle potansiyelindeki stratejik alt bölgeleri tespit edilmiştir.

1.2.1.Tarımsal ve Tarım Sınai Ürün Artıkları

TR33 Bölgesinin tarımsal ve tarım sınai ürün artıkları teorik potansiyelinin hesaplanmasında literatürden yararlanarak iki farklı senaryo oluşturulmuştur. Birinci senaryoda tablo 1.6'daki değerler dikkate alınmıştır. Bu kapsamda TR33 Bölgesinde hasat edilen tarla ürünlerinin her bir ilçe için toplam hasat edilen hektar hesaplanmıştır. 2011 yılına ait olan veriler TÜİK'ten alınmıştır. İlçelere ait tarla ürünlerinin toplam hektar alanı bir hektardan elde edilebilecek kuru biyokütle tablo 1.6'daki değerlerin ortalaması alınarak 27,5 ton olarak dikkate alınmıştır. 1 kg kuru biyokütleden de elde edilebilecek olan enerji ortalama 4050 kcal olarak hesaplanmıştır. İlçelere ait elde edilen kcal değerleri EJ'ye dönüştürülmüştür¹.

| Tablo 1.6.Tarımsal ve Tarım Sınai Ürün Artıkları Potansiyeli Hesaplaması Senaryo 1 | |
|---|---|
| Birim | Elde edilebilecek biyokütle/kcal |
| 1 hektar | 25-30 ton kuru biyokütle |
| 1kg kuru biyokütle | 3800-4300 kcal |
| Kaynak: (Koçer & Ünlü, 2007) | |

¹ Enerji dönüşüm değerleri ek 1'de yer almaktadır.



Harita 1.1.TR33 Bölgesinde Tarla Ürünlerinden Elde Edilebilecek Biyokütle Potansiyeli Senaryo 1

Tarımsal ve tarım sınai ürün artıkları biyokütle potansiyeli hesaplamasında oluşturulan birinci senaryoya göre Emirdağ ilçesi birinci derece stratejik alt bölge olarak karşımıza çıkmaktadır. Kütahya Merkez ve Uşak Merkez ilçeleri ikinci derece stratejik alt bölgeler iken Sandıklı, Dinar, Simav, Afyonkarahisar Merkez, Salihli, Eşme, Banaz ve Akhisar ilçeleri üçüncü derece stratejik alt bölgeleri oluşturmaktadır.

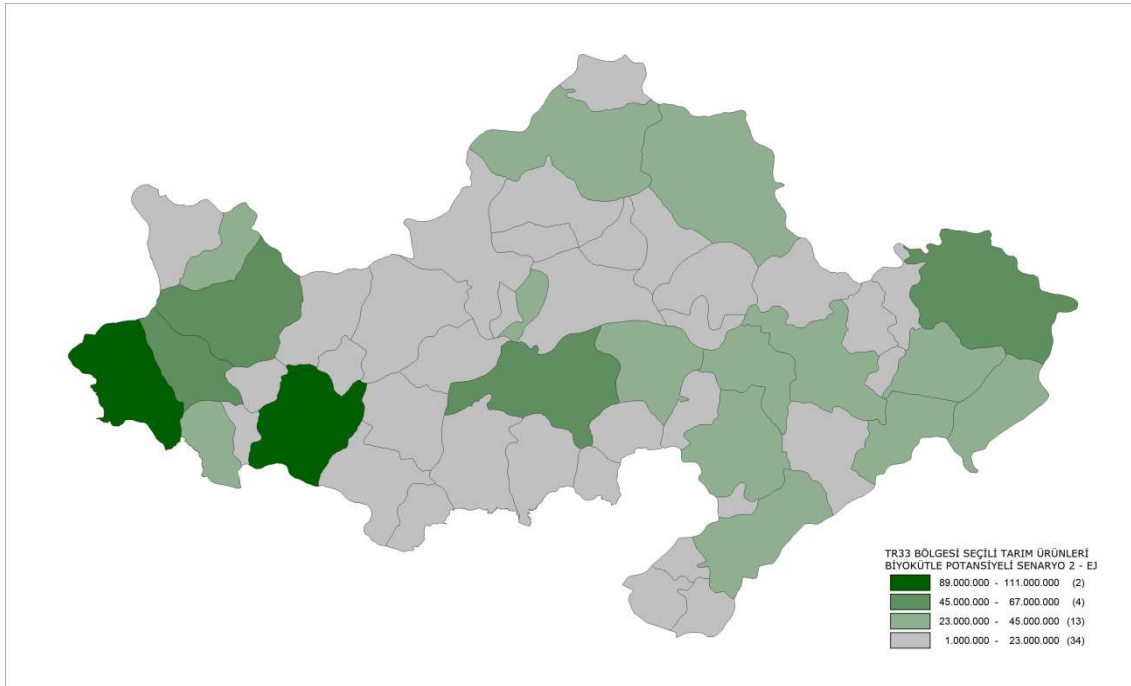
Tablo 1.7. TR33 Bölgesinde Tarla Ürünlerinden Elde Edilebilecek Biyokütle Potansiyeli Senaryo 1

| SIRA | İLÇEADI | TARLA ÜRÜNLERİNDEN ELD.EDL. BİYOKÜTLE POTANSİYELİ SENARYO 1- EJ | SIRA | İLÇEADI | TARLA ÜRÜNLERİNDEN ELD.EDL. BİYOKÜTLE POTANSİYELİ SENARYO 1- EJ |
|------|-----------------------|---|------|-------------|---|
| 1 | Emirdağ | 377.065.226 | 28 | Emet | 73.165.095 |
| 2 | Kütahya Merkez | 295.033.682 | 29 | Çavdarhisar | 71.614.736 |
| 3 | Uşak Merkez | 261.604.276 | 30 | Aslanapa | 68.885.881 |
| 4 | Sandıklı | 214.703.945 | 31 | Soma | 58.725.370 |
| 5 | Dinar | 201.038.234 | 32 | Alaşehir | 57.411.270 |
| 6 | Simav | 182.748.475 | 33 | Sultandağı | 57.310.615 |
| 7 | Afyonkarahisar Merkez | 177.822.929 | 34 | Turgutlu | 48.945.575 |
| 8 | Salihli | 177.004.645 | 35 | Karahallı | 45.082.959 |
| 9 | Eşme | 172.787.874 | 36 | Kırkağaç | 44.790.315 |
| 10 | Banaz | 169.535.243 | 37 | Evciler | 41.538.150 |
| 11 | Akhisar | 160.427.876 | 38 | Dazkırı | 40.364.780 |
| 12 | Gediz | 155.134.196 | 39 | Çobanlar | 39.693.284 |
| 13 | Tavşanlı | 147.799.000 | 40 | Hisarcık | 39.235.679 |
| 14 | Selendi | 139.488.015 | 41 | Sarıgöl | 35.910.819 |
| 15 | Kula | 132.845.750 | 42 | Domaniç | 35.690.870 |
| 16 | İhsaniye | 132.370.904 | 43 | İsçehisar | 34.738.846 |
| 17 | Ulubey | 120.811.947 | 44 | Dumlupınar | 32.388.843 |
| 18 | Demirci | 120.122.278 | 45 | Köprübaşı | 31.982.498 |
| 19 | Cay | 115.077.903 | 46 | Hocalar | 27.836.558 |
| 20 | Gördes | 113.500.051 | 47 | Başmakçı | 26.934.395 |
| 21 | Manisa Merkez | 105.547.415 | 48 | Bayat | 25.822.536 |
| 22 | Sinanpaşa | 104.081.401 | 49 | Kızılören | 25.019.630 |
| 23 | Altıntaş | 100.894.008 | 50 | Gölmarmara | 20.882.544 |
| 24 | Şuhut | 100.384.212 | 51 | Şaphane | 19.651.857 |
| 25 | Bolvadin | 98.833.853 | 52 | Pazarlar | 11.566.878 |
| 26 | Sivaslı | 91.550.849 | 53 | Ahmetli | 9.718.750 |
| 27 | Saruhanlı | 87.726.444 | | TOPLAM | 5.280.849.363 |

TR33 Bölgesinin tarımsal ve tarım sınai ürün artıkları teorik potansiyelinin hesaplanmasında literatürden yararlanarak oluşturulan ikinci senaryoda tablo 1.8'deki ürünler seçilmiş ve bu ürünlere ait üretim miktarları teorik ortalama artık oluşturma oranı ve ortalama ısıl değerinin çarpımı ile sonuçlar

hesaplanmıştır. Senaryo 2'ye ait seçili ürünlerin üretim miktarı ve biyokütle potansiyeli sonuçlarının ayrıntısı ek 2 ve ek 3'de yer almaktadır.

| Tablo 1.8. TR33 Bölgesinde Tarla Ürünlerinden Elde Edilebilecek Biyokütle Potansiyeli Senaryo 2 | | | | | | |
|---|---------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Ürünler | Artığı | Teorik Artık Oranı | Kaynak | Isıl Değeri MJ/kg | Ortalama Teorik Artık Oranı | Ortalama Isıl Değer MJ/kg |
| arpa | saman çöpü | 1,20 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 17,50 | 1,20 | 17,50 |
| | | 1,20 | (Badger, 1999) | 17,50 | | |
| ayçiçeği | sap | 2,00 | (Dasappa, 2011) | 14,20 | 2,40 | 14,20 |
| | | 2,80 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 14,20 | | |
| badem | budama artığı | 0,28 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 18,40 | 0,28 | 18,40 |
| | | 0,95 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 19,38 | 0,95 | 19,38 |
| buğday | saman çöpü | 1,30 | (Badger, 1999) | 17,90 | 1,30 | 17,90 |
| | | 1,30 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 17,90 | | |
| ceviz | kabuk | 1,50 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 20,18 | 1,50 | 20,18 |
| çavdar | saman çöpü | 1,60 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 17,50 | 1,60 | 17,50 |
| | | 1,60 | (Badger, 1999) | 17,50 | | |
| kayısı | budama artığı | 2,84 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 19,30 | 2,84 | 19,30 |
| mısır | koçan | 0,27 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 18,40 | 0,27 | 18,40 |
| | saman çöpü | 1,00 | (Badger, 1999) | 18,40 | 1,00 | 18,40 |
| | sap | 2,68 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 18,50 | 2,68 | 18,50 |
| pamuk | çırçır | 0,21 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 15,65 | 0,21 | 15,65 |
| | | 2,75 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 18,20 | 2,75 | 18,20 |
| tütün | sap | 2,00 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 16,10 | 2,00 | 16,10 |
| vişne/kiraz | budama artığı | 1,20 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 19,00 | 1,20 | 19,00 |
| yulaf | saman çöpü | 1,30 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 17,40 | 1,30 | 17,40 |
| | | 1,30 | (Badger, 1999) | 17,40 | | |
| zeytin | çekirdek | 0,14 | (Canözer, 1991) | 15,70 | 0,14 | 15,70 |
| | | 0,45 | (Öztürk & Başçetinçelik, 2006) | 20,69 | 0,45 | 20,69 |



Harita 1.2. TR33 Bölgesinde Tarla Ürünlerinden Elde Edilebilecek Biyokütle Potansiyeli Senaryo 2

Senaryo 2 'ye göre Manisa Merkez ve Salihli ilçeleri birinci derece stratejik alt bölgeleri oluşturmaktadır. Saruhanlı, Akhisar, Emirdağ ve Uşak Merkez ilçeleri ikinci derece stratejik alt bölgelerdir. Stratejik alt bölgeler seçili ürünlerden elde edilebilecek toplam EJ miktarına göre oluşturulmuştur. Seçili her bir ürün için birinci derece stratejik alt bölgeler şu şekilde oluşmaktadır: Arpa-Emirdağ, Ayçiçeği-Şaphane, Badem-Şuhut, Buğday-Kütahya Merkez, Ceviz-Sivaslı, Çavdar-Şaphane, Kayısı-Salihli, Mısır-Manisa Merkez, Pamuk-Saruhanlı, Tütün-Akhisar, Vişne/Kiraz-Sultandağı, Yulaf-Uşak Merkez, Zeytin-Akhisar.

Tablo 1.9. TR33 Bölgesinde Tarla Ürünlerinden Elde Edilebilecek Biyokütle Potansiyeli Senaryo 2

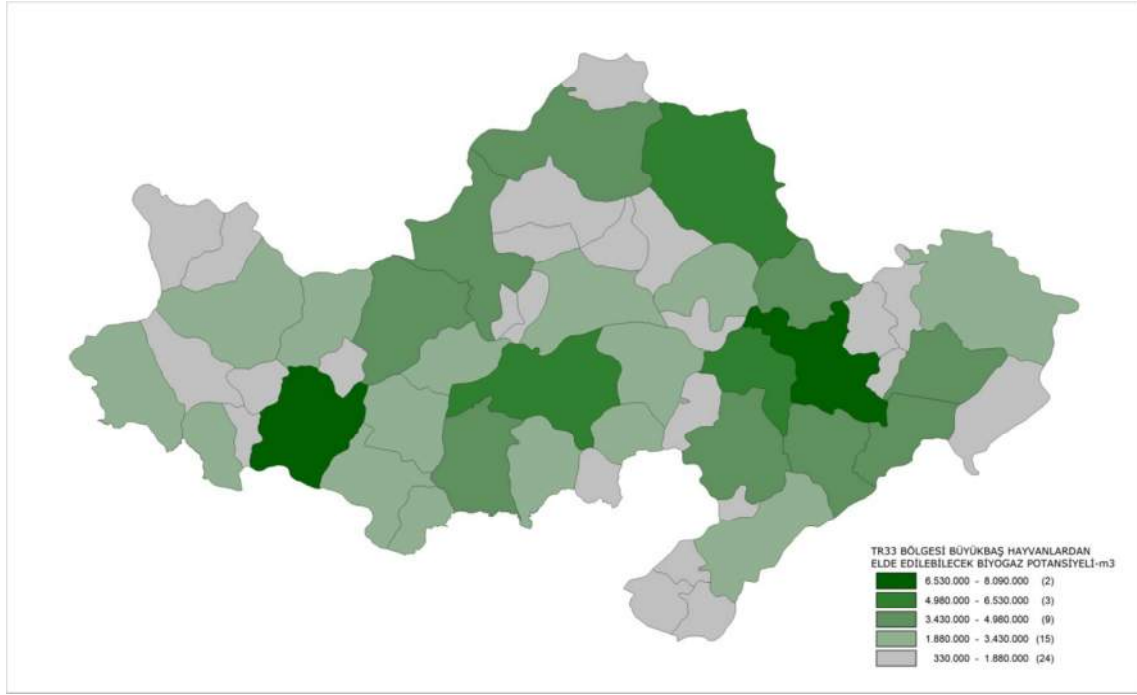
| SIRA | İLÇEADI | SEÇİLMİŞ TARLA ÜRÜNLERİNDEN ELD.EDL. BİYOKÜTLE POTANSİYELİ SENARYO 2- EJ | SIRA | İLÇEADI | SEÇİLMİŞ TARLA ÜRÜNLERİNDEN ELD.EDL. BİYOKÜTLE POTANSİYELİ SENARYO 2- EJ |
|------|-----------------------|--|------|-------------|--|
| 1 | Manisa Merkez | 110.525.467 | 28 | Sivaslı | 14.552.081 |
| 2 | Salihli | 106.167.622 | 29 | Kula | 14.443.743 |
| 3 | Saruhanlı | 62.304.596 | 30 | Selendi | 14.390.810 |
| 4 | Akhisar | 60.886.941 | 31 | Gölmarmara | 14.317.578 |
| 5 | Emirdağ | 49.123.673 | 32 | Emet | 13.542.968 |
| 6 | Uşak Merkez | 49.044.841 | 33 | Demirci | 12.856.343 |
| 7 | Kırkağaç | 41.307.335 | 34 | Dazkırı | 12.248.156 |
| 8 | Sinanpaşa | 40.620.727 | 35 | Başmakçı | 12.124.464 |
| 9 | Kütahya Merkez | 38.425.119 | 36 | Sarıgöl | 11.452.555 |
| 10 | Turgutlu | 36.147.086 | 37 | Gördes | 9.190.749 |
| 11 | Banaz | 36.090.449 | 38 | Evciler | 8.906.951 |
| 12 | Sandıklı | 35.479.811 | 39 | Şuhut | 8.303.315 |
| 13 | Afyonkarahisar Merkez | 34.791.951 | 40 | Aslanapa | 7.973.332 |
| 14 | Şaphane | 32.049.565 | 41 | Simav | 7.667.116 |
| 15 | Bolvadin | 31.407.229 | 42 | Çavdarhisar | 5.956.862 |
| 16 | Tavşanlı | 30.705.096 | 43 | Çobanlar | 4.756.908 |
| 17 | Sultandağı | 27.222.447 | 44 | Karahallı | 4.599.848 |
| 18 | Dinar | 25.992.358 | 45 | Domaniç | 4.553.876 |
| 19 | Cay | 25.408.191 | 46 | Hisarcık | 3.934.662 |
| 20 | Altıntaş | 21.357.713 | 47 | Bayat | 3.307.050 |
| 21 | Ahmetli | 19.422.980 | 48 | İşçehisar | 2.878.200 |
| 22 | Ulubey | 19.154.734 | 49 | Dumlupınar | 2.865.299 |
| 23 | Alaşehir | 18.978.838 | 50 | Pazarlar | 2.407.149 |
| 24 | Eşme | 18.922.201 | 51 | Hocalar | 2.388.922 |
| 25 | Gediz | 18.584.462 | 52 | Kızılören | 1.523.532 |
| 26 | İhsaniye | 16.894.275 | 53 | Köprübaşı | 1.376.511 |
| 27 | Soma | 16.638.171 | | TOPLAM | 1.226.172.855 |

1.2.2.Hayvansal Atıklar

TR33 Bölgesi hayvansal atıklardan elde edilebilecek olan biyokütle potansiyelini hesaplamada kullanılan veriler TÜİK'ten alınmıştır. Bu veriler 2011 yılına ait olup hayvanlar büyükbaş, küçükbaş ve kümes olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Bölgeye ait hayvan sayıları ek 4'te gösterilmektedir. Hayvan sayılarından elde edilebilecek olan biyogaz potansiyeli tablo 1.10'a göre hesaplanmıştır.

| Tablo 1.10.Hayvanlardan Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyeli Hesaplaması | | | | |
|---|------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Hayvan Türü | Hayvan başına atık-ton | Hayvan başına kuru gübre-ton | Elde edilebilir kuru gübre-ton | Elde edilebilir biyogaz-ton/m3 |
| Büyükbaş | 9,94 | 1,26 | 0,82 | 200 |
| Küçükbaş | 0,82 | 0,21 | 0,03 | 200 |
| Kümes | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 200 |

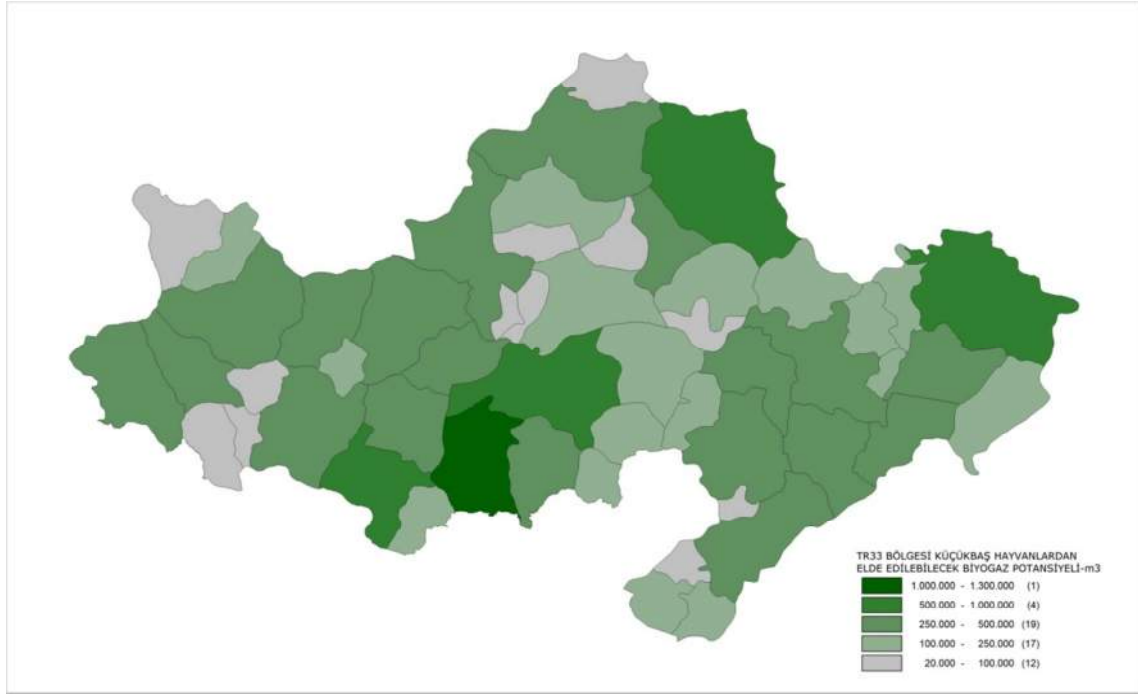
Kaynak: (Öztürk & Başçetinçelik, 2006)



Harita 1.3.TR33 Bölgesi Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyeli

Büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz potansiyeli açısından TR33 Bölgesinde Afyonkarahisar Merkez ve Salihli ilçeleri birinci derece stratejik alt bölgeleri oluşturmaktadır. Uşak Merkez, Kütahya Merkez ve Sinanpaşa ilçeleri ikinci derece stratejik alt bölgeler olan ilçelerdir. Çay, Sandıklı, Simav, Tavşanlı, Eşme, Bolvadin, İhsaniye, Şuhut ve Demirci ilçeleri ise üçüncü derece stratejik alt bölgelerdir.

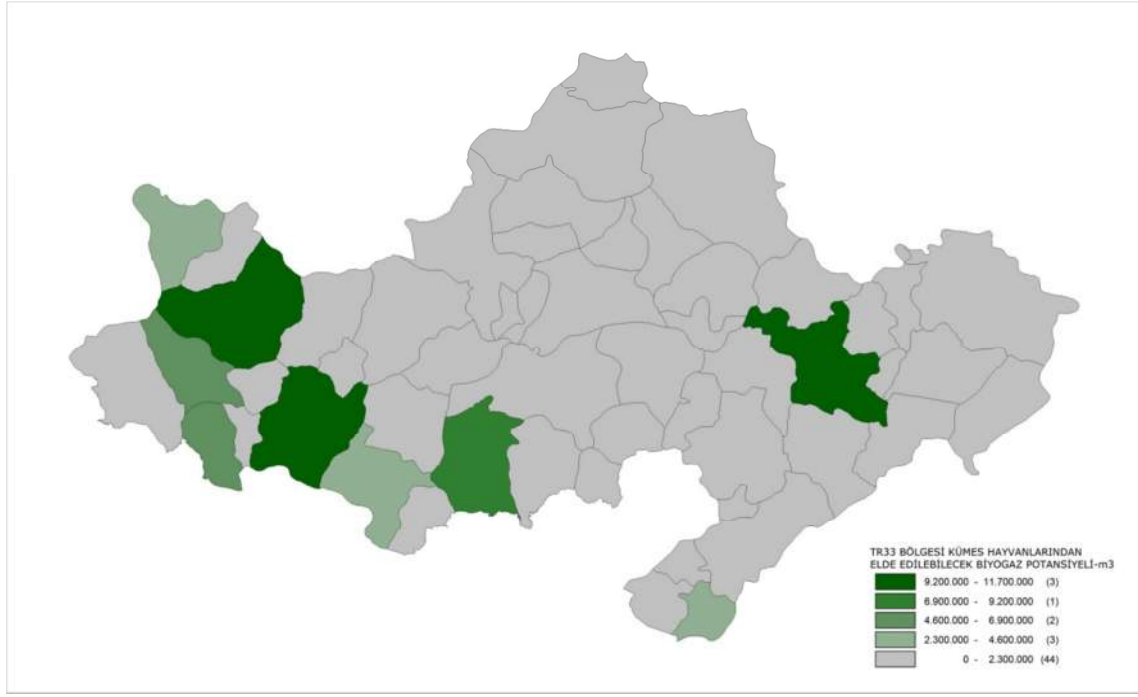
| Tablo 1.11.Büyükbaş Hayvanlardan Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyeli | | | | | |
|---|-----------------------|---|-------------|----------------|---|
| SIRA | İLCEADI | BÜYÜKBAŞ HAY.ELD.EDL.BİYOĞAZ m³ | SIRA | İLCEADI | BÜYÜKBAŞ HAY.ELD.EDL.BİYOĞAZ m³ |
| 1 | Afyonkarahisar Merkez | 8.088.316 | 28 | Sivaslı | 2.050.656 |
| 2 | Salihli | 7.694.880 | 29 | Sarıgöl | 1.971.116 |
| 3 | Uşak Merkez | 5.996.660 | 30 | Emet | 1.518.804 |
| 4 | Kütahya Merkez | 5.455.788 | 31 | Aslanapa | 1.480.920 |
| 5 | Sinanpaşa | 5.113.192 | 32 | Çobanlar | 1.445.332 |
| 6 | Çay | 4.701.060 | 33 | Başmakçı | 1.419.912 |
| 7 | Sandıklı | 4.697.452 | 34 | Kırkağaç | 1.358.412 |
| 8 | Simav | 4.680.560 | 35 | İsçehisar | 1.223.276 |
| 9 | Tavşanlı | 4.491.468 | 36 | Domaniç | 1.218.028 |
| 10 | Eşme | 4.060.148 | 37 | Evciler | 1.083.712 |
| 11 | Bolvadin | 3.866.300 | 38 | Çavdarhisar | 1.032.708 |
| 12 | İhsaniye | 3.786.268 | 39 | Sultandağı | 975.800 |
| 13 | Şuhut | 3.535.676 | 40 | Saruhanlı | 888.880 |
| 14 | Demirci | 3.443.180 | 41 | Hocalar | 878.876 |
| 15 | Kula | 3.422.352 | 42 | Dazkırı | 773.260 |
| 16 | Banaz | 3.116.000 | 43 | Hisarcık | 725.700 |
| 17 | Dinar | 2.942.980 | 44 | Köprübaşı | 625.660 |
| 18 | Selendi | 2.846.548 | 45 | Soma | 575.312 |
| 19 | Emirdağ | 2.832.444 | 46 | Bayat | 520.700 |
| 20 | Manisa Merkez | 2.760.120 | 47 | Ahmetli | 510.204 |
| 21 | Turgutlu | 2.669.920 | 48 | Gölmarmara | 475.600 |
| 22 | Gediz | 2.471.316 | 49 | Pazarlar | 463.628 |
| 23 | Gördes | 2.370.620 | 50 | Dumlupınar | 385.564 |
| 24 | Altıntaş | 2.353.400 | 51 | Şaphane | 376.872 |
| 25 | Ulubey | 2.280.912 | 52 | Kızılören | 372.608 |
| 26 | Alaşehir | 2.267.792 | 53 | Karahallı | 336.528 |
| 27 | Akhisar | 2.113.632 | | TOPLAM | 128.747.052 |



Harita 1.4.TR33 Bölgesi Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyeli

TR33 Bölgesinde küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz potansiyeline göre Eşme ilçesi birinci derece stratejik alt bölgedir. Emirdağ, Uşak Merkez, Alaşehir ve Kütahya Merkez ilçeleri ikinci derece stratejik alt bölgeleri oluşturmaktadır.

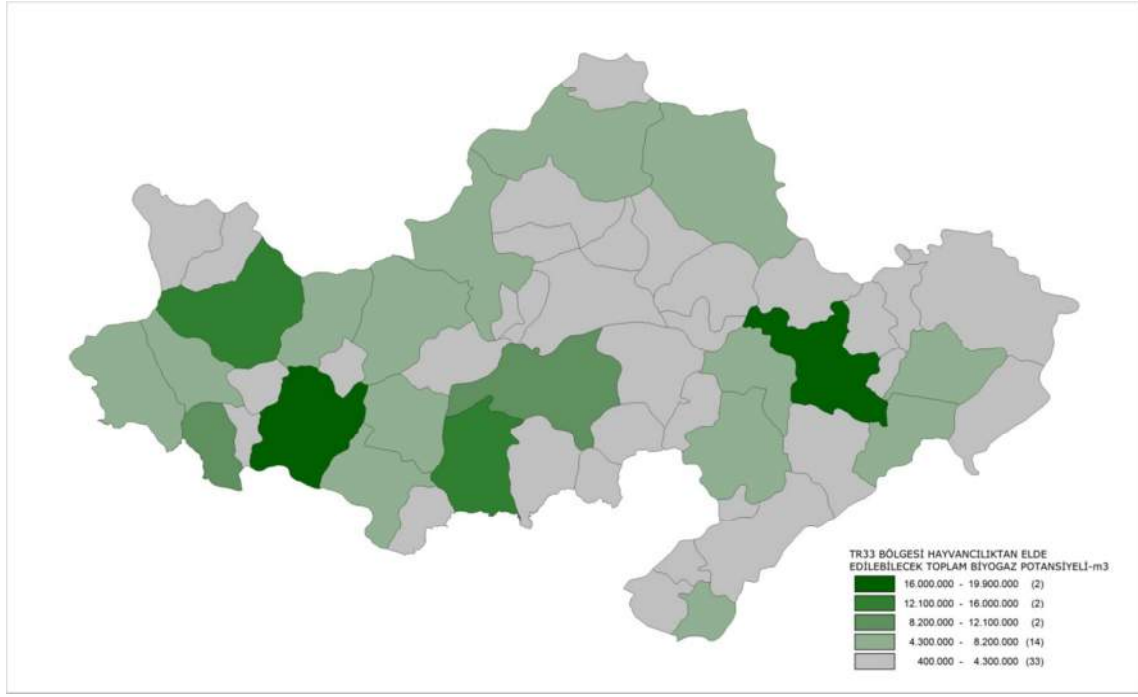
| Tablo 1.12.Küçükbaş Hayvanlardan Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyeli | | | | | |
|---|-----------------------|---|-------------|----------------|---|
| SIRA | İLCEADI | KÜÇÜKBAŞ HAY.ELD.EDL.BİYOGAZ m³ | SIRA | İLCEADI | KÜÇÜKBAŞ HAY.ELD.EDL.BİYOGAZ m³ |
| 1 | Eşme | 1.295.256 | 28 | Gediz | 208.260 |
| 2 | Emirdağ | 688.746 | 29 | Sarıgöl | 204.000 |
| 3 | Uşak Merkez | 648.000 | 30 | Bayat | 197.922 |
| 4 | Alaşehir | 540.030 | 31 | Sivaslı | 191.988 |
| 5 | Kütahya Merkez | 516.030 | 32 | İhsaniye | 187.206 |
| 6 | Simav | 486.000 | 33 | Sultandağı | 184.980 |
| 7 | Dinar | 461.556 | 34 | Hocalar | 183.750 |
| 8 | Salihli | 456.600 | 35 | İsçehisar | 155.124 |
| 9 | Demirci | 420.366 | 36 | Emet | 144.960 |
| 10 | Manisa Merkez | 420.000 | 37 | Başmakçı | 136.212 |
| 11 | Şuhut | 371.688 | 38 | Dazkırı | 119.886 |
| 12 | Çay | 353.826 | 39 | Köprübaşı | 118.326 |
| 13 | Akhisar | 352.764 | 40 | Çobanlar | 113.412 |
| 14 | Bolvadin | 345.510 | 41 | Karahallı | 105.624 |
| 15 | Sandıklı | 327.504 | 42 | Turgutlu | 86.160 |
| 16 | Sinanpaşa | 322.668 | 43 | Soma | 85.590 |
| 17 | Tavşanlı | 295.800 | 44 | Gölmarmara | 85.050 |
| 18 | Gördes | 287.310 | 45 | Çavdarhisar | 84.732 |
| 19 | Saruhanlı | 285.000 | 46 | Şaphane | 74.028 |
| 20 | Kula | 284.448 | 47 | Domaniç | 71.700 |
| 21 | Selendi | 283.038 | 48 | Evciler | 52.452 |
| 22 | Afyonkarahisar Merkez | 279.570 | 49 | Ahmetli | 42.930 |
| 23 | Aslanapa | 275.700 | 50 | Dumlupınar | 36.000 |
| 24 | Ulubey | 270.000 | 51 | Hisarcık | 31.050 |
| 25 | Kırkağaç | 249.024 | 52 | Kızılören | 27.432 |
| 26 | Banaz | 240.000 | 53 | Pazarlar | 22.542 |
| 27 | Altıntaş | 210.000 | | TOPLAM | 13.917.750 |



Harita 1.5.TR33 Bölgesi Kümes Hayvanlarından Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyeli

Kümes hayvanlarından elde edilebilecek biyogaz potansiyeli incelendiğinde Salihli, Akhisar, Afyonkarahisar Merkez ilçeleri birinci derece stratejik alt bölgelerdir. Eşme ikinci derece stratejik alt bölge iken Turgutlu ve Saruhanlı ilçeleri üçüncü derece stratejik alt bölgeleri oluşturmaktadır.

| Tablo 1.13.Kümes Hayvanlarından Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyeli | | | | | |
|--|-----------------------|--|-------------|----------------|--|
| SIRA | İLCEADI | KÜMES HAY.ELD.EDL.BİYOĞAZ m³ | SIRA | İLCEADI | KÜMES HAY.ELD.EDL.BİYOĞAZ m³ |
| 1 | Salihli | 11.660.312 | 28 | Dazkırı | 272.300 |
| 2 | Akhisar | 10.951.164 | 29 | Selendi | 249.084 |
| 3 | Afyonkarahisar Merkez | 10.389.760 | 30 | Şuhut | 218.280 |
| 4 | Eşme | 9.066.092 | 31 | Gediz | 205.526 |
| 5 | Turgutlu | 6.621.652 | 32 | Kütahya Merkez | 137.492 |
| 6 | Saruhanlı | 4.962.840 | 33 | Banaz | 115.520 |
| 7 | Başmakçı | 3.790.400 | 34 | Cay | 82.600 |
| 8 | Alaşehir | 2.555.600 | 35 | Altıntaş | 78.750 |
| 9 | Soma | 2.491.264 | 36 | Karahallı | 68.660 |
| 10 | Manisa Merkez | 1.996.390 | 37 | Çobanlar | 47.800 |
| 11 | Gördes | 1.981.368 | 38 | Emirdağ | 34.000 |
| 12 | Sandıklı | 1.762.500 | 39 | Evciler | 31.900 |
| 13 | Uşak Merkez | 1.624.000 | 40 | Aslanapa | 23.700 |
| 14 | Ahmetli | 1.505.000 | 41 | Dinar | 22.500 |
| 15 | Demirci | 1.485.512 | 42 | İhsaniye | 22.000 |
| 16 | Bolvadin | 1.436.700 | 43 | Domanıç | 15.000 |
| 17 | Köprübaşı | 1.238.030 | 44 | Çavdarhisar | 14.920 |
| 18 | Tavşanlı | 901.560 | 45 | Şaphane | 14.460 |
| 19 | Ulubey | 690.036 | 46 | Emet | 13.750 |
| 20 | Kula | 658.970 | 47 | Hisarcık | 13.490 |
| 21 | Kırkağaç | 561.324 | 48 | Pazarlar | 9.450 |
| 22 | Sivaslı | 466.650 | 49 | Dumlupınar | 8.540 |
| 23 | Sinanpaşa | 443.900 | 50 | Bayat | 5.100 |
| 24 | Simav | 399.600 | 51 | Hocalar | 4.700 |
| 25 | Sultandağı | 368.500 | 52 | İsçehisar | 4.500 |
| 26 | Gölmarmara | 338.550 | 53 | Kızılören | 1.700 |
| 27 | Sarıgöl | 326.000 | | TOPLAM | 82.389.396 |



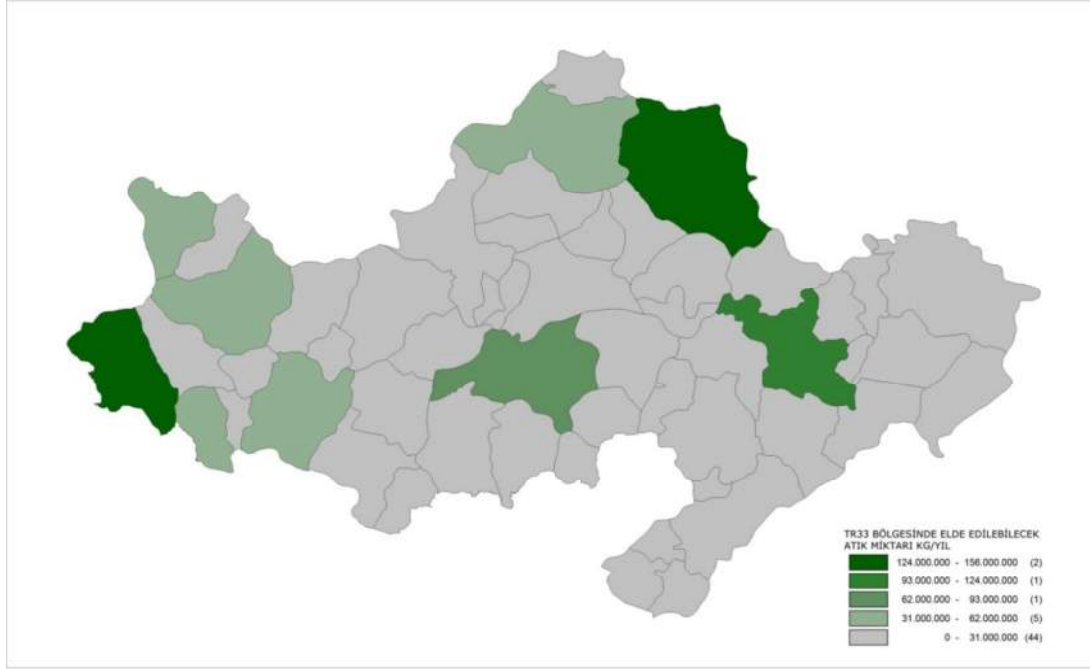
Harita 1.6.TR33 Bölgesi Hayvancılıktan Elde Edilebilecek Toplam Biyogaz Potansiyeli

Büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarının toplamından elde edilebilecek olan biyogaz potansiyeli hesaplamasına göre Salihli ve Afyonkarahisar Merkez ilçeleri TR33 Bölgesinin birinci derece stratejik alt bölgeleridir. Eşme ve Akhisar ikinci derece stratejik alt bölgeler iken Turgutlu ve Uşak Merkez üçüncü derece stratejik alt bölgeler olarak saptanmıştır.

| Tablo 1.14.TR33 Bölgesi Hayvancılıktan Elde Edilebilecek Toplam Biyogaz Potansiyeli | | | | | |
|--|-----------------------|--|-------------|----------------|--|
| SIRA | İLCEADI | HAYVANCILIKTAN ELD.EDL.TOPLAM BİYOGAZ m³ | SIRA | İLCEADI | HAYVANCILIKTAN ELD.EDL.TOPLAM BİYOGAZ m³ |
| 1 | Salihli | 19.811.792 | 28 | Soma | 3.152.166 |
| 2 | Afyonkarahisar Merkez | 18.757.646 | 29 | Gediz | 2.885.102 |
| 3 | Eşme | 14.421.496 | 30 | Sivaslı | 2.709.294 |
| 4 | Akhisar | 13.417.560 | 31 | Altıntaş | 2.642.150 |
| 5 | Turgutlu | 9.377.732 | 32 | Sarıgöl | 2.501.116 |
| 6 | Uşak Merkez | 8.268.660 | 33 | Kırkağaç | 2.168.760 |
| 7 | Sandıklı | 6.787.456 | 34 | Ahmetli | 2.058.134 |
| 8 | Saruhanlı | 6.136.720 | 35 | Köprübaşı | 1.982.016 |
| 9 | Kütahya Merkez | 6.109.310 | 36 | Aslanapa | 1.780.320 |
| 10 | Sinanpaşa | 5.879.760 | 37 | Emet | 1.677.514 |
| 11 | Tavşanlı | 5.688.828 | 38 | Çobanlar | 1.606.544 |
| 12 | Bolvadin | 5.648.510 | 39 | Sultandağı | 1.529.280 |
| 13 | Simav | 5.566.160 | 40 | İsçehisar | 1.382.900 |
| 14 | Alaşehir | 5.363.422 | 41 | Domaniç | 1.304.728 |
| 15 | Demirci | 5.349.058 | 42 | Evciler | 1.168.064 |
| 16 | Başmakçı | 5.346.524 | 43 | Dazkırı | 1.165.446 |
| 17 | Manisa Merkez | 5.176.510 | 44 | Çavdarhisar | 1.132.360 |
| 18 | Çay | 5.137.486 | 45 | Hocalar | 1.067.326 |
| 19 | Gördes | 4.639.298 | 46 | Gölmarmara | 899.200 |
| 20 | Kula | 4.365.770 | 47 | Hisarcık | 770.240 |
| 21 | Şuhut | 4.125.644 | 48 | Bayat | 723.722 |
| 22 | İhsaniye | 3.995.474 | 49 | Karahallı | 510.812 |
| 23 | Emirdağ | 3.555.190 | 50 | Pazarlar | 495.620 |
| 24 | Banaz | 3.471.520 | 51 | Şaphane | 465.360 |
| 25 | Dinar | 3.427.036 | 52 | Dumlupınar | 430.104 |
| 26 | Selendi | 3.378.670 | 53 | Kızılören | 401.740 |
| 27 | Ulubey | 3.240.948 | | TOPLAM | 225.054.198 |

1.2.3.Kentsel Atıklar

TR33 Bölgesinin kentsel atıkların teorik potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan atık verileri 2010 yılına ait olup veriler TÜİK'ten alınmıştır.



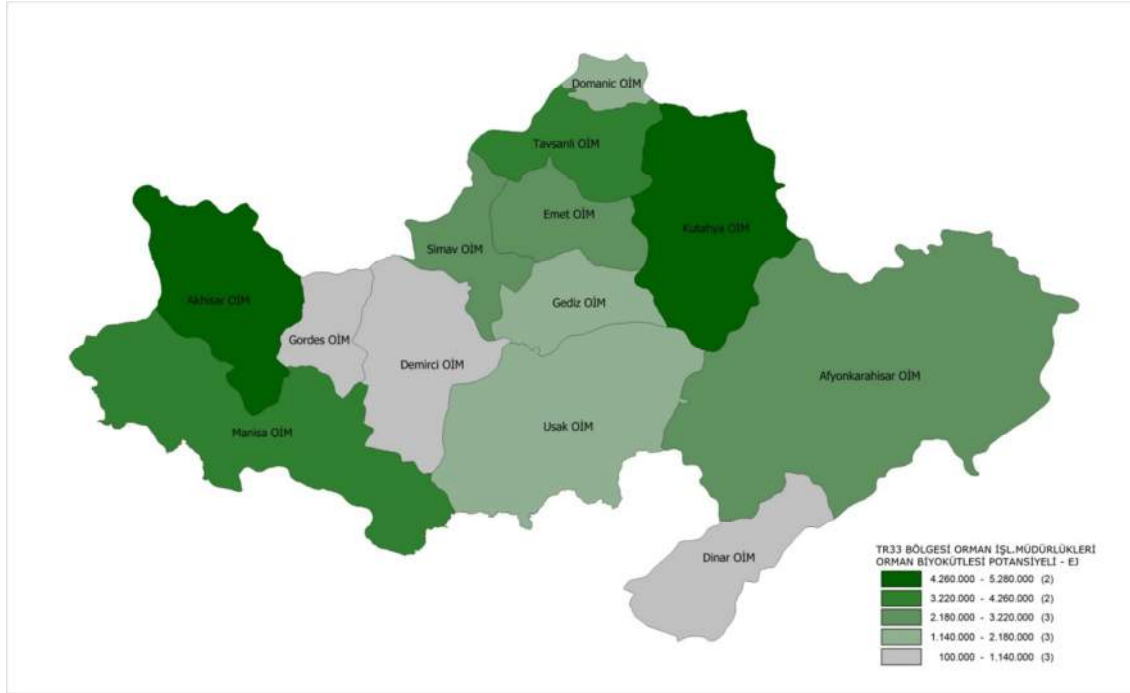
Harita 1.7. TR33 Bölgesinde Elde Edilebilecek Atık Miktarı

TR33 Bölgesi kentsel atıkların oluşturduğu biyokütle potansiyelinin hesaplanmasında bölgede yer alan 53 ilçeye ait toplam atık verileri tematik harita oluşturularak stratejik alt bölgelere ayrılmıştır. Kütahya Merkez ve Manisa Merkez ilçeleri birinci derece stratejik alt bölgeleri oluşturmaktadır. Afyonkarahisar Merkez ilçesi ikinci derece stratejik alt bölgedir. Uşak Merkez ilçesi üçüncü derece stratejik alt bölge iken Akhisar, Soma, Salihli, Turgutlu ve Tavşanlı ilçeleri dördüncü derece stratejik alt bölgelerdir.

| Sıra | İlçe | Toplam Yıllık Atık Miktarı(kg/yıl) | Sıra | İlçe | Toplam Yıllık Atık Miktarı(kg/yıl) |
|------|-----------------------|------------------------------------|------|-----------------------------|------------------------------------|
| 1 | Kütahya Merkez | 155.138.190 | 29 | Göndevan | 7.648.845 |
| 2 | Manisa Merkez | 154.192.723 | 30 | Altıntaş | 7.429.321 |
| 3 | Afyonkarahisar Merkez | 95.019.609 | 31 | Hisarcık | 7.277.190 |
| 4 | Uşak Merkez | 80.000.141 | 32 | Dazkırı | 7.053.000 |
| 5 | Akhisar | 53.293.147 | 33 | Kula | 6.813.455 |
| 6 | Soma | 50.289.621 | 34 | Evciler | 5.546.000 |
| 7 | Salihli | 49.665.545 | 35 | Ulubey | 5.485.047 |
| 8 | Turgutlu | 48.297.852 | 36 | Başmakçı | 4.518.700 |
| 9 | Tavşanlı | 42.836.288 | 37 | Sivaslı | 4.391.700 |
| 10 | Alaşehir | 30.540.142 | 38 | Selendi | 3.892.000 |
| 11 | Simav | 24.567.339 | 39 | Bayat | 3.344.000 |
| 12 | Kırkağaç | 23.783.642 | 40 | Çobanlar | 3.190.000 |
| 13 | Gediz | 23.485.943 | 41 | Gölmarmara | 3.164.000 |
| 14 | Saruhanlı | 21.018.600 | 42 | Pazarlar | 2.786.758 |
| 15 | Emet | 19.483.180 | 43 | İsçehisar | 2.537.251 |
| 16 | Sandıklı | 19.407.957 | 44 | Karahallı | 2.249.000 |
| 17 | Bolvadin | 18.295.300 | 45 | Dumlupınar | 2.190.000 |
| 18 | Emirdağ | 15.604.351 | 46 | Çavdarhisar | 2.017.353 |
| 19 | Demirci | 15.198.500 | 47 | Şaphane | 1.855.600 |
| 20 | İhsaniye | 14.397.250 | 48 | Kızılören | 1.766.000 |
| 21 | Sinanpaşa | 13.584.750 | 49 | Domaniç | 1.580.200 |
| 22 | Dinar | 12.878.466 | 50 | Köprübaşı | 1.520.500 |
| 23 | Esmem | 12.628.500 | 51 | Aslanapa | 1.519.000 |
| 24 | Şuhut | 11.049.176 | 52 | Ahmetli | 959.098 |
| 25 | Sarıgöl | 10.987.650 | 53 | Hocalar | 783.000 |
| 26 | Çay | 10.042.626 | | | |
| 27 | Banaz | 9.905.200 | | TOPLAM | 1.135.339.551 |
| 28 | Sultandağı | 8.230.845 | | Kaynak: (TÜİK, 2012) | |

1.2.4.Orman Biyokütlesi

Orman biyokütlesi, yakacak odun ve diğer üretim artıkları ve süceyrat odun olarak dikkate alınmıştır. TR33 Bölgesi içerisinde 13 Orman İşletme Müdürlüğü ve bunlara bağlı 84 Orman İşletme Şefliği bulunmaktadır. İlgili veriler TR33 Bölgesi'nde yer alan 13 Orman İşletme Müdürlüğü'nden alınmıştır. 2011 ve 2010 yılına ait yakacak odun ve diğer üretim artıkları ve süceyrat odun miktarlarının ortalaması alınarak elde edilebilir orman biyokütle potansiyeli oluşturulmuştur. Veriler STER birimindedir. 1 STER yaklaşık 430 kg olarak hesaplanmıştır. Orman biyokütlesinin potansiyelini ortaya koymak için elde edilen veriler ortalama 4000 kcal (BÇG, 2009; Taşkıran, 2010) birim ısı değeri ile çarpılarak potansiyel enerji oluşturulmuştur.



Harita 1.8. TR33 Bölgesi Orman İşletme Müdürlükleri Bazında Orman Biyokütlesi Potansiyeli

| Tablo 1.16. TR33 Bölgesi Orman İşletme Müdürlükleri Bazında Orman Biyokütlesi Potansiyeli | | | |
|---|----------------------------|--|-----------------------------|
| Sıra | Orman İşletme Müdürlükleri | Yıllık Ortalama Elde Edilebilir Yakacak Odun, Üretim Artığı ve Süceyrat Toplamı (STER) | Elde Edilebilir Enerji (EJ) |
| 1 | Kütahya OİM | 73.250 | 5.271.386 |
| 2 | Akhisar OİM | 64.622 | 4.650.473 |
| 3 | Tavşanlı OİM | 58.366 | 4.200.262 |
| 4 | Manisa OİM | 53.790 | 3.870.987 |
| 5 | Afyonkarahisar OİM | 36.935 | 2.658.020 |
| 6 | Emet OİM | 36.031 | 2.592.928 |
| 7 | Simav OİM | 30.555 | 2.198.848 |
| 8 | Uşak OİM | 30.138 | 2.168.839 |
| 9 | Domanic OİM | 17.531 | 1.261.615 |
| 10 | Gediz OİM | 16.939 | 1.219.012 |
| 11 | Demirci OİM | 10.247 | 737.387 |
| 12 | Gordes OİM | 8.319 | 598.639 |
| 13 | Dinar OİM | 1.458 | 104.889 |
| TOPLAM | | 438.177 | 31.533.284 |

1.3.SONUÇ

Elektrik üretiminde, ısıtma sistemlerinde, araç yakıtları ve endüstriyel tesislerin ısıtma sistemlerinde kullanılabilen önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı olan biyokütle, gerek TR33 Bölgesinin gerekse Türkiye'nin enerji ihtiyacını gidermede de önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada biyokütle kaynakları tarımsal ve tarım sınai ürün artıkları, hayvansal atıklar, kentsel atıklar ve orman biyokütlesi olarak

sınıflandırılmış ve elde edilebilecek enerji potansiyeli yıllık hesaplanmıştır. Tarımsal ve tarım sınai ürün atıkları bazında oluşturulan senaryo 1'e göre TR33 Bölgesinde elde edilebilir biyokütle enerji potansiyeli toplamı yaklaşık 5,3 milyar EJ olarak hesaplanmıştır. Senaryo 2'ye göre ise elde edilebilecek potansiyel yaklaşık 1,3 milyar EJ'dur. Hayvansal atıklardan elde edilebilecek olan toplam biyogaz potansiyeli 225 milyon m³dür. Buda yaklaşık 1 milyar kWh enerjiye eşittir². Kentsel atıklar sınıfına göre yaklaşık 1 milyon ton kentsel atık TR33 Bölgesinde toplanabilmektedir. Orman İşletme Müdürlükleri alt sınıflarına ayrılan orman biyokütlesi potansiyeline göre ise yaklaşık 31,5 milyon EJ enerji elde edilebileceği teorik olarak öngörülmektedir.

Her geçen gün giderek artan enerji ihtiyacını gidermede yenilenebilir enerji kaynaklarının rolü de büyük önem kazanmıştır. Fosil yakıtların hızla tükenmesi ve çevre kirliliğinin artması özellikle Türkiye gibi enerji ithalatçısı ülkelerde yenilenebilir enerji politikalarının geliştirilmesi ve yatırımların artırılması kaçınılmaz hale gelmiştir. En önemli politika gelişiminden biri yenilenebilir enerji kaynaklarının farkındalığını oluşturmaktır. Biyokütle özelinde atık ve artık yönetimleri için toplumda bu farkındalığı yaratmak büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Atımtay, A. T. & Topal, H., 2005. *Türkiye'de Biyokütleden Temiz Enerji Eldesinin Araştırılması*, Ankara: TÜBİTAK.
- Badger, P., 1999. Solid Fuels. %1 içinde O. Kitani, T. Jungbluth, R. M. Peart & A. Ramdani, düz. *CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume V Energy and Biomass Engineering*. USA: American Society of Agricultural Engineers, pp. 248-288.
- Balat, M., 2005. Use of Biomass Sources for Energy in Turkey and View to Biomass Potential. *Biomass and Bioenergy*, pp. 32-41.
- Başçetinçelik, A. et al., 2009. Strategy Development and Determination of Barriers for Thermal Energy and Electricity Generation from Agricultural Biomass in Turkey. *Energy Exploration & Exploitation*, 27(4), pp. 277-294.
- Başçetinçelik, A. et al., 2005. *Türkiye'de Tarımsal Atıkların Değerlendirilmesi Rehberi*, Adana: Avrupa Birliği LIFE Üçüncü Ülkeler Programı; Proje No: LIFE 03 TCY/TR/000061.
- BÇG, 2009. *Yenilenebilir Enerjide Orman Biyokütlesinin Durumu, Biyoenerji Çalışma Grubu (BÇG) Raporu*, Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Dumat Ofset.
- Canözer, Ö., 1991. *Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu*, Yayın No: 334. Seri: 16. Ankara: T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı.
- Dasappa, S., 2011. Potential of Biomass Energy for Electricity Generation in Sub-Saharan Africa. *Energy for Sustainable Development*, Issue 15, pp. 203-213.
- DEK-TMK, 2011. *Enerji Raporu 2011*, Ankara: Poyraz Ofset.
- Demirbaş, A., 2008. Importance of Biomass Energy Sources for Turkey. *Energy Policy*, Issue 36, pp. 834-842.
- Dong, L., 2012. *The Progress of Biomass Energy and Biogas in China*. Esztergom, 19. Scientific Energy Management and Innovation Seminar.
- EPDK, 2012. *Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu*. [Çevrimiçi]
Available at: <http://www.epdk.gov.tr>
[tarihinde erişilmiştir 16 Ekim 2012].
- Ernst&Young, 2012. *Renewable energy country attractiveness indices*, s.l.: EYGM Limited.
- IRENA, 2012. *RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES: COST ANALYSIS SERIES: Biomass for Power Generation*, s.l.: The International Renewable Energy Agency.
- Karaosmanoğlu, F., 2006. *Biyoyakıt Teknolojisi ve İTÜ Araştırmaları*. İstanbul, İTÜ Matbaası, pp. 110-125.
- Karayımazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y. & Kurt, R., 2011. Biyokütlenin Türkiye'de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, pp. 63-75.
- Kaygusuz, K. & Türker, M., 2002. Biomass Energy Potential in Turkey. *Renewable Energy*, pp. 661-678.

² 12W'lık standart bir ampul 24 saatte 288 Wh'lik elektrik harcar. 288 Wh=0,288 kWh'ye eşittir. 1m³ biyogaz ile yaklaşık 16 adet 12 W'lık standart ampul 24 saat boyunca çalıştırılabilir.

- Koçer, N. N., Öner, C. & Sugözü, İ., 2006. Türkiye'de Hayvancılık Potansiyeli ve Biyogaz Üretimi. *Doğu ANadolu Bölgesi Araştırmaları*, pp. 17-20.
- Koçer, N. N. & Ünlü, A., 2007. Doğu Anadolu Bölgesinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, pp. 175-181.
- NREL, 2012. *National Renewable Energy Laboratory/USA*. [Çevrimiçi]
Available at: <http://www.nrel.gov>
[tarihinde erişilmiştir27 Eylül 2012].
- OPAL Enerji, 2012. *OPAL Enerji*. [Çevrimiçi]
Available at: <http://www.opalenerji.com.tr>
[tarihinde erişilmiştir24 Ekim 2012].
- Öztürk, H. & Başçetinçelik, A., 2006. Energy Exploitation of Agricultural Biomass Potential in Turkey. *Energy Exploration and Exploitation*, 24(4+5), pp. 313-330.
- Taşkıran, I., 2010. *İklim Değişikliği ve Biyoenerji Çalışma Grubu Müzakere Belgeleri: 1*. Ankara, Orman Biyokütlesi ve Biyoenerji Çalıştayı.
- TBMM, 2010. *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun*. [Çevrimiçi]
Available at: <http://www.tbmm.gov.tr/kanunlar/k6094.html>
[tarihinde erişilmiştir26 Eylül 2012].
- TMMOB, 2012. *Türkiye'nin Enerji Görünümü*, Ankara: Türkiye Makina Mühendisleri Odası.
- Toruk, F. & Eker, B., 2003. *Trakya Bölgesinde Biyogaz Enerjisinin Kullanılabilirliği*. İzmir, YEKSEM, pp. 349-354.
- TÜİK, 2012. *Türkiye İstatistik Kurumu*. [Çevrimiçi]
Available at: <http://www.tuik.gov.tr>
[tarihinde erişilmiştir20 Ekim 2012].
- Türe, S., 2001. *Biyokütle Enerjisi*. Ankara: Temiz Enerji Vakfı.
- Voivontas, D., Assimacopoulos, D. & Koukios, E., 2001. Assesment of Biomass Potential for Power Production: A GIS Based Method. *Biomass and Bioenergy*, Issue 20, pp. 101-112.
- WWF, 2011. *The Energy Report 100% Renewable Energy by 2050*, s.l.: WWF World Wide Fund for Nature.
- YEGM, 2012. *Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü*. [Çevrimiçi]
Available at: http://www.yegm.gov.tr/index_n.html
[tarihinde erişilmiştir7 Eylül 2012].
- Zeng, K., 2005. *Potential for Renewable Energy in the San Diego Region*, San Diego: San Diego Regional Renewable Study Group.

Ek 1 ENERJİ BİRİMLERİ VE SEÇİLMİŞ YAKIT TÜRLERİNİN ENERJİ EŞDEĞERLİKLERİ

- 1 MW(e) = 10⁶ watt 1 GW(e) = 1000 MW(e) = 10⁹ watt
 1 MJ = 1 megajoule = 10⁶ joule 1 GJ = 1 gigajoule = 10⁹ joule
 1 EJ = 1 exajoule = 10¹⁸ joule 1 EJ = 23,9 milyon ton petrol eşdeğeri (million tones of oil equivalent-MTOE)
 1 TW-saat = 1 terawatt-saat = 10⁹ kilowatt-saat = 3,6 x 10³ EJ
 1 TCE (tonne of coal equivalent) = 29,39 GJ = 8.14 MWh 1 kWh = 3,6 MJ 1 kcal = 4184 joule

| Seçilmiş Yakıt Türleri ve Enerji Eşdeğerlikleri | | | | | |
|---|----------------|------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|
| Yakıt türü | Birimi | Enerji değeri mj | Yanma verimi % | Kullanılabilir enerji mj | Biyogaz enerji eşdeğeri |
| Biyogaz | m ³ | 20 | 60 | 11,8 | 1m ³ |
| Elektrik | kWh | 3,6 | 70 | 2,5 | 4,7kwh |
| Gazyağı | L | 38 | 50 | 19 | 0,62L |
| Bütan | kg | 46 | 60 | 27,3 | 0,43kg |
| Kömür | kg | 29 | 28 | 8,1 | 1,46kg |

Kaynak: (Toruk & Eker, 2003)

Ek 2 TR33 BÖLGESİ SEÇİLİ ÜRÜNLERİN 2011 YILI ÜRETİM MİKTARI/TON

| İLÇELER | Arpa | Ayçiçeği | Badem | Buğday | Ceviz | Çavdar | Kayısı | Mısır | Pamuk | Tütün | Vişne/Kiraz | Yulaf (Dane) | Zeytin |
|-----------------------|---------|----------|-------|--------|-------|--------|--------|---------|--------|-------|-------------|--------------|--------|
| Afyonkarahisar Merkez | 15.236 | 398 | 32 | 47.506 | 80 | 220 | 123 | 26.551 | 0 | 0 | 3.771 | 58 | 0 |
| Başmakçı | 6.581 | 29 | 0 | 4.067 | 495 | 78 | 105 | 13.012 | 0 | 0 | 272 | 13 | 0 |
| Bayat | 2.851 | 155 | 6 | 5.634 | 5 | 101 | 25 | 1.739 | 0 | 0 | 136 | 0 | 0 |
| Bolvadin | 32.794 | 48 | 31 | 16.459 | 119 | 220 | 37 | 27.702 | 0 | 0 | 1.495 | 0 | 0 |
| Cay | 18.417 | 311 | 228 | 16.960 | 250 | 14 | 622 | 21.486 | 0 | 0 | 5.878 | 0 | 0 |
| Çobanlar | 3.025 | 821 | 0 | 5.189 | 30 | 9 | 3 | 3.400 | 0 | 0 | 618 | 0 | 0 |
| Dazkırı | 8.522 | 160 | 483 | 8.859 | 345 | 9 | 101 | 10.783 | 0 | 0 | 755 | 125 | 0 |
| Dinar | 34.785 | 1.677 | 284 | 35.063 | 341 | 15 | 173 | 12.048 | 0 | 0 | 3.878 | 65 | 0 |
| Emirdağ | 113.274 | 995 | 221 | 53.944 | 180 | 900 | 63 | 15.756 | 0 | 0 | 1.205 | 1.250 | 0 |
| Evciler | 2.186 | 972 | 14 | 9.066 | 3 | 3 | 9 | 8.202 | 0 | 0 | 1 | 60 | 0 |
| Hocalar | 1.696 | 56 | 0 | 3.643 | 5 | 39 | 0 | 1.517 | 0 | 0 | 166 | 40 | 0 |
| İhsaniye | 7.552 | 669 | 4 | 32.574 | 20 | 18 | 58 | 10.047 | 0 | 0 | 447 | 113 | 0 |
| İscehisar | 1.080 | 39 | 0 | 9.252 | 5 | 741 | 5 | 213 | 0 | 0 | 491 | 27 | 0 |
| Kızılören | 2.683 | 21 | 10 | 3.807 | 41 | 0 | 15 | 32 | 0 | 0 | 78 | 13 | 0 |
| Sandıklı | 36.925 | 728 | 21 | 51.923 | 143 | 30 | 42 | 20.296 | 0 | 0 | 2.229 | 7 | 0 |
| Sinanpaşa | 23.251 | 414 | 0 | 29.225 | 116 | 76 | 0 | 37.464 | 0 | 0 | 6.187 | 0 | 0 |
| Şuhut | 10.731 | 0 | 613 | 14.894 | 192 | 30 | 275 | 135 | 0 | 0 | 9.303 | 12 | 0 |
| Sultandağı | 9.459 | 1.040 | 170 | 21.328 | 233 | 38 | 1.110 | 15.000 | 0 | 0 | 36.170 | 0 | 0 |
| Altıntaş | 8.227 | 131 | 0 | 42.891 | 17 | 0 | 0 | 13.037 | 0 | 0 | 342 | 50 | 0 |
| Aslanapa | 1.987 | 7 | 0 | 26.167 | 11 | 0 | 0 | 2.001 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| Çavdarhisar | 1.839 | 83 | 0 | 16.958 | 14 | 0 | 0 | 2.154 | 0 | 0 | 76 | 15 | 0 |
| Domaniç | 4.372 | 6 | 0 | 7.846 | 112 | 370 | 0 | 2.132 | 0 | 0 | 283 | 224 | 0 |
| Dumlupınar | 2.385 | 17 | 0 | 8.072 | 18 | 0 | 0 | 600 | 0 | 0 | 163 | 0 | 0 |
| Emet | 8.780 | 32 | 372 | 14.420 | 299 | 0 | 35 | 10.526 | 0 | 0 | 1.984 | 20 | 0 |
| Gediz | 19.944 | 156 | 70 | 22.365 | 542 | 183 | 125 | 10.733 | 0 | 0 | 4.425 | 0 | 0 |
| Hisarcık | 2.053 | 0 | 0 | 6.967 | 120 | 91 | 0 | 2.235 | 0 | 0 | 816 | 18 | 0 |
| Kütahya Merkez | 33.942 | 208 | 5 | 78.281 | 56 | 200 | 11 | 16.509 | 0 | 0 | 3.336 | 560 | 0 |
| Pazarlar | 723 | 6 | 7 | 1.286 | 207 | 180 | 27 | 813 | 0 | 0 | 5.286 | 116 | 0 |
| Şaphane | 10.155 | 3.257 | 0 | 34.979 | 45 | 3.976 | 0 | 25.092 | 0 | 0 | 5.274 | 150 | 0 |
| Simav | 944 | 1 | 62 | 1.879 | 496 | 0 | 90 | 2.264 | 0 | 0 | 22.210 | 450 | 0 |
| Tavşanlı | 14.980 | 0 | 0 | 32.139 | 144 | 347 | 17 | 27.166 | 0 | 0 | 435 | 63 | 0 |
| Ahmeti | 337 | 0 | 15 | 3.629 | 5 | 0 | 33 | 24.804 | 438 | 32 | 243 | 0 | 793 |
| Akhisar | 4.547 | 12 | 247 | 43.014 | 515 | 175 | 50 | 52.750 | 6.271 | 5.795 | 826 | 625 | 48.726 |
| Alaşehir | 12.877 | 0 | 29 | 10.832 | 353 | 9 | 180 | 17.641 | 0 | 400 | 1.251 | 0 | 2.228 |
| Demirci | 6.296 | 102 | 116 | 15.219 | 402 | 528 | 113 | 7.371 | 0 | 1.466 | 7.073 | 72 | 1.053 |
| Gölmarmara | 119 | 0 | 1 | 2.697 | 1 | 0 | 9 | 11.528 | 8.833 | 384 | 4 | 0 | 3.600 |
| Göğdes | 2.623 | 0 | 188 | 14.569 | 128 | 140 | 93 | 5.400 | 0 | 2.448 | 693 | 0 | 1.660 |
| Kırkağaç | 795 | 1.002 | 48 | 9.970 | 82 | 60 | 77 | 49.160 | 940 | 1.320 | 268 | 0 | 13.338 |
| Köprübaşı | 913 | 0 | 0 | 1.890 | 6 | 0 | 133 | 550 | 0 | 597 | 29 | 0 | 610 |
| Kula | 10.433 | 0 | 362 | 28.059 | 276 | 450 | 135 | 5.480 | 0 | 938 | 2.671 | 0 | 3.876 |
| Manisa Merkez | 1.610 | 2 | 142 | 17.933 | 203 | 4 | 196 | 138.932 | 2.215 | 568 | 9.837 | 0 | 7.429 |
| Salihi | 14.209 | 0 | 146 | 31.259 | 261 | 14 | 1.150 | 118.970 | 12.541 | 767 | 1.054 | 0 | 10.424 |
| Sarıgöl | 1.134 | 0 | 556 | 7.349 | 215 | 0 | 367 | 11.810 | 0 | 571 | 448 | 0 | 1.789 |
| Saruhanlı | 993 | 0 | 11 | 11.886 | 9 | 0 | 10 | 69.180 | 13.707 | 899 | 142 | 0 | 10.612 |
| Selendi | 6.560 | 44 | 216 | 13.642 | 350 | 0 | 117 | 10.591 | 0 | 2.931 | 3.718 | 42 | 659 |
| Soma | 4.173 | 49 | 97 | 14.221 | 118 | 270 | 114 | 14.582 | 1.075 | 509 | 218 | 180 | 6.728 |
| Turgutlu | 1.391 | 0 | 0 | 0 | 90 | 0 | 108 | 44.520 | 2.163 | 3.000 | 3.850 | 0 | 2.560 |
| Banaz | 28.378 | 351 | 48 | 58.201 | 437 | 54 | 19 | 20.992 | 0 | 0 | 2.850 | 1.485 | 0 |
| Eşme | 24.326 | 0 | 444 | 15.298 | 231 | 748 | 0 | 11.950 | 0 | 2.912 | 920 | 23 | 0 |
| Karahallı | 11.492 | 0 | 110 | 7.881 | 150 | 0 | 27 | 220 | 41 | 199 | 88 | 0 | 0 |
| Sivaslı | 22.102 | 79 | 140 | 20.776 | 631 | 0 | 204 | 5.837 | 0 | 57 | 1.889 | 28 | 0 |
| Ulubey | 55.643 | 184 | 57 | 12.701 | 164 | 0 | 91 | 5.513 | 0 | 839 | 205 | 0 | 0 |
| Uşak Merkez | 75.214 | 533 | 477 | 53.481 | 418 | 1.301 | 625 | 25.845 | 0 | 6 | 1.183 | 2.442 | 0 |

Kaynak: (TÜİK, 2012)

EK 3 TR33 BÖLGESİ SECİLİ ÜRÜNLERİN BİYOKÜTLE POTANSİYELİ SENARYO 2 - E J

| Ürün Adı | Arpa saman çözü | Ayçiçeği sap | Badem budama kabuk | Badem kabuk | Buğday saman çözü | Ceviz kabuk | Cavdar saman çözü | Kayısı budama artığı | Misir koçan | Misir saman çözü | Misir ssp | Pamuk ssp | Pamuk ssp | Tütün sap | Vişne-Kiraz budama artığı | Yulaf saman çözü | Zeytin çekirdek | Zeytin küspe | TOPLAM | |
|-----------------------|-----------------|--------------|--------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|----------------------|-------------|------------------|------------|------------|-----------|-----------|---------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------|------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Afyonkarahisar Merkez | 3.199.540 | 135.638 | 1.649 | 5.892 | 11.054.646 | 24.215 | 61.600 | 67.419 | 1.319.054 | 4.885.384 | 13.163.986 | 0 | 0 | 0 | 859.788 | 13.120 | 0 | 0 | 34.791.951 | |
| Basamaklı | 1.382.010 | 5.883 | 0 | 0 | 946.391 | 149.837 | 21.840 | 57.553 | 446.436 | 2.394.208 | 6.451.350 | 0 | 0 | 0 | 62.016 | 2.941 | 0 | 0 | 12.124.464 | |
| Bayat | 598.710 | 52.824 | 309 | 1.105 | 1.311.032 | 1.514 | 28.280 | 13.703 | 86.394 | 319.976 | 862.196 | 0 | 0 | 0 | 31.008 | 0 | 0 | 0 | 3.307.050 | |
| Bolvadin | 6.886.740 | 16.358 | 1.597 | 5.707 | 3.830.009 | 36.021 | 61.600 | 20.280 | 13.762.235 | 5.097.168 | 13.734.852 | 0 | 0 | 0 | 340.860 | 0 | 0 | 0 | 31.407.229 | |
| Çay | 3.867.570 | 105.989 | 11.747 | 41.977 | 3.246.592 | 75.675 | 3.920 | 340.931 | 1.689.424 | 3.953.424 | 10.652.759 | 0 | 0 | 0 | 1.340.184 | 0 | 0 | 0 | 25.408.191 | |
| Cobanlar | 635.250 | 279.797 | 0 | 0 | 1.207.480 | 9.081 | 2.520 | 1.644 | 106.912 | 625.600 | 1.685.000 | 0 | 0 | 0 | 140.904 | 0 | 0 | 0 | 4.756.908 | |
| Dazkırı | 1.789.620 | 54.528 | 24.884 | 88.925 | 2.051.489 | 104.432 | 4.200 | 94.825 | 598.545 | 1.984.072 | 5.346.211 | 0 | 0 | 0 | 172.140 | 28.275 | 0 | 0 | 12.248.156 | |
| Dinar | 7.304.850 | 571.522 | 14.632 | 52.287 | 8.159.160 | 103.221 | 4.200 | 94.825 | 598.545 | 2.216.832 | 5.973.998 | 0 | 0 | 0 | 884.184 | 14.703 | 0 | 0 | 25.992.358 | |
| Emirdağ | 23.787.540 | 339.096 | 11.386 | 40.688 | 12.552.769 | 54.486 | 232.000 | 34.532 | 782.758 | 2.899.104 | 7.811.825 | 0 | 0 | 0 | 274.740 | 282.750 | 0 | 0 | 49.123.573 | |
| Evcler | 459.060 | 331.258 | 721 | 2.578 | 2.109.658 | 908 | 840 | 4.933 | 407.475 | 1.509.168 | 4.066.552 | 0 | 0 | 0 | 228 | 13.572 | 0 | 0 | 8.906.951 | |
| Hocalar | 356.160 | 19.085 | 0 | 0 | 847.726 | 1.514 | 10.920 | 0 | 75.355 | 279.128 | 752.129 | 0 | 0 | 0 | 37.848 | 9.048 | 0 | 0 | 2.388.922 | |
| İhsaniye | 1.585.920 | 221.995 | 206 | 736 | 7.579.970 | 6.054 | 5.040 | 31.791 | 499.135 | 1.848.648 | 4.981.303 | 0 | 0 | 0 | 101.916 | 25.561 | 0 | 0 | 16.894.275 | |
| İzcehisar | 226.800 | 13.291 | 0 | 0 | 1.152.940 | 1.514 | 207.480 | 2.741 | 10.592 | 0 | 105.605 | 0 | 0 | 0 | 111.948 | 6.107 | 0 | 0 | 1.578.200 | |
| Kızılören | 563.430 | 2.157 | 515 | 1.841 | 6.885.889 | 12.411 | 0 | 8.222 | 1.590 | 5.866 | 15.866 | 0 | 0 | 0 | 17.784 | 2.941 | 0 | 0 | 1.523.532 | |
| Sandıklı | 7.754.250 | 248.102 | 1.082 | 3.866 | 12.082.482 | 43.286 | 8.400 | 23.031 | 1.008.305 | 3.734.464 | 10.062.757 | 0 | 0 | 0 | 508.212 | 1.593 | 0 | 0 | 35.478.911 | |
| Şirince | 2.292.510 | 0 | 31.582 | 112.585 | 6.805.458 | 35.113 | 21.280 | 150.793 | 67.077 | 2.484.840 | 66.953 | 0 | 0 | 0 | 14.10.666 | 2.714 | 0 | 0 | 48.620.921 | |
| Sultandığı | 1.986.390 | 354.432 | 8.758 | 31.299 | 4.953.026 | 56.118 | 8.400 | 608.413 | 745.200 | 2.760.000 | 7.437.000 | 0 | 0 | 0 | 82.466.760 | 0 | 0 | 0 | 27.822.447 | |
| Altıntaş | 1.727.670 | 44.645 | 0 | 0 | 9.980.736 | 5.145 | 10.640 | 0 | 647.678 | 2.398.808 | 6.463.745 | 0 | 0 | 0 | 77.976 | 11.310 | 0 | 0 | 21.357.713 | |
| Astanapa | 417.270 | 2.386 | 0 | 0 | 6.089.061 | 3.330 | 0 | 99.410 | 368.184 | 992.096 | 0 | 0 | 0 | 1.596 | 0 | 0 | 0 | 7.973.332 | | |
| Cavdarhisar | 386.190 | 28.286 | 0 | 0 | 3.946.127 | 4.238 | 0 | 107.011 | 396.336 | 1.067.953 | 0 | 0 | 0 | 17.328 | 3.393 | 0 | 0 | 9.596.862 | | |
| Domaniç | 918.120 | 2.045 | 0 | 0 | 1.825.764 | 33.902 | 103.600 | 0 | 105.918 | 32.288 | 1.057.046 | 0 | 0 | 0 | 64.524 | 50.669 | 0 | 0 | 4.553.876 | |
| Dumlupınar | 500.850 | 5.794 | 0 | 0 | 1.878.354 | 5.449 | 0 | 29.808 | 0 | 110.400 | 297.480 | 0 | 0 | 0 | 37.164 | 0 | 0 | 0 | 2.865.299 | |
| Emet | 1.843.800 | 10.906 | 19.165 | 68.489 | 3.355.534 | 90.507 | 0 | 19.184 | 522.932 | 1.936.784 | 5.218.791 | 0 | 0 | 0 | 452.352 | 4.524 | 0 | 0 | 13.542.968 | |
| Gediz | 4.188.240 | 53.165 | 3.606 | 12.888 | 5.294.336 | 164.063 | 31.240 | 68.515 | 533.215 | 1.974.872 | 5.321.421 | 0 | 0 | 0 | 1.008.900 | 0 | 0 | 0 | 18.584.462 | |
| Hisarçik | 431.130 | 0 | 0 | 0 | 1.621.221 | 36.324 | 25.480 | 0 | 111.035 | 411.240 | 1.108.113 | 0 | 0 | 0 | 186.048 | 4.072 | 0 | 0 | 3.934.662 | |
| Kutahya Merkez | 7.127.820 | 70.886 | 258 | 921 | 18.215.989 | 16.951 | 56.000 | 6.029 | 820.167 | 3.037.656 | 8.185.162 | 0 | 0 | 0 | 760.608 | 126.672 | 0 | 0 | 38.425.119 | |
| Pazarlar | 151.830 | 2.045 | 361 | 1.289 | 299.252 | 62.659 | 30.400 | 14.799 | 40.390 | 149.592 | 403.085 | 0 | 0 | 0 | 1.205.208 | 26.239 | 0 | 0 | 2.407.149 | |
| Saphane | 2.132.550 | 1.105.986 | 0 | 0 | 8.139.613 | 13.622 | 1.113.280 | 0 | 1.246.571 | 4.616.928 | 12.440.614 | 0 | 0 | 0 | 1.202.472 | 33.930 | 0 | 0 | 32.049.565 | |
| Sivrihisar | 198.240 | 341 | 3.194 | 11.415 | 437.243 | 130.139 | 147.840 | 61.938 | 365.191 | 1.356.264 | 3.654.542 | 0 | 0 | 0 | 5.063.880 | 101.790 | 0 | 0 | 7.667.116 | |
| Tavaslı | 3.145.800 | 0 | 0 | 0 | 7.478.745 | 43.589 | 97.160 | 0 | 9.318 | 1.349.607 | 4.998.544 | 13.468.903 | 0 | 0 | 0 | 99.180 | 14.251 | 0 | 0 | 30.705.096 |
| Ahmetli | 70.770 | 0 | 773 | 2.762 | 844.468 | 1.514 | 0 | 18.088 | 1.232.263 | 4.563.936 | 12.297.923 | 14.395 | 219.219 | 10.304 | 55.404 | 0 | 17.430 | 73.832 | 19.422.980 | |
| Akhisar | 954.870 | 4.090 | 12.725 | 45.475 | 10.009.358 | 155.891 | 49.000 | 27.406 | 2.620.620 | 9.706.000 | 26.153.450 | 206.096 | 3.138.636 | 1.865.990 | 188.328 | 141.375 | 1.070.597 | 4.536.634 | 60.886.941 | |
| Alaşehir | 2.704.170 | 0 | 1.494 | 5.339 | 2.820.606 | 106.893 | 2.520 | 98.662 | 876.405 | 3.245.944 | 8.746.408 | 0 | 0 | 0 | 285.238 | 0 | 48.571 | 207.438 | 18.978.938 | |
| Demirci | 1.322.160 | 34.762 | 5.976 | 21.357 | 3.541.461 | 121.683 | 147.840 | 61.938 | 365.191 | 1.356.264 | 3.654.542 | 0 | 0 | 0 | 1.612.644 | 16.286 | 33.145 | 98.040 | 12.856.343 | |
| Gölmarmara | 24.990 | 0 | 52 | 1.84 | 627.599 | 303 | 0 | 4.933 | 572.711 | 2.121.152 | 5.715.882 | 290.297 | 4.420.917 | 133.648 | 9.12 | 79.128 | 335.178 | 14.317.378 | | |
| Gordes | 550.830 | 0 | 9.686 | 34.613 | 3.580.206 | 38.746 | 39.200 | 50.925 | 268.272 | 993.600 | 2.677.320 | 0 | 0 | 0 | 188.256 | 188.004 | 0 | 36.487 | 154.554 | |
| Kırkaçık | 166.950 | 341.482 | 2.473 | 8.897 | 2.320.019 | 24.821 | 16.800 | 42.205 | 2.442.269 | 9.035.400 | 24.373.428 | 30.893 | 470.470 | 435.040 | 81.104 | 0 | 23.189 | 1.241.834 | 41.307.332 | |
| Koprubaşı | 191.730 | 0 | 0 | 0 | 459.803 | 1.815 | 0 | 72.900 | 47.364 | 1.001.200 | 272.890 | 0 | 0 | 0 | 192.234 | 0 | 0 | 0 | 1.376.511 | |
| Kula | 2.190.930 | 0 | 18.550 | 66.648 | 6.959.329 | 83.545 | 126.000 | 73.996 | 272.246 | 1.008.350 | 2.716.984 | 0 | 0 | 0 | 302.008 | 608.568 | 0 | 83.408 | 360.879 | |
| Manisa Merkez | 2.381.000 | 682 | 7.316 | 26.144 | 4.173.009 | 61.448 | 1.120 | 107.452 | 6.902.142 | 25.563.488 | 68.882.486 | 72.796 | 1.108.608 | 182.896 | 2.242.896 | 0 | 153.289 | 691.677 | 110.525.467 | |
| Safranbolu | 2.983.890 | 0 | 7.522 | 26.880 | 7.273.959 | 79.005 | 3.920 | 630.358 | 5.910.430 | 21.890.480 | 58.985.326 | 412.160 | 6.276.771 | 246.974 | 2.430.312 | 0 | 229.120 | 970.527 | 106.167.622 | |
| Sarıgöl | 238.140 | 0 | 28.645 | 102.365 | 1.710.112 | 65.081 | 0 | 201.160 | 586.721 | 2.173.040 | 5.855.398 | 0 | 0 | 0 | 183.862 | 102.144 | 0 | 39.322 | 166.565 | |
| Saruhanlı | 208.530 | 0 | 567 | 2.025 | 2.765.872 | 2.724 | 0 | 5.481 | 3.436.862 | 12.729.120 | 34.299.444 | 450.481 | 6.860.354 | 289.478 | 32.376 | 0 | 233.252 | 988.030 | 62.304.596 | |
| Selendi | 1.377.600 | 14.995 | 11.128 | 39.768 | 3.174.493 | 105.945 | 75.600 | 64.130 | 526.161 | 1.948.744 | 5.251.018 | 0 | 0 | 0 | 943.782 | 847.704 | 14.485 | 61.356 | 14.390.810 | |
| Soma | 876.330 | 16.699 | 4.997 | 17.859 | 3.399.227 | 35.719 | 0 | 59.197 | 2.211.754 | 8.191.680 | 22.073.016 | 71.087 | 1.082.582 | 966.000 | 877.800 | 40.716 | 147.881 | 626.410 | 16.638.171 | |
| Turgutlu | 292.110 | 0 | 0 | 0 | 27.243 | 0 | 0 | 10.414 | 1.042.883 | 3.862.528 | 10.407.834 | 0 | 0 | 0 | 649.800 | 335.907 | 0 | 56.269 | 238.349 | |
| Banaz | 5.959.380 | 115.621 | 2.473 | 8.837 | 13.543.373 | 132.280 | 15.120 | 10.414 | 1.042.883 | 3.862.528 | 10.407.834 | 0 | 0 | 0 | 649.800 | 335.907 | 0 | 0 | 36.090.449 | |
| Esme | 5.108.460 | 0 | 22.875 | 81.745 | 3.559.845 | 69.924 | 209.440 | 0 | 593.676 | 2.188.800 | 5.924.810 | 0 | 0 | 0 | 209.760 | 5.203 | 0 | 0 | 14.929.848 | |
| Karahallı | 2.413.320 | 0 | 5.667 | 20.252 | 1.833.909 | 45.405 | 0 | 14.799 | 10.930 | 40.480 | 109.076 | 1.347 | 20.521 | 64.078 | 20.064 | 0 | 0 | 0 | 4.599.048 | |
| Sivaslı | 4.641.420 | 26.923 | 7.213 | 25.775 | 4.834.575 | 191.004 | 0 | 11.816 | 289.982 | 1.074.008 | 2.893.985 | 0 | 0 | 0 | 430.652 | 6.334 | 0 | 0 | 14.552.081 | |
| Ulubey | 11.683.030 | 62.707 | 2.937 | 10.494 | 2.955.523 | 49.643 | 0 | 49.879 | 273.886 | 1.014.392 | 2.733.345 | 0 | 0 | 0 | 46.740 | 0 | 0 | 0 | 19.154.734 | |
| Uşak Merkez | 15.794.940 | 181.646 | 24.575 | 87.820 | 12.445.029 | 126.529 | 364.280 | 342.575 | 1.283.980 | 4.755.480 | 12.813.951 | 0 | 0 | 0 | 269.724 | 552.380 | 0 | 1.932 | 49.044.941 | |

Ek 4 TR33 BÖLGESİ 2011 YILI HAYVAN SAYILARI

| SIRA | İLCEADI | BUYUKBAS | KUCUKBAS | KUMES | TOPLAM |
|------|-----------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| 1 | Salihli | 46.920 | 76.100 | 5.830.156 | 5.953.176 |
| 2 | Akhisar | 12.888 | 58.794 | 5.475.582 | 5.547.264 |
| 3 | Afyonkarahisar Merkez | 49.319 | 46.595 | 5.194.880 | 5.290.794 |
| 4 | Eşme | 24.757 | 215.876 | 4.533.046 | 4.773.679 |
| 5 | Turgutlu | 16.280 | 14.360 | 3.310.826 | 3.341.466 |
| 6 | Saruhanlı | 5.420 | 47.500 | 2.481.420 | 2.534.340 |
| 7 | Başmakçı | 8.658 | 22.702 | 1.895.200 | 1.926.560 |
| 8 | Alaşehir | 13.828 | 90.005 | 1.277.800 | 1.381.633 |
| 9 | Soma | 3.508 | 14.265 | 1.245.632 | 1.263.405 |
| 10 | Manisa Merkez | 16.830 | 70.000 | 998.195 | 1.085.025 |
| 11 | Göğdes | 14.455 | 47.885 | 990.684 | 1.053.024 |
| 12 | Sandıklı | 28.643 | 54.584 | 881.250 | 964.477 |
| 13 | Uşak Merkez | 36.565 | 108.000 | 812.000 | 956.565 |
| 14 | Demirci | 20.995 | 70.061 | 742.756 | 833.812 |
| 15 | Bolvadin | 23.575 | 57.585 | 718.350 | 799.510 |
| 16 | Ahmetli | 3.111 | 7.155 | 752.500 | 762.766 |
| 17 | Köprübaşı | 3.815 | 19.721 | 619.015 | 642.551 |
| 18 | Tavşanlı | 27.387 | 49.300 | 450.780 | 527.467 |
| 19 | Ulubey | 13.908 | 45.000 | 345.018 | 403.926 |
| 20 | Kula | 20.868 | 47.408 | 329.485 | 397.761 |
| 21 | Kırkağaç | 8.283 | 41.504 | 280.662 | 330.449 |
| 22 | Simav | 28.540 | 81.000 | 199.800 | 309.340 |
| 23 | Sinanpaşa | 31.178 | 53.778 | 221.950 | 306.906 |
| 24 | Sivaslı | 12.504 | 31.998 | 233.325 | 277.827 |
| 25 | Sultandağı | 5.950 | 30.830 | 184.250 | 221.030 |
| 26 | Sarıgöl | 12.019 | 34.000 | 163.000 | 209.019 |
| 27 | Şuhut | 21.559 | 61.948 | 109.140 | 192.647 |
| 28 | Selendi | 17.357 | 47.173 | 124.542 | 189.072 |
| 29 | Kütahya Merkez | 33.267 | 86.005 | 68.746 | 188.018 |
| 30 | Gölmarmara | 2.900 | 14.175 | 169.275 | 186.350 |
| 31 | Dazkırı | 4.715 | 19.981 | 136.150 | 160.846 |
| 32 | Gediz | 15.069 | 34.710 | 102.763 | 152.542 |
| 33 | Emirdağ | 17.271 | 114.791 | 17.000 | 149.062 |
| 34 | Cay | 28.665 | 58.971 | 41.300 | 128.936 |
| 35 | Banaz | 19.000 | 40.000 | 57.760 | 116.760 |
| 36 | Dinar | 17.945 | 76.926 | 11.250 | 106.121 |
| 37 | Altıntaş | 14.350 | 35.000 | 39.375 | 88.725 |
| 38 | Aslanapa | 9.030 | 45.950 | 11.850 | 66.830 |
| 39 | İhsaniye | 23.087 | 31.201 | 11.000 | 65.288 |
| 40 | Karahallı | 2.052 | 17.604 | 34.330 | 53.986 |
| 41 | Çobanlar | 8.813 | 18.902 | 23.900 | 51.615 |
| 42 | Emet | 9.261 | 24.160 | 6.875 | 40.296 |
| 43 | Bayat | 3.175 | 32.987 | 2.550 | 38.712 |
| 44 | Hocalar | 5.359 | 30.625 | 2.350 | 38.334 |
| 45 | İsçehisar | 7.459 | 25.854 | 2.250 | 35.563 |
| 46 | Evciler | 6.608 | 8.742 | 15.950 | 31.300 |
| 47 | Çavdarhisar | 6.297 | 14.122 | 7.460 | 27.879 |
| 48 | Domanıç | 7.427 | 11.950 | 7.500 | 26.877 |
| 49 | Şaphane | 2.298 | 12.338 | 7.230 | 21.866 |
| 50 | Hisarcık | 4.425 | 5.175 | 6.745 | 16.345 |
| 51 | Dumlupınar | 2.351 | 6.000 | 4.270 | 12.621 |
| 52 | Pazarlar | 2.827 | 3.757 | 4.725 | 11.309 |
| 53 | Kızılören | 2.272 | 4.572 | 850 | 7.694 |

Kaynak: (TÜİK, 2012)

Ek 5 TR33 BÖLGESİ TARLA ÜRÜNLERİ 2011 YILI HASAT EDİLEN HEKTAR

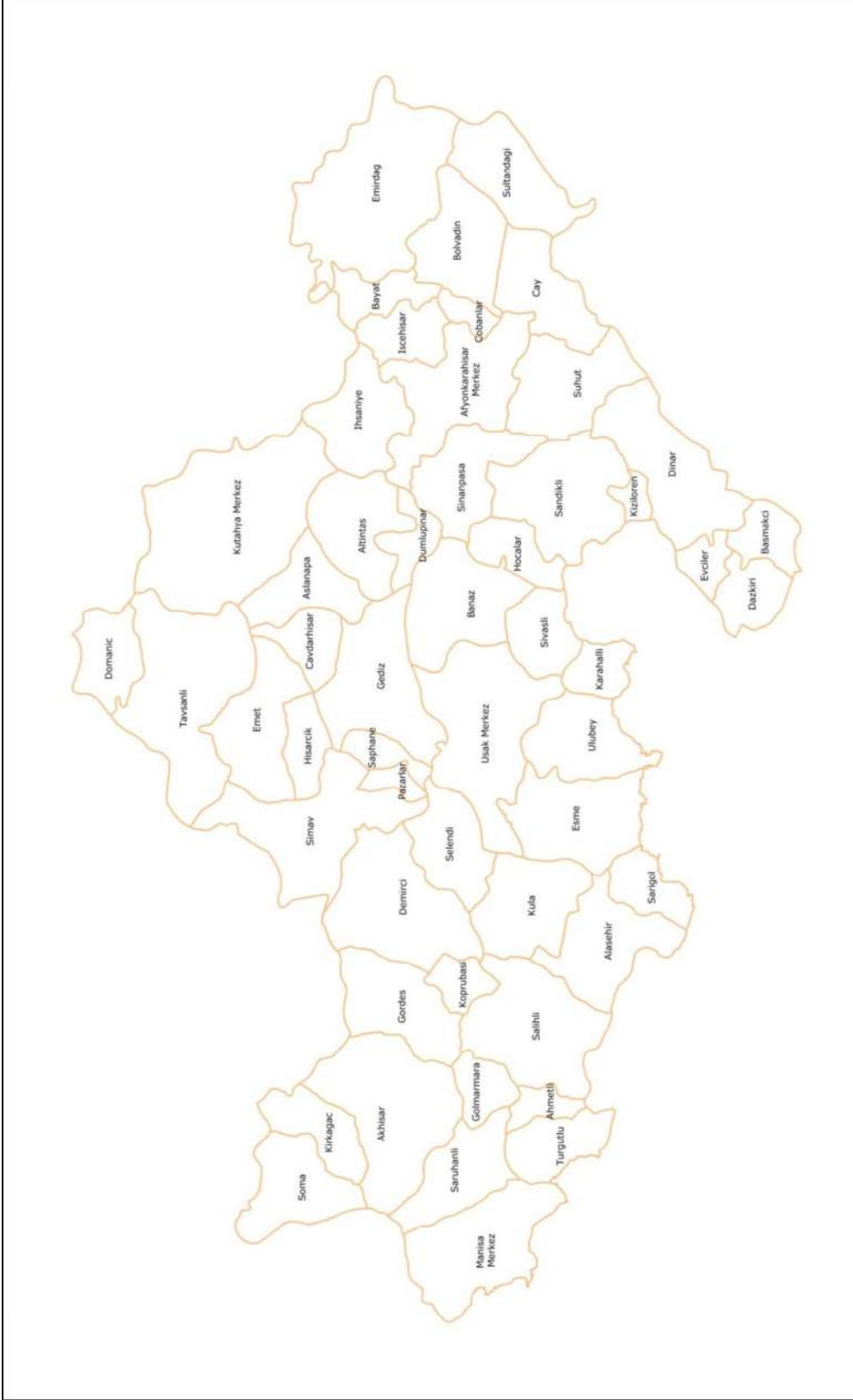
| SIRA | İlçeler | HASAT EDİLEN HEKTAR | SIRA | İlçeler | HASAT EDİLEN HEKTAR |
|------|-----------------------|---------------------|------|-------------|---------------------|
| 1 | Emirdağ | 80.917 | 28 | Emet | 15.701 |
| 2 | Kütahya Merkez | 63.313 | 29 | Çavdarhisar | 15.368 |
| 3 | Uşak Merkez | 56.139 | 30 | Aslanapa | 14.783 |
| 4 | Sandıklı | 46.075 | 31 | Soma | 12.602 |
| 5 | Dinar | 43.142 | 32 | Alaşehir | 12.320 |
| 6 | Simav | 39.217 | 33 | Sultandağı | 12.299 |
| 7 | Afyonkarahisar Merkez | 38.160 | 34 | Turgutlu | 10.504 |
| 8 | Salihli | 37.984 | 35 | Karahallı | 9.675 |
| 9 | Eşme | 37.080 | 36 | Kırkağaç | 9.612 |
| 10 | Banaz | 36.382 | 37 | Evciler | 8.914 |
| 11 | Akhisar | 34.427 | 38 | Dazkın | 8.662 |
| 12 | Gediz | 33.291 | 39 | Çobanlar | 8.518 |
| 13 | Tavşanlı | 31.717 | 40 | Hisarcık | 8.420 |
| 14 | Selendi | 29.934 | 41 | Sarıgöl | 7.706 |
| 15 | Kula | 28.508 | 42 | Domanıç | 7.659 |
| 16 | İhsaniye | 28.406 | 43 | İscehisar | 7.455 |
| 17 | Ulubey | 25.926 | 44 | Dumlupınar | 6.951 |
| 18 | Demirci | 25.778 | 45 | Köprübaşı | 6.863 |
| 19 | Çay | 24.695 | 46 | Hocalar | 5.974 |
| 20 | Gördes | 24.357 | 47 | Başmakçı | 5.780 |
| 21 | Manisa Merkez | 22.650 | 48 | Bayat | 5.541 |
| 22 | Sinanpaşa | 22.335 | 49 | Kızılören | 5.369 |
| 23 | Altıntaş | 21.651 | 50 | Gölmarmara | 4.481 |
| 24 | Şuhut | 21.542 | 51 | Şaphane | 4.217 |
| 25 | Bolvadin | 21.209 | 52 | Pazarlar | 2.482 |
| 26 | Sivaslı | 19.646 | 53 | Ahmetli | 2.086 |
| 27 | Saruhanlı | 18.826 | | TOPLAM | 1.133.247 |

Kaynak: (TÜİK, 2012)

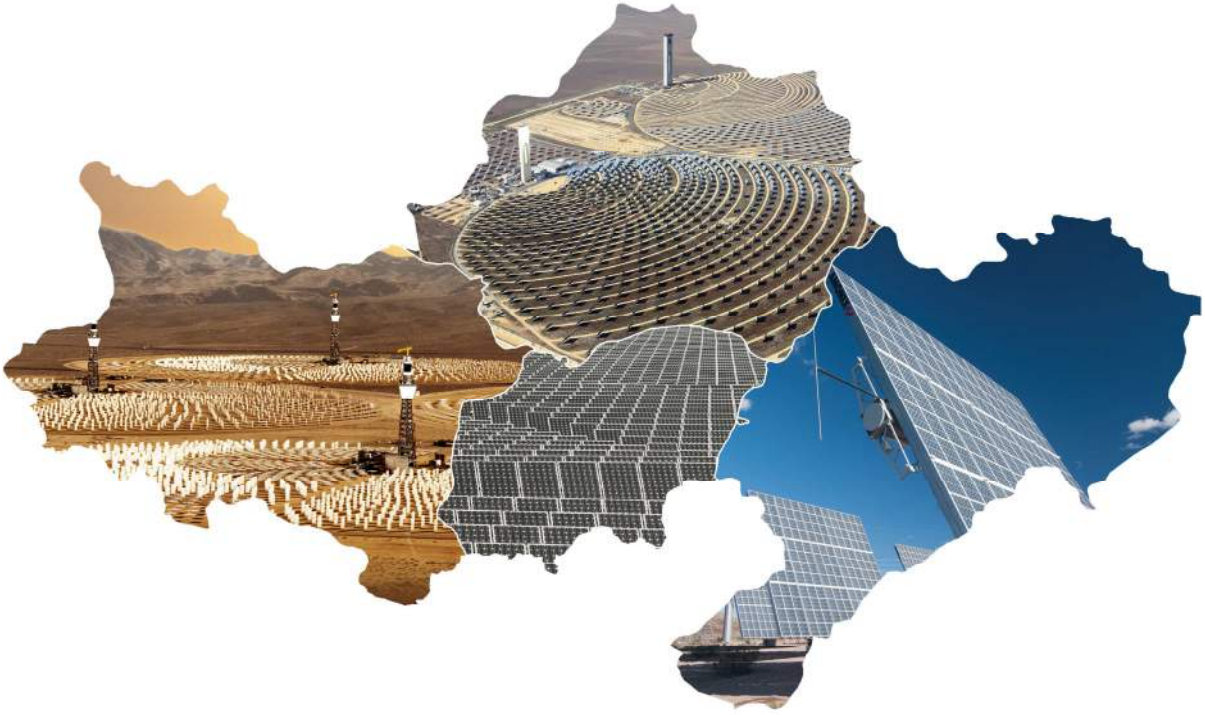
Ek 6 T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞININ TR33 BÖLGESİNDE YER ALAN İDARİ YAPISI

| Bölge Müdürlüğü | İşletme Müdürlüğü | İşletme Şefliği | Bölge Müdürlüğü | İşletme Müdürlüğü | İşletme Şefliği |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Kütahya | Domanıç | Alagöz | İzmir | Akhisar | Akhisar |
| | | Dereçarşamba | | | Başlamış |
| | | Domanıç | | | Göktepe |
| | | Gürgenyayla | | | Gölmarmara |
| | Çavdarhisar | Kavakalan | | | |
| | Emet | Değirmisaz | | | Kırkağaç |
| | | Eğrigözdağı | | | Soma |
| | | Emet | | | Zeytinliova |
| | | Hisarcık | | | Demirci |
| | | Örencik | | | Başalan |
| | Gediz | Tetik | | Borlu | |
| | | Çukurören | | Kula | |
| | | Gediz | | Akpınar | |
| | | Karadona | | Selendi | |
| | | Muratdağı | | Gölseki | |
| | Kütahya | Şaphane | | Manisa | Şahinkaya |
| | | Yeşilçay | | | Güneşli |
| | | Altıntaş | | | Gördes |
| | | Aslanapa | | | Adala |
| | | Çöğürler | | | Ahmetli |
| | | Dumlupınar | | | Alaşehir |
| Kütahya | | Manisa | | | |
| Ören | | Osmancalı | | | |
| Sabuncupınar | | Salihli | | | |
| Başkomutanlık Milli Parkı | | Sarıçam | | | |
| Simav | Aksaz | Sarıgöl | | | |
| | Alasöğüt | Saruhanlı | | | |
| | Kırık | Turgutlu | | | |
| | Kiçir | Uluderbent | | | |
| | Korucuk | Yuntdağ | | | |
| | Naşa | Afyonkarahisar | | | |
| Tavşanlı | Simav | Eskişehir | Çay | | |
| | Söğüt | | Emirdağ | | |
| | Alabarda | | Hocalar | | |
| | Balıköy | | Sandıklı | | |
| | Tavşanlı | | Sinanpaşa | | |
| | Tunçbilek | | Dinar | | |
| Denizli | Uşak | Yaylacık | | | |
| | | Banaz | | | |
| | | Çamsu | | | |
| | | Çatak | | | |
| | | Eşme | | | |
| | | Güre | | | |
| | | Paşacık | | | |
| | | Sivaslı | | | |
| | | Ulubey | | | |
| | | Uşak | | | |

Ek 7 TR33 BÖLGESİ İLÇELERİ



İKİNCİ BÖLÜM GÜNEŞ ENERJİSİ



GÜNEŞ ENERJİSİ

Giriş

İnsanoğlu var olduğundan bu yana enerji kaynaklarını direkt veya dolaylı olarak tüketmektedir. Özellikle çevremizdeki sosyal ve fiziksel süreçlerin hızı dikkate alındığında, tüketilen enerji miktarının ve hızının da katlanarak arttığı ifade edilebilir. Bu olguyu, somutlaştırmak için otuz üç bin milyon ton kömürden elde edilen enerjiye 'Q' diyelim. 1850'ye dek her yüzyılda yarım Q'dan az enerji tüketiliyordu. 1850'den sonra bu oran her yüzyılda bir Q'luk tüketime ulaşmıştır. Günümüzde ise bu oran her yüzyıl için on Q'dur. Bunun anlamı, iki bin yıl boyunca insanoğlunun tükettiği enerjinin yarısının son yüzyılda tüketilmiş olduğudur (Toffler, 2006). Yaşadığımız yüzyılda tüketilen enerji kaynaklarının % 90'ına yakını kömür, petrol, doğalgaz vb. gibi fosil kaynaklardır. Bu kaynakların rezervlerinin sınırlı oluşu, zararları, maliyeti, dışa bağımlılığın artması, ekolojik denge gibi nedenler göz önüne alındığında, alternatif olarak yenilenebilir temiz enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgili çalışmalar ve söz konusu kaynakların kullanımı hızla artmaktadır.

Sanayi devriminden bu yana, dünya nüfusundaki artış ve buna bağlı olarak enerji ihtiyacındaki yükseliş, alternatif yakıtlara daha fazla önem verilmesine ve buna bağlı olarak daha fazla zaman ve para harcanmasına neden olmaktadır. Var olan fosil yakıt kaynaklarının ortalama 100 yıllık bir ömrü kaldığı ve enerji üretimi sırasında da sülfür, azot oksitler gibi bazı zararlı kimyasalları üreterek çevreye verdiği zararda düşünüldüğünde, verilen önemin artmasının normal olduğu görülmektedir. Bu kapsamda alternatif enerji kaynaklarından, güneşle termal ısıtma, güneş pilleri ve yakıt pilleri sahip olduğu pek çok olumlu özellik ile ön plana çıkmaktadır. Güneş yeryüzünde tüketilen toplam enerjiden 10 000 kez daha fazla enerjiyi yeryüzüne yollayan çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Son yıllarda güneş teknolojilerindeki gelişim ve bunların verimlerdeki artış, güneş enerjisi kullanımını daha ekonomik hale getirmektedir (Kadırgan, 2007).

2.1.Güneş Enerjisi Kullanımının Tarihi Gelişimi

İnsanoğlu bilinen yazılı kayıtlara göre M.Ö. 7. yüzyıldan günümüze güneş enerjisini kullanmaktadır. Günümüzde evlerde elektrik üretim amaçlı kullanımdan arabalara kadar geniş bir yelpazede güneş enerjisi kullanılmaktadır. İlk olarak M.Ö. 7. yüzyılda, güneş ışınları odaklanarak ateş yakılmasında kullanılmıştır. M.Ö. 212 yılında Yunanlı Arşimed, güneş ışınlarının yansımaları kullanarak Syracuse'yi işgale çalışan tahta gemileri yakmıştır. M.S. 1. yüzyıl ve 4. yüzyıl arasında Romalılara ait büyük hamamlarda, güneşi etkin bir şekilde kullanan hamamın yüzü güneye dönük şekilde yapılarak güneş enerjisinden faydalanılmıştır. M.S. sonra 1200'lü yıllarda, Pueblo'nun ataları olan ve Anasazi olarak bilinen Kuzey Amerika'da yaşayan bir halk güneşten yararlanma amacıyla kayalıklara özel bir yerleşim kurmuşlardır. Eski şehirler, genellikle güneşten maksimum faydalanabilmek için ana cephelerini güneye doğru kurmuşlardır. Önemli teknolojik değişimlerin yaşandığı sanayi devrimine kadar insanoğlu güneş enerjisinden yararlanabilmeyi başarmıştır. Sanayi devriminden sonra, güneş kollektörleri, çanak sistemi, verimli fotovoltaik hücreler geliştirilmesi gibi önemli gelişmeler, güneş enerjisi teknolojilerinin gelişmesini sağlamıştır. Günümüzde ise fotovoltaik panel sistemleri, yoğunlaştırılmış fotovoltaik sistemler ve güneş termik santralleri gibi pek çok yöntem geliştirilmiş ve uygulamaya geçirilmiştir (Güçlüer, 2010).

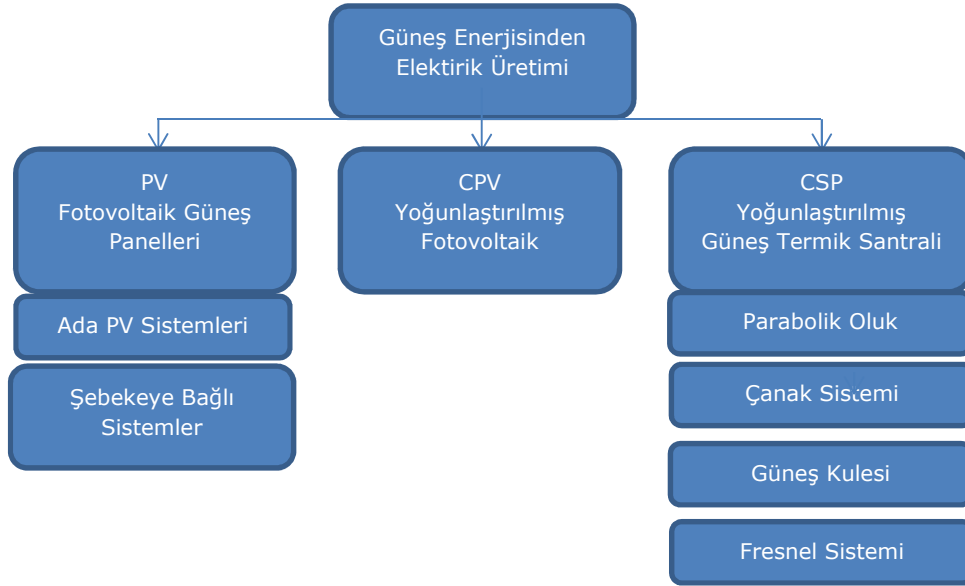
2.2.Güneş Enerjisi ve Teknolojileri

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışıma enerjisidir, güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanır. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, aşağı yukarı sabit ve 1370 W/m^2 değerindedir, ancak yeryüzünde $0-1100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir. Dünya ile Güneş arasındaki mesafe 150 milyon km'dir. Dünya'ya güneşten gelen enerji, Dünya'da bir yılda kullanılan enerjinin 20 bin katıdır. Güneş ışınımının tamamı yeryüzeyine ulaşmaz, %30 kadarı dünya atmosferi tarafından geriye yansıtılır. Güneş ışınımının %50'si atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşır. Bu enerji ile Dünya'nın sıcaklığı yükselir ve yeryüzünde yaşam mümkün olur. Rüzgar hareketlerine ve okyanus dalgalanmalarına da bu ısınma neden olur. Yeryüzeyine gelen güneş ışınımının %1'den azı bitkiler tarafından fotosentez olayında kullanılır. Bitkiler, fotosentez sırasında güneş ışığıyla birlikte karbondioksit ve su kullanarak, oksijen ve şeker üretirler. Fotosentez, yeryüzünde bitkisel yaşamın kaynağıdır. Dünya'ya gelen bütün güneş ışınımı, sonunda ısıya dönüşür ve uzaya geri verilir (YEGM, 2012a).

Güneş enerjisi uygulamaları; sıcak su üretimi, bitkisel ürünlerin soğutulması ve kurutulması, pişirilmesi, deniz suyunun damıtılması, elektrik üretimi, hacim ısıtılması ve soğutulması, sulama suyunun pompalanması, endüstriyel işlem ısı üretme, fotokimyasal ve fotosentetik çevrimlerin gerçekleştirilmesi olarak sıralanabilir. Güneş enerjisinin avantajları; yakıt masrafı olmadığından işletme maliyetinin düşük olması, proses ısısının istenilen sıcaklıkta doğrudan elde edilmesi, enerji kaynağının tükenmez oluşu ve en önemlisi çevreyi kirletmemesi olarak sayılabilir. Dezavantajları ise, geniş kullanım alanlarına ihtiyaç duyulması, kullanılabilir enerjileri dönüştürme teknolojisinin henüz tam olarak yaygınlaşmaması, ilk yatırım maliyetinin yüksek olması ve gelen enerjinin kesikli ve değişken olması olarak sıralanabilir. Bu dezavantajların ortadan kaldırılması için gerekli teknolojiler üzerinde bilimsel çalışmalar devam etmektedir (Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi, 2009).

Güneş enerjisi temel olarak elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Günümüzde güneş enerjisinden elektrik üretmek amacıyla bir çok yöntem geliştirilmiştir. Bu temel yöntemler, aşağıdaki diyagramda gösterildiği üzere (Şekil 2.1), PV, CVP ve CSP olmak üzere üç grupta toplanabilirler (Güçlüer, 2010):

Şekil 2.1. Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi İçin Uygulanan Yöntemler



Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılabilir (YEGM, 2012a). Bunlar; fotovoltaik güneş teknolojisi ve ısı güneş teknolojileridir. Fotovoltaik güneş teknolojisi, fotovoltaik hücreler denen yarı-iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler. Isıl güneş teknolojileri ise, Bu sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabilceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir (YEGM, 2012a).

2.2.1. Isıl Güneş Teknolojileri

Isıl Güneş Teknolojileri, düşük sıcaklık sistemleri ve yoğunlaştırıcı sistemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

- i) **Düşük Sıcaklık Sistemleri:** Düşük sıcaklık sistemlerinde güneş teknolojileri; düzlemsel güneş kollektörleri, vakumlu güneş kollektörleri, güneş havuzları, güneş bacaları, su arıtma sistemleri, güneş mimarisi, ürün kurutma ve seralar, güneş ocakları olarak sıralanabilir. Düzlemsel Güneş Kollektörleri, Güneş enerjisini toplayan ve bir akışkana ısı olarak aktaran çeşitli tür ve biçimlerdedir. En çok evlerde sıcak su ısıtma amacıyla kullanılmaktadır. Ulaştıkları sıcaklık 70°C civarındadır (YEGM, 2012b).
- ii) **Yoğunlaştırıcı Sistemler:** Güneş enerjisi uygulamalarında düzlemsel güneş kollektör sistemlerinin yanı sıra daha yüksek sıcaklıklara ulaşmak için yoğunlaştırıcı kollektör sistemleri kullanılmaktadır. Yoğunlaştırıcı sistemler; parabolik oluk kollektörler, parabolik çanak sistemler ve merkez alıcı sistemlerden oluşmaktadır. Parabolik oluk kollektörler, doğrusal yoğunlaştırıcı termal sistemlerin en yaygınıdır. Bu sistemler yoğunlaştırma yaptıkları için daha yüksek sıcaklığa ulaşabilirler. (350- 400°C) Doğrusal yoğunlaştırıcı termal sistemler ticari ortama girmiş olup, bu sistemlerin en büyük ve en tanınmış olanı 354 MW gücündeki şimdiki Kramer&Junction eski Luz International santralidir. Parabolik çanak sistemler, iki eksende güneşi takip ederek, sürekli olarak güneşi odaklama bölgesine

yoğunlaştırırlar. Çanak-Stirling bileşimiyle güneş enerjisinin elektriğe dönüştürülmesinde % 30 civarında verim elde edilmiştir. Merkezi alıcı sistemlerde ısı, aktarım akışkanı olarak hava da kullanılabilir, bu durumda sıcaklık 800°C'ye çıkar. Bu sistemlerin kapasite ve sıcaklıkları, sanayi ile kıyaslanabilir düzeyde olup Ar-Ge çalışmaları devam etmektedir (YEGM, 2012b).

2.2.2.Güneş Pilleri (Fotovoltaik Güneş Teknolojisi)

Güneş hücreleri (fotovoltaik hücreler), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir. Güneş enerjisi, güneş hücresinin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir. Güneş pilleri, elektrik enerjisinin gerekli olduğu her uygulamada kullanılabilir. Bu sistemler, özellikle yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan yörelerde, jeneratöre yakıt taşımının zor ve pahalı olduğu durumlarda kullanılırlar. Bunun dışında dizel jeneratörler ya da başka güç sistemleri ile birlikte karma olarak kullanılmaları da mümkündür. Güneş pili sistemlerinin şebekeden bağımsız olarak kullanıldığı tipik uygulama alanları; haberleşme istasyonları, kırsal radyo, telsiz ve telefon sistemleri, petrol boru hatlarının katodik koruması, metal yapıların (köprüler, kuleler vb) korozyondan koruması, elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan telemetrik ölçümler, hava gözlem istasyonları, bina içi ya da dışı aydınlatma, dağ evleri ya da yerleşim yerlerinden uzaktaki evlerde TV, radyo, buzdolabı gibi elektrikli aygıtların çalıştırılması, tarımsal sulama ya da ev kullanımı amacıyla su pompajı, orman gözetleme kuleleri, deniz fenerleri, ilkyardım, alarm ve güvenlik sistemleri, deprem ve hava gözlem istasyonları olarak belirtilebilir (YEGM, 2012c).

2.3.Dünyadaki Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Güneş Enerjisi ile İlgili Gelişmeler

Dünya'nın ana enerji kaynağı güneştir. Dünyaya bir günde güneşten gelen enerji miktarı, günlük tüketimin yaklaşık 15.000 katıdır. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisi, güneşin görüldüğü her metrekarede 1.367 Watt'dır. Dünyanın dönüşünden güneş yörüngesinin asimetrik oluşundan ve atmosferin yapısından dolayı bu büyük miktardaki enerji yeryüzüne ulaşmamaktadır. Güneş enerjisinin bir bölgedeki miktar ve kalitesi oraya yapılacak güneş enerjisi sistemleri için büyük önem taşımaktadır. Son 10 yılda, dünyada güneş elektrik enerjisi kapasite artışı yaklaşık % 1000 olarak gerçekleşmiştir. 2007 yılında, güneş enerjisi ile birlikte yenilenebilir enerji kapasitesini arttırmaya, santral inşasına, araştırma ve geliştirmeye dünya çapında 100 milyar ABD dolarından fazla bir para harcanmıştır. Bu çok önemli bir dönüm noktasıdır. Yenilenebilir enerji üretim kapasitesi 2007 yılında dünyada yaklaşık 240 GW'a yükselmiştir. Bu, 2004'e göre % 50'lik bir artış demektir. 2007 itibariyle yenilenebilir enerji kaynakları küresel enerji kapasitesinin % 5'ine ve küresel enerji üretiminin % 3,4'üne karşılık gelmektedir (Kendi başına küresel enerji üretiminin % 15'ini karşılayan büyük hidroelektrik santraller bu rakamın dışındadır) (Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi, 2009).

Dünyadaki en hızlı büyüyen enerji teknolojisi 2006 ve 2007 yıllarında toplam kurulu güçte yıllık % 50'den fazla artarak tahmini 7,7 GW'a ulaşan şebekeye bağlı güneş fotovoltaik (güneş pili) teknolojisidir. Bu, dünya çapında 1,5 milyon evin çatı güneş pilleri ile şebekeye enerji verdiği anlamına gelmektedir. 2009 yılı dünya güneş fotovoltaik enerjisi kapasitesinin 12 GW 'ı aşacağı tahmin edilmektedir. Çatı güneş ısı kolektörleri dünyada 50 milyon eve sıcak su ve giderek artan sayıda eve de ısıtma sağlamaktadır. Var olan güneş sıcak su/ısıtma kapasitesi 2006'da % 19 artarak dünya çapında 105 gigawatt-termal (GWth) güce ulaşmıştır. Ayrıca dünyada 2,5 milyon evde güneş aydınlatma sistemleri kullanıldığı düşünülmektedir. Dünyadaki güneş kaynaklı sıcak su kapasitesinin % 70'inden fazlası gelişmekte olan ülkelerdedir (Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi, 2009).

2.4.Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli

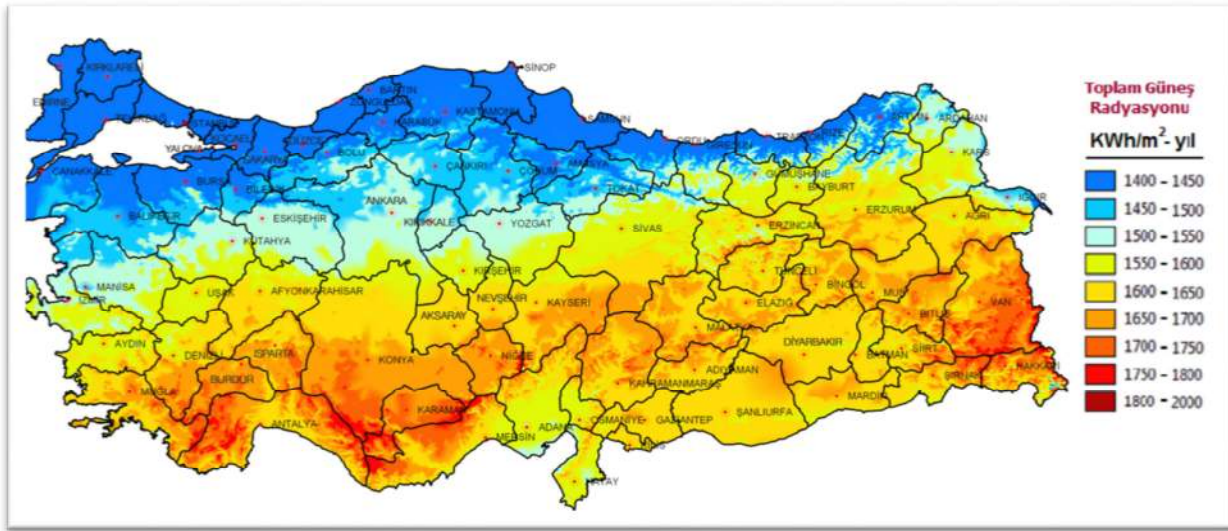
Türkiye, güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin bölgelere dağılımı yönünden, güneş enerjisi uygulamalarına uygun bir ülke sayılabilir. Topoğrafyanın, yerleşim yerlerinin vb. alanların dağılımı ve ulaşım gibi kısıtlayıcı faktörlerin, bu alanların ancak % 1'inin kullanılmasına imkan sağlayacağı kabul edildiğinde, Türkiye için güneş enerjisi gerçek kullanma alanı 7,8 milyon m² olmaktadır. Bununla beraber Türkiye'nin tüm yüzeyine bir yılda düşen güneş enerjisi 975x10¹² kWh kadardır. Diğer bir deyişle, güneş Türkiye için 376 TW (1TW=10⁶ MW) güç kaynağı demektir. Bu değer kurulu elektrik santrallerimizin 7.880 katına eşittir (Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi, 2009).

Ülkemiz güneş kuşağı içerisinde yer almakta olup, güneş enerjisi kullanımı açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ülkemizde güneş enerjisi potansiyeli Avrupa'da İspanya hariç tüm ülkelerden daha fazladır (Keskin, 2011). Türkiye'de elektrik üretimi için kullanılacak büyük bir enerji potansiyeli olmasına karşılık, bu potansiyelden daha ziyade düz plakalı güneş kolektörleri kullanılması suretiyle meskenlerde sıcak su üretimi için faydalanılmaktadır (Çevre Teknolojileri ve Yenilenebilir Enerji Raporu, 2010). Halen ülkemizde güneş kolektörü, yıllık üretim miktarı yaklaşık 750 bin m² 'dir. Güneş enerjisi ısı

yıllık üretimi yaklaşık 420 bin TEP civarındadır. Bu haliyle ülkemiz dünyada kayda değer bir güneş kolektörü üreticisi ve kullanıcısı durumundadır. Ülkemiz güneş pilleri-fotovoltaik sistemler açısından değerlendirildiğinde, çoğunluğu Orman Bakanlığı Orman Gözetleme Kuleleri, Türk Telekom, deniz fenerleri ve otoyol aydınlatmasında, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü ve bazı üniversitemizde küçük güçlerin karşılanması ve araştırma amaçlı kullanılmaktadır. Bu nedenle kayda değer güneş pili kurulu gücümüz bulunmamaktadır. Avrupa Topluluğu bu teknolojinin önde giden kuruluş lideridir. Çünkü araştırma ve geliştirmede aktif rol almışlardır. Türkiye'nin bu ülkeleri izlemesi, teknolojiyi özümlemesi ve hızla güneş enerjisi uygulamalarını başlatması gerekmektedir. Çünkü ülkemiz konumu itibarıyla Avrupa ülkelerine göre güneş enerjisi bakımından çok daha zengindir (Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi, 2009).

Ülkemizde güneş enerjisine dayalı yatırım yapılabilecek alanlar ve bu alanlara ait güneş kaynak bilgilerinin sağlıklı bir biçimde belirlenmesi ve kullanıcılara sunulması amacıyla, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) tarafından güneş enerjisine dayalı elektrik ve ısı enerjisi üretim imkânlarının belirlenmesine yönelik Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) geliştirilmiştir (GEPA, 2010). Aşağıdaki haritada ülkemizin güneş enerjisi potansiyeli gösterilmektedir.

Şekil 2.2: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli



Kaynak: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, 2010

Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası verilerine göre Türkiye'nin güneşlenme süreleri ve toplam güneş radyasyonu değerleri Tablo 2.1'de verilmektedir. Tabloya göre, Türkiye'nin yıllık ortalama toplam güneşlenme süresi 2766 saat (günlük toplam 7,58 saat), yıllık toplam güneş radyasyon değerinin ise (ortalama toplam ışıma şiddeti) 1521 kWh/m²-yıl (günlük toplam 4,17 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Tablodan, Türkiye genelinde maksimum güneşlenmenin Temmuz ayında, minimum güneşlenmenin ise Aralık ayında olduğu görülmektedir.

TABLO 2.1: Türkiye'nin Toplam Global Radyasyon Değerleri ve Güneşlenme Süreleri

| AYLAR | Güneşlenme Süresi | | Toplam Güneş Radyasyon Değerleri | |
|----------|-------------------|---------------|----------------------------------|------------------------------|
| | Saat/Gün* | Saat/Ay | kWh/m ² -gün** | kWh/m ² -ay |
| OCAK | 4,15 | 128,65 | 1,79 | 55,49 |
| ŞUBAT | 5,33 | 149,24 | 2,46 | 68,88 |
| MART | 6,28 | 194,68 | 3,86 | 119,66 |
| NİSAN | 7,50 | 225,00 | 4,93 | 147,90 |
| MAYIS | 9,22 | 285,82 | 6,10 | 189,10 |
| HAZİRAN | 10,97 | 329,10 | 6,55 | 196,50 |
| TEMMUZ | 11,44 | 354,64 | 6,46 | 200,26 |
| AĞUSTOS | 10,79 | 334,49 | 5,79 | 179,49 |
| EYLÜL | 9,28 | 278,40 | 4,79 | 143,70 |
| EKİM | 6,89 | 213,59 | 3,46 | 107,26 |
| KASIM | 5,17 | 155,10 | 2,14 | 64,20 |
| ARALIK | 3,80 | 117,80 | 1,59 | 49,29 |
| TOPLAM | | 2766 saat/yıl | | 1521 kWh/m ² -yıl |
| ORTALAMA | | 7,58 saat/gün | | 4,17 kWh/m ² -gün |

* Ay içerisindeki bir günlük toplam güneşlenme süresi

**Ay içerisindeki bir günlük toplam güneş radyasyonu

***Çalışmada tarafımızca hesaplanan değerler, GEPA (2010) verilerine dayanılarak yapılmıştır.

Kaynak: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA, 2010)

Tablo 2.2, güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme değerlerinin kalkınma ajansları bölgelerine göre dağılımını özetlemektedir. Türkiye'nin en çok güneş enerjisi alan kalkınma bölgesi TR 52 Bölgesi olup, bunu TR B2 bölgesi takip etmektedir. Güneşlenme süresi açısından en zengin bölge yılda 3002 saat ile TR 32 Bölgesi'dir. TR 90 Bölgesi 2206 saat ile güneşlenme süresi açısından en düşük değere sahiptir.

Güneş enerjisi elektrik üretim santrallerinin yatırıma uygun sahaların tespitinde genel bir ifade ile belirli kriterlerin mevcut olduğu belirtilebilir. Bu sahaların belirlenme aşamasında dikkate alınan faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi, 2009):

- Orman arazisi olmayan alanlar,
- Kuru, sulu veya dikili nitelikte tarım arazisi olmayan alanlar,
- Göl veya benzeri nitelikte, yatırıma elverişli olmayan su alanları,
- Yerleşim alanı olmayan alanlar,
- Ortalama arazi eğimi 5 dereceden küçük alanlar,
- 11 yıllık ortalama toplam güneş radyasyonu potansiyeli değeri sabit ve yatay konumdaki bir yüzey için en az 1.600 MWh/m²-Yıl olan alanlar,
- İlgili kanunlarınca koruma altına alınmış bir alan olmayan alanlar, (Doğal ve Arkeolojik Sit Alanı, Milli Parklar v.b.)
- Hava ve deniz limanı arazisi olmayan alanlar,
- 1-3 derece ana fay hattı üzerinde bulunmayan alanlar.

TABLO 2.2: Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Kalkınma Ajansları Bölgelerine Göre Dağılımı*

| BÖLGE | Bölge Kodu | Toplam Radyasyon Değeri (kWh/m ² -yıl) | Toplam Radyasyon Değeri (kWh/m ² -gün) | Güneşlenme Süresi (Saat/yıl) | Güneşlenme Süresi (Saat/gün) |
|-------------|------------|---|---|------------------------------|------------------------------|
| MEVKA | TR 52 | 1662 | 4,55 | 2957 | 8,10 |
| DAKA | TR B2 | 1640 | 4,49 | 2988 | 8,19 |
| BAKA | TR 61 | 1633 | 4,47 | 2942 | 8,06 |
| FKA | TR B1 | 1617 | 4,43 | 2751 | 7,54 |
| DİKA | TR C3 | 1616 | 4,43 | 2932 | 8,03 |
| ÇKA | TR 62 | 1612 | 4,42 | 2988 | 8,19 |
| KARACADAĞKA | TR C2 | 1609 | 4,41 | 2971 | 8,14 |
| İKA | TR C1 | 1607 | 4,40 | 2976 | 8,15 |
| GEKA | TR 32 | 1607 | 4,40 | 3002 | 8,22 |
| DOĞAKA | TR 63 | 1587 | 4,35 | 2948 | 8,08 |
| AHİKA | TR 71 | 1571 | 4,30 | 2819 | 7,72 |
| KUDAKA | TR A1 | 1569 | 4,30 | 2512 | 6,88 |
| ORAN | TR 72 | 1567 | 4,29 | 2730 | 7,48 |
| ZAFERKA | TR 33 | 1543 | 4,23 | 2727 | 7,47 |
| SERKA | TR A2 | 1539 | 4,22 | 2742 | 7,51 |
| İZKA | TR 31 | 1516 | 4,15 | 2988 | 8,19 |
| ANKARAKA | TR 51 | 1495 | 4,10 | 2617 | 7,17 |
| BEBKA | TR 41 | 1448 | 3,97 | 2476 | 6,78 |
| DOKA | TR 90 | 1444 | 3,96 | 2206 | 6,04 |
| OKA | TR 83 | 1418 | 3,89 | 2433 | 6,67 |
| GMKA | TR 22 | 1414 | 3,87 | 2752 | 7,54 |
| KUZKA | TR 82 | 1410 | 3,86 | 2424 | 6,64 |
| MARKA | TR 42 | 1377 | 3,77 | 2387 | 6,54 |
| BAKKA | TR 81 | 1353 | 3,71 | 2391 | 6,55 |
| TRAKYAKA | TR 21 | 1343 | 3,68 | 2649 | 7,26 |
| İSTKA | TR 10 | 1332 | 3,65 | 2449 | 6,71 |

*Bölge değerlerinin hesaplanmasında, il değerlerinin ortalaması esas alınmıştır.
Kaynak: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA, 2010)

Yukarıdaki faktörler ve çalışmada özetlenen genel ya da bölgesel mevcut veriler göz önüne alınırsa, Türkiye'nin güneş enerjisinden elektrik üretimi ile elektrik enerjisi ihtiyacını uzun yıllar karşılayabilecek büyük ve önemli bir potansiyele sahip olduğu ifade edilebilir. Bununla birlikte, güneş enerjisi kullanımı ısı enerji kullanımı açısından değerlendirildiğinde, Türkiye'nin %17'sini kapsayan bölümünde güneşli su ısıtıcılarının yıl boyunca tam kapasite ile çalıştığı, % 63' ünü kapsayan bölümde yıl boyunca çalışma oranının % 90 olduğu ve ülkenin % 94'ünü kapsayan bölümündeki çalışma oranının % 80 olduğu sonucuna varılmıştır (Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi, 2009). Buradan yola çıkarak da, Türkiye'nin her türlü güneş enerjisi uygulamaların müsait bir ülke olduğu ifade edilebilir.

2.5.TR33 Bölgesinde Güneş Enerjisi Potansiyeli

Elektrik işleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından hazırlanmış olan Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) verilerine, TR33 bölge illerindeki yıllık ortalama güneş enerjisi toplam radyasyon değeri m² başına Afyonkarahisar için 1584 kWh, Uşak için 1566 kWh, Kütahya için 1513 kWh ve Manisa için 1508 kWh olarak hesaplanmıştır. Afyonkarahisar ve Uşak illerindeki toplam radyasyon değerlerinin, Türkiye ortalamasının üzerinde olduğu düşünüldüğünde bölgenin potansiyelinin oldukça iyi olduğu ifade edilebilir. Güneş termik santrali kurulabilir alanlar TR33 Bölgesi'nde Afyonkarahisar ilinde mevcut olup yıllık güneşlenme süresi ve yıllık radyasyon değerleri ile Türkiye ortalamasının üstünde bulunmaktadır. Türkiye ortalamasının altında olan diğer illerdeki toplam radyasyon değerleri Avrupa ile karşılaştırıldığında yüksek bir değere sahiptir. Avrupa'da ki güneş enerjisi kullanımı ve teknolojilerinin ileri seviyede olduğu düşünüldüğünde, bölge potansiyelinin önemli olduğu belirtilebilir.

TABLO 2.3: TR33 Bölgesi Güneş Enerji Potansiyeli*

| BÖLGE | Toplam Radyasyon Değeri (kWh/m ² -yıl) | Toplam Radyasyon Değeri (kWh/m ² -gün) | Güneşlenme Süresi (Saat/yıl) | Güneşlenme Süresi (Saat/gün) |
|----------------|---|---|------------------------------|------------------------------|
| TÜRKİYE | 1521 | 4,17 | 2766 | 7,58 |
| ZAFERKA (TR33) | 1543 | 4,23 | 2727 | 7,47 |
| AFYONKARAHİSAR | 1584 | 4,34 | 2708 | 7,42 |
| UŞAK | 1566 | 4,29 | 2793 | 7,65 |
| KÜTAHYA | 1513 | 4,14 | 2560 | 7,01 |
| MANİSA | 1508 | 4,13 | 2845 | 7,79 |

*Bölge değerinin hesaplanmasında, il değerlerinin ortalaması esas alınmıştır.
Kaynak: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA, 2010)

2.5.1.Afyonkarahisar İli ve İlçeleri Güneş Enerjisi Potansiyeli

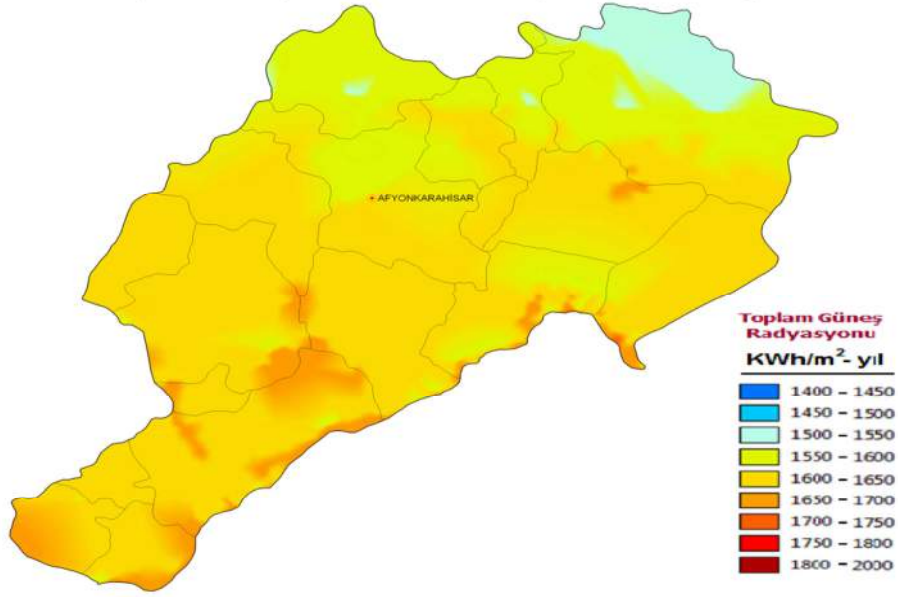
Afyonkarahisar yıllık yaklaşık 1584 kWh/m²'lik güneş radyasyonu değeriyle, hem bölge ortalamasının hem de Türkiye ortalamasının üzerinde olması suretiyle, önemli bir potansiyele sahiptir. Aşağıdaki tabloda Afyonkarahisar ili ve ilçelerinin toplam güneş enerji potansiyelleri ve güneşlenme süreleri özetlenmiştir. Şekil 2.3 ve Şekil 2.4 ise ilin toplam radyasyon potansiyeli ve bölgedeki kullanılmayan alanları göstermektedir. Tablo ve şekillerden de anlaşılacağı üzere Afyonkarahisar ili ve ilçelerinin toplam güneş enerji potansiyeli bölgedeki en fazla değerlere sahiptir. Bölgenin tüm ilçelerinde toplam radyasyon değeri, 1521 kWh/m² olan Türkiye ortalamasının üzerindedir. Güneş termik santrali kurulabilir alanlar Afyonkarahisar ilinde mevcut olup yıllık güneşlenme süresi ve yıllık radyasyon değerleri ile Türkiye ortalamasının üstünde bulunmaktadır. Nitekim Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nca; 8 Ocak 2011 tarih ve 27809 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren 6094 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun"un 4 üncü Maddesi gereği, 31/12/2013 tarihine kadar güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin bağlanabileceği trafo merkezleri ve bağlantı kapasiteleri belirlenmiş (11 Ağustos 2011 tarih 28022 sayılı Resmi Gazete) ve Afyonkarahisar ili de bu listeye dahil edilmiştir.

TABLO 2.4: Afyonkarahisar İli ve İlçeleri Güneş Enerji Potansiyeli*

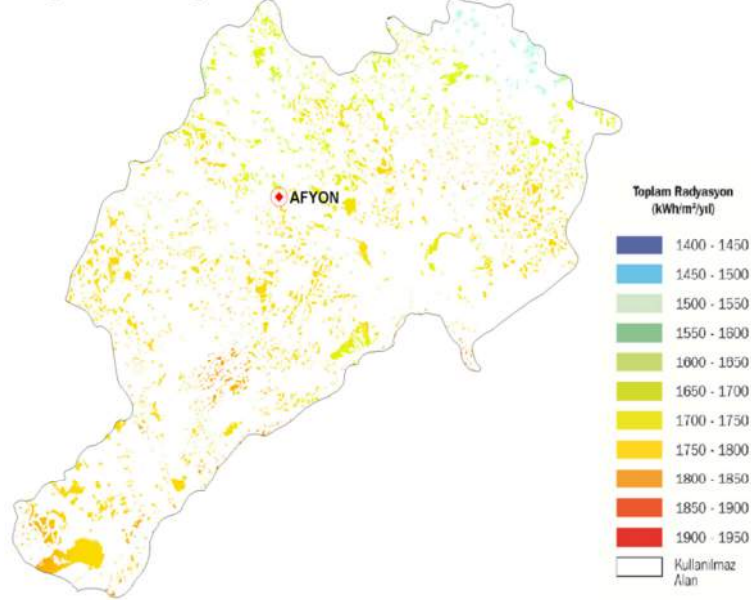
| BÖLGE | Toplam Radyasyon Değeri (kWh/m ² -yıl) | Toplam Radyasyon Değeri (kWh/m ² -gün) | Güneşlenme Süresi (Saat/yıl) | Güneşlenme Süresi (Saat/gün) |
|----------------|---|---|------------------------------|------------------------------|
| TÜRKİYE | 1521 | 4,17 | 2766 | 7,58 |
| ZAFERKA (TR33) | 1543 | 4,23 | 2727 | 7,47 |
| AFYONKARAHİSAR | 1584 | 4,34 | 2708 | 7,42 |
| DAZKIRI | 1599 | 4,38 | 2896 | 7,93 |
| BAŞMAKÇI | 1593 | 4,36 | 2891 | 7,92 |
| DİNAR | 1590 | 4,36 | 2821 | 7,73 |
| EVCİLER | 1588 | 4,35 | 2888 | 7,91 |
| KIZILÖREN | 1587 | 4,35 | 2792 | 7,65 |
| ŞUHUT | 1580 | 4,33 | 2737 | 7,50 |
| SANDIKLI | 1572 | 4,31 | 2733 | 7,49 |
| HOCALAR | 1571 | 4,31 | 2721 | 7,45 |
| SULTANDAĞI | 1566 | 4,29 | 2776 | 7,61 |
| ÇAY | 1564 | 4,28 | 2684 | 7,35 |
| BOLVADIN | 1563 | 4,28 | 2697 | 7,39 |
| SINANPAŞA | 1560 | 4,27 | 2658 | 7,28 |
| ÇOBANLAR | 1557 | 4,26 | 2972 | 8,14 |
| MERKEZ | 1555 | 4,26 | 2654 | 7,27 |
| İSCEHİSAR | 1554 | 4,26 | 2612 | 7,16 |
| BAYAT | 1539 | 4,22 | 2598 | 7,12 |
| İHSANIYE | 1532 | 4,20 | 2552 | 6,99 |
| EMİRDAĞ | 1528 | 4,19 | 2654 | 7,27 |

*Bölge değerinin hesaplanmasında, il değerlerinin ortalaması esas alınmıştır.
Kaynak: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA, 2010)

Şekil 2.3: Afyonkarahisar İli Güneş Enerjisi Potansiyeli



Şekil 2.4: Afyonkarahisar İli Kullanılmaz Alanlar Haritası



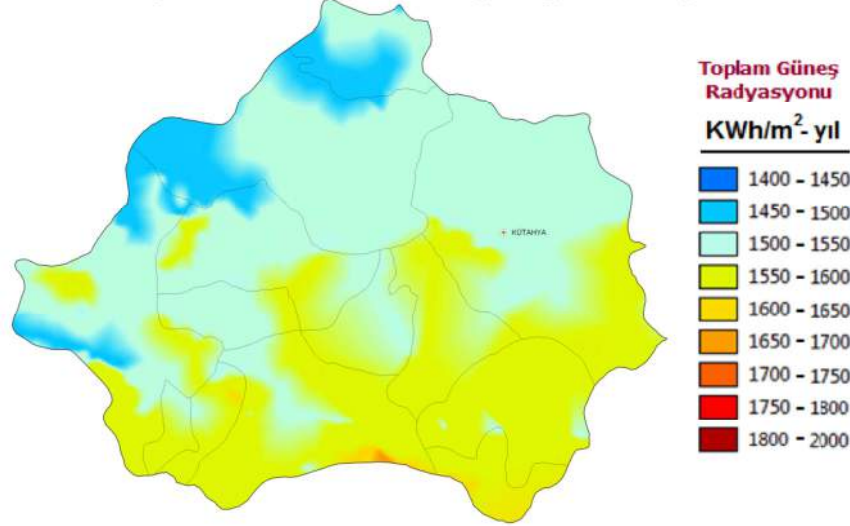
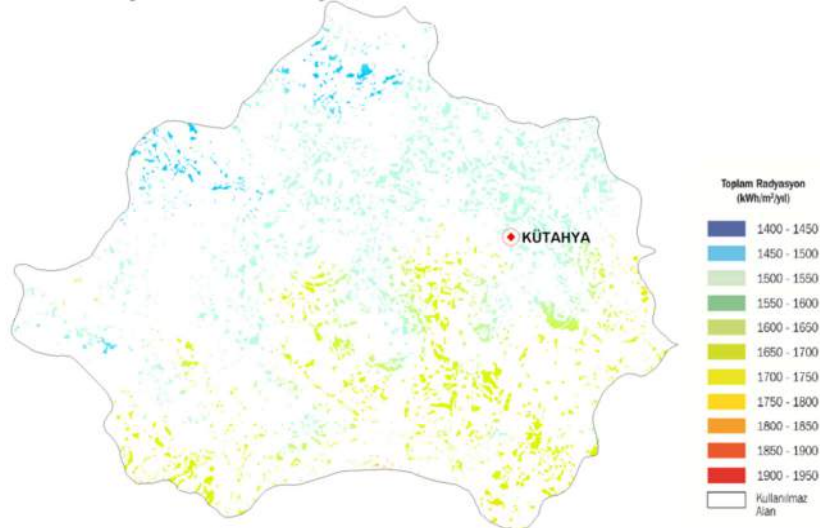
2.5.2. Kütahya İli ve İlçeleri Güneş Enerjisi Potansiyeli

Kütahya ili 1513 kWh/m² olan güneş enerjisi toplam radyasyon değeri ile Türkiye ortalaması ve bölge ortalamasına çok yakın olmakla birlikte bu değer altındadır. TR33 Bölgesi açısından değerlendirildiğinde ise, üçüncü sırada yer almaktadır. Dumlupınar ve Altıntaş ilçeleri hem bölge değerleri hem Türkiye ortalamasının üzerinde seyretmektedir. Tablo 2.5, Kütahya ili ve ilçeleri güneş enerji potansiyelini özetlemektedir. Şekil 2.5, Kütahya ilinin toplam radyasyon değerlerini, Şekil 2.6 ise Kütahya ilinde güneş termik santrali kurulamaz alanları göstermektedir.

TABLO 2.5: Kütahya ili ve İlçeleri Güneş Enerji Potansiyeli*

| BÖLGE | Toplam Radyasyon Değeri (kWh/m ² -yıl) | Toplam Radyasyon Değeri (kWh/m ² -gün) | Güneşlenme Süresi (Saat/yıl) | Güneşlenme Süresi (Saat/gün) |
|-----------------|---|---|------------------------------|------------------------------|
| TÜRKİYE | 1521 | 4,17 | 2766 | 7,58 |
| ZAFERKA (TR 33) | 1543 | 4,23 | 2727 | 7,47 |
| KÜTAHYA | 1513 | 4,14 | 2560 | 7,01 |
| DUMLUPINAR | 1544 | 4,23 | 2634 | 7,22 |
| ALTINTAŞ | 1523 | 4,17 | 2586 | 7,08 |
| PAZARLAR | 1519 | 4,16 | 2721 | 7,45 |
| ŞAPHANE | 1516 | 4,15 | 2678 | 7,34 |
| GEDİZ | 1513 | 4,15 | 2667 | 7,31 |
| ASLANAPA | 1509 | 4,13 | 2583 | 7,08 |
| ÇAVDARHİSAR | 1502 | 4,12 | 2572 | 7,05 |
| MERKEZ | 1494 | 4,09 | 2338 | 6,41 |
| EMET | 1488 | 4,08 | 2611 | 7,15 |
| HİSARCIK | 1487 | 4,08 | 2655 | 7,27 |
| SİMAV | 1486 | 4,07 | 2670 | 7,32 |
| TAVŞANLI | 1375 | 3,77 | 2589 | 7,09 |
| DOMANIÇ | 1363 | 3,73 | 2533 | 6,94 |

*Bölge değerinin hesaplanmasında, il değerlerinin ortalaması esas alınmıştır.
Kaynak: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA, 2010)

Şekil 2.5: Kütahya İli Güneş Enerjisi Potansiyeli**Şekil 2.6: Kütahya İli Kullanılmaz Alanlar Haritası**

2.5.3. Manisa İli ve İlçeleri Güneş Enerjisi Potansiyeli

Manisa ili güneş enerjisi toplam radyasyon değeri 1513 kWh/m²'dir. Söz konusu değer Türkiye ortalaması ve bölge ortalamasına yakın olmakla birlikte bu değer altındadır. TR33 Bölgesi açısından değerlendirildiğinde ise, dördüncü sırada yer almaktadır. Sarıgöl ve Kula ilçeleri hem bölge değerleri hem Türkiye ortalamasının üzerinde seyretmektedir. Tablo 2.6, Manisa ili ve ilçeleri güneş enerji potansiyelini özetlemektedir. Şekil 2.7, Manisa ilinin toplam radyasyon değerlerini, Şekil 2.8 ise Manisa ilinde güneş termik santrali kurulamaz alanları göstermektedir.

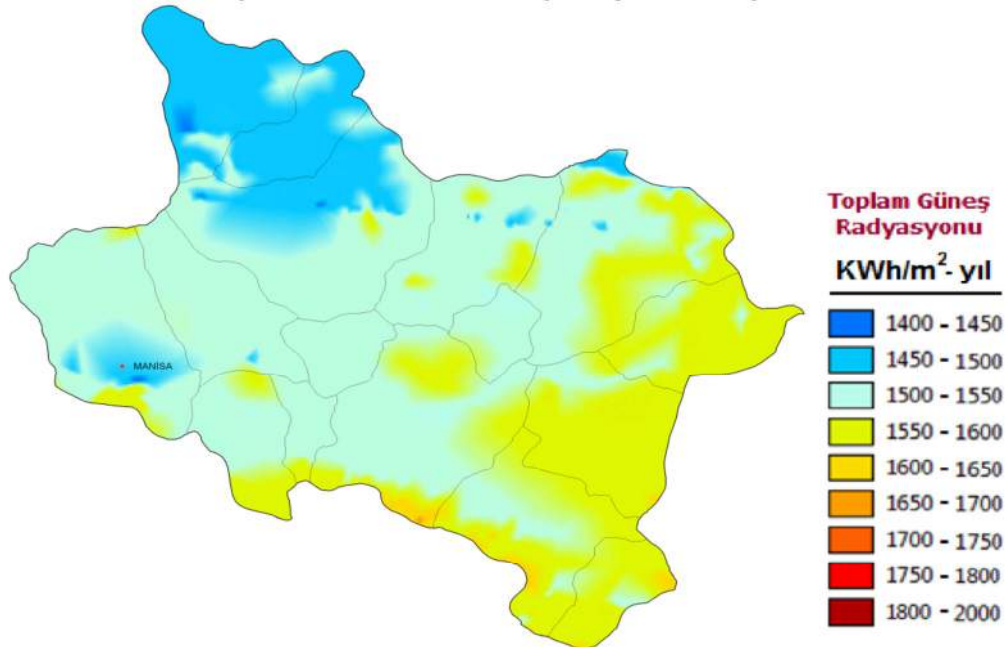
TABLO 2.6: Manisa ili ve İlçeleri Güneş Enerji Potansiyeli*

| BÖLGE | Toplam Radyasyon Değeri (kWh/m ² -yıl) | Toplam Radyasyon Değeri (kWh/m ² -gün) | Güneşlenme Süresi (Saat/yıl) | Güneşlenme Süresi (Saat/gün) |
|-----------------|---|---|------------------------------|------------------------------|
| TÜRKİYE | 1521 | 4,17 | 2766 | 7,58 |
| ZAFERKA (TR 33) | 1543 | 4,23 | 2727 | 7,47 |
| MANİSA | 1508 | 4,13 | 2845 | 7,79 |
| SARIGÖL | 1528 | 4,19 | 2905 | 7,96 |
| KULA | 1522 | 4,17 | 2842 | 7,79 |
| ALAŞEHİR | 1514 | 4,15 | 2888 | 7,91 |
| SELENDİ | 1513 | 4,14 | 2771 | 7,59 |
| KÖPRÜBAŞI | 1501 | 4,11 | 2858 | 7,83 |
| SALİHLİ | 1501 | 4,11 | 2888 | 7,91 |
| DEMİRCİ | 1500 | 4,11 | 2753 | 7,54 |
| TURGUTLU | 1499 | 4,11 | 2946 | 8,07 |
| AHMETLİ | 1499 | 4,11 | 2929 | 8,02 |
| GÖRDES | 1493 | 4,09 | 2794 | 7,65 |
| MERKEZ | 1485 | 4,07 | 2947 | 8,07 |
| GÖLMARMARA | 1485 | 4,07 | 2880 | 7,89 |
| SARUHANLI | 1477 | 4,05 | 2909 | 7,97 |
| AKHİSAR | 1472 | 4,03 | 2827 | 7,75 |
| KIRKAĞAÇ | 1449 | 3,97 | 2786 | 7,63 |
| SOMA | 1444 | 3,96 | 2791 | 7,65 |

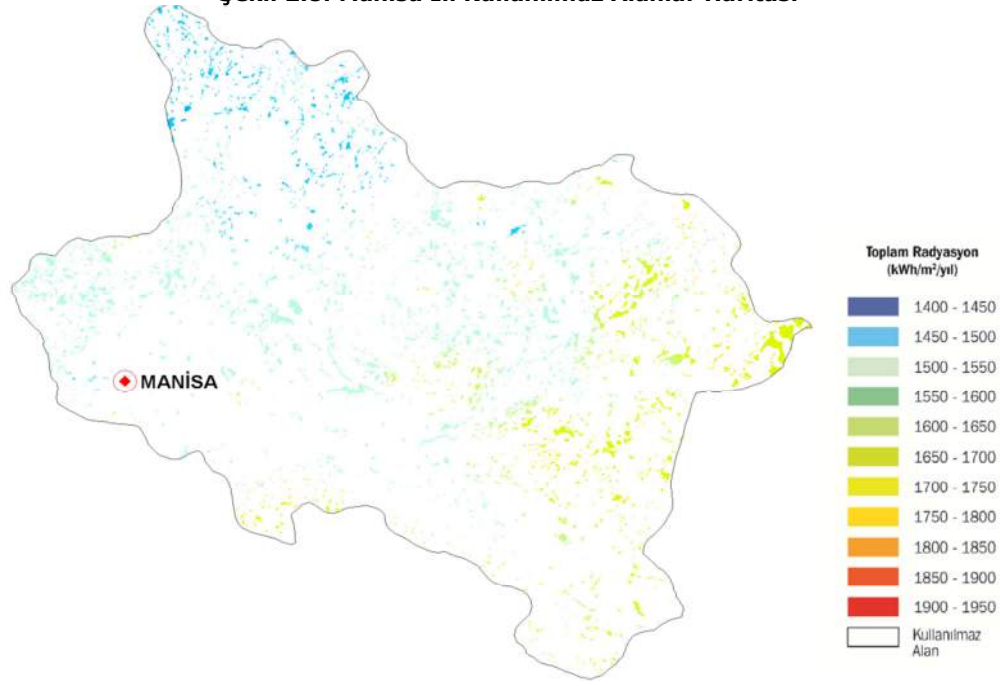
*Bölge değerinin hesaplanmasında, il değerlerinin ortalaması esas alınmıştır.

Kaynak: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA, 2010)

Şekil 2.7: Manisa İli Güneş Enerjisi Potansiyeli



Şekil 2.8: Manisa İli Kullanılmaz Alanlar Haritası



2.5.4. Uşak İli ve İlçeleri Güneş Enerjisi Potansiyeli

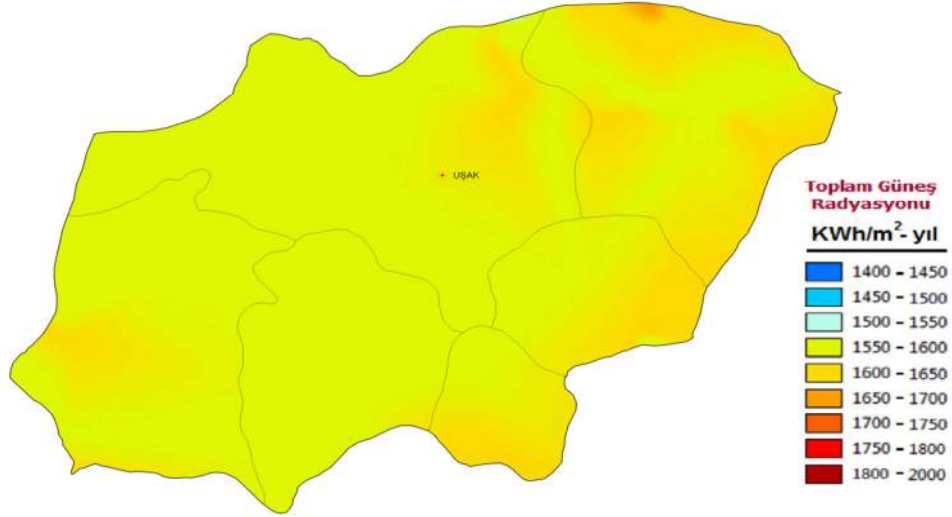
Uşak yıllık yaklaşık 1566 kWh/m²'lik güneş radyasyonu değeriyle, hem bölge ortalamasının hem de Türkiye ortalamasının üzerinde olması suretiyle, önemli bir potansiyele sahiptir. Tablo 2.7'de Uşak ili ve ilçelerinin toplam güneş enerji potansiyelleri ve güneşlenme süreleri özetlenmiştir. Şekil 2.9 ve Şekil 2.10 ise ilin toplam radyasyon potansiyeli ve bölgedeki kullanılmaz alanları göstermektedir. Tablo ve şekillerden de anlaşılacağı üzere Uşak ili ve ilçelerinin toplam güneş enerji potansiyeli bölgede genel olarak ikinci sırada yer almaktadır. Bölgenin tüm ilçelerinde toplam radyasyon değeri, 1521 kWh/m² olan Türkiye ortalamasının üzerindedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde Güneş enerjisi teknolojileri kullanımı açısından, Uşak ilinin güneş enerjisi potansiyeli, söz konusu teknoloji yatırımlarına açık olduğu ifade edilebilir.

TABLO 7: Uşak ili ve İlçeleri Güneş Enerjisi Potansiyeli*

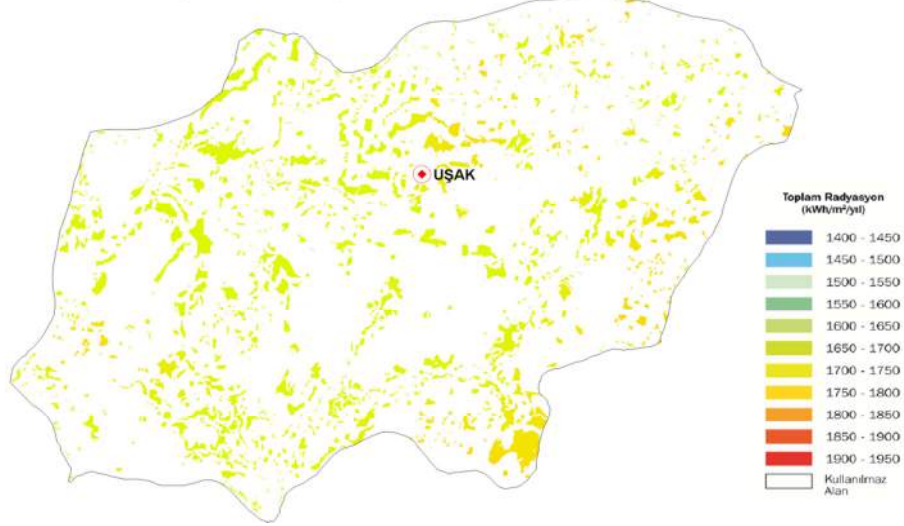
| BÖLGE | Toplam Radyasyon Değeri (kWh/m ² -yıl) | Toplam Radyasyon Değeri (kWh/m ² -gün) | Güneşlenme Süresi (Saat/yıl) | Güneşlenme Süresi (Saat/gün) |
|-----------------|---|---|------------------------------|------------------------------|
| TÜRKİYE | 1521 | 4,17 | 2766 | 7,58 |
| ZAFERKA (TR 33) | 1543 | 4,23 | 2727 | 7,47 |
| UŞAK | 1566 | 4,29 | 2793 | 7,65 |
| KARAHALLI | 1556 | 4,26 | 2833 | 7,76 |
| BANAZ | 1550 | 4,25 | 2691 | 7,37 |
| SİVASLI | 1550 | 4,25 | 2771 | 7,59 |
| ULUBEY | 1547 | 4,24 | 2894 | 7,93 |
| EŞME | 1541 | 4,22 | 2866 | 7,85 |
| MERKEZ | 1534 | 4,20 | 2763 | 7,57 |

*Bölge değerinin hesaplanmasında, il değerlerinin ortalaması esas alınmıştır.
Kaynak: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA, 2010)

Şekil 2.9: Uşak İli Güneş Enerjisi Potansiyeli



Şekil 2.10: Uşak İli Kullanılmaz Alanlar Haritası

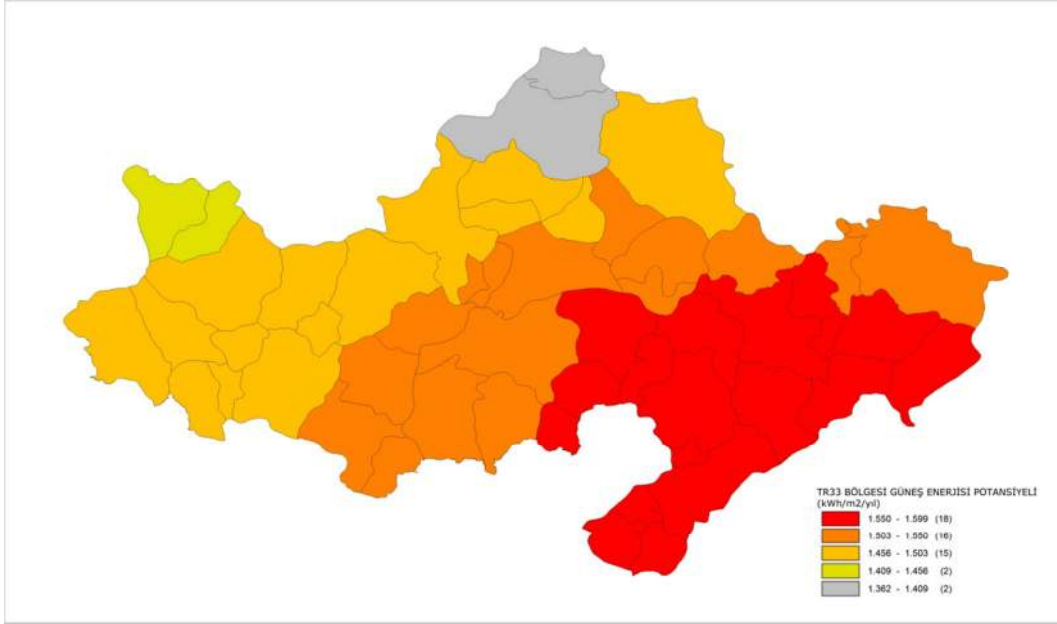


2.6.SONUÇ

Güneş enerjisi teknolojilerinde ve özellikle fotovoltaik güneş pili uygulamalarında, dünyada ve Türkiye’de üretim ve yatırım süreciyle ilgili önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Türkiye’de ve TR33 Bölgesi’nde elektrik üretimi için kullanılabilir güneş enerjisi potansiyeli oldukça iyi bir durumda olmasına karşın, güneş enerjisinden ağırlıklı olarak düz plakalı güneş kolektörleri kullanılmak suretiyle yararlanılmaktadır. Benzer şekilde fotovoltaik sistemlerinde sadece, otoyolların aydınlatılmasında, sinyalizasyon sistemlerinde, Çevre ve Orman Bakanlığı’na ait gözetleme kuleleri ve deniz fenerlerinde kullanıldığı düşünüldüğünde, söz konusu teknolojiden de yararlanılamadığı ifade edilebilir (Çevre Teknolojileri ve Yenilenebilir Enerji Raporu, 2010). Genel olarak bu faktörler ele alındığında Türkiye’de ve TR33 Bölgesi’nde güneş enerjisinin elektrik üretimi içinde kullanılmasının yaygınlaştırılması önemli bir politika haline getirilerek bu konudaki teşviklerin artırılması gerekmektedir.

TR33 Bölgesi, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok bölgeye göre şanslı durumdadır. TR33 bölge illerindeki yıllık ortalama güneş enerjisi toplam radyasyon değeri m² başına Afyonkarahisar için 1584 kWh, Uşak için 1566 kWh, Kütahya için 1513 kWh ve Manisa için 1508 kWh olarak hesaplanmıştır. Afyonkarahisar ve Uşak illerindeki toplam radyasyon değerlerinin, Türkiye ortalamasının üzerinde olduğu düşünüldüğünde bölgenin potansiyelinin oldukça iyi olduğu ifade edilebilir. Güneş termik santrali kurulabilir alanlar TR33 Bölgesi’nde Afyonkarahisar ilinde mevcut olup yıllık güneşlenme süresi ve yıllık radyasyon değerleri ile Türkiye ortalamasının üstünde bulunmaktadır. Türkiye ortalamasının altında olan diğer illerdeki toplam radyasyon değerleri Avrupa ile karşılaştırıldığında yüksek bir değere sahiptir. Avrupa’da ki güneş enerjisi kullanımı ve teknolojilerinin ileri seviyede olduğu düşünüldüğünde, teknoloji verimliliği ve artışı ile bölge potansiyelinin önemli olduğu belirtilebilir.

Şekil 2.11: TR33 Bölgesi Güneş Enerjisi Potansiyeli



Şekil 2.11, TR33 Bölgesi güneş enerjisi potansiyelini göstermektedir. Bölge güneş enerjisi teknolojileri kullanımı açısından değerlendirildiğinde, şekilden de görüldüğü üzere üç önemli alt stratejik bölgeye ayrılmış durumdadır. Birinci alt stratejik bölgede toplam 18 ilçe yer almaktadır. Bu ilçeler sırasıyla; Dazkırı, Başmakçı, Dinar, Evciler, Kızılören, Şuhut, Sandıklı, Hocalar, Sultandağı, Çay, Bolvadin, Sinanpaşa, Çobanlar, Karahallı, Afyonkarahisar Merkez, İncehisar, Banaz ve Sivasslı'dır. Söz konusu ilçelerin, hem bölge hem de Türkiye ortalamasının üzerinde olmaları suretiyle, güneş enerjisi teknolojileri kullanımı açısından önemli bir potansiyele sahip oldukları görülmektedir. İkinci alt stratejik bölgede toplam 16 ilçe yer almaktadır. Bu ilçeler sırasıyla; Ulubey, Dumlupınar, Eşme, Bayat, Uşak Merkez, İhsaniye, Emirdağ, Sarıgöl, Altıntaş, Kula, Pazarlar, Şaphane, Alaşehir, Gediz, Selendi ve Aslanapa'dır. İlgili stratejik bölgedeki ilçelere bakıldığında, ilk 10 ilçenin güneş enerjisi potansiyeli açısından Türkiye ortalamasının üzerinde olduğu, diğer ilçelerin ise ortalamaya yakın seyrettikleri tespit edilmiştir. Üçüncü alt stratejik bölgede, toplam 19 ilçe yer almaktadır. Bu ilçeler sırasıyla; Çavdarhisar, Köprübaşı, Salihli, Demirci, Turgutlu, Ahmetli, Kütahya Merkez, Gördes, Emet, Hisarcık, Simav, Manisa Merkez, Gölçimen, Saruhanlı, Akhisar, Kırkağaç, Soma, Tavşanlı ve Domaniç'tir. Söz konusu ilçeler, bölge ve Türkiye ortalamasının altında olmakla birlikte, dünyadaki güneş enerjisi potansiyeli ile karşılaştırıldıklarında önemli bir değere sahip oldukları görülmektedir. TR33 Bölgesi'ndeki stratejik alt bölgeler genel olarak değerlendirildiğinde ise, toplam radyasyon değerleri ve güneşlenme süreleri açısından önemli bir potansiyele sahip oldukları açıktır.

KAYNAKLAR

- Çevre Teknolojileri ve Yenilenebilir Enerji Raporu, 2010. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Yatırım Destek Tanıtım Ajansı.
- Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi, 2009. *Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi*, Ankara: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi.
- GEPA, 2010. *Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası*, Ankara: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü.
- Güçlüer, D., 2010. *Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların Cbs - Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemi İle Belirlenmesi*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kadırgan, F., 2007. *Güneş Enerjisi Teknolojileri, İtÜ' De Yapılan Çalışmalar Ve Binalarda Uygulamaları*. İzmir, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi.
- Keskin, A. O., 2011. *Tüketildiği Yerde Enerji Üretiminde PV Uygulamalarının Önemi*. İstanbul: 2. Ulusal Enerji Verimliliği Forumu ve Fuarı.
- Toffler, A., 2006. *Gelecek Korkusu Şok*. İstanbul: Koridor Yayıncılık.

YEGM, 2012a. *Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü*. [Çevrimiçi]
Available at: <http://www.yegm.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunes.html> [15 Eylül 2012].

YEGM, 2012b. *Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü*. [Çevrimiçi]
Available at: <http://www.yegm.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunesisil.html> [20 Eylül 2012].

YEGM, 2012c. *Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü*. [Çevrimiçi]
Available at: <http://www.yegm.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunespv.html> [25 Eylül 2012].

6094 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (2011). T. C. Resmi Gazete, 27809, 8 Ocak 2011.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM HİDROELEKTRİK ENERJİ



HİDROELEKTRİK ENERJİ

Giriş

Türkiye’de ve buna paralel olarak TR33 Bölgesinde, gerek artan nüfusun enerji talebi ve gerekse üretim süreçlerinde gereksinim duyulan enerji miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Bu talebin karşılanabilmesi için enerji ithal edilmekte ve ciddi bir dış ticaret açığı verilmektedir.

Fosil yakıtların üretimi konusunda yeterince başarılı olamayan Türkiye için son dönemde yenilenebilir enerji kaynakları ön plana çıkmaktadır. Türkiye’de güneş ve rüzgâr santralleri şu an itibariyle ihtiyaçları karşılayabilecek kadar büyük boyutta üretime imkân vermemektedir. Bu itibarla artan enerji açığının kapatılması için Türkiye’nin önündeki en uygun seçenek su, yani hidroelektrik enerji olarak görülmektedir (MGM HES Raporu, 2011). 2005 yılında çıkan 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun’un 3. maddesine göre; hidrolik kaynaklar, yenilenebilir enerji kaynakları arasında sayılmıştır.

Hidroelektrik enerjinin ilk yatırım maliyetleri yüksek olmasına rağmen, uzun ömürlü olması, işletme maliyetlerinin düşük olması, çevre kirliliği yaratmaması nedeniyle tercih edilmektedir. Türkiye’deki durum hidrolik enerji bakımından biraz daha iyidir. Çünkü AB’de termik ve nükleer enerjinin üretim oranı hidrolik enerjiye göre yüksekken, Türkiye’de bu durum birbirlerine eşit oranda seyretmektedir.(Üstün vd., 2009)

3.1. Hidroelektrik Enerji Nedir?

Hidroelektrik enerji, suyun akış gücünün elektriğe dönüştürülmesi sonucu ortaya çıkar. Hidroelektrik santraller (HES) akan suyun gücünü elektriğe dönüştürürler. Akan su içindeki enerji miktarını suyun akış veya düşüş hızı tayin eder. Büyük bir nehirde akan su büyük miktarda enerji taşımaktadır. Su çok yüksek bir noktadan düşürüldüğünde de yine yüksek miktarda enerji elde edilir. Her iki yolla da kanal ya da borular içine alınan su, türbinlere doğru akar ve elektrik üretimi için pervane gibi kolları olan türbinlerin dönmesini sağlar. Türbinler jeneratörlere bağlıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler.(YEGM, 2012)

Hidroelektrik santraller;

- Yenilenebilir kaynak olan sudan enerji elde etmeleri,
- Sera gazı emisyonu yaratmamaları,
- İnşaata yerli imkânlarla yapılabilmesi,
- Teknik ömrünün uzun olması ve yakıt giderlerinin olmaması,
- İşletme bakım giderlerinin düşük olması,
- İstihdam imkânı yaratmaları,
- Kırsal kesimlerde ekonomik ve sosyal yapıyı canlandırmaları yönünden en önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır.

3.2. Hidroelektrik Enerjinin Tarihi

İnsanoğlu, binlerce yıldır iş yapmak için sudan yararlanmaktadır. Yunanlılar, 2000 yıldan daha fazla bir süre önce, buğdayı un haline getirecek tekerlekleri hareket ettirmek için su kullandılar. Bunun yanı sıra suyun gücü; odun taşımak, tekstil çarklarını hareket ettirmek ve imalat gerçekleştirmek için kullanıldı. Bir yüzyıldan fazla bir süredir, hidroelektrik oluşturmak için düşen suyu kullanan teknoloji vardır. Modern hidrogüç türbininin gelişimi, 1700’lerin ortasında bir Fransız hidrolik ve askeri mühendisi olan Bernard Forest de Bélidor’un Mimari Hidrolik (Architecture Hydraulique) isimli kitabını yazdığına başladı. Bernard Forest de Bélidor, yatay akslı bir makinaya karşılık dikey akslıyı kullanarak tanımladı. 1700’ler ve 1800’ler boyunca su türbini gelişmeye devam etti. 1880’de, su tribünü tarafından hareket ettirilen bir kolektör arkı ışık dinamosu Michigan’da tiyatro ve vitrin aydınlatmasını sağlamak için kullanıldı ve 1881’de, bir kolektör dinamosu Niagara Şelalesi’nde sokak aydınlatması sağlayan bir tribüne bağlandı. Bu iki projede doğru akım teknolojisi kullanıldı. Alternatif akım bugün kullanılmaktadır. Elektrik jeneratörü türbine bağlandığında çığır açan bir buluş haline geldi. Bunun sonucunda, dünyanın ve ABD’nin ilk hidroelektrik tesisi Appleton (Wisconsin)’de 1882’de kurulmuş oldu. (U.S. Energy Department)

Son iki yüzyıl içinde, Sanayi Devriminin de etkisiyle, hızla gelişen ve bugün enerji talebi yüksek düzeyde olan sanayileşmiş ülkeler ve son dönemde gelişmekte olan ülkeler, dünyada enerji tüketimini ve üretimini hızla arttırmaktadırlar. Bu kapsamda hidroelektrik enerji de önemini korumakta ve çeşitli ülkelerde gelişme imkânı bulmaktadır.

3.3. Hidroelektrik Santrallerin Türleri

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü’nün bilgilerine göre; en genel anlamıyla hidroelektrik santraller, geleneksel hidroelektrik santraller ve pompaj depolamalı hidroelektrik santraller olarak sınıflandırılabilir. Bunun dışında depolama yapılarına, düşülerine, kurulu güçlerine, ulusal

elektrik sisteminin yükünü karşılama durumuna, baraj gövdesinin tipine, santral binasının konumuna göre de sınıflandırılabilir. Aşağıda bu sınıflandırmalar yer almaktadır:

Depolama Yapılarına Göre:

- Depolamalı(rezervuarlı) HES'ler
- Nehir Tipi(regülatör) HES'ler

Düşülerine Göre:

- Alçak düşülü HES'ler(H<10m)
- Orta düşülü HES'ler(H= 10-50 m arası)
- Yüksek düşülü HES'ler(H>50 m den büyük düşülü)

Kurulu Güçlerine Göre:

- Çok küçük (mikro) kapasiteli(<100 kW)
- Küçük(Mini) kapasiteli(100-1000 kW)
- Orta kapasiteli(1000-10000 kW)
- Büyük kapasiteli(>10000 kW)

Ulusal Elektrik Sisteminin Yükünü Karşılama Durumuna Göre:

- Baz Yük HES
- Puant(Pik)Yük HES
- Hem Baz hem de Puant(Pik)Yük HES

Baraj Gövdesinin Tipine Göre:

- Ağırlıklı Beton Gövdeli Barajlı HES
- Beton Kemer Gövdeli Barajlı HES
- Kaya Dolgu Gövdeli Barajlı HES
- Toprak Dolgulu Gövdeli HES

Santral Binasının Konumuna Göre:

- Yer Üstü HES
- Yer Altı HES
- Yarı Gömülü veya Batık HES

3.4. Hidroelektrik Enerjinin Olumsuz Etkileri

Hidroenerjinin kullanımının olumlu yanları olumsuz yanlarından daha fazla olmakla beraber, aşağıdaki bazı hususlar olumsuz çevresel ve sosyal etkileri ele almak açısından önemlidir:

Barajlar, suyun akış yönünü değiştirerek, temiz su ekosistemini, hayatı balıkçılığa, sulak alanlara ve tarım için tortu depolarına dayanan milyonlarca insanın yaşamını tehdit etmektedir. Barajlar, balıkların yaşam ortamlarını parçalar ve geleneksel yumurtlama bölgelerine erişimini engeller. Yapılan rezervuarlar, büyük alanları etkileyen seller ve dünya çapında 40 - 80 milyon insanın hidroelektrik planların bir sonucu olarak yer değiştirmek zorunda kalmasına neden olmuştur. (WWF, The Energy Report 2011)

Türkiye'de de bu durumun benzeri durumları görmek mümkündür. Özellikle bol yağış alınan dönem ve bölgelerde zaman zaman baraj kapaklarının açılması gündeme gelmekte ve seller nedeniyle ciddi kayıplar olabilmektedir. Ayrıca Gaziantep'in Nizip ilçesinde Birecik Baraj Gölü kıyısında bulanık Zeugma Antik Kenti'nin baraj sularının tehdidine maruz kalması da bu kapsamda ele alınabilir.

3.5. Dünyada Hidroelektrik Enerji Üretimi ve Tüketimi

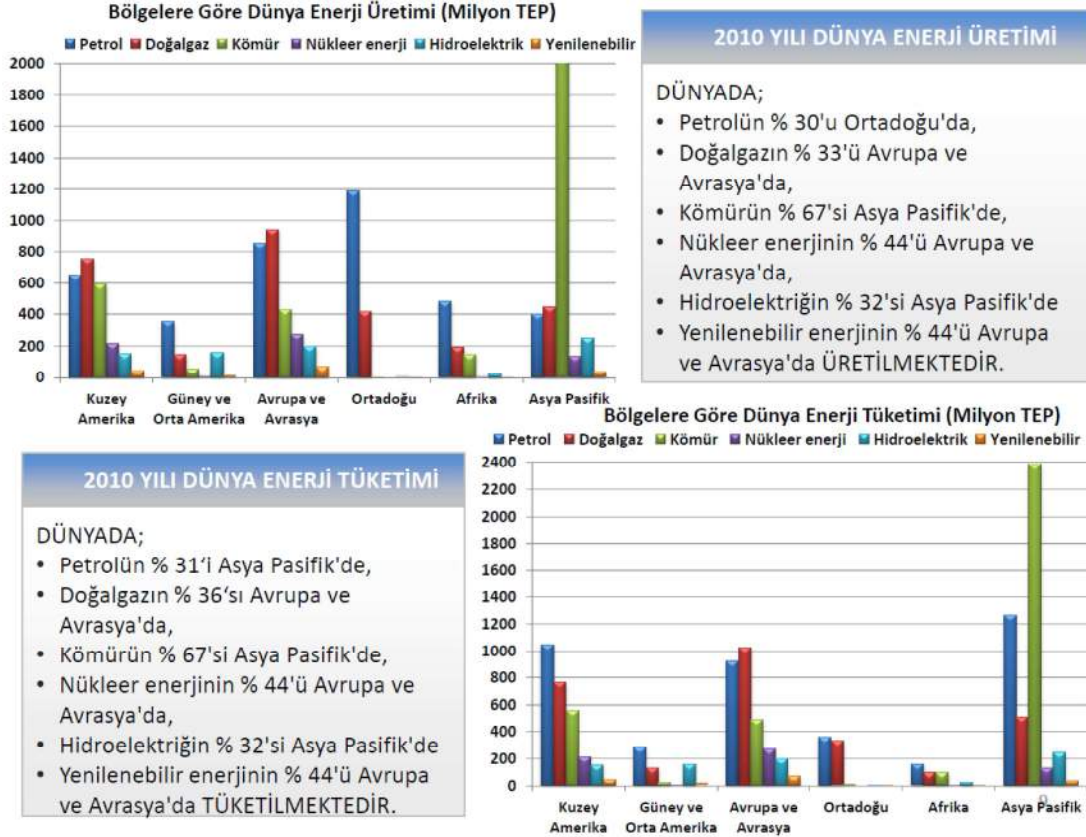
Sanayileşme yarışı, değişen güç dengeleri, üretim merkezlerinin Avrupa'dan Asya'ya doğru kayması, alternatif enerji kaynaklarının üretilmesi gibi bazı önemli konular, enerji üretiminin ve kullanımının hızlı bir şekilde hem içerik hem de büyüklük olarak dönüşümünü netice vermektedir. Buna paralel olarak, dünyada hem hidroelektrik enerji üretimi ve tüketiminde hem de ülkelerin konumlarında değişim yaşanmaktadır.

Worldwatch Enstitüsünün yayınladığı Vital Signs raporuna göre, küresel hidroenerji kullanımı 2009-2010 arasında %5'den daha fazla artmıştır. Hidroenerji kullanımı, 3.427 terrawat-saat olarak küresel elektrik tüketiminin %16,1'ini oluşturarak rekor seviyeye ulaşmıştır. Hidroelektrik enerjisi 150'den fazla ülkede üretilmekte, fakat birkaç bölgede ve ülke yoğunlaşmaktadır. 2010 yılında Asya-Pasifik bölgesi, küresel hidroenerjinin yaklaşık %32'sini oluşturmaktadır. Oysa Afrika, dünyadaki en düşük hidroenerji bölgesidir. Dünya kurulu güç kapasitesinin yaklaşık olarak %52'si Çin, Rusya, Kanada, ABD, Brezilya'dadır. Çin, en büyük hidroenerji üreticisidir ve gelecek yıllar içerisinde küresel su kullanımında liderliğini devam ettirmesi beklenmektedir. Bu ülke, 2010 yılında, 721 terrawat-saat elektrik üretti ve bu onun yurtiçi elektrik kullanımının %17'sine karşılık geliyor. Çin aynı zamanda, 2010 yılı sonu itibarıyla 213 gigawatt ile en büyük kurulu hidroenerji kapasitesine de sahiptir.(Vital Signs Online)

Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2012 Key World Energy Statistics raporuna göre 1973'te dünya hidroenerji üretiminin (dünya toplamı 1294 TWh) %2,3'ü Çin tarafından karşılanırken, 2010 yılında Çin'in dünya üretimindeki (dünya toplamı 3516 TWh) payı %20,5 düzeyine gelmiştir. 37 yıl içerisinde dünya üretimi üç katına çıkarken, Çin'in payı yaklaşık 10 katına çıkmıştır. OECD üyesi ülkelerin hidroelektrik üretimindeki payı %71,9 iken, 2010 yılında payı %40,5'e düşmüştür. (www.iea.org)

Grafik 3.1'e göre; hidroenerjinin %32'si Asya-Pasifik Bölgesinde üretilmekte ve bu enerjinin tamamı yine Asya-Pasifik Bölgesinde tüketilmektedir. Bu durum, dünyada hidroelektrik konusunda en büyük gücün Asya-Pasifik Bölgesi olduğunun da bir kanıtıdır.

Grafik 3.1: Bölgelere Göre Dünyada Enerji Üretimi ve Tüketimi (Milyon TEP*)

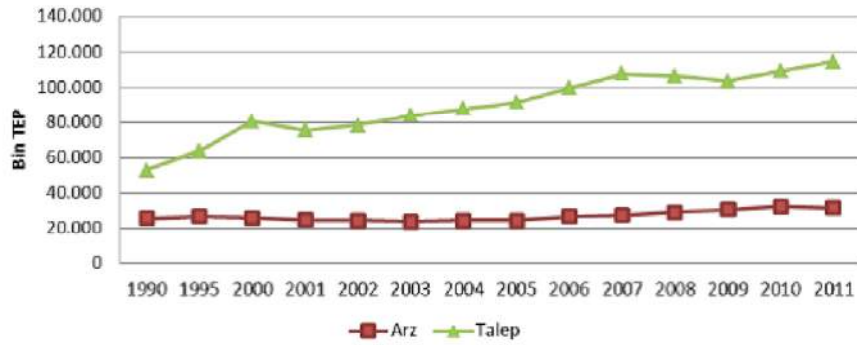


Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Dünyada ve Türkiye'de Enerji Görünümü Raporu, 2012

3.6. Türkiye'de Enerji Talebi ve Hidroelektrik Enerji Üretimi

Türkiye'de enerji talebi her geçen gün artarken, yerli enerji arzının yetersiz kaldığı görülmekte ve bu nedenle dış ticaret açığının önemli bir kısmının enerji ithalinden kaynaklandığı bilinmektedir.

Grafik 3.2: Türkiye'de Enerji Arz ve Talebi



Artan enerji talebinin karşılanabilmesi için Türkiye'nin avantajlı olduğu kaynakların başında hidroelektrik enerji gelmektedir. Potansiyelin yüksek olduğu bu alan, henüz tam olarak değerlendirilebilmiş değildir.

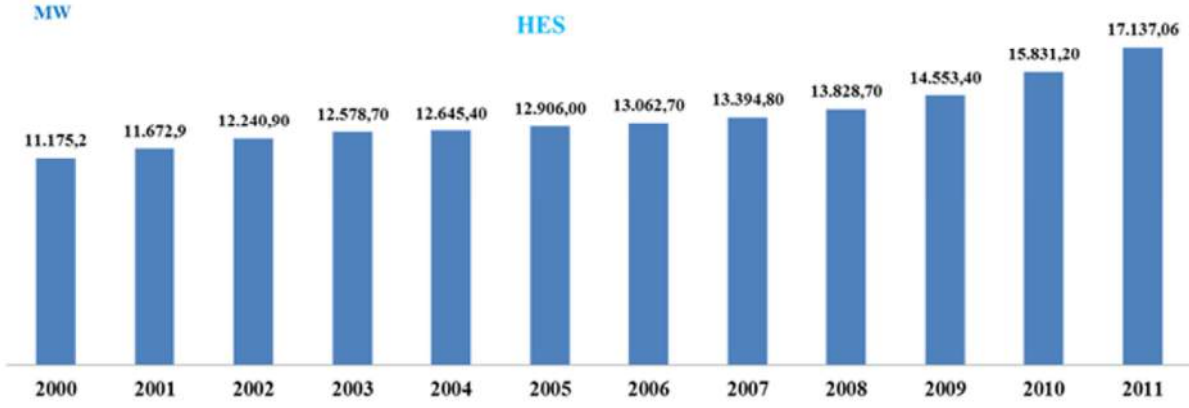
Türkiye'nin brüt teorik hidroelektrik potansiyeli 433 TWh'dir ve bu rakam teorik küresel potansiyelin neredeyse % 1'i ve Avrupa potansiyelinin % 14'ü kadardır. Genel hidrolik enerji potansiyeli ise yıllık 216 TWh'dir. Yetkili kuruluşlar değerlendirilebilir potansiyeli 140 TWh olarak belirlemiştir. Mevcut 172 hidrolik enerji santralının toplam kurulu gücü 14,2 GW'dir; toplam kapasitesi 8,6 GW olan bir bölüm inşa halindedir ve 22,7 GW'lık bölüm ise planlama aşamasındadır. Ülke hidroelektrik kapasitesinin 2012 yılına

* Ton Eşdeğer Petrol (Örneğin; 1000 kWh elektrik = 0,086 TEP'dir. 1 TEP 11,627 MWh elektriktir.)

kadar 35 GW'a çıkarılması planlanmaktadır. Sonuç olarak Türkiye'de, geri kalan yıllık 69 TWh kapasiteli hidroelektrik üretim sahasından yararlanmak için, 300'den fazla hidroelektrik enerji santralının daha inşa edilmesi tasarlanmaktadır. 30 milyar dolar maliyetli bu uzun vadeli plana göre 19 GW'lık ek bir hidroelektrik kapasitesi sağlanacaktır. (ÖNAL ve YARBAY, 2010)

Türkiye'de hidroelektrik santrallerinin üretim düzeyleri son yıllarda artmış ve 2000 yılındaki 11.175 MW'dan 2011 yılında 17.137 MW'a yükselmiştir. Hidroelektrikte potansiyelin tamamının kullanılabilir hale getirilmesi, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2023 yılı hedefleri içinde yer almaktadır.

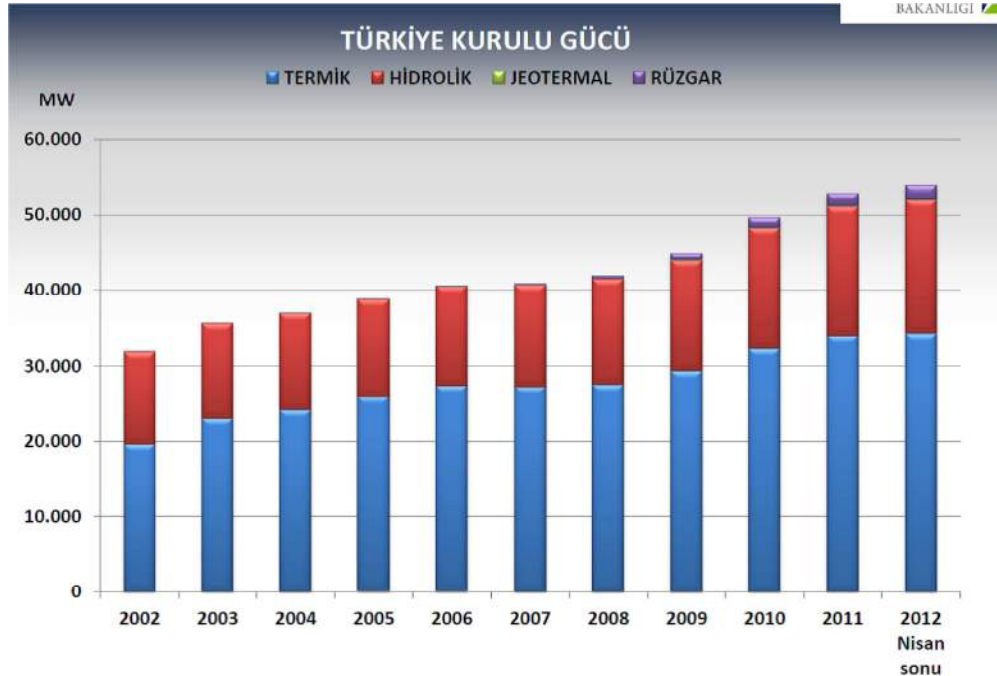
Grafik 3.3: Türkiye'de Hidroelektrik Santrallerin Üretim Kapasitesi



Kaynak: http://www.eie.gov.tr/images/gra_son_ist.png

Grafik 3.4, Türkiye'de kurulu güç içerisindeki payları itibarıyla termik, jeotermal, hidrolik ve rüzgar enerji kaynaklarının dağılımını göstermektedir. Hidrolik kaynaklardan elde edilen elde edilen payın özellikle 2009 ve sonrasında artmakta olduğu görülmektedir.

Grafik 3.4: Türkiye'de Toplam Kurulu Güç İçerisinde Hidroelektriğin Payı

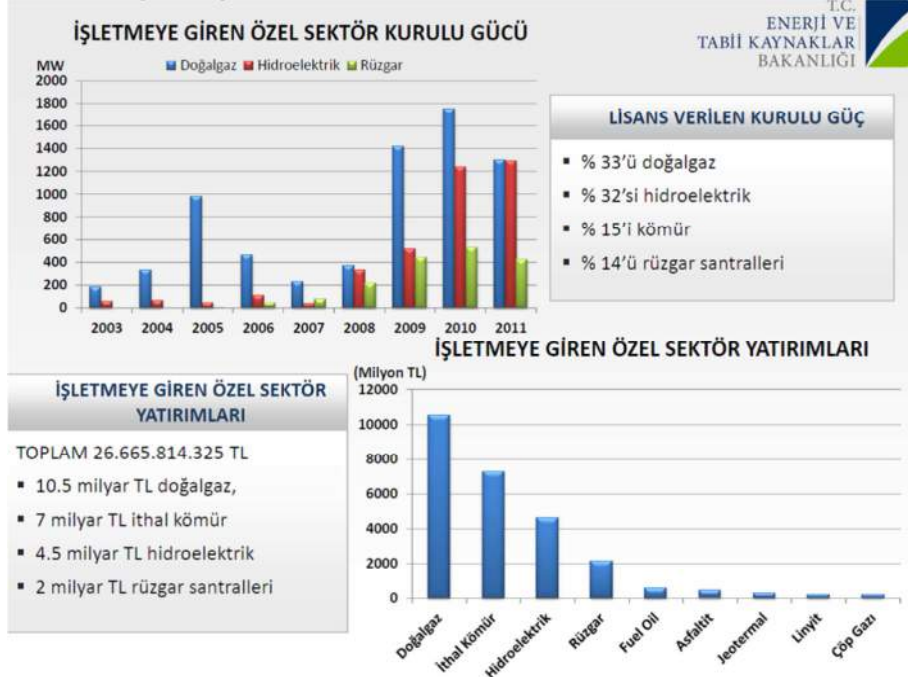


Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Dünyada ve Türkiye'de Enerji Görünümü Raporu, 2012

Ayrıca Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Dünyada ve Türkiye'de Enerji Görünümü Raporuna (2012) göre; 2011 yılı sonu itibarıyla lisans verilen hidrolik enerji üretim hacmi 15.980 MW'dır. Bu rakam, 16.763 MW'lık hacmi ile doğalgazın ardından ikinci büyük lisans hacmi anlamına gelmektedir. Bu alanda özel sektör yatırımlarının da oldukça arttığı görülmektedir. Yine bakanlık verilerine göre; hidroelektrik enerjisi üretiminde işletmeye giren kurulu gücün son yıllarda arttığı ve 2011 yılında lisans verilen kurulu gücün

%33'ünün doğalgaz ve %32'sinin hidroelektrik kaynaklı olduğu görülmektedir. Ayrıca işletmeye giren özel sektör yatırımları içinde hidroelektriğin 4,5 milyar TL ile üçüncü sırada olduğu görülmektedir. (Grafik 3.5)

Grafik 3.5: İşletmeye Giren Özel Sektör Kurulu Gücü ve Özel Sektör Yatırımları



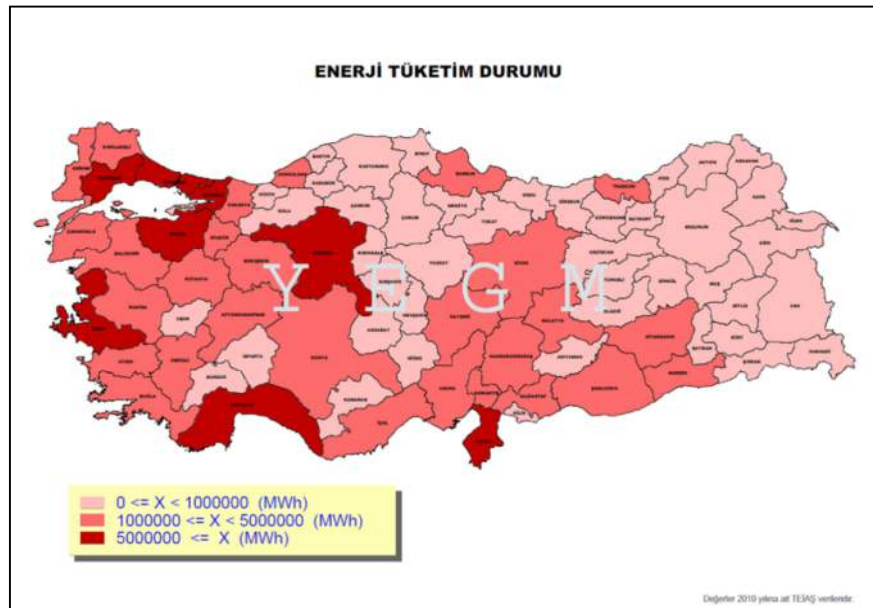
Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Dünyada ve Türkiye'de Enerji Görünümü Raporu, 2012

3.7. TR33 Bölgesinde Hidroelektrik Enerji

TR33 Bölgesi (Afyon, Kütahya, Manisa, Uşak); tarımdan sanayiye, turizmden madencilığe kadar pek çok geniş bir alanda ekonomik gelişim potansiyeline sahiptir. Hızlı bir şekilde gelişen her bölgede olduğu gibi TR33 Bölgesinde de enerji talebi ve bu talebin karşılanması önemlidir.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü verilerine göre 2011 yılında Türkiye'de enerji tüketim durumu Harita 3.1'de verilmiştir. Bu haritaya bakıldığında, Türkiye'nin sanayileşmiş bölgelerinin (özellikle İstanbul, Kocaeli, Ankara, İzmir, Antalya gibi şehirler) enerji talebi 5.000.000 MWh'den fazla olduğu görülmektedir. Batı Anadolu'da enerji tüketimi 1.000.000 MWh'den daha düşük olan beş şehir bulunmaktadır. Bunlar Burdur, Isparta, Uşak, Düzce ve Bolu'dur. Aynı verilere göre TR33 Bölgesinin durumu incelendiğinde; Manisa, Afyon ve Kütahya'nın enerji tüketiminin 1.000.000 MWh ile 5.000.000 MWh arasında olduğu görülmektedir. Ancak bölgenin enerji tüketimi en düşük şehri Uşak'tır.

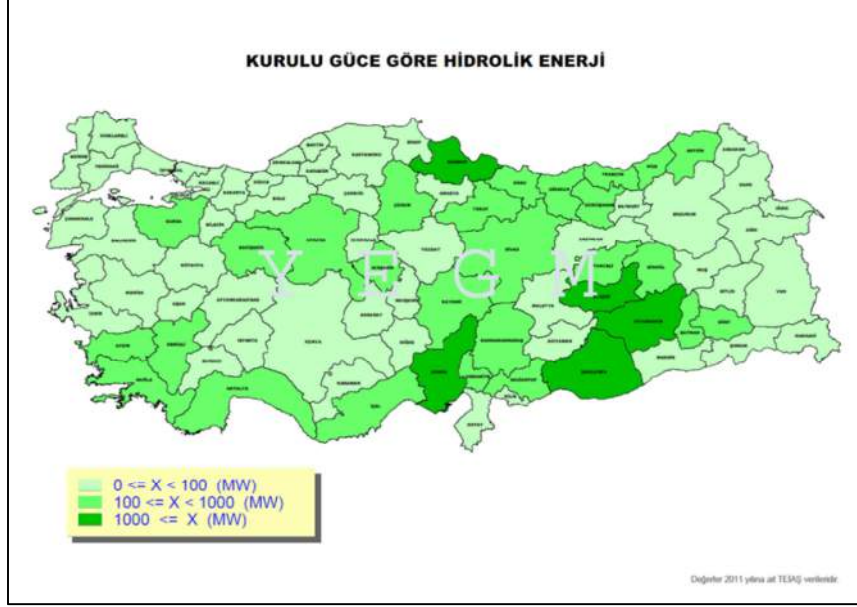
Harita 3.1: Türkiye'de Enerji Tüketim Durumu Haritası



Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün Türkiye'de kurulu güce göre hidrolik enerji haritası incelendiğinde, Şanlıurfa, Diyarbakır, Elazığ, Adana ve Samsun şehirlerinin öne çıktığı görülmektedir. Bu şehirlerin kurulu hidrolik enerji güçleri 1.000 MW'tan daha yüksektir. TR33 Bölgesinin durumu incelendiğinde, bölgenin bütün şehirlerindeki hidrolik kurulu gücün 100MW'dan daha küçük olduğu görülmektedir. Bu durum hidrolik enerji açısından TR33 bölgesinin çok büyük bir enerji potansiyeli barındırmadığını da göstermektedir.

Harita 3.2: Türkiye'de Kurulu Güce Göre Hidrolik Enerji Haritası



Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

Tablo 3.1, TR33 Bölgesinde 2011 yılı için bazı önemli göstergeleri ele almaktadır. Buna göre toplam kurulu güç bakımından en düşük şehir Afyon iken, hidrolik kurulu güç bakımından en zayıf şehir Uşak'tır. Uşak şehrinin kurulu gücü sıfırdır. Afyon ve Kütahya'nın kurulu güçleri 3 MW ve bölgenin hidrolik enerji açısından en büyük kapasitesine sahip olan şehri Manisa'nın kurulu gücü 69 MW'tır.

Tablo 3.1: TR33 Bölgesinde Bazı Göstergeler

| | Nüfus | Elektrik Tüketimi (2010) | Tüketimin Türkiye'deki Payı (2010) | Kurulu Güç Toplamı (2011) | Türkiye'de Kurulu Güç Payı (2011) | Hidrolik Kurulu Güç (2011) |
|---------|-----------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Afyon | 698.626 | 116.419 kWh | %0,06 | 5 MW | %0,00 | 3 MW |
| Kütahya | 564.264 | 1.165.541 kWh | %0,67 | 1033 MW | %1,96 | 3 MW |
| Manisa | 1.340.074 | 2.911.462 kWh | %1,69 | 1686 MW | %3,20 | 69 MW |
| Uşak | 339.731 | 904.860 kWh | %0,52 | 79 MW | %0,15 | 0 MW |

Kaynak: Türkiye Elektrik İletim A.Ş., <http://www.teias.gov.tr/TurkiyeElektrikIstatistikleri.aspx>

TR33 Bölgesindeki hidroelektrik santraller Tablo 3.2'de verilmiştir. Tabloya göre bölgenin en büyük hidroelektrik enerji Demirköprü barajında üretilmektedir. Afyon ve Kütahya'daki hidroelektrik santrallerin kurulu gücü oldukça düşüktür. Bölgenin santrallerine ilişkin detaylı bilgi sonraki başlıklarda verilmiştir.

Tablo 3.2: TR33 Bölgesindeki Hidroelektrik Santraller

| | Hidroelektrik Santral Adı | Kurulu Güç | Kaynak Türü |
|---------|---------------------------|------------|-------------|
| Afyon | METAK (Dinar) | 3,000 MW | Akarsu |
| Kütahya | Kayaköy | 2,560 MW | Akarsu |
| Manisa | Demirköprü | 69,000 MW | Barajlı |

Kaynak: Türkiye Elektrik İletim A.Ş., www.eie.gov.tr/il_enerji_ayr.aspx

Tablo 3.3'te TR33 Bölgesinde son dönemde EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) tarafından izin verilen HES yatırımları ile ilgili bilgi verilmektedir. Tabloya göre hâlihazırda işletmede bulunan tek HES olan Kütahya/Eğer HES yatırımı 1,92 MW kapasiteyle üretim yapar durumdadır. Diğer üç proje ise inşa

halinde olan kapasiteye sahiptir ve dolayısıyla elektrik üretimi yapmamaktadırlar. Ayrıca Uşak ilinde hiçbir HES projesi yer almamaktadır. Manisa ve Kütahya'da inşa halindeki kapasitenin üretime geçmesi ile 16,45MW'lık bir kapasite kazanımı daha olacaktır ki, bu durum TR33 bölgesi için önemli bir kazanım olacaktır.

Tablo 3.3: TR33 Bölgesinde Lisans İzni Verilen Yeni HES Projeleri ve Üretim Durumları

| Şirket Adı | Tesis Yeri | Lisans Tarihi | Kurulu Güç (MW) | İnşa Halindeki Kapasite | İşletmedeki Kapasite |
|--------------------------------|---|---------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| Eğer Elektrik Üretim Ltd. Şti. | Kütahya İli, Eğer HES Projesi | 01.15.2009 | 1,92 | - | 1,92 |
| Ünsa Enerji | Kütahya İli, Kayaboğazi Barajı ve HES | 06.04.2009 | 1,20 | 1,20 | 0 |
| Üner Enerji AŞ | Kütahya İli, Haymeana I-II | 12.15.2009 | 11,05 | 11,05 | 0 |
| Gökova Enerji Ltd. Şti. | Manisa İli, Salihli İlçesi, Karaağaç Köyü | 08.02.2012 | 4,20 | 4,20 | 0 |

Kaynak: EPDK'nın Elektrik Piyasası Üretim Lisansları veri tabanından derlenmiştir.

3.7.1. Demirköprü Barajı ve Hidroelektrik Santrali

Yapılan teknik gezide ilgililerden ve Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen bilgilere göre; Gediz havzasındaki Gediz Nehri üzerinde kurulu olan Demirköprü barajı ve hidroelektrik santrali, 1960 yılında işletmeye açılmıştır. Taşkın önleme, düzenli sulama suyu temini ve enerji üretimi öncelikli amaçlarıdır. Göl hacmi 1 milyar 320 milyon metreküptür. Baraj, toprak ve taş kaya dolgudan yapılmıştır. 112 bin hektar alan baraj suları ile sulanmaktadır. Her biri 23 MWh'lik 3 adet jeneratör (toplam 69 MWh) ile elektrik üretilebilmektedir. Yıllık ortalama enerji 193 GWh'tir. Devlet Su İşleri (DSİ) ile ortak enerji üretim programı var olan tesisin, İzmir'de yük dağıtım merkezi ile bağlantısı vardır. Santralde 30 teknik personel çalışmaktadır. (<http://www.eie.gov.tr/HES/index.aspx>)

Teknik gezide elde edilen diğer bir önemli bilgi de, Demirköprü baraj dolgusunun altından çıkan farklı bir su kaynağı ile ilgilidir. Bu akarsu, Demirköprü Hidroelektrik Santralinin kenarındaki kanyon boyunca akmakta ve daha sonra 30 metreden daha fazla bir düşü ile şelaleye dönüşmektedir. Ancak bu su kaynağı, Adala Belediyesi tarafından kullanılmaktadır. Bu yüzden şelalenin debisi son dönemde düşmüştür. Düşülerine göre HES'ler ele alındığında; Orta Düşülü kapsamında (10-50 m) değerlendirilebilecek bu kaynağın üzerine bir HES kurulması durumunda ciddi bir elektrik enerjisi üretilmesi de mümkün görünmektedir.

3.7.2. METAK (Dinar II) Hidroelektrik Santrali

Afyon ili, Dinar ilçesinde kurulu olan Dinar II hidroelektrik Santrali, Metiş Holding' e bağlı METAK Enerji ve Ticaret A.Ş. tarafından Yap-İşlet-Devret modeliyle yapılmıştır. Projenin Bakanlıkça yer teslimi 17 Kasım 1999'da yapılmış, santral ise 01 Aralık 2000 tarihinde ticari üretime başlamıştır. Tesis 15 yıl süreyle METAK Enerji A.Ş. tarafından işletilecektir. Dinar-Karakuyu-Çapalı çok amaçlı D.S.İ. Projesi içinde yer alan DİNAR II HES'le özellikle Çapalı (Karakuyu) depolaması ve Kumalı, Pınarbaşı derelerinin sularından yararlanılarak yılda 16.260.000 Kwh enerjinin üretilmesi planlanmaktadır. Üretilen bu enerji ulusal şebekeye verilmesi temel amaçtır. DİNAR II HES 1,5 MW gücünde iki üniteden oluşmaktadır; santralin kurulu gücü 3 MW'dır. Proje debisi 2,77 m³/s, net düşü ise 131,50 metredir. Mevcut dolusavak yanına yapılan yükleme havuzunda biriktirilen su 1.220 metre uzunluğundaki cebri boru ve iki adet bransman ile santrale ulaştırılmaktadır. Santralde yatay eksenli Francis türbinlerle tahrik edilen iki adet statik ikazlı jeneratör bulunmaktadır. Santral tümüyle otomatik kontrol sistemiyle donatılmıştır. Elektromekanik teçhizat ve şalt sahası SIEMENS tarafından tesis edilmiştir. (hesiad.org.tr)

3.7.3. KAYAKÖY Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali

Kütahya'nın Susurluk Havzasında nehir üzerine kurulu olan Kayaköy Regülatörü ve Hidroelektrik Santralinin kurulu gücü hakkında istatistiklerde bazı uyumsuzluklar söz konusudur. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü web sitesinde yer alan birinci veri, Tablo 3.2'deki gibi 2,560 MW'dır. Ancak aynı genel müdürlüğün ikinci bir veri tabanında Kayaköy Santralinin kurulu gücü 3,84 MW'dır. Santralin yıllık ortalama enerji üretimi 12 GWh'dir.

3.7.4. Kütahya / Eğer Hidroelektrik Santrali

Eğer Elektrik Üretim Ltd. Şti. tarafından tesis edilen ve Kütahya İli, Tavşanlı İlçesi, Orhaneli (Kocasu) Çayı üzerinde 1,92 MW güç ile yılda 5,59 GWh enerji üretilebilen hidroelektrik santralidir.

Akarsu debilerinin düşüklüğü ve rejim düzensizliği sorununun varlığı, bölgedeki her su kaynağının elektrik üretiminde etkin bir şekilde kullanılmasını engellemektedir. Ancak bütün olumsuzluklara rağmen akarsu kaynaklarının daha etkin kullanımı için stratejik çalışmaların ve yatırımların devam etmesi gerektiği açıktır.

Yatırım yapılabilecek alanlar debisi güçlü akarsu yataklarıdır. Gediz Nehri ve Gediz Havzası önemli bir yatırım alanı olmakla beraber, diğer akarsular da kendi potansiyelleri içinde değerlendirilmelidir.

Yukarıda da belirtildiği gibi, Demirköprü baraj dolgusunun altından çıkan diğer bir su kaynağının da değerlendirilmesi gerekmektedir. 30 metreden daha fazla bir düşü ile şelaleye dönüşen bu kaynağın yatırım için uygun olduğu söylenebilir.

Ayrıca mevcut yatırımlar, aynı akarsu üzerine başka bir yatırımın yapılmasına tamamen engel değildir. Bu konuda iyi bir fizibilite ile kaynakların daha etkin kullanımı ve yeni yatırım alanlarının açılması mümkün görünmektedir.

KAYNAKLAR

- 2012 Key World Energy Statistics, International Energy Agency, Web Sitesi Erişimi Ekim 2012, www.iea.org
- 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, Kabul Tarihi: 10.05.2005
- Afyonkarahisar Valiliği, Web Sitesi Erişimi Kasım 2012, www.afyonkarahisar.gov.tr,
- Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik Enerji, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), HES Raporu - 2011, Web Sitesi Erişimi Ekim 2012, <http://www.mgm.gov.tr/FILES/imgTemp/hes-raporu-2402.pdf>
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Web Sitesi Erişimi Ekim 2012, http://www.eie.gov.tr/images/gra_son_ist.png,
- Elektrik Piyasası Üretim Lisansları Veri Tabanı, EPDK, Web Sitesi Erişimi Kasım 2012, <http://lisans.epdk.org.tr/epvys-web/faces/pages/lisans/elektrikUretim/elektrikUretimOzetSorgula.xhtml>
- History of Hydropower, U.S. Energy Department, Web Sitesi Erişimi Ekim 2012, http://www1.eere.energy.gov/water/hydro_history.html
- Kütahya Valiliği, Web Sitesi Erişimi Kasım 2012, www.kutahya.gov.tr,
- Makine Mühendisleri Odası (MMO), Türkiye'nin Enerji Görünümü, Genişletilmiş İkinci Baskı, Yayın No: 558, Ankara - 2012
- Manisa Valiliği, Web Sitesi Erişimi Kasım 2012, www.manisa.gov.tr,
- METAK Dinar II HES, Web Sitesi Erişimi Kasım 2012, <http://www.hesiad.org.tr/METAKENERJIBILGI.htm>
- ÖNAL Eylem ve YARBAY Rahmiye Zerrin, "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli Ve Geleceği", İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Yıl: 9, Sayı: 18, Güz 2010, s. 77-96
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Dünyada ve Türkiye'de Enerji Görünümü Raporu 2012
- Türkiye Elektrik İletim A.Ş., Web Sitesi Erişimi Kasım 2012, <http://www.teias.gov.tr/TurkiyeElektrikIstatistikleri.aspx>,
- Uşak Valiliği, Web Sitesi Erişimi Kasım 2012, www.usak.gov.tr,
- ÜSTÜN A.K., APAYDIN M., BAŞARAN FİLİK Ü., KURBAN M., "Kyoto Protokolü Kapsamında Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikalarına Genel Bir Bakış", V. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI SEMPOZYUMU (YEKSEM), Diyarbakır, Haziran-2009
- Vital Signs Online, Worldwatch Institute, Web Sitesi Erişimi Ekim 2012, <http://www.worldwatch.org/node/9527>
- World Wildlife Fund (WWF), The Energy Report 2011, Web Sitesi Erişimi Ekim 2012, <http://worldwildlife.org/publications/the-energy-report>
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), Web Sitesi Erişimi Ekim 2012, http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), Web Sitesi Erişimi Kasım 2012, <http://www.eie.gov.tr/HES/index.aspx>
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), Web Sitesi Erişimi Kasım 2012, http://www.eie.gov.tr/il_enerji_ayr.aspx

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM JEOTERMAL ENERJİ



JEOTERMAL ENERJİ

Giriş

Jeotermal enerji yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve çeşitli gazlar içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca herhangi bir akışkan içermemesine rağmen bazı teknik yöntemlerle ısısından yararlanılan, yerin derinlerindeki "Sıcak Kuru Kayalar" da jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir (MÖİK, 1996). Yer altı su beslenmesi doğrudan yağışlarla ilgilidir. Yer altına süzülen sular, 10-12 bin metre derinliğe yerleşen olası bir magma ocağının yaydığı sıcaklıkta ısınıp, çekim fayları boyunca yükselerek yeryüzüne ulaşmaktadır. Faylar, yükselen sıcak ve mineralli sular için hidrotermal oluk görevi yapmaktadır. Isınan sular yine yer derinliklerinde hazne özelliği gösteren kayalar içerisinde birikerek rezervuarı oluştururlar (Yılmaz, et al., 2010).

Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan jeotermal enerji, yer kürenin iç ısıdır. Bu ısı, merkezdeki sıcak bölgeden yeryüzüne doğru yayılmaktadır. Bilindiği gibi, yer kürenin merkezinde doğru inildikçe her 100 metrede sıcaklık 2,5-3 °C artmaktadır (Eren, 2009).

Jeotermal akışkan yer altı sularından oluştuğu için çeşitli çözülmüş mineraller içerir. Tipik mineral yapısı NaCl (ağırlık olarak yaklaşık %70), KCl, CaCl (%6), H₂SiO₃ (%12), az miktarda bor vb.' dan oluşur. Ayrıca içinde yoğunlaşmış karbondioksit, hidrojen sülfür vb. gazlar da bulunur (DEKTMK, 2011).

Jeotermal enerji, doğası gereği dış ortam koşullarından bağımsız bir enerji kaynağıdır. Bu nedenle, kullanılabilirliği oldukça fazladır ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları arasında en kararlı olanıdır. Bunun yanında jeotermal enerji herhangi bir depolama veya nakliye işlemi gerektirmemektedir (Arslan, et al., 2006).

Jeotermal sıcaklık enerji, sıcaklık içeriğine göre düşük sıcaklıklı sahalar (20-70 °C), orta sıcaklıklı sahalar (70-150 °C) ve yüksek sıcaklıklı sahalar (150 °C' den yüksek) olarak üç grupta sınıflandırılabilir. Jeotermal enerji, jeotermal kaynaklardan doğrudan veya dolaylı her türlü faydalanmayı kapsamaktadır. Düşük (20-70°C) sıcaklıklı sahalar başta ısıtmacılık olmak üzere, endüstride, kimyasal madde üretiminde kullanılmaktadır. Orta sıcaklıklı (70-150°C) ve yüksek sıcaklıklı (150°C'den yüksek) sahalar ise elektrik üretiminin yanı sıra reenjeksiyon koşullarına bağlı olarak entegre şekilde ısıtma uygulamalarında da kullanılabilir (Anon., 2012).

Jeotermal sahalardan üretilen akışkan, sıcaklık değerlerine göre oldukça geniş bir yelpazede kullanım olanağı sunmaktadır. Jeotermal enerji, elektrik üretimi ısıtma (şehir, konut, termal tesis, sera vb.), kimyasal madde üretimi, kurutmacılık, ağartma, bitki ve balık kültüründe kullanılmaktadır (EHAK, 2001). Jeotermal enerjinin sıcaklık değerlerine göre kullanıldığı yerler Tablo 4.1' de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Lindal Diyagramı

| Sıcaklık (°C) | Kullanım Alanları | Elektrik Üretimi | Isıtma |
|---------------|--|------------------|--------|
| 180 | Yüksek konsantrasyonlu solüsyonların buharlaştırılması, elektrik üretimi | + | |
| 170 | Diatomitlerin kurutulması, ağır su ve hidrojen sülfat eldesi | + | |
| 160 | Kereste kurutmacılığı, balık kurutmacılığı | + | |
| 150 | Bayer's metodu ile alüminyum eldesi | + | |
| 140 | Konservecilik, çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması | | + |
| 130 | Şeker endüstrisi, tuz endüstrisi | | + |
| 120 | Distilasyonla temiz su elde edilmesi | | + |
| 110 | Çimento kurutmacılığı | | + |
| 100 | Organik maddeleri kurutma, yün yıkama ve kurutma | | + |
| 90 | Balık kurutma (stok balık) | | + |
| 80 | Yer ve sera ısıtmacılığı | | + |
| 70 | Soğutma (Alt Sıcaklık Limiti) | | + |
| 60 | Sera, ahır ve kümes ısıtmacılığı | | + |
| 50 | Mantar yetiştirme, balneolojik hamamlar | | + |
| 40 | Toprak ısıtma | | + |
| 30 | Yüzme havuzları, fermentasyonlar, damıtma | | + |
| 20 | Balık çiftlikleri | | + |

Kaynak: (EHAK, 2001).

4.1.Dünyada Jeotermal Enerji

Teorik hesaplamalara göre, 0-10 km. derinlik arasında dünyada birikmiş ısı enerjisi, yüksek ısı akıllı alanlar için $245 \cdot 10^6$ EJ (exajoules), düşük akıllı alanlar için $181 \cdot 10^6$ EJ'dur. Bu enerjinin % 0,1' inin işletilebileceği düşünülürse jeotermal kaynak $0,4 \cdot 10^6$ EJ'den fazla olacaktır. Bu ise dünyada bugünkü mevcut enerji tüketimine göre 1000 yıllık bir potansiyel demektir. Dünyada doğal akiferlerden toplam 0,5 EJ üretim yapıldığı, üretilebilecek ispatlanmış rezervin ise 50 EJ olduğu tahmin edilmektedir (EHAK, 2001).

Dünyada jeotermal elektrik üretiminde ilk 5 ülke sıralaması, ABD, Filipinler, İtalya, Meksika ve Endonezya şeklindedir. Dünya jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke sıralaması ise Çin, İsveç, ABD, İzlanda ve Türkiye biçimindedir (DEKTMK, 2008).

2010 yılı itibariyle Dünyada 78 ülkenin jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasite toplamı 50.583 MW_t' dir. İlk on ülke ABD 12.611 MW_t ,Çin 8.898 MW_t ,İsveç 4.460 MW_t , Norveç 3.300 MW_t, Almanya 2.485 MW_t, Japonya 2.099 MW_t, Türkiye 2.084 MW_t, İzlanda 1.826 MW_t, Hollanda 1.410 MW_t, İsviçre 1.061 MW_t dir (DEKTMK, 2011).

Dünyada toplam 50.583 MW_t jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasitesinin uygulamalara göre dağılımı: Jeotermal ısı pompaları 35.206 MW_t, yüzme havuzları/kaplıcalar 6.689 MW_t, bölgesel konut ısıtılması 5.391 MW_t, sera ısıtılması 1.544 MW_t, balık çiftlikleri 653 MW_t, endüstriyel kullanım 533 MW_t, soğutma / kar eritme 368 MW_t, tarımsal kurutma 127 MW_t, diğer kullanımlar 72 MW_t dir (DEKTMK, 2011).

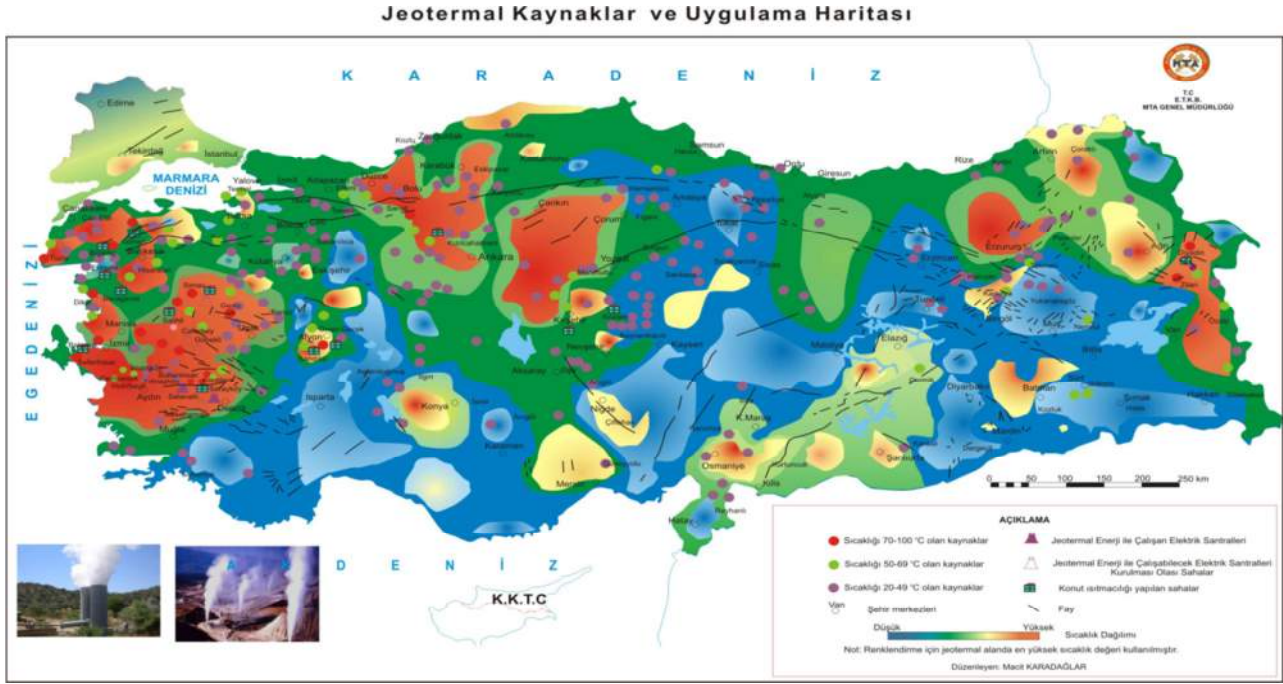
Dünyada 2010 yılı itibariyle jeotermal enerjinin doğrudan kullanım yıllık ısı enerji miktarı toplam 438 071 TJ dır (121 696 GWh). İlk 10 ülke Çin 75 348 TJ, ABD 56 552 TJ, İsveç 45 301 TJ, Türkiye 36 886 TJ, Norveç 25 200 TJ, İzlanda 24 361 TJ, Japonya 15 698 TJ, Fransa 12 929 TJ, Almanya 12 765 TJ, Hollanda 10 699 TJ dır (DEKTMK, 2011).

Dünyada toplam 438.071 TJ jeotermal enerjinin doğrudan kullanım yıllık ısı enerji miktarının uygulamalara göre dağılımı: Jeotermal ısı pompaları 214.782 TJ, yüzme havuzları / kaplıcalar 109.032 TJ, bölgesel konut ısıtılması 62.984 TJ, sera ısıtılması 23.264 TJ, endüstriyel kullanım 11.746 TJ, balık çiftlikleri 11.521 TJ, soğutma/ kar eritme 2.126 TJ, tarımsal kurutma 1.662 TJ, diğer kullanımlar 954 TJ dır (DEKTMK, 2011).

4.2.Türkiye'de Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, Türkiye'nin yoğun tektonik hareketliliği nedeniyle önemli bir, yerli ve yenilenebilir enerji kaynağıdır. Türkiye'de jeotermal potansiyelinin belirlenmesi için gerekli araştırmaların ve incelemelerin büyük bir kısmı Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü tarafından başlatılmıştır. Günümüzde MTA tarafından 198 jeotermal alan tespit edilmiş ve yaklaşık 550 sondaj kuyusu açılmıştır (DEKTMK, 2011). Türkiye dünyanın 7. büyük jeotermal enerji potansiyeline sahiptir. Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli 31.500 MW varsayılmaktadır. İspatlanmış fiili kullanılabilir teknik kapasite 4.078 MW_t olup % 34 (1.306 MW_t)' ü kullanılmaktadır. Elektrik teknik potansiyel ise 600 MWe (4 milyar kW h/yıl, keşfedilen 15 saha) fiili kurulu güç ise 92 MWe' dir. İTÜ Enerji Enstitüsü, yapılacak yeni saha araştırma ve sondaj çalışmalarıyla, bu rakamın 2000 MWe' ye yükseltilebileceğini öngörmektedir. Lisans alan jeotermal elektrik santrallerinin kurulu gücü 244,10 MWe' dir. Ancak bu gücün 101,6 MW'lık kısmında, yatırımların ilerleme oranı hakkında bilgi yoktur. Kalan 142,50 MW'lık kurulu gücün,40 MW'lık kısmının yatırım ilerleme oranı % 10'un altındadır. Ayrıca, toplam 359,95 MW kapasitede 15 proje lisans başvuru sürecinin çeşitli aşamalarındadır. Yaklaşık 150-200 MWe için de arama, saha çalışmaları devam etmektedir (TMMOB, 2012).

Harita 4.1:Türkiye’de Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası



Türkiye’de daha çok Batı Anadolu’da yer alan jeotermal sahalarının % 95’i bölgesel konut ısıtılmasına, seracılığa ve kaplıca turizmüne uygundur. MTA tarafından ispatlanmış jeotermal ısı kapasite toplamı 4.078 MWt düzeyindedir (TMMO, 2012).

Tablo 4.2: Jeotermal Enerji ile Bölgesel Isıtma Yapılan Yerler

| Isıtma Yapılan Bölge | Isıtılan Eşdeğer Konut Sayısı | Jeotermal Akışkan Sıcaklığı (°C) |
|----------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Balıkesir-Gönen | 3400 | 80 |
| Kütahya-Simav | 5000 | 137 |
| Kırşehir | 1900 | 57 |
| Ankara- Kızılcahamam | 2500 | 70 |
| İzmir-Balçova | 15000 | 137 |
| Afyon | 4600 | 95 |
| Nevşehir-Kozaklı | 1300/3500 | 90 |
| İzmir-Narlıdere | 1500 | 125 |
| Afyon-Sandıklı | 6000/12000 | 75 |
| Ağrı-Diyadin | 570/2000 | 70 |
| Manisa Salihli | 5000/24000 | 94 |
| Denizli-Sarayköy | 1900/5000 | 95 |
| Balıkesir-Edremit | 4600/7500 | 60 |
| Balıkesir-Bigadiç | 1950/3000 | 96 |
| Yozgat-Sarıkaya | 600/2000 | 60 |
| Yozgat-Sorgun | 1500 | 80 |
| Yozgat-Yerköy | 500/3000 | 65 |
| İzmir-Bergama | 7850/10000 | 60 |

Kaynak: (TMMO, 2012).

Sıcaklıkları 20-242°C arasında değişen 1500 tane sıcak ve mineralli su kaynağı mevcuttur. Türkiye’de: 85.000 konut eşdeğeri bina, 2.585,000 m² sera 325 SPA tesisi jeotermal enerjiyle ısınmaktadır. Türkiye’de Aralık 2011 itibarıyla mevcut yedi jeotermal elektrik santralinin toplam kurulu gücü 114 MW’ dır (TMMO, 2012).

Tablo 4.3: Devrede Olan Jeotermal Elektrik Üretim Santralleri

| Yer | İşletici Firma | Kurulu Gücü MW _e | İşletmeye Alınış Yılı |
|---------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Denizli-Kızılder-Sarayköy | Zorlu Enerji | 15 | 1984 |
| Aydın-Salavatlı (Dora-1) | Menderes Jeotermal | 7,95 | 2006 |
| Aydın-Salavatlı (Dora-2) | Menderes Jeotermal | 9,5 | 2010 |
| Aydın Germencik | Gürmat | 47,4 | 2009 |
| Denizli-Kızılder | Bereket | 6,85 | 2008 |
| Çanakkale-Tuzla | Enda (TJEAS) | 7,5 | 2010 |
| Aydın-Germencik | Maren Enerji | 20 | 2011 |

Kaynak: (TMMO, 2012)

Ülkemizde 18 yerleşim birimimizde merkezi konut ısıtması (67700 konut eşdeğeri, 608MW_t), 15 sahada seracılık, (1579000 m², 292 MW_t) ve 200'ün üzerinde termal tesiste tedavi ve termal turizm amaçlı yararlanılmaktadır (Anon., 2012).

Tablo 4.4: Türkiye'de Sera Kullanımı Mevcut Durum (Ocak 2011)

| Yer | Sera Alanı (Dekar) | Tahmini Güç (MWt) |
|-------------------------------|--------------------|-------------------|
| Afyon | 50 | 9.80 |
| Aydın-Gümüşköy | 60 | 11.76 |
| İzmir- Balçova | 17 | 3.33 |
| İzmir-Dikili | 880 | 117.60 |
| Denizli-Gölemezli | 110 | 21.56 |
| Kırşehir | 50 | 9.80 |
| Ankara-Kızılcahamam | 0.5 | 0.10 |
| Nevşehir-Kozaklı | 67 | 13.13 |
| Manisa-Salihli | 250 | 49.00 |
| Afyon-Sandıklı | 81.5 | 15.97 |
| Sarayköy (Tosunlar+Kızıldere) | 152.8 | 29.94 |
| Kütahya-Simav-Eynal | 310 | 60.76 |
| Yozgat-Sorgun | 15 | 2.94 |
| Urfa | 170 | 33.32 |
| Denizli-Yenicekent | 53.4 | 10.47 |
| Toplam | 2267.2 | 444.34 |

Kaynak: (Anon., 2012)

4.3.TR33 Bölgesinde Jeotermal Enerji ve Potansiyeli

Afyon, Kütahya, Manisa ve Uşak illerini kapsayan TR 33 bölgesindeki jeotermal sahaların araştırılması 1970'li yıllardan itibaren MTA tarafından başlatılmış olup, bu araştırmalar günümüze kadar devam etmektedir. Bulgular Afyon, Kütahya ve Manisa illerinde jeotermal potansiyelin yüksek olduğunu göstermektedir. TR33 bölgesinde bulunan jeotermal kaynakların potansiyelinin hesaplanmasında, iller içerisindeki her saha için alan, ölçülen sıcaklık, kullanılan sıcaklık, rezervuar kalınlığı parametreleri temel alınmıştır.

4.3.1.Kütahya İli Jeotermal Sahaları ve Potansiyeli

Kütahya ili jeotermal kaynaklar açısından Türkiye'nin en zengin illerinden biridir. Şekil 4.1'de de görüldüğü gibi, Kütahya'da ki mevcut jeotermal alanlar Simav - Eynal - Çitgöl -Naşa, Gediz - Abide, Muratdağı, Yoncalı, Emet, Yeniceköy, Dereli, Göbel, Ilıca (Harlek) Hisarcık ve Şaphane'dir. Kütahya'da ki jeotermal kaynaklarının olası potansiyeli tablo 4.5'te görüldüğü gibi 355 MW_t' dir.

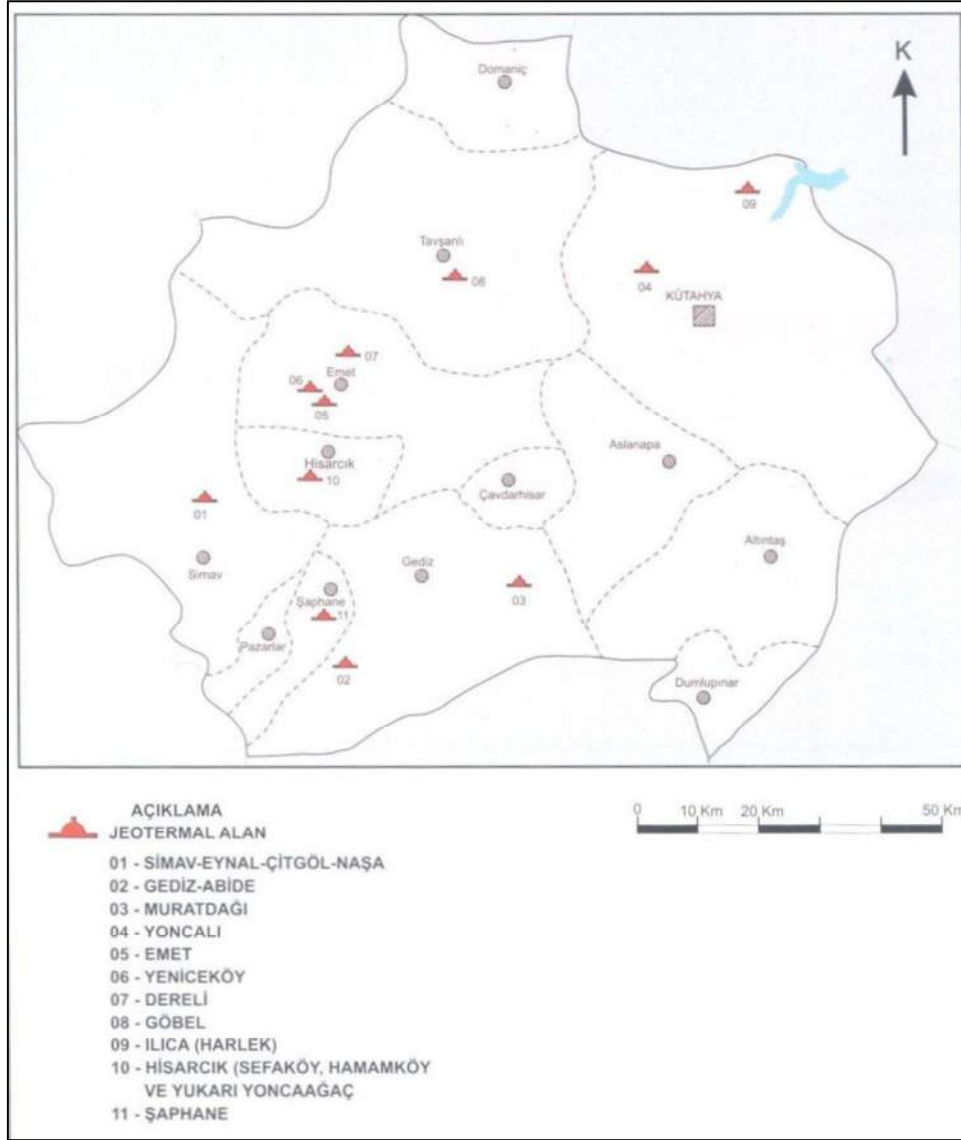
Tablo 4.5: Kütahya İli Jeotermal Kaynakların Olası Jeotermal Potansiyelleri

| İl | Jeotermal Alanın Adı | Yüze Alanı (km ²) | Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (0C) | Kullanım Sıcaklığı (0C) | Rezervuar Kalınlığı (km) | Olası Potansiyel (MW _t) |
|--------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| KÜTAHYA | Simav-Eynal-Çitgöl- Naşa | 10 | 162 | 100 | 0,5 | 264 |
| | Gediz-Abide-Şaphane | 5 | 110 | 80 | 0,4 | 73 |
| | Yoncalı-Geven | 3 | 55 | 43 | 0,3 | 6 |
| | Emet | 3 | 49 | 45 | 0,3 | 7 |
| | Hisarcık | 2 | 51 | 45 | 0,3 | 5 |
| | Muratdağı-Yeniceköy-Dereli-Göbel-Harlek | - | < 35 | Değerlendirmeye Alınmadı | | |
| TOPLAM POTANSİYEL | | | | | | 355 |

Kaynak: (Yılmaz, 2012)

Kütahya ilinde en yüksek jeotermal potansiyel potansiyele sahip alan 264 MW_t ile Simav - Eynal - Çitgöl - Naşa jeotermal sahasıdır. En yüksek ikinci jeotermal potansiyele sahip alan ise 73 MW_t ile Gediz - Abide - Şaphane jeotermal sahasıdır.

Şekil 4.1.Kütahya İli Jeotermal Sahaları



Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.1.1.Simav - Eynal – Çitgöl - Naşa Jeotermal Alanı

Eynal sahasında 55, Çitgöl ve Naşa sahasında toplam 34 kaynak saptanmış olup, birçoğunun kurduğu gözlenmiştir. Bölgede sıcak sular kent ısıtmasında, balneolojide ve sera ısıtmasında yararlanılmaktadır (MTA, 2005). Simav, Eynal, Çitgöl ve Naşa sahaslarındaki jeotermal kaynakların geliştirilmesi durumunda, sahadaki kaynaklardan sera, termal tesis ve konut ısıtılmasında daha çok faydalanılması öngörülmüşken ayrıca endüstriyel kullanımda da gelişmeler olması beklenmektedir.

Tablo 4.6: Simav-Eynal-Çitgöl-Naşa Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|----------------------------|---------------|-------------------|
| Eynal Sıcak Su Kaynakları | 25-96 | 2,1 |
| Çitgöl Sıcak Su Kaynakları | 77-83 | - |
| Naşa Sıcak Su Kaynakları | 43-63,5 | 2 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.1.2.Gediz - Abide Jeotermal Alanı

Yapılan incelemeler sonucu bölgedeki sıcak su kaynakları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Sıcak akışkan kaplıca, termal tesislerin ısıtılmasında kullanılmakta olup, Gediz ilçesinin ısıtılmasına yönelik proje çalışmaları devam etmektedir (MTA, 2005).

Tablo 4.7: Abide Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|--------------------|---------------|-------------------|
| Yeni Kaynak | 74 | 3 |
| Boldanlı (Sarıköz) | 74 | 3,2 |
| Yeni Kaynak | 74 | 3,4 |
| Hamam Boğazı | 76 | - |
| Çamaşırhane | 65 | 0,3 |
| Fatmanım Çamuru | 68 | 1 |
| Buğlarca | 70 | 3 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.1.3.Muratdağı Jeotermal Alanı

Sıcak akışkandan kaplıca amaçlı kullanılmaktadır (MTA, 2005). Muratdağı sahasındaki jeotermal kaynakların geliştirilmesi durumunda, sahadaki kaynaklardan termalizm de faydalanılması öngörülmektedir.

Tablo 4.8: Muratdağı Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|-------------|---------------|-------------------|
| Kaplıca | 39 | 7 |
| Uyuz Hamamı | 37 | 0,5 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.1.4.Yoncalı Jeotermal Alanı

Alandaki ilk jeotermal incelemeler 1989 yılında başlamıştır. Alandaki sıcak akışkandan balneolojide yararlanılmaktadır (MTA, 2005). Yoncalı sahasındaki jeotermal kaynakların geliştirilmesi durumunda, sahadaki kaynaklardan termal tesis ısıtılmasında faydalanılması öngörülmektedir.

Tablo 4.9: Yoncalı Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|-------------------------------------|---------------|-------------------|
| Çelik- Dübecik ve Yoncalı Hamamları | 32-41 | 3 |
| Erkekler Hamamı | 41 | 3 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.1.5.Emet Jeotermal Alanı

Kaynakların yeryüzüne çıktığı noktalar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Sıcak suların kaplıca amaçlı yararlanılmaktadır (MTA, 2005). Emet sahasındaki jeotermal kaynakların geliştirilmesi durumunda, sahadaki kaynaklardan termalizm ve termal tesis ısıtılmasında faydalanılması öngörülmektedir.

Tablo 4.10: Emet Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|-------------|---------------|-------------------|
| Yeşil Hamam | 44 | - |
| Kaynarca | 47 | - |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.1.6.Yeniceköy Jeotermal Alanı

Sıcak suların ilkel bir tesisle halk istifade etmektedir (MTA, 2005).

Tablo 4.11: Yeniceköy Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------|---------------|-------------------|
| Yeniceköy | 41 | ~0,5 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.1.7.Dereli Jeotermal Alanı

Sıcak suların kaplıca amaçlı kullanılmaktadır. Bölgedeki kaynakların debilerinin yüksekliği dikkat çekmektedir (MTA, 2005). Dereli sahasındaki jeotermal kaynakların geliştirilmesi durumunda, sahadaki kaynaklardan termalizm de faydalanılması öngörülmektedir.

Tablo 4.12: Dereli Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|-----------------------------|---------------|-------------------|
| Dereli (Günlüce) Kaynakları | 40,3 | 25 |
| Kadınlar Hamamı | 41,6 | 50 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.1.8.Göbel Jeotermal Alanı

Bölgedeki sıcak sulardan kaplıca amaçlı yararlanılmaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.13: Göbel Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------|---------------|-------------------|
| Göbel | 34,3 | 60 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.1.9.Ilıca (Harlek) Jeotermal Alanı

Harlek jeotermal alanında kadınlar hamamı, erkekler hamamı ve hasulas havuzu olmak üzere 3 tane kaynak bulunmaktadır. Sıcak akışkan balneolojide kullanılmaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.14: Ilıca (Harlek) Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|-----------------|---------------|-------------------|
| Kadınlar Hamamı | 30 | 5 |
| Erkekler Hamamı | 41 | - |
| Hasulas Havuzu | 29 | 4 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.1.10.Hisarçık (Sefaköy – Hamamköy - Yukarı Yoncağağaç) Jeotermal Alanı

Bölgede bulunan toplam 5 kaynağın sıcaklık ve debi değerleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Sıcak akışkan balneolojide kullanılmaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.15: Hisarçık (Sefaköy-Hamamköy-Yukarı Yoncağağaç) Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|---------------------|---------------|-------------------|
| Sefaköy-1 | 51 | Ölçülemedi |
| Sefaköy-2 | 40 | Ölçülemedi |
| Hamamköy | 44 | Ölçülemedi |
| Yukarı Yoncağağaç-1 | 46 | 2 |
| Yukarı Yoncağağaç-2 | 46 | 0,2 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.1.11.Şaphane Jeotermal Alanı

Bölgedeki kaynağın sıcaklığı 25,5 °C olup sıcak sudan hiçbir şekilde yararlanılmamaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.16: Şaphane Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|----------------|---------------|-------------------|
| Topal Ahmetler | 25,5 | - |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.2.Afyon İli Jeotermal Sahaları ve Potansiyeli

Şekil 4.2'de gösterildiği gibi, Afyon ilinde Ömer-Gecek-Kızık-Uyuz, Gazlıgöl, Heybeli-Çay, Sandıklı olmak üzere toplam 4 adet jeotermal alan bulunmaktadır. Jeotermal kaynaklardan elde edilen sular ısıtmacılıkta ve balneolojide kullanılmaktadır (MTA, 2005). Kütahya'da ki jeotermal kaynaklarının olası potansiyeli aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi 139 MW_t dir (Yılmaz, 2012).

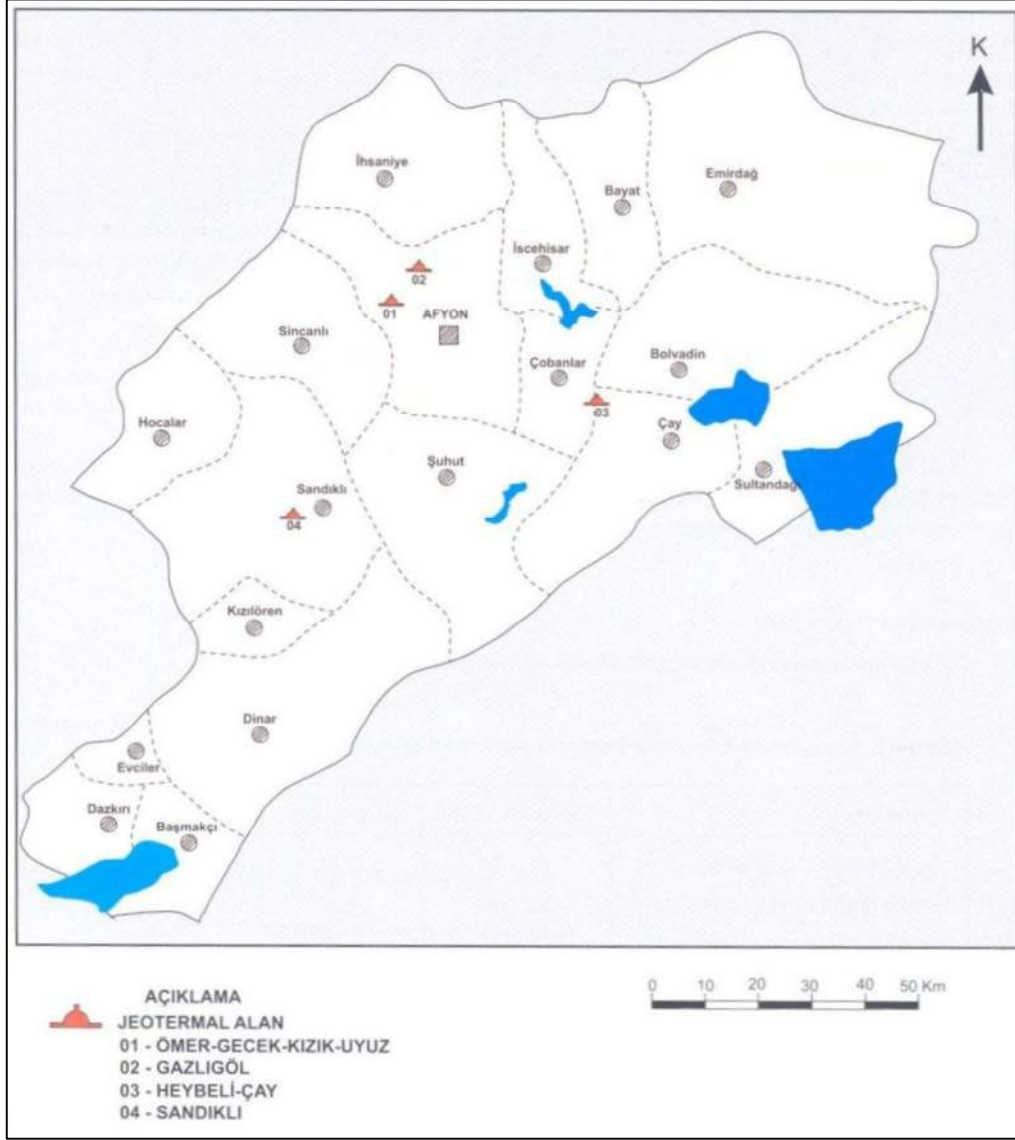
Tablo 4.17: Afyon İli Jeotermal Kaynakların Olası Jeotermal Potansiyelleri

| İl | Jeotermal Alanın Adı | Yüzey Alanı (km ²) | Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C) | Kullanım Sıcaklığı (°C) | Rezervuar Kalınlığı (km) | Olası Potansiyel (MW _t) |
|--------------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| AFYON | Ömer-Gecek Kızık | 4 | 98 | 90 | 0,3 | 54 |
| | Gazlıgöl | 2 | 74 | 60 | 0,3 | 12 |
| | Heybeli-Çay | 4 | 56 | 52 | 0,3 | 16 |
| | Sandıklı | 10 | 76 | 70 | 0,2 | 57 |
| TOPLAM POTANSİYEL | | | | | | 139 |

Kaynak: (Yılmaz, 2012)

Afyon ilinde en yüksek jeotermal potansiyel potansiyele sahip alan 57 MW_t ile Sandıklı jeotermal sahasıdır. En yüksek ikinci jeotermal potansiyele sahip alan ise 54 MW_t ile Ömer – Gecek - Kızık jeotermal sahasıdır.

Şekil 4.2.Afyon İli Jeotermal Sahaları



Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.2.1.Ömer-Gecek-Kızık-Uyuz Jeotermal Alanı

Bölgedeki kaynakların sıcaklık ve debi değerleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Bölgedeki kaynaklar kaplıca amaçlı kullanılmaktadır. Ayrıca bölgede otel, villa ve sera ısıtmacılığı da yapılmaktadır. Kuyulardan elde edilen sudan Afyon kentinin bir bölümü de ısıtılmaktadır (MTA, 2005). Ömer, Gecek, Kızık ve Uyuz sahalarındaki jeotermal kaynakların geliştirilmesi durumunda, sahadaki kaynaklardan endüstriyel kullanımda, daha çok sera, termal tesis ve konutun ısıtılmasında, çiftlik ve hayvancılıkta kullanımı ve soğuk hava deposu işletmesinde faydalanılması öngörülmektedir.

Tablo 4.18: Ömer-Gecek-Kızık-Uyuz Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------------------------|---------------|-------------------|
| Ömer Hamamı Kaynakları | 51-64 | 2,5 |
| Göcek Hamamı Kaynakları | 52-64 | 1,5 |
| Kızık-Uyuz Hamamı Kaynakları | 46-71 | 2,1 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.2.2.Gazlıgöl Jeotermal Alanı

Bölgede toplam 14 adet su kaynağı bulunmasına karşın, bu kaynaklardan çıkan suyun debileri düşüktür. Sulardan kaplıca amaçlı kullanılmaktadır (MTA, 2005). Gazlıgöl sahasındaki jeotermal kaynakların geliştirilmesi durumunda, sahadaki kaynaklardan termal tesis ısıtılmasında, faydalanılması öngörülmektedir.

Tablo 4.19: Gazlıgöl Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------------|---------------|-------------------|
| Kükürtlü Kaynağı | 54 | 1,5 |
| Eski Hamam | 47,8 | 0,5 |
| Yeni Hamam | 28-46 | 0,17-0,5 |
| Açık Hamam | 58 | 0,5 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.2.3. Heybeli-Çay Jeotermal Alanı

Bölgedeki sulardan kaplıca amaçlı yararlanılmaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.20 Heybeli-Çay Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|-------------------------|---------------|-------------------|
| Heybeli Kaynakları | 36,5 | 0,1-0,8 |
| Karaburun Kaynağı | 30 | 0,5 |
| Çobanhamamı Kaynağı | 30 | 0,7 |
| Karaburun T. Kuzey Koyu | 30 | 0,2 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.2.4. Sandıklı Jeotermal Alanı

Bölgede çok sayıda su kaynağı var olup, bunların beşinin toplam debisi ve sıcaklık değeri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Sıcak sular ısıtmacılıkta ve balneolojide kullanılmaktadır (MTA, 2005). Sandıklı sahasındaki jeotermal kaynakların geliştirilmesi durumunda, sahadaki kaynaklardan sera ve konut ısıtmasında, faydalanılması öngörülmektedir.

Tablo 4.21: Sandıklı Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|---------------------|---------------|-------------------|
| Hamamçay Kaynakları | 45-70 | 112 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.3. Uşak İli Jeotermal Sahaları ve Potansiyeli

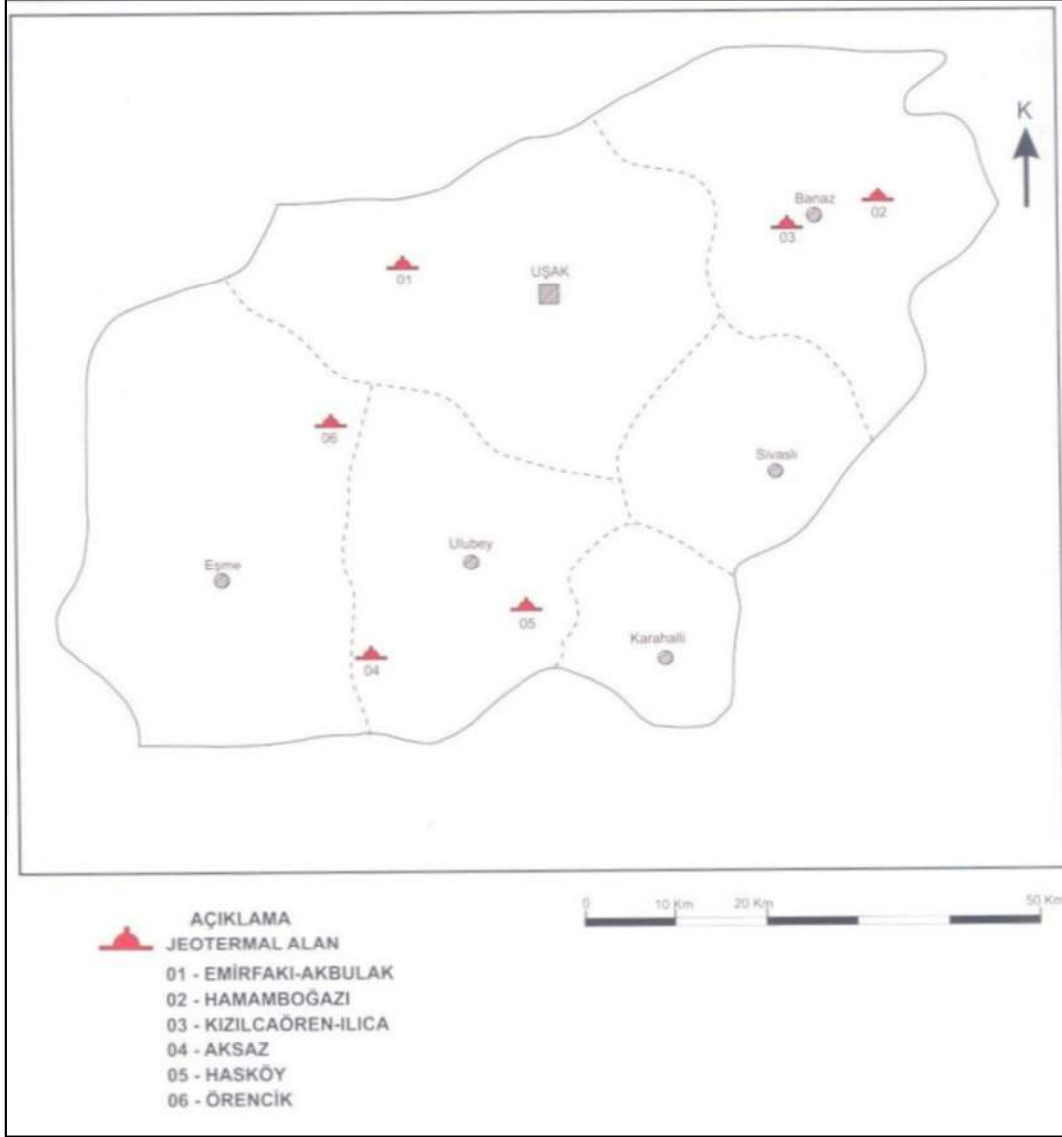
Şekil 4.3'te görüldüğü gibi bölgede Emirfakı - Akbulak, Hamamboğazı, Kızılcaören - Ilıca, Aksaz, Hasköy, Örencik olmak üzere 6 jeotermal alan bulunmaktadır. Bölgede potansiyel barındıran tek alan Banaz-Hamamboğazı olup, bu alanın potansiyeli 9 MW_t' dir.

Tablo 4.22: Uşak İli Jeotermal Kaynakların Olası Jeotermal Potansiyelleri

| İl | Jeotermal Alanın Adı | Yüzey Alanı (km ²) | Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C) | Kullanım Sıcaklığı (°C) | Rezervuar Kalınlığı (km) | Olası Potansiyel (MW _t) |
|--------------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| UŞAK | Banaz | 1,5 | 71 | 60 | 0,3 | 9 |
| | Emirfakı-Ulubey | | < 35 | Değerlendirmeye Alınmadı | | |
| TOPLAM POTANSİYEL | | | | | | 9 |

Kaynak: (Yilmazer, 2012)

Şekil 4.3.Uşak İli Jeotermal Sahaları



Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.3.1.Emirfakı - Akbulak Jeotermal Alanı

Sahadan çıkan sıcak sulardan kaplıca amaçlı yararlanılmaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.23: Emirfakı - Akbulak Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------|---------------|-------------------|
| Emirfakı | 38 | ~3 |
| Akbulak | 31 | - |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.3.2.Banaz-Hamamboğazı Jeotermal Alanı

Bölgedeki kaynaklar kaplıcada kullanılmakta olup, ileride bu kaynaklardan ısıtmacılıkta kullanılması düşünülmektedir (MTA, 2005).

Tablo 4.24: Banaz-Hamamboğazı Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------|---------------|-------------------|
| Kaynak | 37-40 | - |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.3.3. Banaz-Kızılcaören İlıca Jeotermal Alanı

Bölgedeki iki kaynak 25 °C olup bu kaynaklardan faydalanılmamaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.25: Banaz-Kızılcaören İlıca Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|---------------|---------------|-------------------|
| Maden Suyu | 25 | 1 |
| İlıca Kaynağı | 25 | ~3 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.3.4. Ulubey-Aksaz Jeotermal Alanı

Bölgedeki sıcak sular kaplıca amaçlı kullanılmaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.26: Ulubey-Aksaz Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|-----------------|---------------|-------------------|
| Kaplıca Kaynağı | 36 | 28 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.3.5. Ulubey-Hasköy Jeotermal Alanı

Hasköy kaynağının sıcaklık değeri 34 °C olup, sıcak sular kaplıca amaçlı kullanılmaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.27: Ulubey-Hasköy İlıca Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------|---------------|-------------------|
| Hasköy | 34 | 0,5 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.3.6. Örencik Jeotermal Alanı

Mevcut olan sıcak su kaplıca amaçlı kullanılmakta olup, sıcak sudan termalizm amaçlı faydalanılması öngörülmektedir (MTA, 2005).

Tablo 4.28: Örencik Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------|---------------|-------------------|
| Örencik | 30-34 | - |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.4. Manisa İli Jeotermal Sahaları ve Potansiyeli

Manisa ili jeotermal kaynaklar açısından Türkiye'nin ve bölgenin en zengin illerinden biridir. TR33 Bölgesinde 9667 MW_t ile en yüksek jeotermal potansiyele sahip il olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 4.4'te de görüldüğü gibi bölgedeki jeotermal alanlar Turgutlu - Urganlı, Salihli - Kurşunlu, Alaşehir - Horzum Sazdere, Köprübaşı - Saraycık, Kula - Emir - Şehitli, Demirci - Eskihisar, Alaşehir - Sarıkız, Soma - Menteşe, Sarıgöl olarak 9 alandır.

Tablo 4.29: Manisa İli Jeotermal Kaynakların Olası Jeotermal Potansiyelleri

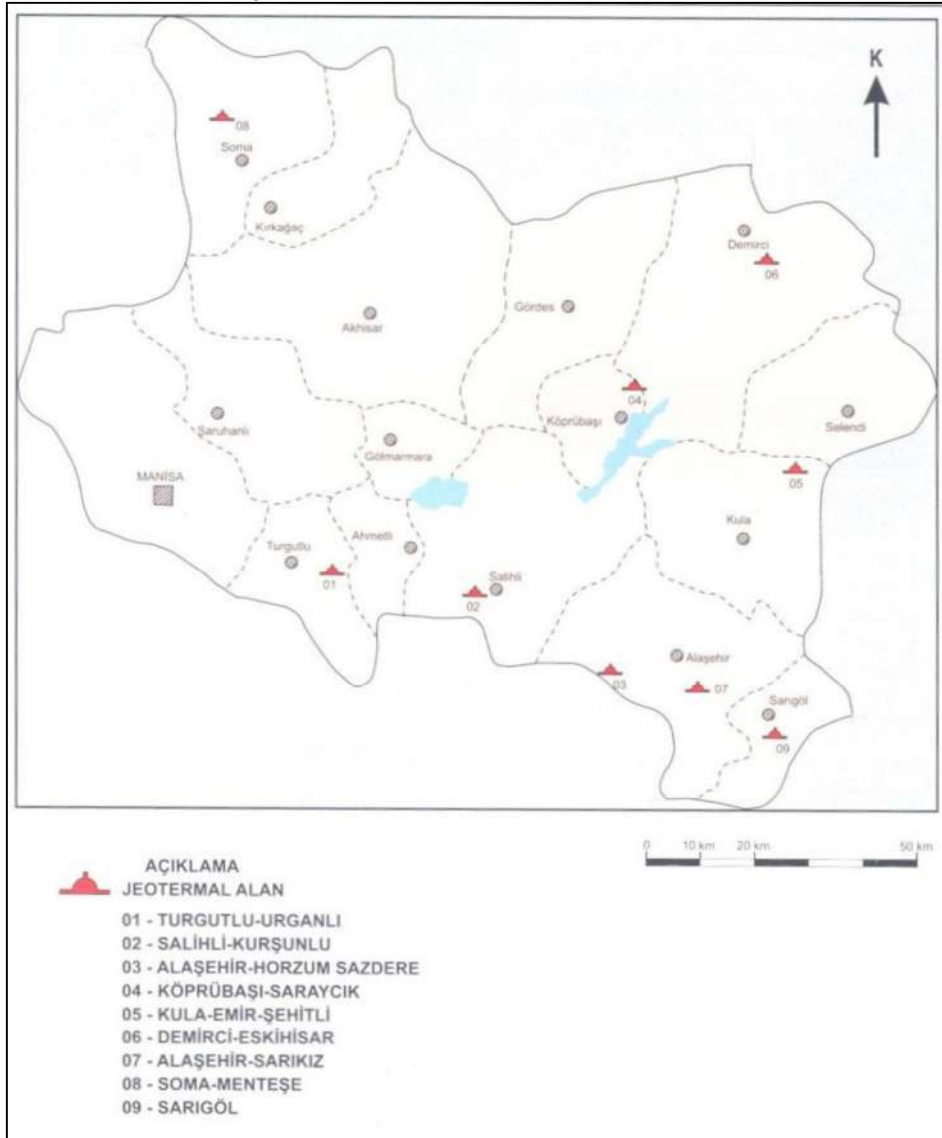
| İl | Jeotermal Alanın Adı | Yüzey Alanı (km ²) | Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C) | Kullanım Sıcaklığı (°C) | Rezervuar Kalınlığı (km) | Olası Potansiyel (MW _t) |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| MANİSA | Sarıgöl-Alaşehir Arası | 150 | 60 | 50 | 0,5 | 915 |
| | Alaşehir-Kavaklıdere Arası | 90 | 213 | 100 | 0,5 | 2380 |
| | Kavaklıdere-Salihli Arası | 120 | 182 | 90 | 0,5 | 2685 |
| | Salihli-Ahmetli Arası | 160 | 155 | 90 | 0,5 | 3580 |
| | Ahmetli-Urganlı | 50 | 85 | 70 | 0,5 | 712 |
| | Kula Çevresi | 6 | 65 | 60 | 0,5 | 60 |
| | Borlu-Saraycık | 6 | 74 | 50 | 0,5 | 35 |
| | Menteşe | 2 | 57 | 50 | 0,5 | 12 |
| TOPLAM POTANSİYEL | | | | | | 9667 |

Kaynak: (Yılmaz, 2012)

Manisa ilinde en yüksek jeotermal potansiyele sahip alan 3580 MW_t ile Salihli - Ahmetli arasındaki jeotermal sahadır. En yüksek ikinci jeotermal potansiyele sahip alan ise 2685 MW_t ile Kavaklıdere - Salihli arasındaki jeotermal sahadır. Alaşehir Kavaklıdere arasındaki jeotermal saha 2380 MW_t potansiyele sahip

olup, sırasıyla Sarıgöl – Alaşehir arası ve Ahmetli – Urganlı jeotermal sahaları 915 MW_t ve 712 MW_t jeotermal potansiyele sahiptir.

Şekil 4.4. Manisa İli Jeotermal Sahaları



Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.4.1. Turgutlu-Urganlı Jeotermal Alanı

Urganlı jeotermal alanında mevcut kaynaklar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Jeotermal kaynaktan kaplıca amaçlı ve sera ısıtmasında yararlanılmaktadır (MTA, 2005). Turgutlu - Urganlı sahalarındaki jeotermal kaynakların geliştirilmesi durumunda, sahadaki kaynaklardan daha çok seranın ısıtılmasında ve termal tesis ısıtılmasında faydalanılması öngörülmektedir.

Tablo 4.30: Turgutlu - Urganlı Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|----------------|---------------|-------------------|
| Akhamam | 80 | 1,5 |
| Çamurlu Kaynak | 80 | 2 |
| Garkın Hamamı | 73 | 5 |
| Uyuz Hamamı | 53 | 5 |
| Esas Kaynak | 64,5 | 5 |
| Kırk Damlalar | 77 | 1 |
| Kovalık Kaynak | 51 | 3 |
| Kumkaldıran | 73 | 3 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.4.2.Salihli - Kurşunlu Jeotermal Alanı

Bölgede çok sayıda kaynak mevcut olup, önemli olanları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Sıcak sulardan kaplıca amaçlı yararlanılmaktadır (MTA, 2005). Salihli – Kurşunlu sahalarındaki jeotermal kaynakların geliştirilmesi durumunda, sahadaki kaynaklardan termal tesis ısıtılmasında, kurutmacılık ve soğutmada faydalanılması öngörülmektedir.

Tablo 4.31: Salihli-Kurşunlu Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------------------|---------------|-------------------|
| Dere İçi | 55 | - |
| Gazino Önü Dere Sağı | 63,5 | 0,60 |
| Gazino Önü Havuza Akan | 85-89 | 0,57 |
| Kurşunlu | 62 | 0,3 |
| İçme | 40 | 0,73 |
| Kükürtlü | 43 | 0,2 |
| Çelikli | 34,5 | 0,04 |
| Sart (Çamur) | 50 | 3 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.4.3.Alaşehir - Horzumsazdere Jeotermal Alanı

Sıcak akışkandan faydalanılmamaktadır. Kaynaklar boşa akmaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.32: Alaşehir-Horzumsazdere Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|--|---------------|-------------------|
| Horzumsazdere – Göbekli Girme Kaynakları | 30-73 | 3 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.4.4.Köprübaşı-Saraycık Jeotermal Alanı

Alandaki sıcak akışkandan kaplıca amaçlı yararlanılmakta olup, alandaki kaynaklar tabloda belirtilmiştir (MTA, 2005). Köprübaşı – Saraycık sahalarındaki jeotermal kaynakların geliştirilmesi durumunda, sahadaki kaynaklardan termalizm de ve termal tesis ısıtılmasında faydalanılması öngörülmektedir.

Tablo 4.33: Köprübaşı-Saraycık Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------------------------|---------------|-------------------|
| Saraycık Ilıcası | 55 | - |
| Eski Hamam Üstü | 40 | - |
| Dere İçi | 55 | - |
| Yol Üzeri Kaptaj | 49 | - |
| Oniks Ocağı | 51 | - |
| Demirci Ilıcası (Maden Suyu) | 30-37 | - |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.4.5.Kula-Emir-Şehitli Jeotermal Alanı

Alandaki kaynaklardan çıkan suyun sıcaklık değerleri 30-60 °C, debileri 0,5-5 l/s değerleri arasındadır. Sıcak akışkandan kaplıca amaçlı yararlanılmaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.34: Kula-Emir-Şehitli Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|--------------|---------------|-------------------|
| Köprü Tepe-1 | 38 | 1,5 |
| Köprü Tepe-2 | 30 | 0,25 |
| Fokurdak | 42 | 2 |
| Emirhamamı-1 | 45 | 0,5 |
| Emirhamamı-2 | 58 | 5 |
| Geren Çay | 50 | 1 |
| Emirhamamı | 60 | 1 |
| Gediz Kenarı | 36 | 1 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.4.6.Demirci-Eskihisar Jeotermal Alanı

Alandan çıkan sıcak suyun sıcaklık değeri 29 °C olup debisi 0,5 l/s' dir. Yöre halkı kaplıcadan çamaşırhane olarak faydalanmaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.35: Demirci-Eskihisar Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------|---------------|-------------------|
| Eski Hamam | 29 | 0,5 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.4.7. Alaşehir-Sarıköz Jeotermal Alanı

Belgedeki kaynağa ait veriler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Sıcak akışkandan kaplıca amaçlı yararlanılmaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.36: Alaşehir-Sarıköz Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------|---------------|-------------------|
| Sarıköz | 27 | 2 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.4.8. Soma-Menteşe Jeotermal Alanı

Bölgedeki sıcak akışkandan kaplıca amaçlı yararlanılmaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.37: Soma-Menteşe Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|------------|---------------|-------------------|
| Menteşe | 57 | 2 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.3.4.9. Sarıgöl Jeotermal Alanı

Kaynak suyu debisi 0,01 l/s değerinde olup, sıcak sudan yararlanılmamaktadır (MTA, 2005).

Tablo 4.38: Sarıgöl Jeotermal Alanındaki Kaynaklar

| Kaynak Adı | Sıcaklık (°C) | Toplam Debi (l/s) |
|--------------|---------------|-------------------|
| Veli Çeşmesi | 26 | 0,01 |

Kaynak: (MTA, 2005)

4.4. TR33 Bölgesinde Jeotermal Santral Uygulamaları

Hazne sıcaklığı 150 °C'den fazla olan sahalarda konvansiyonel elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Elektrik üretimi için jeotermal suyun sıcaklığı ve debisi çok önemlidir. Elektrik üretimi için değişik buhar çevrimi uygulamaları bulunmaktadır. Jeotermal sahalarda kullanılan sıcak su separatörlerde ayrılıp, türbine gönderilen buhar genişerek elektrik enerjisi üretimini sağlar. Son yıllarda geliştirilen ve ikili (binary) çevrim olarak adlandırılan bir sistemle, buharlaşma noktaları düşük gazlar kullanılarak T>80 °C'ye kadar sıcaklıktaki akışkandan elektrik üretilebilmektedir (Kaymakçioğlu & Çirkin, tarih yok).

TR33 bölgesinde işletmede olan jeotermal elektrik santrali bulunmamaktadır. TR 33 bölgesinde, Manisa ve Kütahya illeri sınırları içerisinde bulunan, üretim lisansına sahip ve inşa halinde olan veya yatırım çalışmaları devam eden beş jeotermal elektrik santrali tesisi bulunmaktadır. Proje kapsamında yapılan saha araştırmaları neticesinde Manisa ilinin Alaşehir ilçesi, Caferbeyli Mevkii'nde bulunan inşa halindeki jeotermal elektrik santralinin su debisi (4,5 l/s) düşük olduğundan dolayı yapılan yatırımlara ara verilmiştir. Bölgedeki kaynağın sıcaklığı 110 °C ve kaynağın akar durumdaki sıcaklığı 86 °C'dir.

Tablo 4.39: TR 33 Bölgesindeki İnşa Halindeki Jeotermal Elektrik Santralleri ve Kapasiteleri

| Şirket Adı | Lisans/Ruhsat Türü | Tesis Yeri | Kurulu Güç MW _t | İnşa Halindeki Kapasite MW _t | İşletmedeki Kapasite MW _t |
|---|--------------------|---|----------------------------|---|--------------------------------------|
| Santral Enerji Üretimi Sanayi ve Ticaret A.Ş. | Üretim Lisansı | Manisa İli, Salihli İlçesi, Caferbeyli Mevkii | 15 | 15 | 0 |
| Zorlu Jeotermal Elektrik Üretim A.Ş. | Üretim Lisansı | Manisa İli, Alaşehir İlçesi, Erenköy-Osmaniye-Cesneli | 30 | 30 | 0 |
| Türkerler Jeotermal Enerji | Üretim Lisansı | Türkerler Alaşehir Jes/Manisa İli | 24 | 24 | 0 |
| Türkerler Jeotermal Enerji Arama ve Üretim | Üretim Lisansı | Sarıköz Jes/Manisa İli, Alaşehir İlçesi, Sarıköz Mevkii | 10 | 10 | 0 |
| Zorlu Enerji Elektrik üretim A.Ş. | Arama Ruhsatı | Kütahya-Simav | 30 (Yatırım aşamasında) | - | - |

4.5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Jeotermal enerjinin konvansiyonel enerji kaynaklarına göre en önemli üstünlüğü, sürdürülebilir enerji kaynağı olmasıdır. Diğer enerji kaynaklarında sıkça rastlanan çevreyi kirletme sorunu, bu enerji kaynağında söz konusu değildir. Fosil yakıtların yerine jeotermal kaynakların kullanımı, CO2 seviyelerini kontrol ederek sosyal maliyetlerin de düşmesine neden olacaktır (Kılıç & Kılıç, 2009).

Türkiye'nin ihtiyaç duyduğu yüksek enerji gereksinimi, petrol ve doğalgazda dışa bağımlılığın azaltılması, dolayısıyla cari açığın da azaltılması öncelikleriyle, diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi Türkiye'deki jeotermal kaynakların potansiyelinin belirlenmesi ve jeotermal enerjinin günlük hayatta ve ticari alanda tartışmasız değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bölgedeki mevcut jeotermal kaynaklar ağırlıklı olarak kaplıca turizminde kullanılmakta olup, konut ısıtmacılığı ve sera ısıtmacılığı uygulamalarının mevcut olduğu görülmektedir. Jeotermal kaynaklardan, elektrik üretimi için potansiyel barındırmasına rağmen bu alanda istifade edilememektedir.

TR33 bölgesindeki jeotermal kaynakların çoğunluğu düşük – orta entalpili gruba girmektedir. Dolayısıyla bu jeotermal gruptan elektrik enerjisi elde etmek için binary ve kalina çevrimlerinin kullanılması esastır.

Jeotermal enerjinin üretim ve kullanım maliyeti diğer enerji kaynaklarına göre daha az olması sebebiyle, belediyeler jeotermal enerjinin kullanımında öncülük edip, jeotermal enerjinin kullanımını desteklemelidir.

KAYNAKLAR

- Anon., 2012. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*. [Çevrimiçi]
Available at: http://www.mta.gov.tr/v2.0/daire-baskanliklari/enerji/jeotermal_calisma.pdf
[tarihinde erişilmiştir20 10 2012].
- Arslan, O., Köse, R., Alakuş, B. & M., A. . Ö., 2006. Simav Jeotermal Sahasının Güç Üretim Potansiyelinin İrdelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Issue 12, pp. 57-67.
- D., 2008. *2007-2008 Türkiye Enerji Raporu*, Ankara: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi.
- D., 2011. *Enerji Raporu 2011*, Ankara: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi.
- D., 2011. *Enerji Raporu 2011*, Ankara: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi.
- E., 2001. *Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı.
- Eren, E., 2009. *Jeotermal Enerji Bugün ve Yarın*. İstanbul, Türkiye'nin Enerji Açılımları, 15. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı-ICCI'2009 Bildiriler Kitabı.
- Karadağlar, M., 2012. *Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası*. [Resim] (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü).
- Kaymakçoğlu, F. & Çirkin, T., tarih yok [Çevrimiçi]
Available at: www.emo.org.tr/resimler/ekler/2b127307a606eff_ek.pdf
[tarihinde erişilmiştir15 11 2012].
- Kılıç, Ö. & Kılıç, A. M., 2009. *Jeotermal Enerjinin Ülkemiz Açısından Önemi ve Çevresel Etkilerinin İncelenmesi*. Ankara, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, pp. 93-104.
- M., 1996. *Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu*, Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı.
- M., 2005. *Küyahya İli Jeotermal Alanları*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- T., 2012. *Türkiye'nin Enerji Görünümü*, Ankara: Türkiye Makina Mühendisleri Odası.
- Yılmaz, S., 2012. *Batı Anadolu'nun Olası Jeotermal Potansiyelinin Belirlenmesi*. [Çevrimiçi]
Available at: http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_11/36.pdf
[tarihinde erişilmiştir20 10 2012].
- Yılmaz, S., Pasvanoğlu, S. & Vural, S., 2010. Geven (Kütahya) Alanının Jeolojisi ve Jeotermal Olanaklarının Değerlendirilmesi. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 23(2), pp. 73-85.

BEŞİNCİ BÖLÜM RÜZGAR ENERJİSİ



RÜZGAR ENERJİSİ

Giriş

Enerjinin yeterli, zamanında, kaliteli, ekonomik, güvenilir ve temiz olarak sunumu günümüzde ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirleyen en önemli göstergelerden biridir. Sanayinin olduğu kadar halkın günlük yaşantısının da en önemli girdilerinden olan enerjiye talep sürekli olarak artarken enerji kaynakları da hızlı bir şekilde tükenmektedir. Sürdürülebilir bir dengenin sağlanabilmesi için enerji kaynak çeşitliliğinin sağlanması ve konvansiyonel enerji kaynaklarının yanında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıma sunulması büyük önem kazanmıştır (Özerdem, 2003).

Yenilenebilir enerji kaynakları, kendisini dünya var oldukça yenileyen, yani tükenmeyen enerji kaynaklarıdır. Fosil enerjilerle karşılaştırıldığında çevreye daha dost oldukları ve çok daha düşük sera etkisine sahip oldukları görülür. Başlıcaları, hidrolik enerji, rüzgar enerjisi, biyokütle enerjisi, solar enerji, fotovoltaik sistem ve jeotermal enerjidir. Temelde rüzgar enerjisi de dönüşüme uğramış güneş enerjisidir (Karamanlioğlu, 2011). Güneşin dünyaya gönderdiği enerjinin %1-2 gibi küçük bir miktarı rüzgar enerjisine dönüşmektedir. Güneşin, yer yüzeyini ve atmosferi homojen ısıtmamasının bir sonucu olarak ortaya çıkan sıcaklık ve basınç farkından dolayı hava akımı oluşur. Bir hava kütlesi mevcut durumundan daha fazla ısınır ise atmosferin yukarısına doğru yükselir ve bu hava kütlelerinin yükselmesiyle boşalan yere, aynı hacimdeki soğuk hava kütlesi yerleşir. Bu hava kütlelerinin yer değiştirmelerine rüzgar adı verilmektedir. Diğer bir ifadeyle rüzgar; birbirine komşu bulunan iki basınç bölgesi arasındaki basınç farklarından dolayı meydana gelen ve yüksek basınç merkezinden alçak basınç merkezine doğru hareket eden hava akımıdır. Rüzgarlar yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına akarken; dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesi, yüzey sürtünmeleri, yerel ısı yayılımı, rüzgar önündeki farklı atmosferik olaylar ve arazinin topografik yapısı gibi nedenlerden dolayı şekillenir. Rüzgarın özellikleri, yerel coğrafi farklılıklar ve yeryüzünün homojen olmayan ısınmasına bağlı olarak, zamansal ve yöresel değişiklik gösterir. Rüzgar hız ve yön olmak üzere iki parametre ile ifade edilir (www.yegm.gov.tr, 2012).

5.1.Rüzgar Enerjisinin Tarihçesi

Dünyada rüzgar enerjisinden ilk olarak MÖ yaklaşık 500 yıl önce Mısır'da kayıkların bir sahilden diğerine yüzdürülmesi için faydalanılmıştır. MÖ 200 yılında ilk olarak bir eksene tutturulmuş pervaneler ile dönüş hareketi üreten bir makine şeklinde çalışan yel değirmenlerinin yapıldığı söylenmektedir. Yel değirmenleri ile ilgili yazılı belgelere 12. yüzyılda rastlanmaktadır. 1889 yılında ABD'de yel değirmenlerinin üretimini yapan fabrikalar kurulmuştur. Çok kanatlı yel değirmenlerinin yapılmasından sonra bu değirmenlerin pervaneleri geliştirilmek suretiyle su pompalama işlerinde de rüzgar enerjisinden faydalanılmıştır (İlkılıç, 2009). Binlerce yıldır insanlığın hizmetinde bulunan rüzgar enerjisinden elektrik üretimi ise ilk olarak 1891 yılında Danimarka'da gerçekleştirilmiştir (Kılıç, 2009).

Rüzgar enerjisinin tarihi gelişimi sadece teknolojik gelişmelere bağlı olarak gerçekleşmemiştir. Bazı tarihi olaylar da ülkeleri alternatif enerji kaynakları arayışına yönlendirmiştir. İkinci Dünya Savaşından sonra petrol fiyatlarının düşmesiyle, rüzgar türbinlerine olan ilgi azalmış 1970'lerde petrol fiyatlarının aşırı yükselişi ile dünya çapında rüzgar türbinlerine ilgi tekrar artmıştır. 1970'lerdeki petrol ambargolarını takiben, rüzgar türbini jeneratörlerinin nasıl daha kullanışlı ve daha verimli hale getirilebilir sorusunun cevabı aranmıştır. Bu yaklaşımların bir çoğu rüzgar çiftliklerinin Amerika ve Avrupa şebekeleri için yararlı olacağını göstermiştir. 1970'lerden itibaren rüzgar teknolojisi adım adım gelişmiş, 1990'ların sonunda rüzgar enerjisi en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olarak yeniden ortaya çıkmıştır (Özgür, 2006).

Diğer taraftan teknolojik gelişmelere bağlı ilerleme dünyayı daha çok üreten ve tüketen bir döneme sürüklemiştir. Bu yeni dönemde enerji ihtiyacı da giderek artmıştır. Daha önceden enerji ihtiyacını karşılamada kullanılan fosil kökenli yakıtların kullanılması ciddi miktarda karbondioksit gazı emisyonuna sebep olmuştur. Enerji üretiminde fosil yakıtların kullanılması ile oluşan karbondioksit emisyonu ise küresel ısınma ve iklim değişikliğine sebep olan emisyon ürünlerinin başında gelmektedir. Bunun için gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler Japonya'nın Kyoto şehrinde toplanarak iklim değişikliğine sebep olan sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik tedbirlerin alınması için bir protokol yayınlamışlardır. 1997 yılında Japonya'nın Kyoto şehrinde 141 ülke tarafından imzalanan Kyoto protokolü, endüstriyel alanda ilerlemiş ülkelerin sera gazı miktarlarını 2012 yılına kadar, 1990 seviyesinin %5 gerisine çekmelerini öngören bir protokol olarak ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmaya teşvik eden önemli faktörlerden biri olmuştur.

5.2.Rüzgar Enerjisinin Üstün ve Zayıf Yönleri

Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisinin fosil ve diğer enerji kaynaklarına göre bir çok üstünlükleri bulunmaktadır. Rüzgar enerjisi temiz ve bedava olan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Dünya ve güneş var olduğu sürece bu kaynağın tükenme ihtimali bulunmamaktadır. Rüzgar, yeryüzünde sürekli var olduğu için enerji güvenliği sağlar. Fosil yakıtların fiyat değişkenliğinden kaynaklanan karmaşıklığı önler. Rüzgar bedava estiği için fiyatının yükselme ve düşme riski yoktur (İlkılıç, 2009).

Fosil yakıtların sebep olduğu hava kirliliği rüzgar türbinleri için söz konusu değildir. Bu türbinler yakıt olarak rüzgarı kullandıkları için atmosfere zehirli gaz atıkları bırakmazlar. Rüzgardan enerji elde edilirken yanma olmadığı için karbon emisyonu gerçekleşmez dolayısıyla rüzgar enerjisi küresel ısınmaya ve iklim değişikliklerine neden olmaz (İlkılıç, 2009). Rüzgardan enerji elde etmek için kullanılan 1 MW kapasiteli bir türbin, aynı enerjiyi kömür ile çalışan bir santralden karşılanmak istendiğinde yakılacak olan ve 135.000 ağacın üretebileceği oksijeni tasarruf etmek demektir (Varınca & Gönüllü, 2006).

Rüzgar enerjisinin önemli avantajlarından bir diğeri ise rüzgar çiftliklerinin söküm maliyetlerinin olmamasıdır. Sökülen türbinlerin hurda değeri söküm maliyetlerini karşılamaktadır. Bu çiftliklerin ömürlerini tamamlamasından sonra türbinlerin kullanıldığı alan eski haline kolayca getirilebilmektedir. Bir rüzgar türbininin kurulduğu arazinin %5'ini işgal etmesi ve türbin kanatlarının yerden epeyce yüksekte olması, kalan arazinin tarım otlatma ve diğer amaçlarla kullanılabilmesine olanak vermektedir (Bayrakçı & Delikanlı, 2007).

Rüzgar enerjisi bölgesel kalkınmaya da katkıda bulunur. Rüzgar çiftliklerinin yapım aşamasında inşaat faaliyetleri yöredeki insanlara iş olanakları yaratır. Genelde kırsal alanlara kurulan bu çiftlikler arazi için ödenen satın alma veya kira bedelleriyle yöredeki insanlara ciddi bir ekonomik girdi sağlamaktadır (Bayrakçı & Delikanlı, 2007).

Üstün yönlerinin yanı sıra rüzgar enerjisinin dezavantajları olarak görülen bazı durumlar da söz konusudur. Rüzgar enerjisinin gürültü ve görüntü kirliliğine, kuş ölümlerine sebep olması, tv ve radyo yayınlarını etkilemesi gibi bazı çevresel etkileri olduğu söylene de konuyla ilgili yapılan araştırmalar bu etkilerin düşük düzeyde olduğunu göstermektedir.

Bir rüzgar çiftliği içerisindeki gürültü, geliştirilmiş türbinlerin bulunduğu ortamda 85 dB düzeyini aşmamaktadır. Bir otomobil içerisindeki gürültü ise 80-90 dB kadardır. Rüzgar tarlaları ile yerleşim birimleri ve konutlar arasındaki uzaklığın 300 metreden az olmaması, standart 400 m olması gürültü korumasını sağlamakta, bu koşulda var olan taban gürültüye, 5 dB daha gürültü eklenmektedir. Böylece, yeni teknoloji ürünü türbinlerle 400 m uzaklıkta gürültü kirliliği 36.9 dB'e düşmektedir (Özgür, 2006).

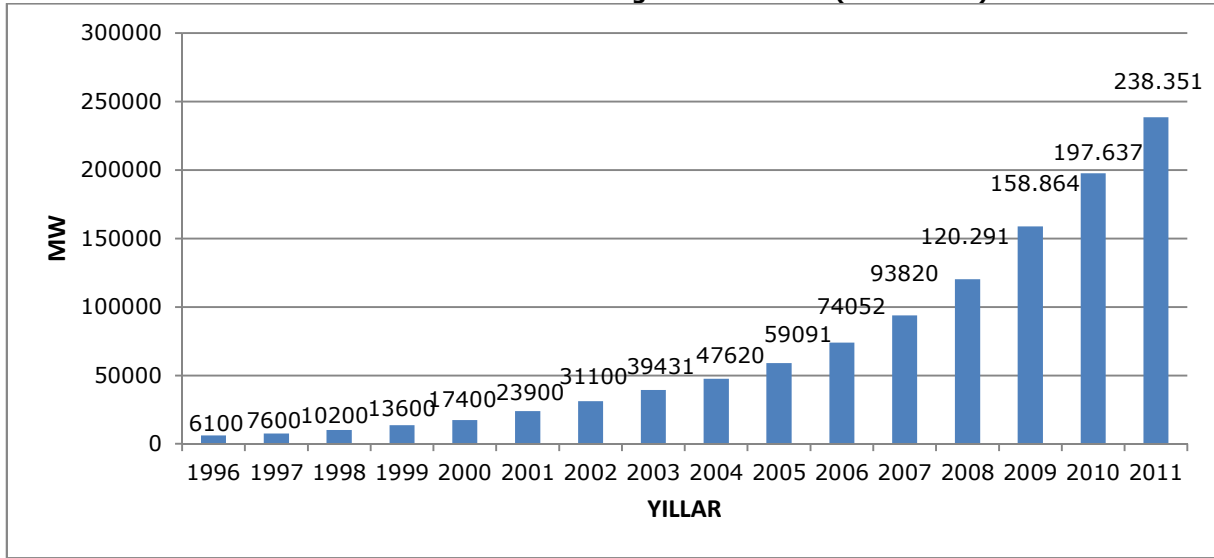
Rüzgâr tarlalarının en çok tartışılan çevresel etkilerinden biri de kurdukları alan üzerindeki görsel etkisidir. Tribünlerin estetik görünüm açısından güzel olup olmadığı kişiye göre değişen öznel bir durumdur. Ancak görsel etkinin asıl önemli unsurları gölge titreşimi ve parıltıdır. Güneşin doğuşu ve batışı esnasında rüzgâr türbinlerinin dönmekte olan kanatları gölge oynamasına, gölge titreşimine neden olabilir. Aynı şekilde cilalı kanatlara gelen güneş ışığı da civara yansıtılarak parıltı etkisi yaratabilir. Bu sorunlar, kanatların ve türbinin günün her şartlarındaki renk koşullarına uyan açık mat gri renk ile boyanması ile en aza indirilebilir. Bir diğer görüntü kirliliğini engellemek için pilon tipi kafes kulelerin yerine boru tip kuleler kullanılmalıdır. Söz konusu rüzgâr türbinlerinin görsel etkisi; temiz, çevreci ve ucuz bir enerji üretimi dikkate alındığında, estetik zevkten özveri gerekmektedir (Özkaya, et al., 2008).

Bir başka çevresel dezavantaj ise kuş ölümleri olarak karşımıza çıkar. Kuş ölümleri daha çok toplu göçler sırasında karşılaşılan bir sorundur. Fakat bu sorun yüksek gerilim hatlarının yarattığı tehlikelerden büyük değildir. Kuş göçleri genellikle 300-1000 metre arasında yoğun olmakla birlikte çok yükseklerde uçan kuşlar da vardır. Ama yine de rüzgâr çiftliklerinin kurulduğu alanların göç yolları üzerinde olmaması en iyi çözümdür (Özkaya, et al., 2008).

5.3.Dünyada ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisi

Dünya üzerinde rüzgar enerjisi kurulu gücü 1996’dan beri sürekli artmaktadır. Global Wind Energy Council’in yayınladığı istatistiklere göre 2011 yılı sonu itibariyle dünya üzerinde toplam kurulu güç 238.351 MW’tır. Ülkeler arasında rüzgar enerjisinden en çok faydalanan ülke 62.733 MW’lık kurulu gücüyle Çin’dir. İkinci sırada ise birinciliği son yıllarda Çin’e kaptıran 46.919 MW kurulu güçle ABD yer almaktadır. Üç, dört ve beşinci sıralarda sırasıyla Almanya (29.060 MW), İspanya (21.674 MW) ve Hindistan (16.084 MW) bulunmaktadır (GWEC, 2011).

Grafik 5.1. Küresel Kümülatif Rüzgar Kurulu Gücü (1996-2011)

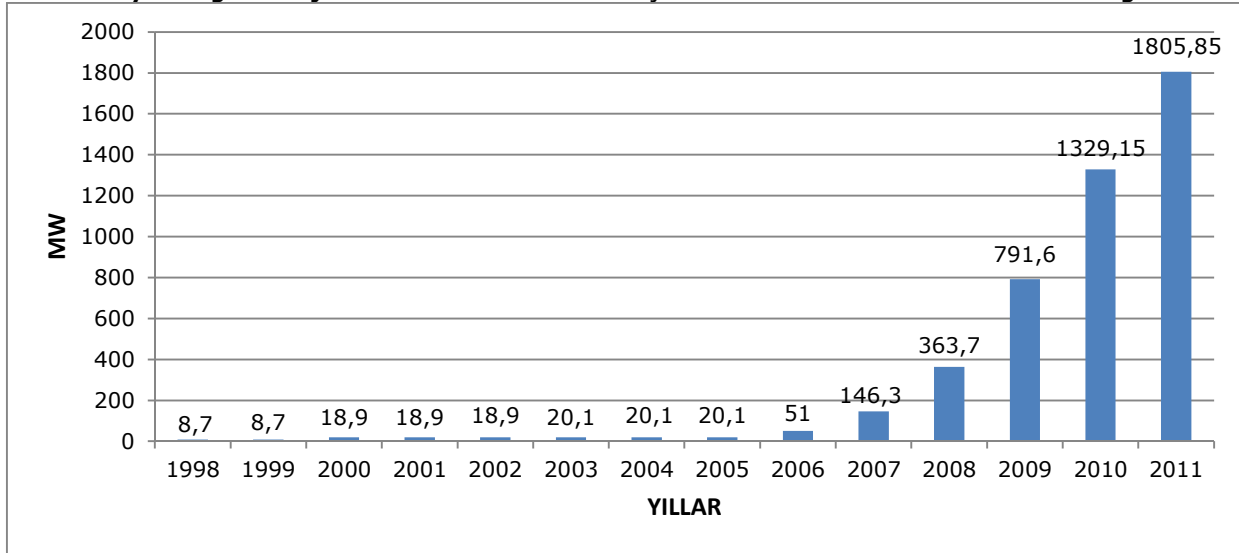


Kaynak: (GWEC, 2011)

Rüzgar enerjisi kullanımı Avrupa'da da çok yaygındır. Avrupa'da rüzgar enerjisinden en çok elektrik üreten ülke Almanya (29.060 MW) iken rüzgar enerjisi ile ülkenin elektrik talebini karşılama oranının en yüksek olduğu ülke Danimarka'dır. Danimarka elektrik ihtiyacının %26'sını rüzgar enerjisinden karşılamaktadır (www.gwec.net, 2011).

Türkiye'de rüzgar enerjisinden elektrik üretiminin gelişimine bakıldığında özellikle 2006 yılından itibaren rüzgar enerjisi santrallerinin büyük oranda artmaya başladığı görülmektedir (Grafik 5.2). TÜREB'in Şubat 2012 tarihli raporuna göre Türkiye'de rüzgar enerjisi santrallerinin toplam kurulu gücü 1.805,85 MW, inşa halinde olan santrallerin kapasitesi ise toplamda 517,55 MW'dır (TÜREB, Şubat 2012). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Strateji Raporu'na göre ise Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşunun 100. Yılı olan 2023 yılı kurulu güç hedefi 20.000 MW olarak belirlenmiştir.

Grafik 5.2. Türkiye'de Rüzgar Enerjisinin Gelişimi
Türkiye Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Kurulu Güç Bakımından Yıllara Göre Kümülatif Dağılımı



Kaynak: (TÜREB, Şubat 2012)

Türkiye'nin rüzgar enerjisi potansiyeli açısından en verimli bölgeleri Marmara ve Ege'dir. İşletmedeki RES'ler, kurulu güç bakımından bölgelere göre sıralandığında %38,51'le Ege Bölgesi birinci gelmektedir. Sırasıyla diğer bölgeler ve yüzdeleri ise Marmara Bölgesi %35,79, Akdeniz Bölgesi %18,25, Karadeniz %3,92 ve İç Anadolu Bölgesi 3,53 şeklindedir. Rüzgâr santrallerine türbin üreticileri açısından bakıldığında ise en büyük payı %27,87 ile Vestas türbinlerinin oluşturduğu, onu %25,97 ile Nordex, %25,87 ile Enercon ve 15,23 ile GE'nin izlediği görülmektedir (TÜREB, Şubat 2012).

5.4.Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Belirlenmesi

Rüzgar enerjisi potansiyelinin belirlenmesini açıklamadan önce rüzgar enerjisinin bazı doğal özelliklerinden bahsetmek faydalı olacaktır (Malkoç, 2006):

Rüzgarın Hızı

- Rüzgar enerjisi rüzgarın küpüyle artar
- Rüzgar hızında %10'luk bir artış elektrik üretiminde %30'luk bir artış meydana getirir.
- $2 \times \text{Rüzgar Hızı} = 8 \times \text{Elektrik Enerjisi}$

Yükseklik

- Rüzgar enerjisi yükseklikle (1/7) üssel artar
- $2 \times \text{Yükseklik} = \%10,4$ daha fazla elektrik

Hava Yoğunluğu

- Rüzgar enerjisi hava yoğunluğu ile orantılı bir şekilde artar
- Nemli iklimler kuru iklimlerden daha fazla hava yoğunluğuna sahiptir
- Yüksekliği düşük olan yerler daha yüksek hava yoğunluğuna sahiptir

Kanat Süpürme Alanı

- Rüzgar enerjisi kanat süpürme alanı ile orantılı bir şekilde artar
- Kanat çapında %10'luk bir artış kanat süpürme alanında %21'lik bir artış meydana getirmektedir.

Herhangi bir ölçekte rüzgar enerjisi projesi planlamadan önce atılması gereken en önemli ilk adım en iyi rüzgar kaynaklarının nerede olduğunu belirlemek ve bu kaynağın özelliklerini anlamaktır. Yeni nesil rüzgar enerjisi potansiyel atlasları bu imkanları sağlamakta ve rüzgar enerjisi sektörünün gelişimine son derece önemli katkılarda bulunmaktadır. Yeni rüzgar enerjisi potansiyel atlaslarını hazırlamada kullanılan bilgisayar teknikleri ve meteorolojik modeller ise en uygun rüzgar kaynak alanlarını tespit etmek için saatlik, günlük, aylık, mevsimlik ve yıllık zaman ölçeklerinde rüzgar rejimi hakkında çok değerli bilgiler sunabilmektedir. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile entegre edilebilen yeni nesil rüzgar enerjisi atlasları, rüzgar enerjisi uygulamaları için en uygun alanları tespit etmede hem zaman hem de maddi yönden önemli faydalar sağlayabilmektedir. Örneğin rüzgar enerjisi uygulamaları açısından önem arz eden trafo merkezleri, şebeke altyapısı, ulaşım imkanları gibi bir çok parametre rüzgar kaynaklarıyla beraber incelenerek en uygun yerin ortaya konulması aşamasında ilk etüt çalışmalarının ortadan kaldırılmasına dolayısıyla zaman ve maddi tasarruf sağlanmasına imkan tanımaktadır (Malkoç, 2007).

Ülkemizde 2006 yılında hazırlanmış olan Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA), orta-ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro-ölçekli rüzgar akış modeli kullanılarak üretilen rüzgar kaynak bilgilerinin verildiği Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası'dır. Bu atlas yardımıyla Türkiye genelinde 200 m x 200 m çözünürlüğünde (Çalışkan, 2011);

- 30, 50, 70 ve 100 m yüksekliklerdeki yıllık, mevsimlik, aylık ve günlük rüzgar hız ortalamaları,
- 50 ve 100 m yüksekliklerdeki yıllık, mevsimlik ve aylık rüzgar güç yoğunlukları,
- 50 m yükseklikteki yıllık kapasite faktörü,
- 50 m yükseklikteki yıllık rüzgar sınıfları,
- 2 ve 50 m yüksekliklerdeki aylık sıcaklık değerleri,
- Deniz seviyesinde ve 50 m yüksekliklerdeki aylık basınç değerleri öğrenilebilmektedir.

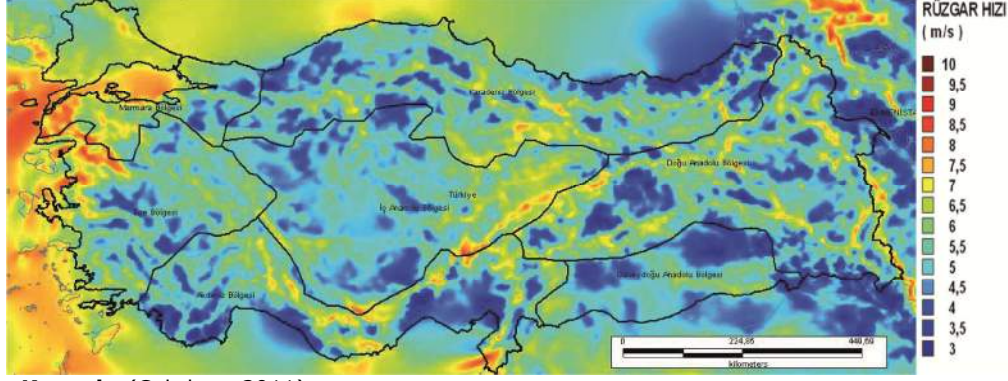
REPA ile denizlerimizde, kıyılarımızda ve yüksek rakımlı bölgelerimizde daha önce ölçemediğimiz yüksek yoğunluklu potansiyeller görünür hale gelmiştir. Tablo 5.1'de rüzgar hızının ve güç yoğunluğunun rüzgar kaynak derecelerine göre sınıflandırılması gösterildikten sonra rüzgar enerjisi potansiyeli belirlemede kullanılan en önemli kriterler olan rüzgarın hızı, güç yoğunluğu ve kapasite faktörü verileri ile ilgili Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlaslarına yer verilmiştir.

Tablo 5.1. Rüzgar Hız/Güç Yoğunluğu Sınıflandırılması ve Derecelendirme

| Rüzgar Kaynak Derecesi | Rüzgar Sınıfı | 50m. Yükseklikteki Rüzgar Hızı m/s | 50m. Yükseklikteki Güç Yoğunluğu W/m ² |
|------------------------|---------------|------------------------------------|---|
| Zayıf | 1 | <5,5 | <200 |
| Düşük | 2 | 5.5 - 6.0 | 200 - 300 |
| Orta | 3 | 6.0 - 7.0 | 300 - 400 |
| İyi | 4 | 7.0 - 7.5 | 400 - 500 |
| Harika | 5 | 7.5 - 8.0 | 500 - 600 |
| Mükemmel | 6 | 8.0 - 9.0 | 600 - 800 |
| Sıradışı | 7 | >9 | >800 |

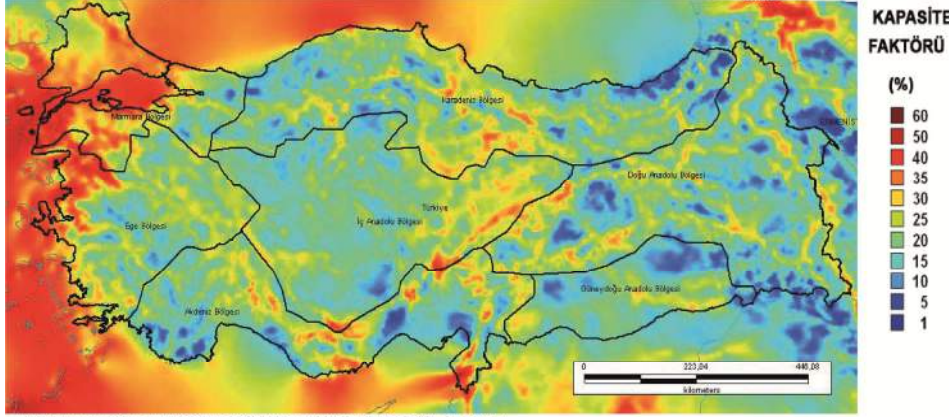
Kaynak: (Malkoç, 2006)

Harita 5.1. Türkiye Geneli 50 Metre Yükseklikteki Ortalama Yıllık Rüzgar Hızları Dağılımı



Kaynak: (Çalışkan, 2011)

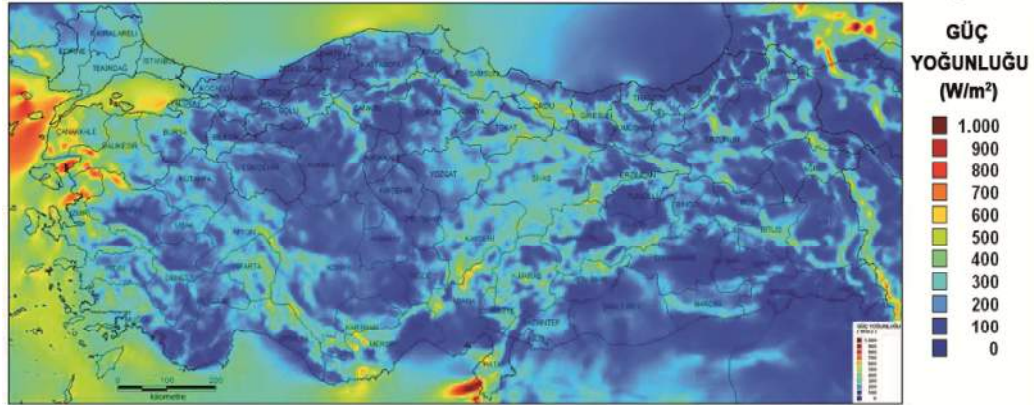
Harita 5.2. Türkiye Geneli 50 Metre Yükseklikteki Ortalama Kapasite Faktörü Dağılımı



HESAPLAMALARDA 1 MW GÜCÜNDEKİ REFERANS RÜZGAR TÜRBİNİNE AİT TEKNİK DEĞERLER KULLANILMIŞTIR.

Kaynak: (Çalışkan, 2011)

Harita 5.3. Türkiye Geneli 50 Metre Yükseklikteki Ortalama Güç Yoğunluğu Dağılımı



Kaynak: (Çalışkan, 2011)

REPA ile ülkemizde yıllık rüzgâr hızı 8,5 m/s ve üzerinde olan bölgelerde en az 5.000 MW, 7,0 m/s'nin üzerindeki bölgelerde ise yaklaşık 48.000 MW büyüklüğünde rüzgâr enerjisi potansiyeli bulunduğu tespit edilmiştir (www.enerji.gov.tr, 2012).

Tablo 5.2. Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli
Yıllık Ortalama Rüzgar hızı > 7,0 m/s - 50 m a.g.l. (Above Grand Level)

| Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı (m/s) | Ortalama Rüzgar Güç Yoğunluğu (W/m ²) | Toplam Kurulabilecek Güç Miktarı (MW) |
|-----------------------------------|---|---------------------------------------|
| 7.0 - 7.5 | 400 - 500 | 29 259,36 |
| 7.5 - 8.0 | 500 - 600 | 12 994,32 |
| 8.0 - 9.0 | 600 - 800 | 5 399,32 |
| >9 | >800 | 195,84 |
| Total | | 47,849 |

| Karasal Alanlar (MW) | Deniz Üstü Alanlar (MW) |
|----------------------|-------------------------|
| 37 836 | 10 013 |

Kaynak: (Çalışkan, 2011)

Türkiye'nin 47.849 MW tekno-ekonomik potansiyeline 83.906,96 MW'lık orta rüzgar sınıfı potansiyelini de dahil ettiğimizde, rüzgar sınıfı orta ile sıradışı arasında olan rüzgarlı arazilerin toplam 131.756,40 MW rüzgar enerjisini desteklediği görülmektedir.

Rüzgar enerjisi uygulamaları açısından uygun olmayan alanlar ise aşağıdaki gibidir (Çalışkan, 2011):

- Rakımı 1500 metrenin üzerinde ve eğimi %20'den fazla olan bölgeler
- Yerleşim alanları
- Kara ve demir yolları ile hava alanları ile limanlar
- Sulak alanlar ve nitelikli orman alanları
- Koruma alanları (milli parklar vb.)
- Enerji santralleri
- Emniyet bantları
- Derinliği 50 metreden fazla olan deniz alanları

5.5.TR33 Bölgesinin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli

Ekonomik bir RES yatırımı için santral kurulması planlanan yerde yıllık ortalama rüzgar hızının 7 m/s veya üzerinde ve kapasite faktörünün de %35 veya üzerinde olması gerekmektedir. Buna ek olarak rüzgar türbini teknolojisinde gerçekleştirilecek gelişmeler sayesinde daha önceden elektrik enerjisi üretilemeyen, yıllık ortalama rüzgar hızının 7 m/s ve kapasite faktörünün %35'in altında kalan orta sınıf rüzgar enerjisi potansiyeline sahip bölgelerin de ileride RES yatırımları açısından daha verimli hale gelebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

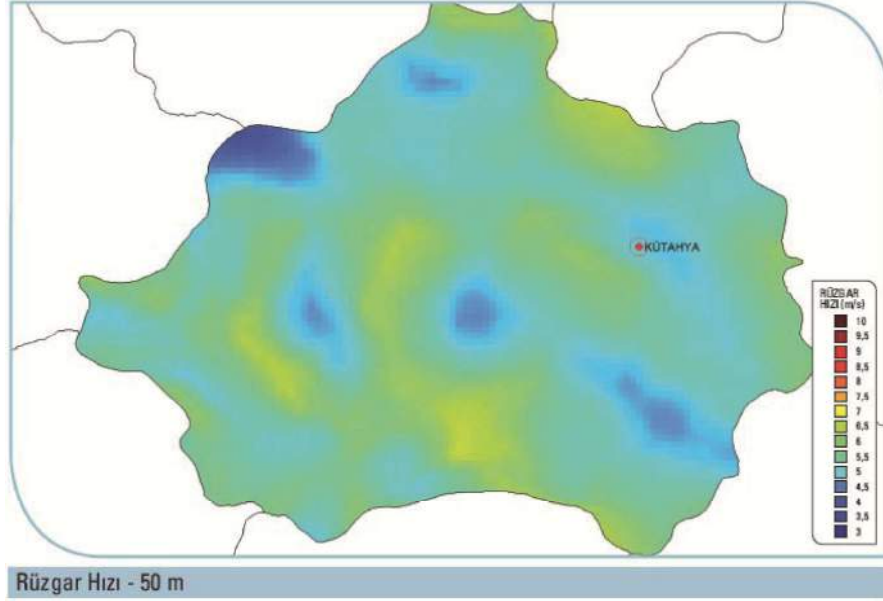
TR33 Bölgesi için EİE tarafından oluşturulan REPA'lar incelendiğinde bölgenin rüzgar enerjisi potansiyel görünümü Tablo 5.3'teki gibi olmaktadır. Bölgedeki iller potansiyel büyüklüğü sırasına göre Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya ve Uşak'tır.

Tablo 5.3.TR33 Bölgesi Rüzgar Enerjisi Potansiyeli

| İller | Toplam Alan (Km ²) | Toplam Kurulabilecek Güç Kapasitesi (MW) |
|----------------|--------------------------------|--|
| Manisa | 1.060 | 5.302,32 |
| Afyonkarahisar | 172,05 | 860,24 |
| Kütahya | 38,03 | 190,16 |
| Uşak | 1,85 | 9,28 |
| Toplam | 1.271,93 | 6.362 |

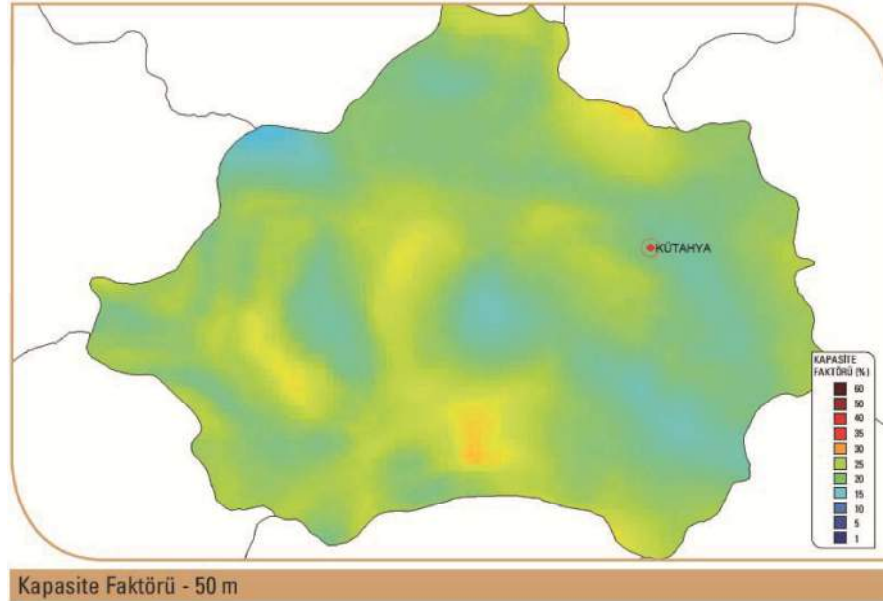
6.362 MW rüzgar enerjisi potansiyeline sahip TR33 Bölgesi'nde 344,43 MW işletmede, 472 MW inşa halinde toplam 816,43 MW RES yatırımı mevcuttur. Tablo 5.4'te bölgede yer alan işletmede ve inşa halinde olan RES'ler hakkında bilgi verilmiştir.

Harita 5.7.Kütahya İli Rüzgar Hız Dağılımı – 50 metre



Kaynak: (YEGM, 2012)

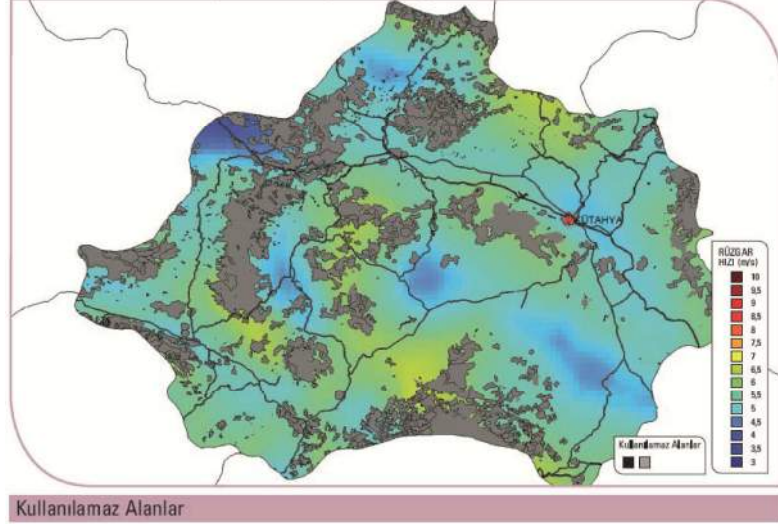
Harita 5.8.Kütahya İli Kapasite Faktörü Dağılımı – 50 metre



Kaynak: (YEGM, 2012)

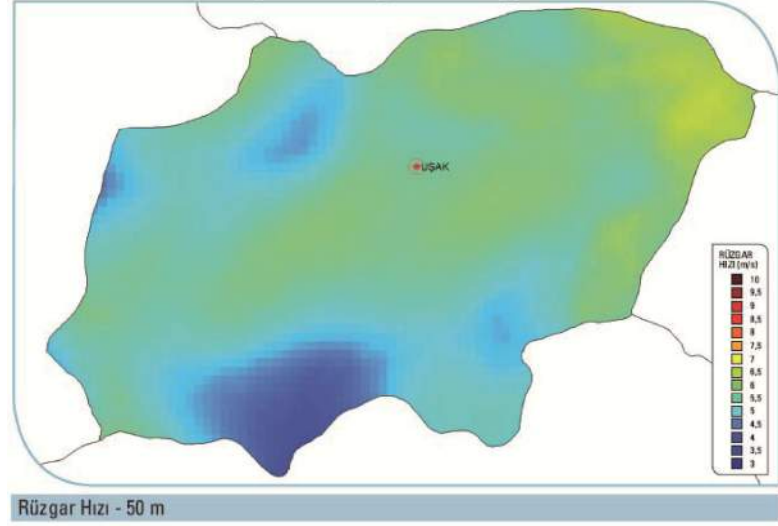
Kütahya ilinde rüzgar hızının 7m/s'nin üzerinde yer aldığı bölgeler Gediz ve Simav ilçelerinin doğu kesimleridir. Bu bölgelerde kapasite faktörü ise %30-35 arasındadır. EİE'nin çalışmalarına göre Kütahya ili için toplam 38,03 km²'lik alanda 190,16 MW kurulabilecek güç kapasitesi hesaplanmıştır. Harita 5.9'da bölgede RES kurulamayacak alanlar gri renkte gösterilmiştir.

Harita 5.9.Kütahya İli Rüzgar Enerjisi Santrali Kurulabilir Alanlar



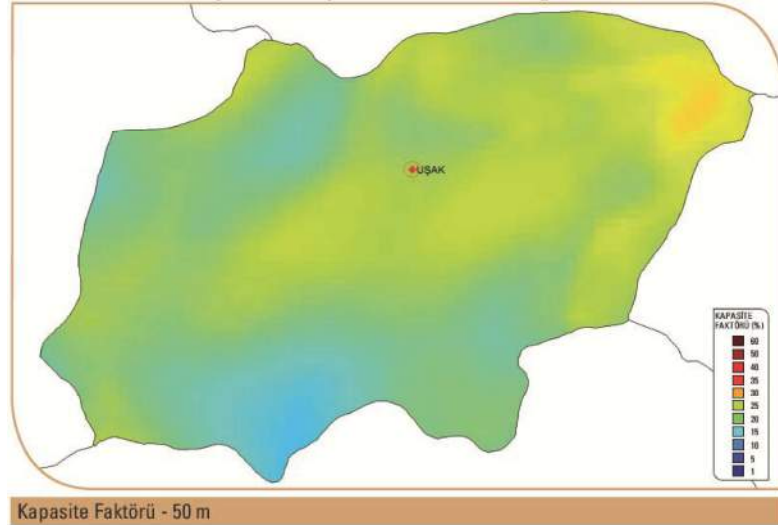
Kaynak: (YEGM, 2012)

Harita 5.10.Uşak İli Rüzgar Hız Dağılımı - 50 metre



Kaynak: (YEGM, 2012)

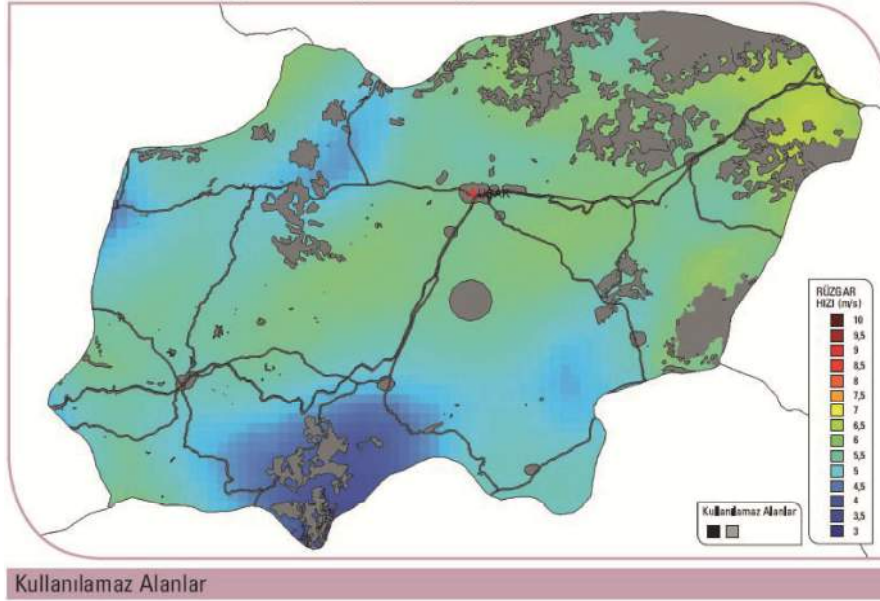
Harita 5.11.Uşak İli Kapasite Faktörü Dağılımı - 50 metre



Kaynak: (YEGM, 2012)

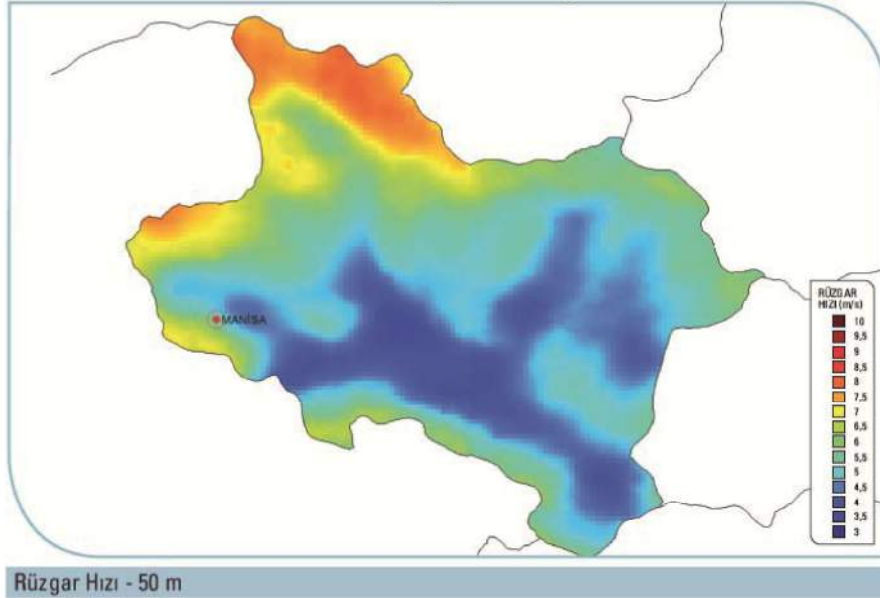
Uşak ilinde rüzgar hızının 7m/s'nin üzerinde olduğu bölgeler Banaz ilçesinin doğu kesimleridir. Bu bölgede kapasite faktörü ise %30-35 arasındadır. EİE'nin çalışmalarına göre Uşak ilinde toplam 1,856 km²'lik alanda 9,28 MW kurulabilecek güç kapasitesi tespit edilmiştir. Harita 5.12'de gri renkli alanlara RES kurulamayacağı kabul edilmektedir.

Harita 5.12.Uşak İli Rüzgar Enerjisi Santrali Kurulabilir Alanlar



Kaynak: (YEGM, 2012)

Harita 5.13.Manisa İli Rüzgar Hız Dağılımı – 50 metre



Kaynak: (YEGM, 2012)

Rüzgar enerjisi potansiyelinin bulunduğu tespit edilen bölgelere ilişkin yatırım kararlarında, bölgenin; rakımı 1.500 metrenin üzerinde ve eğimi %20'den fazla olan alanlar, yerleşim alanları, kara ve demir yolları, hava alanları, limanlar, sulak alanlar, milli parklar, nitelikli orman alanları vb. gibi rüzgar enerjisi uygulamaları açısından uygun olmayan alanlar arasında yer almamasına dikkat edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Bayrakçı, H. & Delikanlı, K., 2007. Türkiye’de Rüzgar Enerjisi ve Potansiyel Belirleme Çalışmaları. *Mühendis ve Makina*, 48(569), pp. 78-80.
- Çalışkan, M., 2011. *Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Mevcut Yatırımlar*. İstanbul, Rüzgar Enerjisi Santralleri Semineri.
- GWEC, 2011. *Global Wind Statistics*, s.l.: GWEC.
- İlkılıç, C., 2009. Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı. *Mühendis ve Makina*, 50(593).
- Karamanlioğlu, T., 2011. *Farklı Rüzgar Türbini Tasarımları İçin Santral Yeri Seçimi Ve Rüzgar Enerji Potansiyelinin Belirlenmesinde Yapay Zeka Uygulaması*. Mersin: Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Kılıç, N., 2009. *Dünyanın Önemli Doğal Kaynağı: "Rüzgar Enerjisi"*, İzmir: AR-GE Bülten Ekonomi, İzmir Ticaret Odası.
- Malkoç, Y., 2006. *Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Ve Enerji Profilimizdeki Yeri*. [Çevrimiçi] Available at: http://130.226.17.201/extra/web_docs/turkey/TurkishWindData.pdf [tarihinde erişilmiştir3 10 2012].
- Malkoç, Y., 2007. *Rüzgar Enerjisi Kaynaklarımız*. [Çevrimiçi] Available at: <http://dc263.4shared.com/doc/JfJ5ZnHn/preview.html> [%1 tarihinde erişilmiştir11 10 2012].
- Özerdem, B., 2003. *Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Uygulamalarının Gelişimi ve Geleceği*. İstanbul, Türkiye 9. Enerji Kongresi.
- Özgür, M. A., 2006. *Kütahya Rüzgar Karakteristiğinin İstatistiksel Analizi Ve Elektrik Üretimine Uygulanabilirliği*. Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Özkaya, M. G., Variyenli, H. İ. & Uçar, S., 2008. Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kayseri İli İçin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi. *C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29(1).
- TÜREB, Şubat 2012. *Türkiye Rüzgar Enerjisi Raporu*, s.l.: s.n.
- Varınca, B. & Gönüllü, M., 2006. *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Çevresel Olumlu Etkileri*. Isparta, VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- www.enerji.gov.tr, 2012. *www.enerji.gov.tr*. [Çevrimiçi] Available at: <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=rüzgar&bn=231&hn=&nm=384&id=40696> [tarihinde erişilmiştir7 10 2012].
- www.gwec.net, 2011. *www.gwec.net*. [Çevrimiçi] Available at: <http://www.gwec.net/global-figures/wind-in-numbers/> [tarihinde erişilmiştir14 10 2012].
- www.yegm.gov.tr, 2012. *www.yegm.gov.tr*. [Çevrimiçi] Available at: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/rüzgar-rüzgar_enerjisi.aspx [tarihinde erişilmiştir11 10 2012].
- YEGM, 2012. *REPA*. [Çevrimiçi] Available at: http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html [tarihinde erişilmiştir15 Kasım 2012].

BIOENERGY (BIOMASS)

INTRODUCTION: To ensure a sustainable life quality a sustainable energy system should be formed. The lessening of the traditional energy sources and the increase of harms of these sources to the nature and people driven societies to alternative renewable energy sources. Bioenergy is one of the energy types that has an important place among renewable energy sources. Bioenergy is a renewable energy which is obtained as a result of biomass' energy transformation process. Bioenergy' main source is biomass. As a result, in literature bioenergy is mostly called biomass. Biomass is an organic material of trees, grass' and agrarian vegetation (IRENA, 2012). Biomass is defined as carboniferous solid matter, which is obtained from vegetation and animals, also consists of agrarian and forestry residues, animal wastes and food production wastes (Kaygusuz & Türker, 2002). Biomass is used to meet the needs of variety of energy types by being used in production of electricity, in house heating systems, vehicle fuels and industrial heating systems (Balat, 2005). It is thought to be one of the most important renewable energy sources of future owing to the great potential it has, and, its variety of social and economic benefits. Biomass can be used as a direct means for heating and electricity, and can be transformed to solid, gas and liquid fuel (Karayılmazlar, et al., 2011). It being grown in almost everywhere, great knowledge about its environment and cycle technologies; its suitability for energy production in every scale; its sufficiency in low light intensity; its need for temperatures between 5-35°C; its importance in socio-economic improvements; it doesn't constitute environmental pollution (low release of NO_x and SO₂) ; it doesn't produce greenhouse effect so that it balances the CO₂ in atmosphere and doesn't cause acid rains are some positive aspects of biomass energy usage (Türe, 2001). Biomass energy; can be renewed for it's based on cultivation, as an environmental friendly, native and local source, it has a big importance. Biomass' usage can be departed into two groups as conventional and modern. Conventional biomass energy is formed of cordwood which is gathered from forests and wastes of vegetation and animals which are also used as burning material. Whereas, modern biomass sources can be listed as energy forestry products and forest and log industry wastes, energy agriculture products, vegetal and animal wastes of agrarians, urban wastes, food linked agro-industrial wastes (Başçetinçelik, et al., 2005; Başçetinçelik, et al., 2009). According to YEGM (2012), bioenergy can be obtained as 4 different biofuels. These are biogas, biodiesel, bioethanol and gasification.

Biogas: It's a gas mixture that emerges as a result of the fermentation of organical based residues/wastes in anaerobic environment, and it's colorless - scentless, lighter than air, burning with a light blue flame, and depending on the organic materials in its mixture; containing approximately %40-70 methane, %30-60 carbondioxyde, % 0-3 hydrogen sulfide and thimbleful nitrogen and hydrogen (YEGM, 2012). **Biodiesel:** Biodiesel emerges as a result of reaction between vegetal or animal oils, which are obtained from oleiferous vegetations such as colza, sunflower, soy, safflower, and short carbon chained alcohol accompanied by a catalyst and it's a product that is used as a fuel. Domestic frying oil and animal fats can also be used as biodiesel's staple. Biodiesel doesn't contain petroleum; however, it can be used pure or be mixed with every proportion of diesel with petroleum roots. Pure biodiesel and diesel-biodiesel mixtures can be used in any diesel engine without the need of any sort of modification on engine or with just little changes (YEGM, 2012). **Bioethanol:** It's an alternative fuel whose staple is acquired by the fermentation of sugar, starch or cellulose based agrarian products such as sugar beet, corn, wheat and ligneous, and used after being mixed with certain proportions of petroleum. Bioethanol is a clear, colorless liquid which has a characteristic scent, bioethanol is a high octane fuel (113), bioethanol's boiling point is 78,5 °C, freezing point is -114,1°C, bioethanol has 0,789 gr/ml intensity at 20 °C, bioethanol can be used, %10 blended, with internal combustion engine without needing any sort of modification, two most common usages of bioethanol are E-10 (% 10 Bioethanol + %90 benzine) and E -85 (%85 Bioethanol + % 15 Benzine). When bioethanol is blended with benzine; in bioethanol fuels benzene that is used to increase octane is the environmentalist alternative of the carcinogen materials such as methyl tertiary butyl ether (MTBE), depending on its proportion of being blended with benzine, bioethanol provides 2- 3 points of octane increase, so increases performance speed, bioethanol prevents freezing, ensures engine to remain cooler and its injectors to remain cleaner. Staples from which bioethanol can be obtained are: sugar beet, molasses, corn, sweet sorghum, potato, wheat, ligneous, agrarian wastes (YEGM, 2012). **Gasification:** It's a known technology since the late 18th century. Especially for developing countries' future, biomass, which has an important role, has been proved to be usable since that time to today. A known respect is, the biomass used as a energy source has many disadvantages. When raw biomass sources which have low energy density (approximately 16 – 20 MJ/kg) is directly burnt, they provide low efficiency and cause lots of air pollution indoors and outdoors.

Gasification is a thermo chemical transformation process in which gas fuel is obtained from biomass. In other words, biomass is turned into gas fuel with a thermo chemical transformation. The purpose of modernized biomass energy technology is to increase the intensity of the fuel while decreasing the emission during production and use (YEGM, 2012).

Biofuels that can be sorted as gas, liquid and solid, are used in every aspect where natural gas is used (electricity, heating, cooking, cooling) as well as being used in auto cars, heavy vehicles, planes, trains, ships as a transportation fuel (DEK-TMK, 2011).

Biomass is transformed to variety of biofuels by using transforming technologies such as esterification, hydrolysis/fermentation, gasification, pyrolysis, carbonization, metanation and photo fermentation. Biomass sources, transformation technologies and acquired biofuels types are shown in the chart 1.1. Biomass which came out as the root of the vegetation and living organisms is usually called vegetal organisms that stock solar energy by photosynthesis. While organic materials, which become energy sources by photosynthesizing, become synthesized, oxygen which is necessary for all living things to respire is released to the atmosphere. Due to the fact that carbondioxyde, which is released as a result of the burning of the organic material, has been taken from the atmosphere during the formation of these materials; whilst the acquisition of energy from the biomass, environment will be protected with regards of CO₂ release (YEGM, 2012). Basic steps of biomass technology are shown in the chart 1.1.

Population and economic improvements which escalate day by day, triggers the need for energy. For increasing energy need and to lessen environmental pollution, renewable energy source biomass is gaining lots of importance. Increase of the usage of biomass helps to achieve the aim of sustainable development and the goals of Kyoto Protocol (Atımtay & Topal, 2005). Increasing importance of biomass' and biofuels that are obtained with biomass is being carefully evaluated by word nations and several investments about this issue is being done. In USA in 2010, the investment to bioethanol sector created 53,6 billion dollars of accretion value. Besides, 70.400 of it being direct, it created employment for 400.677 people. In petroleum importation 445 billion barrels of decrease and 34 billion dollars of saving were acquired (DEK-TMK, 2011).

1.2. Biomass in World and in Turkey: In Europe, the aim is in the year 2020, %20 of energy need will be met by renewable energy and every member country will use %10 of biofuels in country's transportation service. In Germany 12

billion kWh electricity is obtained from 4078 biogas facilities. Aim is that in 2020, %20 of the electricity consumption to be met by biogas. In another EU country, Sweden, while %60 of the auto cars run by biogas, since the year 2005 biogas is used in trains. In Sweden, biogas is being used in every aspect where natural gas can be used, and in 2020 it is planned to give up on using natural gas (DEK-TMK, 2011). Besides, the country which makes the most investments on renewable energy sources, in China, in 2010 530 billion tons of TCE biomass source was obtained and in 2020, it's aimed 730 billion tons TCE biomass source to be obtained. In China, there are 22.570 biogas facilities that produce electricity. Annual electricity production is 660 GWh. The biggest biogas facility in the country produces 30.000 m³ of biogas daily (Dong, 2012).

In Turkey, first works on biogas was done during 1960's at Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü ile Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü. In 1980's, in Köy Hizmetleri Ankara Topraksu Araştırma Enstitüsü biogas unit was founded. In 1980-1986, in Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü important works on biogas were recorded. However, due to lack of understanding about the importance of the issue Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü stopped the works (Koçer, et al., 2006). Later on, in Turkey, biodiesel and bioethanol studies happened in early 2000's. Although varieties of research have been done, investments weren't in the desired level. In coverage of vision 2023, in the year 2009 to rule out the organic wastes, for houses the design of 20m³ methane/ton capacitated anaerobic rebutton reactors, in 2012, the design of reactors that would turn gas into thermal energy, in 2014, the design of reactors that would turn the acquired gas to electric energy were set forth. In 2016 acquiring of hydrogen by cleansing gas and after 2018 hydrogen technology that is obtained from biomass is expected to be applied to vehicles. In Turkey biogas sector is mainly in Ankara, Istanbul, Bursa, Kayseri, Gaziantep, Samsun; constitutes of biogas production of waste, biogas production of dirty water by some industrial facilities and municipality, gasification which is run by Ministry of Forestry and Water Affairs, demonstration projects and few but qualified biogas projects in private sector. Besides the electricity obtained from Ankara – Mamak dumping ground, which is capable of 22.6 MW of electricity production, surplus heat is used in glasshouses founded in dumping ground's area. Additionally, in pools which are to be completed to 2000 m², a prolific biofuels staple, alga (seaweed), is being cultivated. Founded by TUBITAK- MAM, in association with İzmit municipality, 330 kW of Biogas facility that is producing with the Small cattle's and bovine animals' and garden wastes was opened to service in 2010 (DEK-TMK, 2011; TMMOB, 2012).

According to EPDK (2012) data, there are 41 facilities in Turkey, containing licensed biomass and BES facilities. These facilities' capacity is 61,528 MWe under construction and 108,467 MWe in business. In Turkey, two of 41 biomass and BES facilities are located in TR33 area. Names and capacities of these facilities are shown in the chart 1.2. Another bioenergy investment located in TR33 area is planned to be in service in Afyonkarahisar, in Afyon Biogas Energy Power Plant by Opal Energy in association with Güçbirliği Limited Company. Investment of the power plant that would have 4,25 MW power was founded in July, 2012, as Afyon Energy and Fertilizer Production Trade and Industry Stock Cooperation. Project's investment preparation works still continue, technology and process design works has been completed. Project's ÇED warrant and EPDK recourse has been obtained; the point to start to construction is achieved. The facility, whose trial production is expected to begin in the first quarter of 2013, is expected to produce 30 billion kWh electricity and 20.000 tons of natural (organic) fertilizer (Opal Energy, 2012). Additionally, solid waste unions that are formed by province and district municipalities still continue their works which would provide energy production out of waste.

When legal regulations that are about renewable energy sources are inspected, "About Renewable Energy Sources' Usage with the Purpose of Production of Electric Energy"

Ordinance comes across. In this law, about biomass renewable energy source, these decrees are mentioned (TBMM, 2010):

ENACTMENT 6 – To the production license owners dependant to TEK Supporting Mechanism which has been running, or will start to run from the date 15/5/2005, when this law is abolished, to the date 31/12/2015; prices in the Statement 1, linked to the enactment, is applied for a decade. However, for the YEK certificated facilities which will start running after the date 31/12/2015, for reasons beginning with supply safety and other reasons, the price that will be applied according to the enactment for sources about charges and time will be decided by Ministers Cabinet on the condition that it will not overlap the price in the Statement.

ENACTMENT 6/B – In production facilities, which are based on renewable energy sources in respect of this enactment, and started business before the date 31/12/2015, of legal entities owning license, in case of used mechanical and/or electro-mechanical parts be produced domestically; for the electricity power that is produced and given to transmittal or distribution system, after the date of production facility started business; prices remarked at Statement II which is adherent to this enactment are added to the prices in Statement I

If we take a look at Turkey's international position, according to Ernst&Young's (2012) energy index, Turkey is in the 31st place in renewable energy index with 39 index points, and is 34th in biomass index with 34 index points. China, where has the most investment on renewable energy, is 1st in line with 70 index points in renewable energy. USA and Germany follow China respectively. While Germany is in the 1st place in biomass index with 67 index points, USA, India and China follow this country, respectively. If we consider scenarios on biomass, according to WWF (2011), it is pointed out that biofuels will have proportions of %13 in total electricity power, in fuel & heating of industry sector %59, in building sector's heating & fuel %13, and %13 in transportation system

1.3 Calculating of Biomass' Potential: In calculating biomass potential of TR33 area source potential (NREL, 2012), or in other words theoretic potential (Voivontas, et al., 2001; Öztürk & Başçetinçelik, 2006) is considered. In calculation of potential energy, biomass sources are listed as, agrarian and agro-industrial product residues, animal wastes, urban wastes and forest biomass (Zeng, 2005). Thematic maps are created by transferring Acquired data to MapInfo Professional 11.5 packet program. According to the thematic maps strategic sub-areas in TR33 area are determined.

1.3.1 Agrarian and Agro - Industrial Product Residues: In calculation of theoretic potential of TR33 area's agrarian and agro-industrial residues, two different scenarios were formed in accordance with literature. In first scenario chart 1.6 is considered. In this extent, in TR33 area for every district, total harvest amount of hectares were calculated of harvested field crops. Data of 2011 were taken from TÜİK. Total hectare area of the crop fields belonging to districts, dry biomass that could be obtained from one hectare is considered 27,5tons after taking approximate value from the chart 1.6. Energy that can be obtained from 1kg dry biomass was calculated to be approximately 4050 kcal. Kcal values belonging to districts are transformed to EJ¹.

¹ Energy transformation values are in addition 1.

According to the first scenario of calculating agrarian and agro-industrial product residues' biomass potential, Emirdağ district is the first strategic sub-area we see. While center Kutahya and center Usak districts are secondary sub-areas, Sandıklı, Dinar, Simav, center Afyonkarahisar, Salihli, Eşme, Banaz and Akhisar districts forms third degree sub-areas.

In the second scenario which is formed in accordance with the literature for calculation of theoretic potential of TR33 area's agrarian and agro-industrial residues, products from chart 1.8 have been selected and these products' production proportions are calculated as a result of multiplying theoretical residues production and approximate heating value. Details of production amounts and biomass potential results belonging to second scenario are at addition 2 and addition 3. According to scenario 2, center Manisa and Salihli districts form first degree sub-areas. Saruhanlı, Akhisar, Emirdağ and center Uşak districts are second degree sub-areas. Strategic sub-areas are formed according to total EJ that can be obtained from chosen products. For every chosen product, sub-areas are: barley- Emirdağ, sunflower- Şaphane, almond- Şuhut, wheat- center Kütahya, walnut- Sivaslı, rye- Şaphane, apricot- Salihli, corn- center Manisa, cotton- Saruhanlı, tobacco- Akhisar, cherry/ sour cherry- Sultandağı, avena- Uşak, olive- Akhisar.

1.3.2. Animal Wastes: Data that are used to calculate biomass power which can be obtained from animal waste has been taken from TÜİK. These data belongs to the year 2011, animals are separated into three categories as bovine animals, small cattle and barnyard fowls. Animal numbers belonging to district are shown in addition 4. Biogas potential that can be obtained from animal number has been reckoned according to chart 1.10.

With regards of potential biogas that can be obtained from animals in TR33 area, center Afyonkarahisar and Salihli districts form first degree strategic sub-area. Centre Uşak, centre Kütahya and Sinanpaşa districts are second degree strategic sub-areas. Çay, Sandıklı, Simav, Tavşanlı, Eşme, Bolvadin, İhsaniye, Şuhut and Demirci districts are third degree strategic sub-areas.

According to the biogas potential that can be obtained from small cattle in TR33 area, Eşme district is first degree strategic sub-area. Emirdağ, center Uşak, Alaçehir and center Kütahya form second degree sub-areas. When biogas potential that can be obtained from barnyard fowls, Salihli, Akhisar, center Afyonkarahisar districts are first degree strategic sub-areas. While Eşme is second degree strategic sub-area, Turgutlu and Saruhanlı districts form third degree strategic sub-areas. According to reckoning of biogas potential that can be acquired from total of small cattle, bovine animals and barnyard fowls Salihli and center Afyonkarahisar districts first degree sub-areas in TR33 area. Whereas Eşme and Akhisar are second degree strategic sub-areas, Turgutlu and center Uşak are third degree strategic sub-areas.

1.3.3 Urban Wastes: Waste data that is used to calculate urban wastes' potential belong to the year 2010 and is taken from TÜİK. In calculation of the potential that urban wastes in TR33 area, 53 cities' total waste data was turned into a thematic map, and segregated into sub-areas. Centre Kütahya and centre Manisa constitutes first degree strategic sub-areas. Centre Afyonkarahisar district is second degree sub-area. While centre Uşak district is third degree, Akhisar, Soma, Salihli, Turgutlu and Tavşanlı districts are fourth degree sub-areas.

1.3.4. Forest Biomass: Forest biomass is considered as cordwood and other production and süceyrat surpluses. In TR33 area there are 13 Forestry Operation Directorates and dependent to them there are 84 Forest Sub-District Directorates. Related data is taken from 13 Forestry Operation Directorates in TR33 area. Forest biomass potential is formed by rating average of cordwood and other production residues and süceyrat which belong to the years of 2011 and 2010. Data are in STER unit. 1 STER is calculated approximately as 430 kg. Potential energy is formed by multiplying data that are obtained to prove forest biomass potential with unit thermal value which is approximately 4000 kcal (BÇG, 2009; Taşkıran, 2010).

CONCLUSION: Biomass, an important renewable energy source, which can be used in electricity production, vehicle fuels and industrial facilities' heating systems, has a great importance in meeting the energy needs of both TR3 area and in Turkey. In this work, biomass sources are classified as agrarian and agro-industrial product residues, animal wastes, urban wastes, and obtainable energy potential is reckoned annually. According to scenario 1, which is based on agrarian and agro-industrial product residues, total biomass energy potential that can be obtained from TR33 area is calculated to be 5,3 billion EJ. According to the scenario 2, potential energy to be obtained is about 1,3 billion EJ. Total biomass potential to be obtained from animals is 225 billion m³. This equals to almost 1 billion kWh². With respect to urban wastes, 1 billion tons of urban waste can be collected from TR33 area. According to forest biomass potential which is separated into Forestry Operation Directorates sub-areas, theoretically obtaining almost 31,5 billion EJ is set forth.

SOLAR ENERGY

INTRODUCTION: Since the human beings exist, they consume the energy resources directly or indirectly. Particularly, when the speed of social and physical processes around us is considered, it may be expressed that the amount and speed of the energy consumed exponentially increased. To reify this phenomenon, let's name the energy obtained from thirty-three thousand million tons of coal as Q. Until 1850 less than the half of the Q has been consumed each century. After 1850, this rate of consumption reached to a Q per century. Today, however, this rate is ten Qs for each century. This means that half of the energy consumed by mankind for two thousand years is depleted within the last century (Toffler, 2006). Nearly 90% of the energy sources consumed in our century are fossil resources such as coal, oil, natural gas and so on. Regarding factors such as limited reserves, losses, and costs of these resources, being dependent on outside sources, and ecological balance; studies related to the use of renewable clean energy sources as an alternative and the use of those sources mentioned are increasing rapidly.

Since the industrial revolution, the increase of world population and therefore the rise of energy requirements have lead alternative fuels to be paid much more attention and in accordance with this they lead to further expenditure of time and money. The increase of the importance is observed normal thinking the existing fossil fuel resources having an average life span of 100 years and environmental damage caused during energy production by producing some harmful chemicals such as sulphur, nitrous oxide. In this context, alternative energy sources; solar thermal heating, solar cells and fuel cells come to the fore with its many positive features. The sun is an environment friendly source of energy sending 10 000 times more energy to earth than the energy consumed on earth. In recent years, the development of solar technologies and the increase in their efficiency has made the use of solar energy more economic. (Kadirgan, 2007).

2.1. Historical Development of the Use of Solar Energy: According to written records known, mankind has been using the solar energy since the 7th century BC. Today, solar energy is used in a wide range of different ways from electricity

² An standart bulb of 12W consumes 288Wh of electricity in 24 hours. 288Wh =0,288 kWh. With 1m³ of biogas almost 16 standart bulbs of 12W can be run for 24 hours.

generation aimed use in houses to cars. First, it was used in making up fire in 7th century BC by focusing the sunrays. In 212 BC the Greek Archimedes, used the reflection of sunrays and burned the wooden ships trying to occupy Syracuse. Between the 1st and 4th centuries AD, Romans made efficient use of solar energy in their large baths by building them south-faced facade. In the 1200s AD, the people who were the ancestors of Pueblo and living in the north of America known as Anasazi, populated a special habitat within the rocky fields with the aim of benefiting from the sun. Ancient cities usually set up their facades to the south in order to take advantage of the sun at maximum capacity. Mankind has managed to access to leading solar energy until industrial revolution when significant technological changes experienced. After the industrial revolution, major developments such as solar collectors, satellite systems, and the development of efficient photovoltaic cells have led to the development of solar energy technologies. Today, the photovoltaic panel systems, concentrated photovoltaic systems and solar thermal power plants, and many other methods have been developed and implemented (Güçlüer, 2010).

2.2. Solar Energy and Technologies: Solar energy is the radiant energy released by the fusion process at the core of the sun, and is caused by the fusion process when the hydrogen gas converts into helium. Strength of the solar energy outside the Earth's atmosphere is more or less constant, and 1370 W/m^2 , but its value on the earth varies between 0 W/m^2 and 1100 W/m^2 . Even a small fraction of this energy coming to the world is many times greater than the current energy consumption of mankind. Studies on utilization of solar energy has gained momentum especially after the 1970s, solar energy systems advanced in terms of technology and had a decrease in terms of production costs, and proved itself as an environmentally clean source of energy. The distance between the Earth and Sun is 150 million km. Energy from the Sun to Earth is 20.000 times more than the energy used on Earth in a year. All of solar radiation does not reach the earth's surface, 30% of it is reflected back by of the earth's atmosphere. 50% of it reaches the Earth's surface through the atmosphere. This energy rises the Earth's temperature so that life is possible on Earth. This warming also causes the movements of wind and ocean surges. Less than 1% of the incoming solar radiation to the Earth's surface is used in the process of photosynthesis by plants. Plants during photosynthesis using sunlight, carbon dioxide and water, produce oxygen and sugar. Photosynthesis is the source of plant life on earth. All the solar radiation reaching Earth is eventually converted into heat and is sent back into the space (YEGM, 2012a).

Solar energy applications can be put into order as; hot water production, cooling, drying, and cooking of plant products, distillation of sea water, electricity generation, heating and cooling of the capacity, pumping irrigation water, generation of industrial process heat, and realization of photochemical and photosynthetic cycles. The advantages of solar energy can be listed as; low operating costs owing to not having any fuel costs, obtaining the desired temperature of the process directly, inexhaustible source of energy, and the most important factor of it is being non-polluting. The disadvantages can be listed as; the need of wide use area, the available energy conversion technology's being not widespread enough, high initial investment cost, and intermittent and variable energy. For eliminating these disadvantages, scientific studies are in progress on technologies (Solar Energy in the World and in Turkey, 2009).

Solar energy is mainly used for the production of electrical energy. Nowadays, many methods have been developed in order to produce electricity from solar energy. These basic methods, as shown in the diagram below (Figure 2.1), can be grouped into three as PV, CSP, and CVP (Güçlüer, 2010):

Solar energy technologies besides showing variety of methods, materials, and level of technology, can be divided into two main groups (YEGM, 2012a). These are photovoltaic solar technology and thermal solar technologies. In photovoltaic solar technology, semi-conductor materials called as photovoltaic cells convert sunlight directly to electricity. In thermal solar technologies, heat is obtained from solar energy first. This heat can be used directly or in the production of electricity (YEGM, 2012a).

2.2.1. Thermal Solar Technologies: Thermal Solar Technologies are divided into two as; low-temperature systems and concentrator systems.

i) Low Temperature Systems: solar technologies of low-temperature systems can be listed as; planar solar collectors, vacuumed solar collectors, solar pools, solar chimneys, water purification systems, solar architecture, product drying and greenhouses, and solar cookers. Planar Solar Collectors are various kinds and forms of devices that collect solar energy and transfers it to a fluid as heat. It's mostly used at homes to heat the water. The temperature reached is $70 \text{ }^\circ\text{C}$ (YEGM, 2012b).

ii) Concentrating Systems: In solar energy applications as well as planar solar collector systems, concentrating collector systems are used to reach higher temperatures. Concentrator systems are composed of parabolic trough collectors, parabolic dish systems and central receiver systems. Parabolic trough collectors are the most common ones of linear concentrating thermal systems. These systems can reach higher temperatures owing to their concentration. ($350\text{-}400 \text{ }^\circ\text{C}$) Linear concentrating thermal systems have entered into commercial environment, and today's Kramer & Junction power plant which was formerly known as Luz International is the biggest and most well-known of these systems with 354 MW. Parabolic dish systems, by tracking the sun in two axes, concentrate the sun on the focus area continuously. Efficiency of around 30% has been obtained in conversion of solar energy to electricity with Dish-Stirling combination. Heat in Central receiver systems and air can also be used as transferring fluid, in this case temperature rises at about $800 \text{ }^\circ\text{C}$. Capacity and temperature of these systems is at a comparable level to the industry, and R & D efforts are ongoing (YEGM, 2012b).

2.2.2. Solar Cells (Photovoltaic Solar Technology): Solar cells (photovoltaic cells) are semiconductor substances that convert sunlight coming to their surfaces directly into electricity. Solar power, depending on the solar cell structure can be converted to electrical energy with the efficiency of 5% to 20%. Solar cells can be used in each application which requires electrical energy. These systems are used in areas far away from the settlements, which are without electricity and in situations when transportation of fuel for generator is difficult and expensive. Other than that, it is also possible to use them with diesel generators and other power systems together. Typical application fields of solar cell systems where they are used as off-grid can be specified as follows: communication stations, rural radio, radio and telephone systems, cathodic protection of pipelines, corrosion protection of metal structures (bridges, towers, etc.), telemetric measurements in electricity and water distribution systems, air monitoring stations, inside or outside lighting of the buildings, running electrical devices such as TV, radio, fridge in cottages or houses away from residential areas, water pumping for the purpose of agricultural irrigation of home use, forest lookout towers, lighthouses, first aid, alarm and security systems, earthquakes and weather observation stations (YEGM, 2012c).

2.3. Solar Energy Potential and Related Developments in The World: The world's main energy source is the sun. The amount of energy from the sun to the earth in a day is approximately 15,000 times more than the daily consumption. Solar energy outside the Earth's atmosphere is $1.367 \text{ Watt per square meter}$ where the sun is seen. This great amount of energy

cannot reach the earth due to the rotation of the Earth, asymmetric orbit of the sun and the structure of the atmosphere. The quantity and quality of solar energy in an area is of great importance for solar energy systems to be set there. In the past 10 years, the increase of solar electric power capacity in the world was about 1000%. In 2007, more than 100 billion U.S. \$ worldwide have been spent to increase the capacity of renewable energy together with solar power, for power plant construction, and research and development. This is a very important turning point. In 2007, renewable energy production capacity in the world increased approximately to 240 GW. This is an increase of 50% compared to 2004. Renewable energy sources by 2007 corresponds to 5% of global energy capacity and 3.4% of global energy production (This figure excludes large hydro-electric power stations that meet 15% of global energy production by themselves) (Solar Energy in the World and in Turkey, 2009).

The fastest growing energy technology is the grid-connected solar photovoltaic (solar cell) technology which increased more than 50% per year and reached 7.7 GW approximately in 2006 and 2007 with the total installed capacity. This refers to a worldwide network of energy provided by solar cells on the roof of 1.5 million houses. World solar photovoltaic power capacity of 2009 is estimated to exceed 12 GW. Rooftop solar heat collectors provide 50 million homes for hot water and heating for growing number of homes in the world. Existing solar hot water / heating capacity increased by 19% in 2006 and has reached capacity of 105 gigawatts-thermal (GWth) worldwide. In addition, 2.5 million households are considered to use solar lighting systems around the world. More than 70% of the world's solar hot water capacity is in developing countries (Solar Energy in the World and in Turkey, 2009).

2.4. Solar Energy Potential in Turkey: Turkey, in terms of solar energy potential and the distribution of this potential region, is a convenient country for solar energy applications. Turkey's actual use area of solar energy becomes 7.8 million m² when it is accepted that topography, distribution of settlements and similar areas and restrictive factors such as transportation will enable the use of only 1 % of those areas. However, the solar energy that comes to the entire surface of Turkey is 975x10¹²kWh per year. In other words, the sun for Turkey means 376 TW (1TW = 106 MW) of power supply. This value is equal to 7880 times installed electric power plants (Solar Energy in the World and in Turkey, 2009).

Being located in the sun-belt our country has considerable potential for the use of solar energy. Solar energy potential in Turkey is more than all countries in Europe except for Spain (Keskin, 2011). Although there is a large potential which can be used for electricity generation, this potential is used for production of hot water in the houses through planar solar collectors (Environmental Technology and Renewable Energy Report, 2010). Currently, in our country, the amount of the annual production of solar collectors is still about 750 thousand m². Annual production of solar heat is approximately 420 thousand TEP. Our country as it stands is a remarkable country for solar collector manufacturer and user in the world. When our country is evaluated in terms of solar cells-photovoltaic systems, the majority of it is used for lightening by Ministry of Forestry, Forest Surveillance Towers, Turk Telekom, lighthouses and highways, and is used to meet small amounts of power and for research by General Directorate of Electrical Power Resources Survey and Development Administration and some universities. For this reason, there is no remarkable power of solar cell installed. European Community is the leading organization of this technology because they have taken an active role in research and development. Turkey should monitor these countries, assimilate the technology, and quickly launch applications of solar energy because our country as of its position is much richer than other European countries in terms of solar energy (Solar Energy in the World and in Turkey, 2009).

General Directorate of Electrical Power Resources Survey and Development Administration (EIE) has developed a Solar Energy Potential Atlas of Turkey (GEPA) for the determination of electricity and heat energy generation opportunities based on solar energy for the purposes of specifying fields available to invest for solar energy and solar resource information of these fields in a healthy way, and submit these information to the users. The following map shows the solar energy potential of our country.

According to the data of Solar Energy Potential Atlas of Turkey, Turkey's sunshine duration and total solar radiation values are given in Table 2.1. According to the table, it is determined that Turkey's average annual total sunshine duration is 2766 hours (total 7.58 hours per day), while the value of the annual total solar radiation (average total radiation intensity) is 1521 kWh/m²-year (total 4.17 kWh/m² per day). It appears in the table that the maximum sunshine duration is in July, and that of minimum is in December in Turkey.

Table 2.2 summarizes the distribution of values of the solar energy potential and the sunshine in zones of development agencies. The development zone of Turkey which has the most sunshine is Region TR 52 and it is followed by in Region TR B2. With 3002 hours of sunshine duration per year, Region TR 32 is the richest region. Region TR 90 has the lowest value with 2206 hours of sunshine duration. It can be stated that there are certain criteria in the determination of the appropriate areas of solar energy power generation plants. Factors taken into account during the determination of these areas can be listed as follows (Solar Energy in the World and in Turkey, 2009):

- Non-forest areas,
- Dry, wet or planted but non-agricultural areas,
- The lake or the like areas of water not conducive to investment,
- Non-residential areas,
- Areas with an average slope that's smaller than 5 degrees.
- Areas whose average 11-year total solar radiation potential value is at least 1600 MWh/m²-year for a surface with a stable value and horizontal position,
- Areas which are not under protection with related laws, (Natural and Archaeological Settlement Areas, National Parks, etc.)
- Areas which are not air and sea ports,
- Areas which are not on the main fault lines between 1 and 3.

If the factors above and current data either general or regional summarized in the study are considered, it can be expressed that Turkey has a great and significant potential to meet electricity needs for many years with the production of electricity from solar energy. However, when the use of solar energy in terms of thermal energy is evaluated, it is concluded that solar water heaters are being run at full capacity in 17 % of Turkey's land throughout the year, the ratio of that is 90% in 63 % of Turkey's land and in 94% of Turkey's land the ratio of usage is 80% (Solar Energy in the World and in Turkey, 2009). Based on this it can be stated that Turkey is a country available for all kinds of solar energy applications.

2.5. Solar Energy Potential in Region TR33: According to data of Turkey Solar Energy Potential Atlas (GEPA) prepared by Electrical Power Resources Survey and Development Administration (EIE), the value of the average annual total radiation of solar energy in cities of the Region TR33 is calculated as 1584 kWh for Afyonkarahisar, 1566 kWh for Uşak, 1513 kWh for

Kütahya and 1508 kWh for Manisa per m². Regarding that the values of total radiation in Afyon and Uşak are above the average of Turkey, the potential of the region can be considered quite well. Available areas for installing solar thermal plants are in the province of Afyon, in Region TR33, annual sunshine duration and annual radiation values are above the average of Turkey. Total radiation values of other provinces below the average of Turkey have a high value when compared that of the Europe. Considering that the use of solar energy and technologies in Europe are at advanced level, the potential of the region can be specified to be important.

2.5.1. Solar Energy Potential in Afyon and its Districts: With the solar radiation value of 1584 kWh/m² per year, Afyonkarahisar, has a significant potential being above the average of the region as well as Turkey's. The following table summarizes the total solar energy potential and sunshine duration in Afyon and its districts. Figure 2.3 and Figure 2.4 show the province's total radiation potential and unusable lands in the region. As seen in the tables and figures; total solar energy potential of Afyonkarahisar and its districts has the highest value in the region. Total radiation value of all the districts of the region is above the average of Turkey's which is 1521 kWh/m². In Afyonkarahisar there are available fields to install solar thermal plants, with its annual sunshine duration and radiation levels the province is above the average of Turkey's. In fact, as of 31.12.2013 substations have been defined where solar power production plants can connect and Afyonkarahisar has been included in that list (Official Gazette numbered and dated 28022, August 11th, 2011) in accordance with the 4th article of "the law amendment numbered 6094 concerning the law of the use of Renewable Energy Resources for the purpose generating Electricity" which has been put into force by being published in Official Gazette Dated and numbered January 8th, 2011, 27809, by the Ministry of Energy and Natural Resources,

2.5.2. Solar Energy Potential in Kütahya and its Districts: With the solar radiation value of 1513 kWh/m², Kütahya, has a potential quite close to the average of the region as well as Turkey's but below this value. In terms of Region TR33, however, it is in the third place. Dumlupınar and Altıntaş districts are above the regional values and the average in Turkey. Table 2.5 summarizes the potential of solar energy in Kütahya and its districts. Figure 2.5 shows the total radiation values whereas 2.6 shows unusable lands for installing solar thermal plants in Kütahya.

2.5.3. Solar Energy Potential in Manisa and its Districts: Total solar radiation value of Manisa is 1513 kWh/m². The value in question is close to the average of the region and Turkey but below this value. In terms of Region TR33 it's the fourth. Sarıgöl and Kula districts are above both the regional values and the average in Turkey. Table 2.6 summarizes the potential of solar energy in Manisa and its districts. Figure 2.7 shows the total radiation values whereas 2.8 shows unusable lands for installing solar thermal plants in Manisa.

2.5.4. Solar Energy Potential in Uşak and its Districts: With the solar radiation value of 1566 kWh/m² per year, Uşak, has a significant potential being above the average of the region as well as Turkey's. Table 2.7 summarizes the total potential of solar energy and sunshine duration in Uşak and its districts. Figures 2.9 and 2.8, show the total radiation potential and unusable lands in the region. Figure 2.9 and Figure 2.10 show the areas of the province's total radiation potential and can not be used in the region. As seen in the tables and figures, total solar energy potential of Uşak and its districts in the region is in second place overall. Total radiation value of all the districts of the region, is 1521 kWh/m² which is above the average of Turkey. In that respect, in terms of the use of solar energy technologies, solar energy potential in Uşak can be expressed as open to such technological investments.

2.6. CONCLUSION: In Solar energy technologies and especially photovoltaic solar cell applications, there are significant developments about processes of production and investment in the world and Turkey. Solar energy is mainly used by planar solar collectors although the solar energy potential in Turkey and region TR33 that can be used for electricity generation is fairly in good condition. Similarly, it can be expressed that technologies in question cannot be used efficiently regarding of photovoltaic systems which are only used for lightening the highways, signaling systems, surveillance towers and lighthouses belonging to the Ministry of Environment and Forestry, (Environmental Technology and Renewable Energy Report, 2010). With regard to these factors in general, extending the use of solar energy for electricity generation should be turned into an important policy and it is required to increase the promotions about this in Turkey and region TR33.

Region TR33, due to its geographical location in terms of the potential for solar energy is lucky considering many regions. The value of the average annual total radiation of solar energy in cities of the Region TR33 is calculated as 1584 kWh for Afyonkarahisar, 1566 kWh for Uşak, 1513 kWh for Kütahya and 1508 kWh for Manisa per m². Regarding that the values of total radiation in Afyon and Uşak are above the average of Turkey, the potential of the region can be considered quite well. Available areas for installing solar thermal plants are in the province of Afyon, in Region TR33, annual sunshine duration and annual radiation values are above the average of Turkey. Total radiation values of other provinces below the average of Turkey have a high value when compared that of the Europe. Considering that the use of solar energy and technologies in Europe are at advanced level, the potential of the region can be specified to be important.

Figure 2.11, shows the potential of solar energy in Region TR33. In terms of the use of solar energy technologies in the region, as seen in the figure it is divided into three major sub-strategic regions. A total of 18 districts are located in the first sub-strategic area. These districts respectively are Dazkırı, Başmakçı, Dinar, Evciler, Kızılören, Şuhut, Sandıklı, Hocalar, Sultandağı, Çay, Bolvadin, Sinanpaşa, Çobanlar, Karahallı, Afyonkarahisar Merkez, Işçehisar, Banaz and Sivaslı. These districts, as they are above the average of both the region and Turkey, have an important potential for the use of solar energy technologies. A total of 16 districts are located in the second sub-strategic area. These districts respectively are Ulubey, Dumlupınar, Eşme, Bayat, Uşak Merkez, İhsaniye, Emirdağ, Sarıgöl, Altıntaş, Kula, Pazarlar, Şaphane, Alaşehir, Gediz, Selendi and Aslanapa. Considering districts in the related sub-strategic area, the top 10 districts are above the average of Turkey in terms of solar energy potential and the other districts are stated to range close to the average. A total of 19 districts are located in the third sub-strategic area. These districts respectively are Çavdarhisar, Köprübaşı, Salihli, Demirci, Turgutlu, Ahmetli, Kütahya Merkez, Gördes, Emet, Hisarcık, Simav, Manisa Merkez, Gölarmara, Saruhanlı, Akhisar, Kirkağaç, Soma, Tavşanlı and Domaniç. Whereas these districts are below the average of the region and Turkey, it is seen that they have a significant value when compared with the solar energy potential in the world. When a general evaluation is made of the sub-regions in Region TR33, it is obvious that they have a significant potential of total radiation and sunshine duration.

HYDROELECTRIC POWER

INTRODUCTION: Both energy demand of the increasing population and the amount of energy needed in production processes are increasing day by day in Turkey and correspondingly in Region TR33. In order to meet this demand, energy is imported causing a serious foreign trade deficit.

Renewable energy sources have recently come to the fore for Turkey not being successful enough in the production of fossil fuels. Solar and wind power plants in Turkey cannot produce the needed amount to meet the needs at the moment. In this respect, water, that's hydroelectric power, is seen the most appropriate option to meet Turkey's growing energy deficit (MGM HES Raporu, 2011). In accordance with the 3rd article of the law numbered 5346 concerning "the use of Renewable Energy Resources for the purpose generating Electricity" hydraulic resources are included in renewable energy resources.

Hydroelectric power is preferred because of being long-lasting, environment friendly and giving low operating costs, despite the high initial investment costs. The situation in Turkey is slightly better in terms of hydraulic energy because thermal and nuclear energy production rate is high in comparison with hydraulic energy in the EU, whereas the situation in Turkey remains equal to each other. (Üstün and others, 2009)

3.1. What is Hydroelectric Power?: Hydroelectric power occurs as a result of the hydroenergy transformation into electricity. Hydroelectric power plants (HPP) convert the power of flowing water to electricity. The amount of energy in flowing water is determined by the speed of falling or flowing water. Water flowing in a large river carries a great amount of energy. Water that falls from a very high point results in high amount of energy as well. Either way, the water, taken in the channel or pipes, flows through the turbines and enables turbines with handles like a fan to turn for electricity generation. The turbines are connected to generators and convert mechanical energy to electrical energy. (YEGM, 2012)

Hydroelectric power plants are the most crucial renewable energy resources due to;

- obtaining energy from water, the renewable resource of energy,
- not causing greenhouse gas emissions,
- domestic possibilities of construction,
- technical longevity and no fuel costs,
- low maintenance costs,
- creating employment opportunities, and
- regenerating economic and social structure in rural areas.

3.2. History of Hydroelectric Power: Mankind benefits from water for work for thousands of years. The Greeks, for more than 2000 years ago, used water to move the wheels to grind wheat into flour. The power of the water was used to carry wood, move the wheels of textile and manufacture. For more than a century, the technology has exists to use the falling water to generate hydroelectric power. The development of modern hydropower turbines started in the mid-1700s when a French hydraulic and military engineer Bernard Forest de Bélidor wrote his book "Architecture Hydraulique (Architecture Hydraulique)." Bernard Forest de Bélidor used a machine with a vertical axis corresponding to the one with a horizontal axis. Water turbine throughout the 1700s and 1800s continued to evolve. In 1880, a collector arc light dynamo driven by water turbine was used in Michigan to lighten a theatre and shop window and in 1881; a collector dynamo was connected to a tribune which lightens the street in Niagara Falls. Direct current technology was used in these two projects. Alternating current is used today. Connecting Electrical generator to the turbine became a groundbreaking invention. As a result, the first hydroelectric plant in the world and the United States was established in Appleton (Wisconsin) in 1882. (U.S. Energy Department)

In the last two centuries, with the impact of the Industrial Revolution, rapidly developing and industrialized countries with a high level of energy demand today and recently developing countries quickly accelerate the energy consumption and production. In this context, hydropower maintains its importance and has the opportunities to develop in various countries.

3.3. Types of Hydroelectric Power Plants: According to the data of Renewable Energy General Directorate of Ministry of Energy and Natural Resources, hydroelectric power plants can be classified as traditional hydroelectric power plants and pumped storage hydroelectric power plants in general. In addition they can be classified according to the storage structures, heads, established powers, meeting the needs of national electricity system, types of dam body, and location of the power station. These classifications are as follows:

Based on Storage Structure: • Storage (reservoir) power plants, • River type (regulator) power plants

Based on head: • Low-head power plants (H <10m), • Medium-head power plants (from H = 10-50 m), • High-head power plants (over H > 50 m)

Based on the Power of the Plant : • Very small (micro) capacity (<100 kW), • Small (Mini) capacity (100-1000 kW)
• Medium capacity (1000 - 10,000 kW), • Large capacity (> 10000 kW)

Based on the coverage of national electricity system needs: • Base load power plants, • Peak Load c
• Both base and Peak load power plants

Based on the Types of Dam Body: • Mainly concrete dam power plants, • Concrete belt dam power plants
• Rock filled dam power plants, • Soil filled power plants

Based on the location of the power station : • Above-Ground power plants, • Underground power plants
• Semi-recessed or sunken power plants

3.4. Negative Effects of Hydropower: Although advantages are more than disadvantages of the use of hydropower, the following issues are important to address the negative environmental and social impacts: Dams, changing the direction of the flow of water, threaten the lives of millions of people whose survival depend on fresh water ecosystem, fishing, wetland and sediment stores for agriculture. Dams damage fish habitats and prevent access to traditional spawning areas. The reservoirs have caused floods affecting large areas and forced 40-80 million people world-wide to move as a result of hydro-electric schemes. (WWF, the Energy Report 2011) It is likely to see such situations in Turkey. The opening of the dam covers come up from time to time and due to the floods serious losses may occur especially, in the periods and regions of abundant rainfall. In addition, it can be considered in this context that the ancient city of Zeugma located near Birecik Lake Dam in Nizip, the district of Gaziantep, is exposed to the threat of dam water.

3.5. Hydroelectric Energy Production and Consumption in The World: Some important issues such as industrialization race, shifting balances of power, changing production centers from Europe to Asia, and production of alternative energy resources, lead the energy production and consumption transform rapidly both in content and size. In parallel with this, there occurs a change in hydroelectric energy production and consumption as well as in position of the countries in the world.

According to a report published by the Vital Signs World Watch Institute, global use of hydropower increased more than 5% between 2009 and 2010. The use of hydropower reached a record level with 3427TWh constituting 16.1% of global electricity consumption. Hydroelectric energy is produced in more than 150 countries, but centers around a few regions and countries. In 2012 the Asia-Pacific region accounted for 32% of global hydropower however Africa is the region which has the world's lowest hydropower. Approximately 52% of installed power capacity in the world is in China, Russia, Canada, USA, and Brazil.

China is the largest hydropower producer and expected to keep its leadership in the global water use within the coming years. This country, produced 721TWh of electricity in 2010, and this corresponds to 17% of its domestic electricity use. China also has the largest installed hydropower capacity with 213 GW by the end of 2010. (Vital Signs Online)

According to the report of 2012 Key World Energy Statistics of the International Energy Agency, while 2.3% of world hydropower production (the world total is 1294TWh) was supplied by China in 1973, China's share of world production (the world total is 3516TWh) reached 20.5% in 2010. While the world production has tripled within 37 years, China's share has increased tenfold. While the share of hydropower production of OECD countries was 71.9%, it dropped to 40.5% in 2010. (www.iea.org). According to the Graph 3.1, 32% of hydroelectric energy is produced and all of it is consumed in Asia-Pacific region as well. This proves that Asia-Pacific region is the world's largest hydro-electric power.

3.6. Energy Demand and Hydraulic Energy Production in Turkey: Whereas the energy demand in Turkey increases each day, the domestic energy supply is insufficient and, therefore, it is known that a significant portion of the foreign trade deficit is caused by the energy import.

Hydroelectric power takes the first place in advantageous resources of Turkey in order to meet the increasing demand for energy. This area with the high potential has not been fully evaluated yet.

Turkey's gross theoretical hydropower potential is 433TWh, and this figure is almost 1% of the theoretical global potential and 14% of Europe's. General hydraulic energy potential is 216TWh annually. The assessable potential is determined to be 140 TWh by competent authorities. The current total power of 172 installed hydraulic power plants is 14.2 GW, a section with a total capacity of 8.6 GW is under construction, and a section of 22.7 GW is at planning phase. Country's hydroelectric capacity is planned to be raised at 35 GW until 2012. As a result, more than 300 hydro-electric power plants are planned to be built in Turkey to take advantage of the remaining hydroelectric production field with the annual capacity of 69TWh. according to this long-term plan with \$ 30 billion of Cost, an additional hydropower capacity of 19 GW will be provided. (ÖNAL and YARBAY, 2010)

Production levels of hydroelectric power plants in Turkey has increased in recent years and 11 175 MW of the year 2000 rose to 17 137 MW in 2011. The objectives of the year 2023 of the Ministry of Energy and Natural Resources include making use of all hydroelectric potential.

Graph 3.4 shows the distribution of thermal, geothermal, hydro and wind energy resources as of their share in installed capacity in Turkey. The share obtained from hydraulic resources appears to be increasing particularly in and after 2009.

With respect to Energy Outlook Report in Turkey and in the world (2012) of the Ministry of Energy and Natural Resources, 15 980 MW hydroelectric power production capacity has been licensed by the end of 2011. This figure with 16 763 MW means the second largest license capacity after that of natural gas. Private sector investments have increased notably in this area. According to the data of the ministry, installed capacity in hydroelectric power production has increased in recent years and installed capacity which was licensed in 2011 comprised of 33% of natural gas and 32% of hydroelectric power. In addition, hydroelectric is the third of private sector investments put into operation with 4.5 billion Turkish Liras. (Figure 3.5)

3.7. Hydroelectric Energy in Region TR33: Region TR33 (Afyon, Kütahya, Manisa, Uşak) has an economic development potential in a wide range of areas from agriculture to industry, from tourism to mining. In Region TR33 like rapidly developing each region, energy demand and meeting this demand is important. Energy consumption status of Turkey in 2011 is given in Map 3.1 according to data from the General Directorate of Renewable Energy. Looking at this map, it is seen that the industrialized regions of Turkey (cities such as İstanbul, Kocaeli, Ankara, İzmir, and Antalya particularly) has more than 5 million MWh of energy demand. There exist 5 cities in Western Anatolia where the energy consumption is lower than 1,000,000 MWh. They are Burdur, Isparta, Uşak, Düzce and Bolu. With regard to the same data, status of the region TR33 is examined and it's found out that energy consumption of Manisa, Afyon and Kütahya is between 1.000.000MWh and 5.000.000MWh. However, the city with the lowest energy consumption is Uşak in the region.

When hydraulic energy map concerning the installed capacity of Turkey of the Directorate General of Renewable Energy analyzed, the cities; Şanlıurfa, Diyarbakır, Elazığ, Adana and Samsun come to the fore. Installed capacity of hydraulic energy powers of these cities is higher than 1000 MW. When the situation in Region TR33 is examined, it's found out that installed capacity of hydraulic power of all the cities in the region is smaller than 100MW. This shows that the region TR33 it does not have a huge energy potential of hydroelectric power.

Table 3.1 covers some of the important indicators in Region TR33 for the year 2011. Accordingly, while the lowest city is Afyon in terms of total installed capacity, the weakest in terms of installed capacity of power is Uşak. The installed capacity of the city Uşak is zero. Afyon and Kütahya have an installed capacity of 3 MW. Manisa which has the largest capacity in the region in terms of hydropower has 69 MW of installed capacity.

Hydroelectric power plants in Region TR33 are shown in Table 3.2. According to the table, the biggest hydroelectric power of the region is produced in Demirköprü Dam. In Afyon and Kütahya installed capacity of hydroelectric power plants is quite low. Detailed information about power plants is given in the next heading.

Table 3.3 provides information about HPP investments permitted recently in Region TR33 by the EMRA (Energy Market Regulatory Authority). According to the table the only HPP already in operation is Kütahya/Eğir HPP and has a production capacity of 1.92 MW. The other three projects are under construction. Hence they do not generate electricity. Besides, there is no HPP project in Uşak. When the under construction capacity in Manisa and Kütahya begins, there'll be a recovery capacity of 16.45 MW so that this situation will be an important achievement in Region TR33.

3.7.1. Demirköprü Dam and Hydroelectric Power Plant: Demirköprü Dam and Hydroelectric Power Plant installed on Gediz River on Gediz basin started operation in 1960 according to the data obtained from authorities and the General Directorate of Renewable Energy during the technical trip. The primary goals are Flood prevention, water supply for regular irrigation, and energy production. Lake volume is 1 billion 320 million cubic meters. The dam is made of soil and rock stone stuff. 112 thousand hectares of land is irrigated by the waters of the dam. Electricity is generated with 3 generators each of which has 23MWh. (a total of 69MWh) Annual average energy is 193GWh. The plant which has a joint energy production programme with State Hydraulic Works (DSI) is connected to the load dispatch center in İzmir. The plant employs 30 technical personnel. (<http://www.eie.gov.tr/HES/index.aspx>)

During the technical trip, some more significant information is obtained related with a different water resource springing beneath the Demirköprü Dam. This river flows through the canyon near Demirköprü Hydroelectric Power Plant and then turns into a waterfall with a head of 30 meters. However, Adala municipality uses this water supply. Therefore, the waterfall's flow

has decreased recently. When HPPs based on heads are taken into consideration, this water supply can be considered as a Middle-head HPP (10-50 m) and it seems possible to establish a HPP on this resource and generate electricity as well.

3.7.2. METAK (Dinar II) Hydroelectric Power Plant: Located in Dinar district in Afyon, Dinar II hydroelectric power plant was established as a Build-Operate-Transfer model by METAK Energy and Trade Co. under Metiş Holding. The place for the project was delivered on November 17th 1999 by the Ministry. Power plant started commercial production on December 1st, 2000. METAK Energy Co. is going to run the plant for 15 years. By Dinar II HPP within Dinar-Karakuyu-Çapalı multi-purpose State Hydraulic Works (DSI) Project, it is planned to produce 16.260.000 Kwh of energy per year benefiting from Especially Çapalı (Karakuyu) storage and Kumalı and Pınarbaşı streams. Main objective is to provide the produced energy for the national grid. DINAR II HPP consists of two units each with 1.5 MW. The plant's installed capacity is 3 MW. Project flow is 2.77m³/h and the net head is 131.50 meters. The water is accumulated in the installation pool next to the existing spillway. Then, it is transferred to the power plant through a 1220-meter-long penstock and two branches. There are two static excitation generators driven by horizontal axed Francis turbines in the power plant. Power plant is fully equipped with automatic control systems. Electromechanical equipment and switchyard has been established by SIEMENS. (hesiad.org.tr)

3.7.3. KAYAKÖY Regulator and Hydroelectric Power Plant: There are some incompatibilities about the statistics of the installed capacity of Kayaköy Regulator and Hydroelectric Power Plant that is installed on the river on Susurluk basin in Kütahya. The first data on the website of the General Directorate of Renewable Energy as well as in Table 3.2 is 2.560 MW. However, installed capacity of Kayaköy Hydroelectric Power Plant is 3.84 MW in a second database of the same general directorate. The average annual energy production of the plant is 12GWh.

3.7.4. Kütahya / Eğer Hydroelectric Power Plant: It is the hydroelectric power plant established by Eğer Electricity Generation Ltd. Co. on Orhaneli (Kocasu) streamlet in Tavşanlı district in Kütahya. It produces 5.59GWh of energy per year with the power of 1.92 MW.

3.7.5. Streams and Other Potentials in Region TR33: According to the information obtained from the governorates of the provinces in Region TR33, stream resources are as follows;

Akarçay, Aksu (Araplı) Stream, Seyitler Streamlet, Çayözü Stream, Kali Streamlet, and Çay Stream are in In Afyon. In Kütahya streams of Kirmasti, Kocasu (Adırnaz), Kocaçay and Simav flow into the Marmara sea; those of Felent and Porsuk flow into the Karadeniz sea via Sakarya River and stream of Gediz flows into the Aegean sea.

Here are some of the major streams of Manisa. Gediz River rises from Mountain Murad flows through south of the town of Gediz and absorbs the streams of Selendi and Demirci. It flows into the Aegean Sea near Foça. The length of it is 350 km. Bakır Streamlet rises from the mountains in the northeast of Soma. Its flow is irregular and it often overflows. It irrigates Soma Plain and is 104 km long. It flows across the borders of İzmir. Alaşehir (Derbent) Streamlet rises from Mountain Çal and merges with Gediz in Salihli Plain. It is 115km long. Kum Streamlet rises from Mountain Türkmen. Nif Streamlet rises near Kemalpaşa. In addition there are Dernek, Deliniř and Gördes Streamlets. Akbal, Haydar and Tabakhane Streams flowing down the Mountain Manisa are other important resources.

The two most important streams of Uşak are Banaz Streamlet and Gediz River. Banaz is 165 km long. It rises from Mountain Murad and flows through north-south direction and crossing the lands of the province, it merges with Menderes River. Gediz River rises from Mountain Murad and Eğrigöz, flows through the northwest of the province and enters the land of Manisa. In addition, there are small streams such as Karabol and Yaver. Flow rates in the region are not high, in general and the rivers have irregular flows. Groundwaters play a role in feeding rivers. However, it is considered to be appropriate to make use of potential hydropower of these streams.

3.7.6. Effects of HPPs on Employment and Environmental Sustainability in the Region: A trip was taken to the village Karaağaç, in Salihli district, in Manisa concerning the planned HPP to be established there by Gökova Energy Ltd. Co. according to information obtained from the village reeve, the company committed to employ villagers of Karağaç in HPP construction and operation. This will help to increase the contribution of HPP to the region and it is an example that should be considered in the construction of other HPPs in the region.

It is obviously required not to damage the natural balance in the construction of HPPs and important to consider environmental sustainability during electricity generation. Thus, audits of the Ministry of Energy and Natural Resources are of great importance. This issue is so crucial that it cannot to be left to the initiative and mercy of the firms making investment in the region.

3.8. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS: The need for renewable energy resources against the problems of fossil fuels increases every day. Hydraulic resources are at great importance to meet the energy needs of Turkey in general, Region TR33 in particular. When the Region is analyzed in terms of hydraulic resources, it is seen that more potential resources exist especially in the provinces of Manisa and Kütahya. It is understood from both installed capacity and investments under construction. The weakest city in terms of Hydraulic resources is Uşak.

Issue of low stream and irregular flows prevents all water resources from being used effectively in electricity generation. However, despite all the negativity, it is obvious that strategic efforts and investments should be carried on for a more efficient use of water resources. Areas to make investments are streambeds with high flow rates. Although Gediz River and Gediz Basin are important areas of investment, other streams should be evaluated in their own potential. As noted above, another resource of water rising under the Demirköprü Dam needs to be assessed. This resource can be said to be suitable for investment as it turns into a waterfall with a head of more than 30 meters

In addition, existing investments are not completely obstacles for making another investment on the same stream. It seems possible to use resources more efficiently and open up new areas of investment with a well feasibility study on this subject.

GEOTHERMAL ENERGY

INTRODUCTION: Geothermal energy is defined as warm water and steam formed by accumulated heat in various deep layers of the earth, with a heat constantly over average regional atmospheric heat and having more melted minerals, various salts and gases than normal underground and surface waters around. "Warm Dry Rocks" deep down, which are used for its heat with some specific techniques, are also defined as source of geothermal energy though it does not contain any fluids. (MÖİK, 1996). Underground water richness is directly about rains. The water flowing underground is heated by warmth spread by a magma chamber located 10000 or 12000 meters down and reach the surface by flowing through gravity fault. Faults function as hydrothermal drain for rising water and mineral waters. Heated water forms the reserves by accumulating in rocks which function as stores deep down the earth (Yilmazer, et al., 2010).

As a renewable source of energy, geothermal energy is the inner heat of the earth. This heat flows through the surface from central warm area. As it is already known, the temperature rises 2,5-3°C every 100 meters as it gets deeper underground (Eren, 2009).

Geothermal includes various dissolved minerals since it consists of fluid underground water. The typical mineral is composed of NaCl (mostly %70), KCl, CaCl (%6), H₂SiO₃ (%12), and boron at small amounts. Also there are uncondensed carbon gases like dioxide, hydrogen sulfurets etc. (DEKTMK, 2011).

Naturally geothermal energy is a source of energy independent of external environment conditions. Thus its use is very common and it is the most determined one compared to other renewable sources of energy. Also geothermal energy does not require any process of storage or transfer (Arslan, et al., 2006).

Geothermal heat energy can be classified in three groups as low temperature areas (20-70 °C), medium temperature areas (70-150 °C) and high temperature areas (higher than 150 °C) according to heat content. Geothermal energy covers every kind of benefiting from geothermal sources directly or indirectly. Low temperature (20-70°C) areas are used mainly at heating industry and other industries and chemical materials. Medium temperature (70-150°C) and high temperature (higher than 150 °C) areas can be used at integrated heating applications depending on reinjection conditions as well as electricity production. (Anon., 2012)

The fluid produced out of geothermal areas provides a large scale of use depending on temperature values. Geothermal energy is used to generate electricity, for heating (city, residence, thermal facility, glasshouse etc.), production of chemical materials, drying, whitening, and plant and fish culture (EHAK, 2001). The areas where geothermal energy is used according to their heat value are shown in details at Table 4.1.

4.1. Geothermal Energy in the World: According to theoretical estimations, heat energy accumulated between 0-10 km. deep in the world is 245*10⁶ EJ (exajoules) for high heat fluidity areas while it is 181*10⁶ EJ for low fluidity areas. Considering that only 0,1 % of this energy can be operated, geothermal source will be more than 0,4*10⁶ EJ. This corresponds to a 1000 years of potential according to current energy consumption in the world. It is estimated that 0,5 EJ is produced from natural aquifers and proved reserve to be produced is 50 EJ (EHAK, 2001).

Five leading countries in geothermal electricity generation in the world are USA, Philippines, Italy, Mexico and Indonesia. Five leading countries in geothermal heating and thermal spring applications are China, Sweden, USA, Iceland and Turkey (DEKTMK, 2008).

As of 2010, the total capacity of using geothermal energy directly for 78 countries in the world is 50.583 MW_t. The leading ten countries are USA 12.611 MW_t, China 8.898 MW_t, Sweden 4.460 MW_t, Norway 3.300 MW_t, Germany 2.485 MW_t, Japan 2.099 MW_t, Turkey 2.084 MW_t, Iceland 1.826 MW_t, Netherlands 1.410 MW_t, Switzerland 1.061 MW_t (DEKTMK, 2011).

The distribution of totality of 50583 MW_t geothermal energy according to capacity of direct use: Geothermal heat pumps 35.206 MW_t, swimming pools/thermal springs 6689 MW_t, regional residence heating 5391 MW_t, glasshouse heating 1544 MW_t, hatchery 653 MW_t, industrial use 533 MW_t, cooling/snow melting 368 MW_t, agricultural drying 127 MW_t, other uses 72 MW_t (DEKTMK, 2011). As of 2010 total amount of annual heating energy for geothermal energy in the world is 438071 TJ (121696 GWh). Top 10 countries are China 75 348 TJ, USA 56 552 TJ, Sweden 45 301 TJ, Turkey 36 886 TJ, Norway 25 200 TJ, Iceland 24 361 TJ, Japan 15 698 TJ, France 12 929 TJ, Germany 12 765 TJ, Netherlands 10 699 TJ (DEKTMK, 2011).

Distribution of total 438071 TJ geothermal energy according to direct use of annual heating energy amount is: Geothermal heating pumps 214.782 TJ, Swimming pools/thermal springs 109.032 TJ, regional residence heating 62.984 MW_t, glasshouse heating 23.264 MW_t, hatchery 11.521 MW_t, industrial use 11.746 MW_t, cooling/snow melting 2.126 MW_t, agricultural drying 1.662 MW_t, other uses 954 MW_t (DEKTMK, 2011).

4.2. Geothermal Energy in Turkey: Geothermal energy is an important local and renewable source of energy because of its heavy tectonic motion. Most of the researches and investigations required to determine geothermal potential in Turkey is initiated by General Directory of Mineral Research and Examination. Today 198 geothermal areas have been located by the MTA (General Directory of Mineral Research and Examination) and almost 550 boreholes have been opened (DEKTMK, 2011).

Turkey has the 7th largest geothermal potential in the world. It is estimated that the geothermal potential of Turkey is 31500 MW. Proved practical technical capacity in use is 4078 MW and 34% of it is used. Electrical technic potential is 600 MWe (4 billion kW p/year, 15 areas discovered) established power in use is 92 MWe. Istanbul Technical University Institute of Energy estimates that the capacity can reach up to 2000 MWe through new area researches and drillings. The established power of licensed geothermal electricity power plants is 244,10 Mwe. Yet there is no information about the progress of investments concerning the 101,6 MW power capacity of this power. The progress rate of 40 MW part of remaining established 142,50 MW is 10 %. Also for 359,95 MW capacity there are 15 project appeals in progress. For 150-200 MW there are researches and area discoveries in progress (TMMO, 2012).

95 % of geothermal areas most of which in West Anatolia is suitable to be used by regional residence heating, glasshouses and thermal springs in Turkey. The totality of heating capacity proved by MTA is 4078 MW_t. There are 1500 warm and mineral water sources of which temperature varies between 20-242°C. 85000 residential buildings, 2.585.000 m² glasshouse and 325 SPA facilities are heated by geothermal energy. As of December 2011, established power of existing 7 geothermal electricity plants is 114 MW in Turkey (TMMO, 2012).

Geothermal energy is used for central residence heating in 18 settlements (corresponding to 67700 residences, 608 MW_t), for glasshouses in 15 areas (1579000 m², 292 MW_t), and for treatment and thermal spring purposes in over 200 thermal facilities (Anon., 2012).

4.3. Geothermal Energy and the Potential in Region TR33: The researches about geothermal areas in region TR33 including the provinces of Afyon, Kütahya, Manisa and Uşak were initiated by MTA from 1970 on and the researches have been in progress so far. The findings indicate a high potential in the provinces of Afyon, Kütahya and Manisa. For the estimation of potential geothermal sources in region TR33, parameters of area, measured temperature, temperature used and the density of reserve are used for every area in the provinces have been taken as basis.

4.3.1. Geothermal Areas and their Potential in the Province of Kütahya: Kütahya is one of the richest provinces of Turkey in terms of its geothermal sources. As it is seen in Chart 4.1, existing geothermal areas are in Simav – Eynal – Çitgöl -Naşa, Gediz - Abide, Muratdağı, Yoncalı, Emet, Yeniceköy, Dereli, Göbel, İlica (Harlek) Hisarcık and Şaphane. Possible potential of geothermal sources in Kütahya is 355 MW_t as in Table 4.5.

The area with the highest geothermal potential in Kütahya is Simav – Eynal – Çitgöl – Naşa geothermal area with 264 MW_t. The second highest geothermal potential is in Gediz – Abide – Şaphane geothermal area with 73 MW_t.

4.3.1.1. Simav - Eynal – Çitgöl - Naşa Geothermal Area: 55 sources have been located in the area of Eynal in addition to 34 ones in Çitgöl and Naşa areas and most of them have dried out. The sources are used for city heating, balneology and glasshouse heating (MTA, 2005). If the geothermal sources in the area of Simav, Eynal, Çitgöl and Naşa, it is predicted that sources in the area will be more efficient in heating of glasshouses, thermal springs and residences and developments in industrial use will be more common.

4.3.1.2. Gediz - Abide Geothermal Area: As a result of investigations, sources of hot water have been listed in the table below. Warm fluid thermal spring is used for heating thermal facilities and project studies for the heating of Gediz district is in progress. (MTA, 2005).

4.3.1.3. Murat Mountain Geothermal Area: It is used for thermal springs from hot fluids (MTA, 2005). If the geothermal sources in Murat Mountain are developed, they can be used also for thermal springs.

4.3.1.4. Yoncalı Geothermal Area: The first geothermal examinations in the area were started in 1989. The hot fluid in the area is also used in balneology (MTA, 2005). If the geothermal sources in Yoncalı are developed, it is estimated that they will be used in the heating of thermal facilities.

4.3.1.5. Emet Geothermal Area: The points of where sources spring out are shown on the table below. The hot water is used for thermal spring aims. (MTA, 2005). If the geothermal sources in Emet are developed, it is estimated that they will be used in the heating of thermal facilities.

4.3.1.6. Yeniceköy Geothermal Area: The hot water is used by the public with a primitive facility. (MTA, 2005).

4.3.1.7. Dereli Geothermal Area: The hot water is used for thermal springs. High capacity of the sources in the region is remarkable. (MTA, 2005). If the geothermal sources in Dereli are developed, it is estimated that they will be used in thermals facilities.

4.3.1.8. Göbel Geothermal Area: The hot water in the region is used for thermal springs (MTA, 2005).

4.3.1.9. Ilica (Harlek) Geothermal Area: There are 3 sources in Harlek geothermal area which are Turkish Bath for ladies, Turkish Bath for men and Hasulas pool. The hot fluid is used in balneology. (MTA, 2005).

4.3.1.10. Hisarcık (Sefaköy – Hamamköy - Yukarı Yoncağaç) Geothermal Area: 5 sources in the region and their capacity of flow are shown on the table below. The hot fluid is used in balneology (MTA, 2005).

4.3.1.11. Şaphane Geothermal Area: The temperature of the source in the region is 25,5 °C and not used anywhere (MTA, 2005).

4.3.2. Geothermal Areas and the Potential in the Province of Afyon: As it is shown at Chart 4.2 there are 4 geothermal areas which are Ömer-Gecek-Kızık-Uyuz, Gazlıgöl, Heybeli-Çay, Sandıklı in Afyon. The water obtained from the sources are used in heating and balneology (MTA, 2005). The possible potential of geothermal sources in Kütahya is 139 MW_t as it is shown at the table below. (Yılmaz, 2012).

The area with the highest geothermal potential in the province of Afyon is Sandıklı geothermal field which is 57 MW_t. the second highest potential is Ömer – Gecek - Kızık geothermal field which is 54 MW_t.

4.3.2.1. Ömer-Gecek-Kızık-Uyuz Geothermal Area: Temperature values and capacity of flow in the region are shown at the table below. The sources in the region are used for thermal springs. Also they are used in the heating of hotels, villas and glasshouses. Some of the water obtained from the drills is also used in heating of some parts of Afyon (MTA, 2005). If the geothermal sources in Ömer, Gecek, Kızık and Uyuz are developed, it is estimated that they will be used in industry, and more in heating of glasshouses, thermal facilities and residences, also in farming, ranching and management of cool air storage.

4.3.2.2. Gazlıgöl Geothermal Area: Although there are 14 water sources in the region, the capacity of the sources are low. The water is used by thermal facilities (MTA, 2005). If the geothermal sources in Gazlıgöl are developed, it is estimated that they will be used in the heating of thermal facilities.

4.3.2.3. Heybeli-Çay Geothermal Area: The water in the area is used in thermal facilities (MTA, 2005).

4.3.2.4. Sandıklı Geothermal Area: There are many water sources in the area and five of these are shown at the table below with their capacity and temperatures. Hot water is used in heating and balneology (MTA, 2005). If the geothermal sources in Sandıklı are developed, it is estimated that they will be used in the heating of glasshouses and residences.

4.3.3. Geothermal Areas and the Potential in the Province of Uşak: As it is seen in Chart 4.3, there are 6 geothermal areas in the region which are Emirfakı - Akbulak, Hamamboğazı, Kızılcaören - Ilica, Aksaz, Hasköy, Örencik. Only area with a potential in the region is Banaz-Hamamboğazı and it has a potential of 9 MW_t.

4.3.3.1. Emirfakı - Akbulak Geothermal Area: The hot water obtained here is used for thermal spring facilities (MTA, 2005).

4.3.3.2. Banaz-Hamamboğazı Geothermal Area: The hot water obtained here is used for thermal spring facilities, and it is planned that the sources are used in heating (MTA, 2005).

4.3.3.3. Banaz-Kızılcaören Ilica Geothermal Area: The two sources in the area have the temperature of 25 °C and they are not in use (MTA, 2005).

4.3.3.4. Ulubey-Aksaz Geothermal Area: The hot water obtained here is used for thermal spring facilities (MTA, 2005).

4.3.3.5. Ulubey-Hasköy Geothermal Area: The temperature of Hasköy source is 34 °C and the hot water obtained here is used for thermal spring facilities (MTA, 2005).

4.3.3.6. Örencik Geothermal Area: The hot water obtained here is used for thermal spring facilities, and the same water is also planned to be in thermals (MTA, 2005).

4.3.4. Geothermal Areas and the Potential in the Province of Manisa: The province of Manisa is one of the richest of the region and Turkey in terms of geothermal sources. It is the province which has the highest geothermal potential in TR33 Region with 9667 MW_t. As it is seen in Chart 4.4, there are 9 areas which are Turgutlu - Urganlı, Salihli - Kurşunlu, Alaşehir - Horzum Sazdere, Köprübaşı - Saraycık, Kula - Emir - Şehitli, Demirci - Eskihisar, Alaşehir - Sarıkız, Soma - Menteşe, Sarıgöl.

The area which has the highest potential in Manisa is the geothermal area between Salihli and Ahmetli with 3580 MW_t. The area between Kavaklıdere and Salihli is the area which has the second largest potential which is 2685 MW_t. The area between Alaşehir and Kavaklıdere has the potential of 2380 MW_t and the areas between Sarıgöl and Alaşehir, and Ahmetli and Urganlı have the potential of 915 MW_t and 712 MW_t respectively.

4.3.4.1. Turgutlu-Urganlı Geothermal Area: The existing sources in Urganlı geothermal area are shown at the table. The geothermal source is used for thermal springs and the heating of glasshouses (MTA, 2005). If the geothermal sources in Turgutlu - Urganlı are developed, it is estimated that they will be used in the heating of glasshouses and thermal facilities.

4.3.4.2.Salihli - Kurşunlu Geothermal Area: There are many sources in the region and the important ones are shown at the table. The hot water is used for thermal springs (MTA, 2005). If the geothermal sources in Salihli - Kurşunlu are developed, it is estimated that they will be used in the heating of thermal facilities, drying and cooling.

4.3.4.3.Alaşehir - Horzumsazdere Geothermal Area: There is no use of hot fluid. The sources flow for nothing (MTA, 2005).

4.3.4.4.Köprübaşı-Saraycık Geothermal Area: The hot fluid in the region is used for thermal springs and the sources in the area shown at the table (MTA, 2005). If the geothermal sources in Köprübaşı - Saraycık are developed, it is estimated that they will be used in the heating of thermal facilities and thermalism.

4.3.4.5.Kula-Emir-Şehitli Geothermal Area: The temperature of the water obtained in the area is 30-60 °C, and the flow capacity is 0,5-5 l/h. The hot fluid in the region is used for thermal springs (MTA, 2005).

4.3.4.6.Demirci-Eskihisar Geothermal Area: The temperature of the water obtained in the area is 29 °C and the flow capacity is 0,5 l/h. Local people use the thermal spring as laundry (MTA, 2005).

4.3.4.7.Alaşehir-Sarıköz Geothermal Area: The data about the area is seen at the table below. The hot fluid in the region is used for thermal springs (MTA, 2005).

4.3.4.8.Soma-Menteşe Geothermal Area: The hot fluid in the region is used for thermal springs (MTA, 2005).

4.3.4.9.Sarıgöl Geothermal Area: The capacity of source water is 0,01 l/h and the hot water is not used (MTA, 2005).

4.4. Geothermal Power Plant Applications in Region TR33: Conventional electricity generation occurs in the fields where storage temperature is over 150 °C. To generate electricity, the temperature and the flow capacity of geothermal water are very important. There are different steam circulation applications in the generation of electricity. The hot water used in geothermal fields is divided in separators and the steam sent to turbines dilates and provides the generation of electricity. Through a recent system with the name of binary circulation, steam points use low gases and can generate electricity from fluid up to T>80 °C (Kaymakçioğlu & Çirkin, tarih yok).

There is no geothermal power plant working at region TR33. In region TR33, there are 5 licensed geothermal electricity power plant facilities under construction and with the investments in progress within the borders of Manisa and Kütahya.

As a result of field examinations in the project, investments have been suspended for geothermal electricity power plant under construction around Caferbeyli in Alaşehir district of Manisa since the flow capacity is low (4,5 l/h). The temperature of the source in the region is 110 °C and the temperature of flowing water is 86 °C.

4.5. RESULT AND SUGGESTIONS: The most important superiority of geothermal energy to conventional energy sources is sustainability. The problem of pollution in other energy sources is not valid for this energy source. Use of geothermal sources rather than fossil fuels will cause the fall of social costs by taking CO2 levels under control (Kılıç & Kılıç, 2009).

High energy requirement of Turkey makes it necessary to determine the potential of geothermal sources as well as other renewable sources in Turkey and to evaluate geothermal energy in daily and commercial life with the priority of decreasing the dependence on foreign countries for oil and natural gas and therefore decreasing primary deficit.

The existing geothermal sources in the region are mostly used in thermal spring tourism in addition to heating residences and glasshouses. Geothermal sources are not used yet in the generation of electricity though there is a great potential in this field.

Most of the geothermal sources in region TR33 are grouped under low-medium enthalpy. Therefore it is essential to use binary and calina circulations to obtain electricity power from this geothermal group.

Due to less cost of production and use in geothermal energy than other energy sources, the municipalities should lead in the use of geothermal energy and support the use of geothermal energy.

WIND ENERGY

INTRODUCTION: Representing sufficient, tempore, qualified, economic, reliable and clean energy is one of the most important aspect of assessing/determining development level of countries nowadays. When the demand of energy, which is both most important input of public/commonwealth in daily life and in industry, rises continuously, energy resources are exhausted rapidly. To afford a sustainable balance, providing energy resources variety and putting to use renewable energy resources beside conventional energy resources become important (Özerden,2003). Renewable energy resources are the energy resources which have never become exhausted and renewed itself as the world exists. When it was compared with fossil energies, it can be seen that it is more environment-friendly to the nature and have less greenhouse effects. The most important energies are Hydraulic energy, wind energy, biomass energy, solar energy, photovoltaic system and geothermal energy. Basically wind energy is a transformed solar energy (Karamanlioğlu, 2011). %1-2 percent of solar energy that sun sends to world transformed into wind energy. Stream of air occurs because of the pressure and the temperature differences which are occurred as a result of the sun that does not warm up the atmosphere and the earth homogeneously. If An air field gets warmer than the present circumstances, it rises above the atmosphere and the place of this is placed/filled with a cold air field with same size/cubage. It is called 'wind' to this swop places of air fields. In other words, wind is a stream of air which occurs because of the pressure difference between these two adjoining pressure areas and moves /flows center of high pressure from center of low pressure. When the winds flow to the center of high pressure from the center of low pressure, they are formed because of some reasons like the rotation of the world, surface frictions, local/endemic heat widespread, different atmospheric events in the presence of wind and topographical structure of the area/land. Winds qualifications show temporality and endemic differences according to local geographical differences and earth's inhomogeneous warm. Wind is denoted with two parameters; speed and direction (www.yegm.gov.tr, 2012).

5.1 History of Wind Energy: This is the first time in history people utilized from the wind energy by shipping boats from side to side before 500 years in BC. It is said to use windmill which worked as a machine that produce rotation movement by

the help of fans were founded in 200 BC. First briefs about windmill were come across in the 12th century. In America, 1889 factories, which produced windmill, were founded. After the production of multi-panel/wing windmills, as these windmills' fan blowers were developed, it was utilized from wind energy in pumping water (İlkılıç, 2009). Electricity production from the wind energy, which is in the service of humanity for thousands of years, was firstly eventuated in Denmark in 1891 (Kılıç, 2009). Wind energy's historical development has not happened according to only technological developments. Some historical events direct the countries to research alternative energy resources. After the Second World War with the decrease of oil prices, interest to wind turbine became less and in 1970s with the excessive increase of oil prices, interest to wind turbine became popular in world wide. After the oil embargos in 1970s, the answer was researched about how the wind turbine generators can be more useful and efficient. Most of these approaches show the wind farms will be useful for American and European systems/Networks. Beginning from 1970s, wind technology developed gradually/step by step and in the end of 1990s wind energy turned up one of the most important interconvertible energy resource again (Özgür, 2006). On the other hand, advancement, which is according to technological development, pulls the world in a period in which there are more consumption and production. In this new period, energy needs increases gradually. The usage of these kind of fossil origin fuels cause carbon dioxide emission significantly. This carbon dioxide emission, which is formed with the usage of these kind of fossil origin fuels, is the first order of importance head list emission products which cause global warming and climate change. Because of that, developed and developing countries got together in Kyoto city of Japan and they gave out a protocol about taken measures about decrease the greenhouse gas emissions, which cause climate changes. Kyoto protocol, which has signed from 141 countries in Kyoto, Japan, has become one of the most important factors that induced the developed countries in industry to utilize from the renewable energy resources for to reduce the quantity of greenhouse gas till 2012 under the %5 level of 1990.

5.2 Superior and Weak Sides of Wind Energy: Wind energy as a renewable energy resource, has a lot of advantages considering fossil and other energy resources. Wind energy is clean and free/free of charge renewable energy resource. As long as the world and the sun exist, there is no possibility of consumption/exhaustion of this resource. Wind, which exists in the world continually, guarantees the energy security. It suppresses the complexity resulted from price instability/alterability of fossil fuels. As the wind blows free in charge there is no risk about the increase and decrease of price (İlkılıç,2009).

Air pollution caused by fossil fuels is not discussed for wind turbines. These turbines use the wind energy as a fuel; they don't leave/dismiss poisoned gas wastes to the atmosphere. When the energy is derived from the wind there is not a burning because of that carbon emission does not occur; consequently wind energy does not cause global warming and climate changes (İlkılıç, 2009). A turbine with 1MW capacity, which is used for produce energy from the wind, means the dispose of oxygen, which is produced by 135.000 trees by burning them in a central works with coal (Varıca & Gönüllü, 2006).

One of the other most important advantages of wind energy is not to have take apart cost of wind-farms. Salvage value of removal turbines meet the take apart cost. When the operating time finishes, the area where the turbines are placed can be reassembled. A turbine fills %5 of founded area and its wings are very high from the ground by this way it provides an opportunity for the usage of this area with other aims like agriculture, pasture (Bayrakçı & Delikanlı, 2007). Wind energy makes contribution to the regional development. In the build up stage of wind farms,building activities create opportunity for employment to the district people. These farms, which are founded in rural areas in generally, afford serious economic input to the people in the district with renting and purchasing costs (Bayrakçı & Delikanlı, 2007).

Besides its advantages, there are some situations which are seen disadvantages of wind energy. As it is said to have some environmental impacts like visual and noise pollution, effects to TV and radio broadcasts and reason to bird death, but research which has done about this subject, shows us these impacts are in low level. Noise in a wind farm does not go beyond 85dB level in enhanced turbine environment. A noise in a car is between 80-90 dB. the distance between wind fields and digs which is not be less than 300 meters and if it is 400 meters as standard it secures the noise protect and it only add 5dB noise to the lower limit of noise. In this way, with new technology turbine with standard 400 m distance, noise pollution reduces to 36.9 dB (Özgür, 2006). One of the most argued environmental impact of these wind-farms is visual impact on settled area. Whether the turbines are good or not according to aesthetic appearance is a subjective situation that changes in accordance with a man. But important components of visual impact are shadow vibrancy and blink/sparkle. When the sun rises and downs, rotated wings of wind turbines can cause shadow change, Shadow vibrancy. Similarly, sun shines which comes to glazed/polished wings reflect the environment and can create sparkle impact. These problems can be minimized by painting these wings and turbines into light- grey. For to obstruct the other visual pollution, pipe tube tower must be used instead of pylon type cage/frame tower. Such wind turbines visual impacts require dedicated efforts about aesthetic pleasure when the clean, cheap energy production is taken into consideration. (Özkahya, et al., 2008). Another environmental disadvantage appears as bird-death. Bird death is a problem that is faced mostly mass migrations. But this problem is not bigger than dangers that high-voltage-lines caused. Although Bird migration mostly happens between 300-1000 meters high, there are birds which fly very high. Anyway, the best solution is not to build these wind farms on migration ways (Özkahya, et al., 2008).

5.3 Wind Energy in Turkey and in the World: Wind energy has been rising continuously since 1966 in the world. According to statistics, which has been published by Global Wind Energy Council, total power is 238.351 MW at the end of 2011. Between the countries china is the most utilized country from the wind energy with 62.733 MW installed capacity. America, which gives the first tier to China in recent years, places in the second tier with 46.919 MW installed capacity. In the third, fourth and fifth tier respectively Germany (29.060MW), Spain (21.674 MW) and India (16.084 MW) stand (GWEC, 2011). Usage of wind energy is very widespread in Europe. Germany is the country which produces the most electricity from the wind energy but Denmark is the country which has the highest rate about meeting the countries electricity demand with wind energy. Denmark meets %26 demand of electricity from wind energy (www.gwec.net, 2011). When we look at the development of electricity production from the wind energy in Turkey, it is seen that especially wind energy centrals have raised considerably since 2006 (graphic 5.2). According to TUREB's February 2012 report, wind energy's total installed capacity in Turkey is 1.805,85 MW and the total capacity of centrals, which are under construction, are 517,55 MW (TUREB, February 2012). According to Turkish Republic Ministry of Energy and Natural Resources strategy report, installed capacity in 2023 ,which is the 100. Years of foundation of Turkish Republic, is determined 20.000 MW. Turkey's most efficient/richest regions about wind energy potential are Aegean and Marmara Regions. Aegean region is in the first tier with %38,51 percentage according to installed capacity. It is respectively lined up like that, Marmara Region with %35,79; Mediterranean Region with %18,25; Black sea Region %3,92 and Central Anatolia Region with 3,53. When we look at the wind centrals

according to turbine producers, it is seen that Vestas Turbines has the highest share with %27,87; Nordex with %25,87, Enercon with %15,23 and GE follows it (TÜREB, Şubat 2012).

5.4 Determination of The Wind Energy Potential: Before the explanation of the determination of the wind energy potential, talking about the some natural aspects of wind power will be beneficial (Malkoç, 2006):

Wind speed: wind energy rises with wind's cubic, %10 percent of accretion in wind speed occurs %30 of accretion in electricity generation, $2 \times \text{wind speed} = 8 \times \text{electric energy}$

Altitude: Wind energy rises with altitude exponentially, $2 \times \text{altitude} = \%10,4$ more electricity

Density of air: Wind energy rises proportionally with density of air, Humid climates have more density of air than dry climates, Places with a low altitude has a higher density of air

Wing sweeping area: Wind energy rises with wing sweeping area exponentially, % 10 percent accretion in the wing diameter (cadastral extract) causes %21 percent accretion in the wing sweeping area

Before planning the wind energy project with any scales, the most important first step is determined the place of wind resources and understand the features of this resource. New kinds of wind energy potential atlas afford this opportunity and they make a contribution to the development of the energy sector. Computer techniques and meteorological models which are used in preparing new kinds of wind energy, can show us very valuable information about wind regime in the hourly, daily, monthly, seasonal and annual time scales to determine the fields of wind resources. New kind of wind energy atlas, which can be integrated with Geographic Information Systems, can obtain important benefits about time and material to determine the suitable fields for wind energy applications. For example, a lot of parameters like transformer centers, network substructures, transportation facilities about wind energy applications are evaluated with wind resources in the stage of presenting the most suitable place, they afford an opportunity for material savings by abetting the first preliminary studies (Malkoç, 2007). Turkey Energy Potential Atlas, which is prepared in 2006, is a wind energy potential atlas in which the wind resources data is given by using the medium-scale numeric weather cast model and the micro-scale wind-flow model. Throughout Turkey with the 200m x200 m resolution; Yearly, seasonal, monthly, daily wind speed averages on 30, 50, 70 and 100 meter altitudes, Yearly, seasonal, monthly wind emigration density on 50 and 100 meter altitudes, Yearly capacity factor on 50 meter altitudes, Yearly wind classes on 50 meter altitudes, Monthly temperature values on 2 and 50 meter altitudes, Monthly pressure degree on the sea level and 50 meter altitudes can be learnt.

With wind energy potential atlas (WEPA), potentials, which have high density and we can not measure in the sea, costal and high-altitude regions, become observable. In table 5.1 after showing the classification of wind speed and energy density according to wind resource degrees, Turkey Wind Energy Potential Atlas are placed about the most important criteria- wind speed, energy density and capacity factor data- which are used to determine the wind energy potential. With WEPA, it is ascertained that there are 5.000 MW wind energy potential in the regions which have 8.5 m/s and above annual wind speed, and 48.000 MW wind energy potential in the regions which have 7,0 m/s and above annual wind speed in our Country (www.enerji.gov.tr, 2012). When we add 83.906,96 MW medium wind class potential to the 47.849 MW techno-economic potential of Turkey, it is seen that the windy areas supported wind energy totally with 131.756,40 MW. Inappropriate areas about the applications of wind energy are given below (Çalışkan 2011): Regions with elevation more than 1500 m and more than %20 declivity, Highways, railways, airports, seaports, Wetlands and qualified forest areas, Under-protection areas (national parks etc.), Generating stations, Emergency areas, Sea areas with more than 50 meters depth.

5.5 Wind Energy Potential of TR33 Region: For an economic WES investment, annual average wind speed must be 7 m/s or above and capacity factor must be %35 or above in the region where the santral is decided to build on. Additionally, by the help of process, which can be eventuated in wind turbine technology, the places, where has the medium-level wind energy potential with the average wind speed is under 7 m/s and capacity factor is under %35, can be more efficient about WES investment and it must be taken into account. When the WEPAs, which is comprised by electricity survey board for TR33 Region, are investigated the potential view of region looks like on table 5.3. According to their potential size, cities in this region are Manisa, Afyon, Kütahya and Uşak respectively.

In tr33 region, which has 6.362 MW wind energy potential, totaly 816,43 MW wind energy central investments are exist. 344,43 iMW part of it is on the enterprises and the rest of it-472 MW- is still under construction. In table 5.4. There are information about enterprices and under construction places about WES in the region.

In Afyonkarahisar; Sultandağlı, northwest part of Cay, where is the border between Cay and Sultandağlı, have 7m/s wind energy and above. Dinar, East part of Sandıklı, border line of Suhut and City centre and Cobanlar are the regions where have the medium wind factor potential (6.5m/s-7.0m/s). Capacity factor is between % 30-35 in this region. According to electricity survey board (EİE)'s research, it is determined that with 5.302.32 mw potential energy capacity are calculated on 172,05 km² area in Afyon. In the calculations it is accepted to built wind energy central with 5MW energy in each kilometer on the applicable areas. In map 5.7 places, in which RES can not be founded, are shown with grey. In Kütahya east parts of Gediz and Simav are the places where the speed of wind is over 7m/s Capacity factor is between %30-35 in these regions. According to EİE studies, 190,16 MW establishable energy capacity is calculated in 38,03 km area totally in Kütahya. In map 5.9 places, in which RES can not be founded, are shown with grey. In uşak, east part of Banaz is the place where the speed of wind is over/below 7m/s. Capacity factor is between %30-35 in this region. According to EİE studies, 9,28 MW establishable energy capacity is determined in 1.856 km area totally in UŞAK. In map 5.12 it is accepted that the RES can not be founded in grey areas. Manisa is a city which has the highest wind energy power between the cities in this region. İn Manisa, Akhisar, Kırkağaç and Soma districts have wind energy potential. İn these districts, average wind speed is between good and excellent level/degree of wind resources (7.0m/s-9.0m/s). Besides these districts, North part of Manisa center and South part of Turgutlu ar the areas where have the suitable potential for the investigations of wind energy stations. According to electricity survey board's researches, it is determined that res investigation with 5.302.32 mw potency can be done in 1.060 km² area in Manisa. İn map 5.15 the place in which res investigations can not be done shown with grey.

CONCLUSION: City center of Afyonkarahisar, Cay, Cobanlar, Dinar, Sandıklı, Gediz, Simav, Banaz, Kırkağaç, city centre of Manisa, Soma and Turgutlu, where are in the TR 33 Region, are determined as sub regions which have wind energy potential. In the investigation decisions about the places, where have the wind energy potential, it must be beware that the places, which are not suitable for wind energy applications, like Regions with elevation more than 1500 m and more than %20 declivity, settled-areas, highways, railways, airports, seaports, wetlands, national parks, qualified forest areas etc... must not take place in this category.

Ajans Vizyonu

Bölgenin Kalkınması İçin,
Dinamik Bir Takım Ruhuna Sahip,
Kaliteli Hizmet Sunan,
Öğrenen Ve Öğreten,
Başlattığı Her Girişimi Zafer`le
Taçlandıran Bir Ajans Olmak.

Ajans Misyonu

TR33 Bölgesinin Yaşam Kalitesini Arttırmak
Amacıyla; Bölge Dinamiklerini Harekete
Geçirmek ve Paydaşlar Arası Koordinasyonu
Sağlamak, Bölgedeki Kaynakların Yerinde ve
Etkin Kullanımını Gerçekleştirmek, Girişimcilik ve
İnovasyonu Özendiren Bölgeyi Cazibe Merkezi
Haline Getirmek ve Sürdürülebilir
Kalkınmayı Sağlamaktır.



Zafer
Kalkınma Ajansı
Development Agency

T.C. Zafer Kalkınma Ajansı Genel Sekreterliği

Cumhuriyet Mahallesi Hayme Ana Caddesi
Metem Tesisleri Kat: 4, Kütahya - TÜRKİYE
T: +90 274.271 77 61 (pbx)
F: +90 274.271 77 63
e-posta: info@zafer.org.tr
www.zafer.org.tr

444 9352
ZEKA

Afyonkarahisar Yatırım Destek Ofisi

Dumlupınar 2. Cad. No:10
(Ticaret ve Sanayi Odası Kat: 4)
Afyonkarahisar, TÜRKİYE
T: +90 272.212 20 70
F: +90 272.212 21 70
e-posta: afyonkarahisarydo@zafer.org.t

Manisa Yatırım Destek Ofisi

1. Anafartalar Mah. 1601 Sok. No:20/3
45020
Manisa / TÜRKİYE
T : +(90) 236 237 29 47
F : +(90) 236 239 49 51
e-posta : manisaydo@zafer.org.tr

Kütahya Yatırım Destek Ofisi

Hayme Ana Cad.
METEM Tesisleri Kat: 4
Kütahya, TÜRKİYE
T: +90 274.271 77 61 - 112
F: +90 274.271 77 63
e-posta: kutahyaydo@zafer.org.tr

Uşak Yatırım Destek Ofisi

Durak Mah. Fatih Cad. No:2/404,
Özmerkez İş Merkezi 64100
Uşak / TÜRKİYE
T : +(90) 276 224 43 41
F : +(90) 276 224 43 42
e-posta : usakydo@zafer.org.tr



Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Evliya Çelebi Yerleşkesi
Tavşanlı Yolu 10. KM Kütahya - TÜRKİYE
T: +90 (274) 265 20 31 (3 Hat)
e-posta: sbe@dpu.edu.tr