



GÖNDER
Geleceği Önemseyenler Derneği

YERALTINDA ISIL DEPOLAMA TEKNİKLERİ

Ayşegül Emine ÇETİN

Teknik Uzman

Geo. Yük. Müh

9 Haziran 2014

1.GİRİŞ

İller Bankası'nın son yıllarda Kentsel dönüşüme vermiş olduğu destek modern ve akıllı kentler kurma, bina kalitesini artırma konusunda önemli bir girişim olarak öne çıkmaktadır. Belediyelerimizin üst yapı- kentsel dönüşüm, alt yapı gibi yaşamsal öneme sahip taleplerinin karşılanmasına yönelik oldukça önemli atılımlar gerçekleştirilmiştir.

Bu nedenle kentsel dönüşüm kapsamında yeni yapılacak binaların çağın gereksinimlerine uygun olarak ısıtma ve soğutma taleplerinin de karşılanması önem taşımaktadır. Türkiye'nin genel olarak enerji ihtiyacının karşılanması bilindiği üzere %70 oranında doğalgaz-kömür gibi ithal fosil kaynaklarından gerçekleştirilmekte ve enerjide dışa bağımlılığımız önemli bir problem oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklanan CO2 ve NOx vb. sera gazlarının atmosfere verilmesi küresel iklim değişikliğine neden olan faaliyetleri oluşturmaktadır.

Türkiye'nin Avrupa Birliği ile uyum çerçevesinde en son yayımlanan 2009/28/EC *Avrupa Birliği Direktifi* 'nde, her bir üye ülkenin 2020 yılında brüt nihai enerji tüketimindeki yenilenebilir enerji payınının AB'nin 2020 yılındaki ortak hedefi olan 20-20-20 hedefi ile uyumlu olacağı, ayrıca ulaşım sektöründeki yenilenebilir enerji kaynakları payının sektördeki nihai enerji tüketiminin en az % 10'u olması gerektiği belirtilmektedir. Yine ülkemizin de dahil olduğu Kyoto Protokolü de bu çalışmalardan bir tanesi olup sera gazı emisyonlarının azaltılması en önemli hedef olarak ortaya konulmuştur.

Belediyelerimizin Bankamıza şu ana kadar yapmış oldukları talepler kaplıca ve merkezi ısıtma sistemleri ile ilgili olup bu taleplerin karşılanabilmesi sadece yeterli sıcak akışkanın bulunabildiği bölgelerde yapılabilmektedir. Yeterli sıcaklıkta ve debide Jeotermal akışkanın bulunmadığı bölgelerde ise ülkemizin yüksek jeotermal gradyana ve jeolojik özelliklere sahip olmasına rağmen yer kaynaklı ısı pompaları, yeraltında ısı depolama tekniklerinden yeterince faydalanılamadığı görülmektedir. Söz konusu sistemler tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak yeni teknoloji gerektirmesi nedeniyle ülkemizde henüz uygulanma olanağı bulunamamıştır. Bununla birlikte son zamanlarda özel sektörde söz konusu teknolojilerin üretimine yönelik gelişmeler kayda değer bir gelişme göstermektedir.

Türkiye'de mevcut konutlardaki harcanan enerji genel olarak iklimlendirme uygulamalarında kullanılmakta ve genel tüketim içinde yaklaşık %80'lik oldukça büyük bir paya sahip olmaktadır. İller Bankası A.Ş. nin kentsel dönüşüme verdiği destek göz önüne alındığında özellikle üst yapı kapsamında binaların projelendirilirken söz konusu

iklimlendirme sistemlerin araştırılarak yeni yapılacak binalardaki projelere dahil edilmesi önem taşımaktadır.

2. TÜRKİYE ENERJİ DURUMU

Türkiye'nin genel enerjisinin yaklaşık %72'si, elektrik enerjisinin ise %53'ü ithal kaynaklara dayalı olarak elde edilmiştir. Son yıllarda enerjide dışa bağımlılığın önemli ölçüde artması ve bu bağımlılığın arz güvenilirliğini tehlikeye sokması, bunun yanında cari açığı en büyük payın enerji için dışarıya aktarılan dövizin olması nedeniyle yerli kaynakların kullanılması daha da önemli hale gelmiştir. Ayrıca birincil enerji tüketiminde tüketimin yaklaşık %90'ı fosil yakıtlardan karşılanmaktadır.

2.1. Türkiye Enerji Sektörü ile İlgili Temel Tespitler

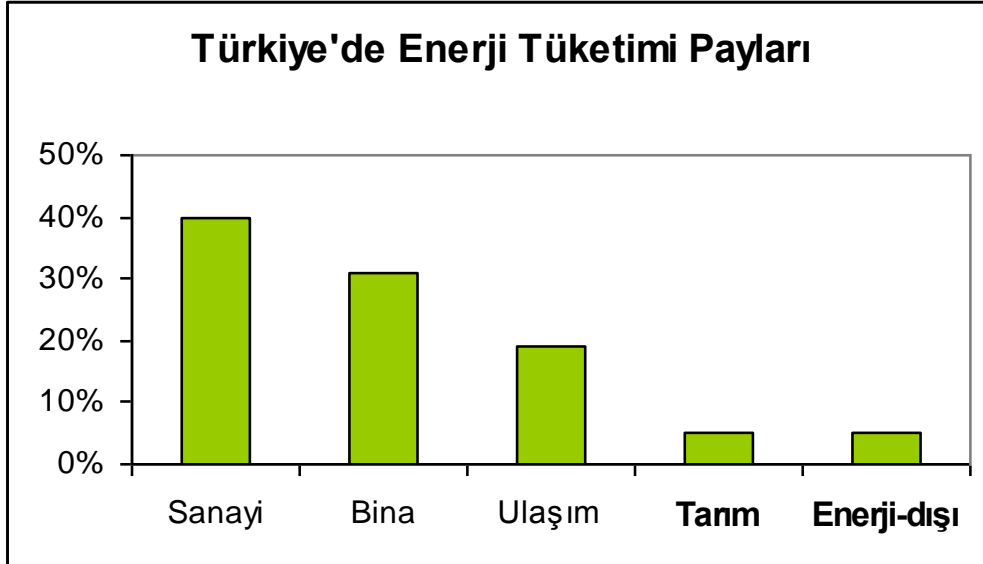
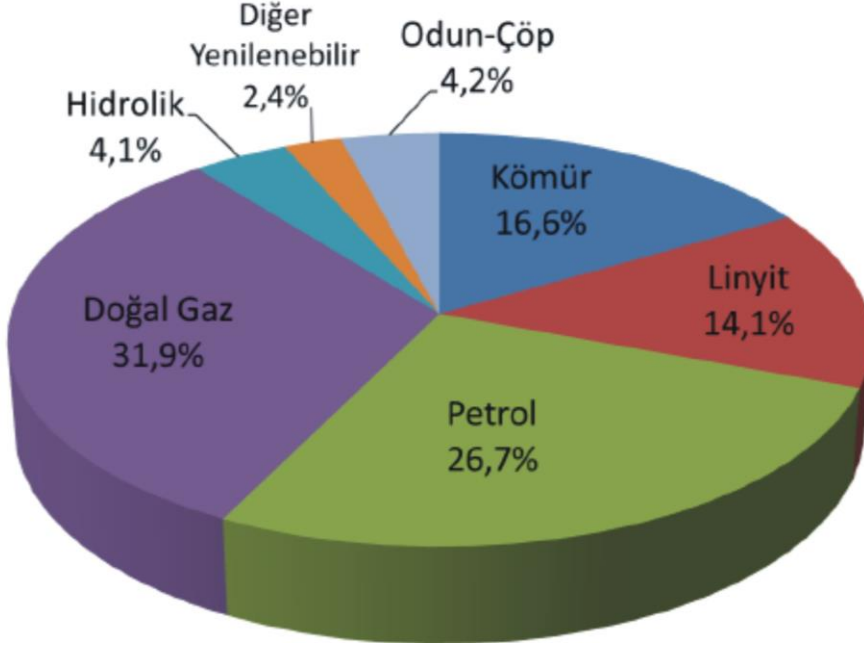
ETKB (Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı) ve EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu) nın konuyla ilgili tespitleri şu başlıklar altında toplanabilir.

“-Hızlı talep artışı söz konusudur. Her ne kadar kişi başına elektrik üretimi, AB ortalamasının yaklaşık üçte biri düzeyinde olsa da, hızla artmaktadır. Bu talebin karşılanabilmesi için önemli ölçekte yatırıma ihtiyaç vardır. Nitekim, 1994, 1998, 2001 ve 2008 yıllarındaki krizlere rağmen son 25 yılda kurulu kapasite dörde katlanmıştır. Yatırımlarda planlama ve kamusal denetimin zorunluluğu ve önemi açıktır.

Enerji talebinin karşılanmasında yüksek oranda dışa bağımlılık; yerli ve yenilenebilir kaynakların değerlendirilmesinin önemini, kaynak ve menşe çeşitlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ekonominin yüksek enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinin artırılması için büyük bir potansiyel teşkil etmekte ancak, ekonomiyle ilgili yapısal hususlarla da ilintili bir durum oluşturmaktadır. Türkiye'nin jeopolitik konum ve avantajları olarak; Doğu-Batı arasında bir enerji köprüsü konumunda olması ve enerji kaynaklarına olan yakınlığı sayılabilir (www.mmo.org.tr/).

Türkiye'nin genel enerjisinin yaklaşık %72'si, elektrik enerjisinin ise %53'ü ithal kaynaklara dayalı olarak elde edilmiştir. Son yıllarda enerjide dışa bağımlılığın önemli ölçüde artması ve bu bağımlılığın arz güvenilirliğini tehlikeye sokması, bunun yanında cari açığı en büyük payın enerji için dışarıya aktarılan dövizin olması nedeniyle yerli kaynakların kullanılması daha da önemli hale gelmiştir. Ayrıca birincil enerji tüketiminde tüketimin yaklaşık %90'ı fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Yerli enerji üretimi 2007'de 27,5 MTEP olarak gerçekleşmiş, 2008'de ise 29.192 mtp'e'ye yükselmiştir. Bu değer % 57,1'i linyit ve daha az miktarda taşkömürü oluşturmaktadır. Hidrolik ve diğer yenilenebilir kaynaklarından yapılan üretim, yerli üretimin % 15,4'ünü oluşturmakta ve toplam enerji talebinin % 4,3'nü teşkil etmektedir. Katı olmayan fosil yakıtlar (petrol ve doğal gaz) yerli üretim içinde % 11 gibi çok düşük bir paya sahiptirler. Hatta ticari olmayan odun ve bitkinin yerli üretimdeki payı % 16,5 ile petrol ve doğalgaz toplamını geçmektedir. Yerli kaynaklarımızdan üretilen enerji miktarındaki artışın enerji talebimizden daha düşük olması nedeniyle, net enerji ithalatımız

1990'daki 28,5 MTEP değerinden 2008'de 77,4 MTEP değerine ulaşmıştır. Dolayısıyla son yıllarda enerjide dışa bağımlılık giderek artmış durumdadır. Türkiye'nin yerli kaynaklarla enerji talebini karşılama oranı 2007'e kadar azalmış, ithal enerji girdi fiyatlarının hızla yükseldiği 2008'de ise artmıştır. Türkiye enerji talebi artış oranında yerli kaynakları hizmete alamamaktadır. Türkiye'nin 2008 yılında enerji hammaddeleri ithalatına ödediği rakam, tüm ithalat tutarının % 24'üne ve 48,2 milyar dolara ulaşmıştır (www.mmo.org.tr.)



enerjide ithalat bağımlılığının azaltılması ve arz güvenliğinin sağlanması amacıyla Yenilenebilir Enerji Kaynakları kullanımının artırılması Türkiye enerji politikasının da önemli bir unsuru haline gelmiştir.

Türkiye’de özellikle elektrik enerjisi konusundaki mevzuat AB Direktifinin hükümleri ile uyum göstermektedir.

Ancak Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının ısıtma, soğutma, ulaşım alanında kullanımının teşvik edilmesi konusu ülkemizde henüz üzerinde durulmamış bir konudur. 2012 yılı ve sonrası Dünya’da iklim değişikliği ile mücadelede çevreye duyarlı üretim ve tüketim anlayışı paralelinde düşük karbon ekonomilerine geçişin hızlandığı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yanı sıra atıkların da enerji olarak değerlendirildiği bir dönem olması beklenmektedir.

Enerji tüketimi yönünde yapılan projeksiyon çalışmaları, 2030 yılında, kurulu gücümüzün yaklaşık iki kat artacağını öngörmektedir. Enerji üretimi, genel olarak fosil yakıtlarla karşılanmaktadır ve fosil yakıtların yanması sonucu oluşan CO2 küresel ısınmanın nedeni olarak gösterilmektedir. Atmosferdeki CO2 oranı, Mart 2009 verilerine göre hacimsel olarak 387 ppm olarak belirlenmiştir. Nüfustaki hızlı artış ve enerji talebindeki buna bağlı artışın bu hızda seyretmesi sonucu atmosfere salınan CO2 miktarı da aynı oranda artacaktır.

20.yüzyılın ikinci yarısından itibaren ekonomik, sosyal vb. diğer alanlarda kaydedilen köklü gelişmeler, insan kaynaklı sera gazlarının atmosferdeki birikimlerini hızlandırmış, doğal sera etkisini güçlendirerek, zaman içinde yerkürenin ortalama yüzey sıcaklıklarında yükselme eğilimi gözlenmesine yol açmıştır. Halen, kömür, petrol ve doğalgazın küresel toplam birincil enerji arzındaki payı % 80 olup, enerji sektörünün küresel toplam sera gazı salımlarındaki payı % 70’e yaklaşırken, karbondioksit salımındaki payı ise % 85 düzeyine ulaşmaktadır. Bu nedenle Avrupa Birliği’nin, güvenli, rekabetçi ve sürdürülebilir enerji geleceğinin garanti altına alınabilmesi amacıyla, birincil enerji arzının çeşitlendirilmesine, fosil yakıt dışalım bağımlılığının azaltılmasına, enerji arz güvenliğinin yükseltilmesine, enerji verimliliğinin artırılmasına, sera gazı salımlarının düşürülmesine doğrudan ve/veya dolaylı katkıları bulunan yenilenebilir enerji Avrupa ortak enerji politikası ekseninde stratejik bir önem kazanmıştır. Avrupa Birliği, çevrenin korunması ve sürdürülebilir enerjiye katkıları nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının öncelikli olarak geliştirilmesini gerekli görmektedir. En son yayımlanan *2009/28/EC* Direktifinde, her bir üye ülkenin 2020 yılında brüt nihai enerji tüketimindeki yenilenebilir enerji payınının AB’nin 2020 yılındaki ortak hedefi olan 20-20-20 hedefi ile uyumlu olacağı, ayrıca ulaşım sektöründeki yenilenebilir enerji kaynakları payınının sektördeki nihai enerji tüketiminin en az % 10’u olması gerektiği belirtilmektedir. Yine Ülkemizin de dahil olduğu Kyoto Protokolü de bu çalışmalardan bir tanesi olup sera gazı emisyonlarının azaltılması en önemli hedef olarak ortaya konulmuştur. Bu emisyonların azaltılmasında, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve enerji verimliliği çalışmaları yer almaktadır.

Enerjide ithalat bağımlılığının azaltılması ve arz güvenliğinin sağlanması amacıyla Yenilenebilir Enerji Kaynakları kullanımının artırılması Türkiye enerji politikasının da önemli bir unsuru haline gelmiştir. Türkiye’de özellikle elektrik enerjisi konusundaki mevzuat AB Direktifinin hükümleri ile uyum göstermektedir.

Ancak Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının ısıtma, soğutma, ulaşım alanında kullanımının teşvik edilmesi konusu ülkemizde henüz üzerinde durulmamış bir konudur. 2012 yılı ve sonrası Dünya’da iklim değişikliği ile mücadelede çevreye duyarlı üretim ve tüketim anlayışı paralelinde düşük karbon ekonomilerine geçişin hızlandığı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yanı sıra atıkların da enerji olarak değerlendirildiği bir dönem olması beklenmektedir.

Atmosferdeki CO2 konsantrasyonunun artması ile dünya ortalama yüzey sıcaklığı 0.7 derecelik bir artış göstermiştir. İlk bakışta küçük gibi görülen bu artışın olası etkileri küçük olmayıp, küresel ısınmaya neden olacak biçimde büyüktür. Çünkü her bir derecelik artış, kuzey ve güney yarım küredeki iklim kuşaklarına 160 km’lik yer değiştirecek etki oluşturabilmektedir. CO2 konsantrasyonunun artmasıyla 2050 yılında 2.2 derece olabilecektir.

Enerji tüketimi yönünde yapılan projeksiyon çalışmaları, 2030 yılında, kurulu gücümüzün yaklaşık iki kat artacağını öngörmektedir. Enerji üretimi, genel olarak fosil yakıtlarla karşılanmaktadır ve fosil yakıtların yanması sonucu oluşan CO2 küresel ısınmanın nedeni olarak gösterilmektedir. Atmosferdeki CO2 oranı, Mart 2009 verilerine göre hacimsel olarak 387 ppm olarak belirlenmiştir. Nüfustaki hızlı artış ve enerji talebindeki buna bağlı artışın bu hızda seyretmesi sonucu atmosfere salınan CO2 miktarı da aynı oranda artacaktır.

Türkiye deki enerji talebine bakıldığında ise

- Türkiye’de enerji talebi ağırlıklı olarak fosil yakıtlardan sağlanıyor
 - Elektrik üretiminin %75 i
- Talebin yerli kaynaklardan karşılanma oranı %26.9
- Binalarda
 - Şehirleşmenin artması
 - Isıtma ve soğutma talebindeki artış
 - %31 pay ile enerji tüketimdeki ikinci büyük sektör
- Binalarda enerji tüketiminde iklimlendirme uygulamalarında harcanan enerji, genel tüketim içinde yaklaşık %80’lik bir paya sahiptir.

3.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI (YEK)

Yenilenebilir enerji kaynakları doğada sürekli var olan faktörlere dayalı olan kaynaklardır. Bu kaynakların en önemli özelliği ise yenilenebilir olmaları ve doğaya zarar vermemeleridir. Jeotermal enerji, Güneş, rüzgar, hidrojen, hidroelektrik enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır.

3.1.Dünyadaki Gelişmeler

Günümüzde tüm YEK, enerji talebinin %2,5'lik bölümünü karşılarken, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) 2015 yılında YEK'nın toplam talebin %3,3'ünü karşılamasını öngörüyor. IEA'nın projeksiyonuna göre, 2001-2030 yılları arasındaki dönemde YEK'na 10,5 trilyon dolarlık yatırım gerçekleşecektir. OECD ülkeleri arasında YEK'nın enerji üretimindeki payının %25'e ulaşması beklenmektedir. Karbondioksit oranlarının düşürülmesi gerekliliği, fosil yakıtlara bağımlı ülkelerde enerji arz güvenliğinin sağlanması ve YEK'nin orta ve uzun vadede geleneksel enerjilere göre maliyet avantajı da elde edeceği beklentileri, YEK konusunda yatırımların ve desteklerin oluşmamasına neden olmuştur. AB komisyonu da özellikle rüzgar, güneş, biyokütle ve hidrolik enerji gibi YEK'nın gelişmesini enerji politikalarının merkezine yerleştirmiştir. AB, %6 seviyelerinde olan yenilenebilir enerji kaynaklı enerji tüketimini 2010 itibariyle iki katına çıkartmayı hedeflemiştir. Türkiye'deki durum ise 2005 yılında çıkan YEK'nin elektrik enerji üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesini amaçlayan YEK kanunu, sektörün gelişmesi yönünde önemli bir adım oluşturmaktadır. Yüksek petrol ve doğalgaz fiyatları, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha geniş oranda kullanımını cesaretlendirmektedir. 2030 yılına kadar dünya genelinde hidroelektrik ve diğer yenilenebilir tüketiminde yıllık %3,4'lük artış beklenmektedir. Hidrolik dışında yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güçteki oranı 2007'de %2,5 iken 2030 yılında bu oranın %8,6'ya yükseleceği, hidroelektriğin ise aynı dönemde %16'dan %14'e gerileyeceği öngörülmektedir.

3.2. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı (2010-2014)

Yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin temel hedef, bu kaynakların elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının 2023 yılında en az %30 düzeyinde olmasının sağlanmasıdır.

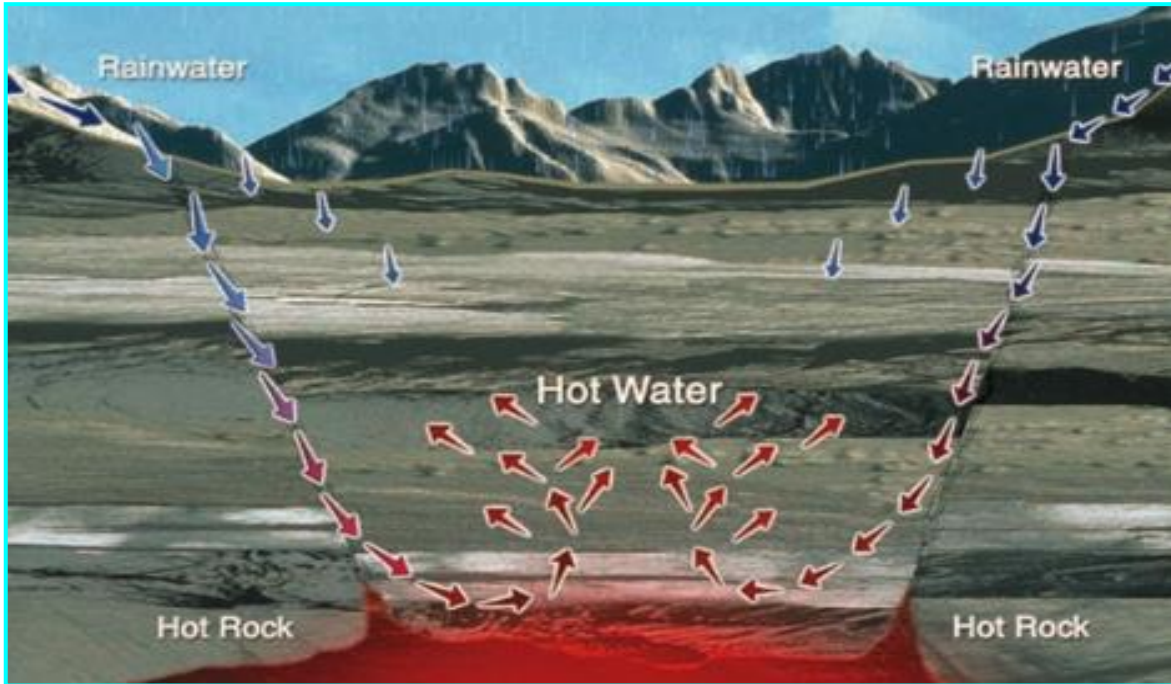
Stratejiler: Ekonomik potansiyel oluşturan yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin olarak, lisans alınan projelerin öngörülen sürede tamamlanması için gerekli tedbirlerin alınması öngörülmüştür.

Üretim planlamaları: teknolojik gelişmelere ve mevzuat düzenlemelerine bağlı olarak yenilenebilir enerji kullanım potansiyelindeki gelişmeler dikkate alınarak hazırlanması öngörülmüştür.

4.JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmeyen, ucuz, güvenilir, çevre dostu, yerli ve yeşil bir enerji türüdür. Jeotermal kaynak kısaca yer ısısı olup, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlardır. Jeotermal Enerji: jeotermal kaynaklardan doğrudan veya dolaylı her türlü faydalanmayı kapsamaktadır.

Sığ Jeotermal Kaynak: Yerin yaklaşık 100-400 m derinliklerinde yer alan ve yerin altındaki sabit ısı enerjisinden yararlanan sistemlerdir. “Jeotermal ısı pompası” ve “Yeraltında Isı Depolama Sistemleri” olarak yararlanılmakta olup, dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 4.1. Jeotermal Enerji Sisteminin şematik gösterimi

Yağmur, kar, deniz ve magmatik suların yeraltındaki gözenekli ve çatlaklı kayaç kütlelerini besleyerek oluşturdukları jeotermal rezervuarlar, yeraltı ve reenjeksiyon koşulları devam ettiği müddetçe yenilenebilir ve sürdürülebilir özelliklerini korurlar. Kısa süreli atmosferik koşullardan etkilenmezler. Jeotermal enerjinin kullanımda hiçbir risk faktörü taşımadığı (patlama, yangın, zehirlenme v.b.) için son derece güvenilir olduğu kanıtlanmıştır.

Kobe ve San Francisco depremlerinde meydana gelmiş olan zararın %70'i doğalgaz yangınlarından olmuştur.

4.1. Kullanım Alanları

Jeotermal sahalardan üretilen akışkan, sıcaklık değerlerine göre oldukça geniş bir yelpazede kullanım olanakları sunmaktadır (Tablo Çizelge 5.13). Düşük ve orta sıcaklıklı sahalardan üretilen akışkan sera, konut, tarımsal kullanımlar gibi ısıtmacılık uygulamasında; yiyecek kurutulması, kerestecilik, kâğıt ve dokuma sanayi, derecilik ve soğutma tesislerinde olmak üzere endüstriyel uygulamalarda ve borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su ve akışkandaki CO₂'den kuru buz elde edilmesi gibi kimyasal madde üretiminde kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıklı sahalardan elde edilen akışkandan ise elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da yararlanılmaktadır.

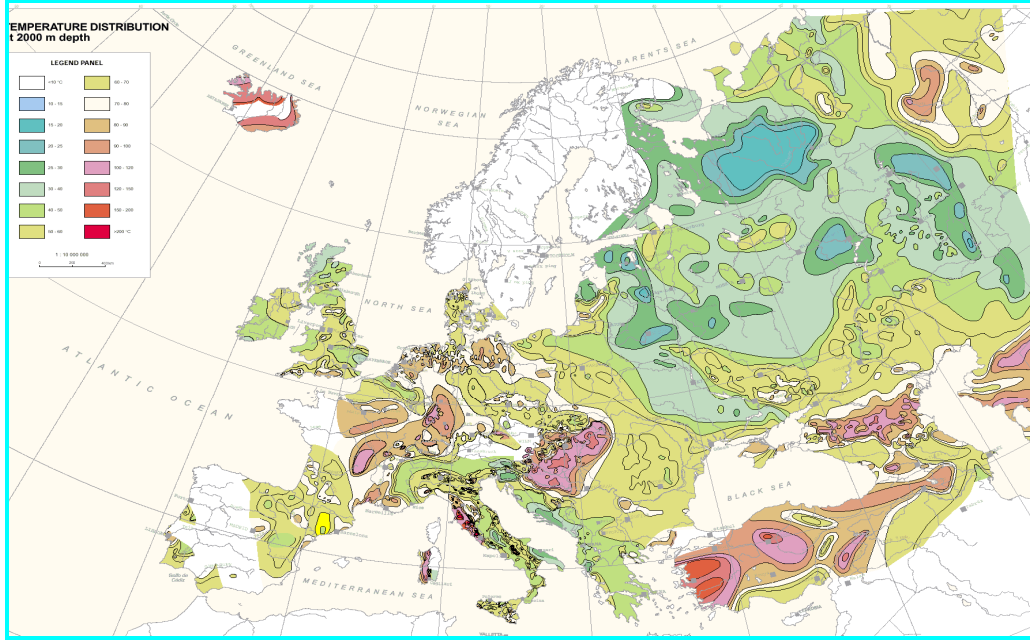
Jeotermal enerji kaynakları ısıl derecelerine ve elde edildikleri derinliklere göre sınıflandırılmaktadır. Bunlar a) Yüksek Entalpili kaynaklar b) Orta Entalpili sahalalar c) Düşük entalpili sahalalar olarak adlandırıldıkları gibi a) Derin jeotermal kaynak b) Sığ Jeotermal kaynak olarak ta adlandırılmaktadır.

Jeotermal aramalarda birincil amaç enerji, “elektrik enerjisi” üretmektir. Bu amacın yanı sıra sıcak su kaynağının elektrik enerjisi üretildikten sonra da atık enerjiden yararlanmak entegre kullanımla mümkün olmaktadır (Şekil..). Jeotermal akışkanın sıcaklığına bağlı olarak hemen tüm ısıl derecelere sahip jeotermal akışkanı pratikte kullanmak mümkündür.

Akışkan içermese de yerin sabit ısısından veya yeraltı suyundan yararlanılarak bina ısıtma ve soğutmada kullanılan sistemler (Yer Isı Pompaları/ Yeraltında Isıl Depolama) ise uluslararası literatürde “sığ jeotermal kaynak” olarak nitelendirilmektedir. Avrupa ve diğer ülkelerde kullanımı çok yaygın olup yeni teknoloji nedeniyle henüz Türkiye’de yaygınlaşmamıştır.

4.2. Türkiye de Jeotermal Enerji Potansiyeli

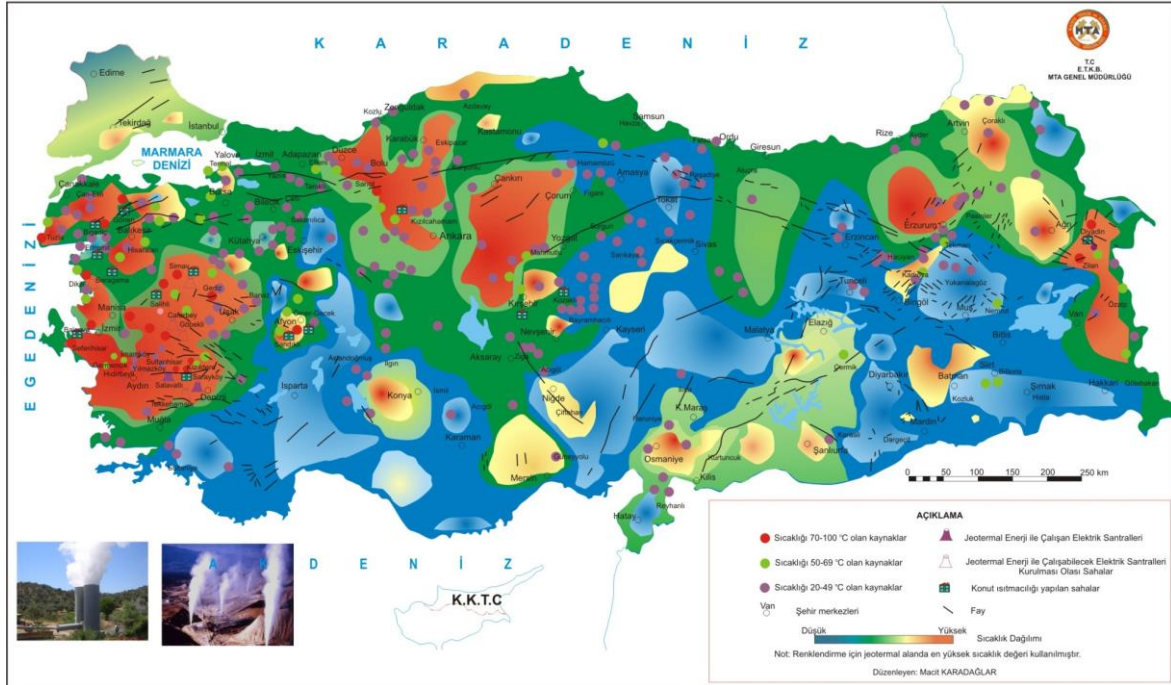
Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde olması nedeniyle genç tektonizma ve volkanizmanın yoğun olduğu ülkemiz, jeotermal enerji teorik potansiyel açısından dünya sıralamasında yedinci uygulamalar açısından dünyada beşinci ve Avrupa’da ise birinci durumdadır (Şekil..).



Şekil 4.2. Türkiye'nin jeotermal enerji açısından Avrupa'daki konumunu gösterir harita

Ülkemizde jeotermal sahalar büyük bir çoğunlukla orta ve düşük sıcaklıklı sahalardır ve bilinen jeotermal kaynakların %95'i ısıtmaya uygun sıcaklıkta olup çoğunlukla Batı, Kuzeybatı ve Orta Anadolu'da bulunmaktadır.

Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası



Şekil 4.3. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Kaynakları haritası (MTA)

Tüm jeotermal kaynaklarımız değerlendirildiğinde milli ekonomiye yılda yaklaşık 20 milyar \$'lık net katkı yapacaktır. Haziran 2007 itibariyle jeotermal kaynak potansiyelimizin

ancak %7'si değerlendirilmektedir. Türkiye'de jeotermal enerji, elektrik üretimi, konut-sera ısıtmacılığı, kimyasal madde üretimi, deri işleme ve sağlık turizmi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Türkiye'deki jeotermal enerji tüketiminin %87'si ısıtma amaçlıdır. Jeotermal sistemlerin geliştiği ülkeler, bilinen bazı tektonik ve/veya aktif volkanik kuşaklar üzerinde bulunmaktadır. Ülkemizde de genç tektonizma ve volkanizma yaygın olarak gelişmiştir. Buna bağlı olarak gelişen sistemler oldukça zengin jeotermal enerji potansiyeli yaratmıştır. Aktif faylarla sınırlı grabenler ve yaygın genç volkanizmaya bağlı olarak gelişen doğal buharların, hidrotermal alterasyonların ve sıcaklığın 25–103 °C arasında değişen 600 ün üzerindeki sıcak su kaynağını varlığı, ülkemizin önemli bir jeotermal enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Türkiye jeotermal potansiyeli bakımından, Avrupa'da ilk, dünyada ise yedinci ülke konumundadır. Türkiye, 1995 yılında, elektrik dışı uygulamalarda (jeotermal ısı ve kaplıca) Dünyada 11nci sırada iken, 2010 yılında 4.lüğe yükselmiştir. 2012 yılı itibariyle kaynak potansiyelimizin %12 si kullanılmaktadır.

Devlet Planlama Teşkilatı'nın (DPT) 9. Plan dönemindeki öngörüsüne göre (2007-2013) jeotermal elektrik üretimi, ısıtma (konut, termal tesis vb), sera ısıtma, kurutma, termal turizm hedeflerine ulaşılması için gerekli olan yatırım tutarları toplamı 3 milyar 250 milyon USD olmaktadır. Buna karşılık yaratılacak ekonomik büyüklük 16 milyar USD/yıl'dır.

5.TERMAL ENERJİ DEPOLAMA

Enerjinin elde edilmesiyle, talep arasındaki fark ve yer-zaman arasındaki uyumsuzluğu gideren, hem ısıtma hem de soğutma için çözümler veren bir sistemdir. Konut, sanayi, tarım ve ulaşım sektörlerinde uygulama şansı bulunan TES, elektrik enerjisi ve kömür, doğal gaz, petrol gibi fosil yakıtlardan tasarruf sağlayarak enerji verimliliğini artırmaktadır. Doğal enerji kaynaklarından (hava, su, toprak ve güneş enerjisi) ve atık ısıdan yararlanmak için de TES gereklidir. Ayrıca Türkiye'de bir süredir uygulanan elektrik fiyatlarının değişken tarifesine göre, talebin fazla olduğu saatlerle az olduğu saatler arasında %50'ye ulaşan bir fark oluşmaktadır. Ucuz olan dönemde depolanan enerjinin pahalı saatlerde kullanılmasıyla da daha ekonomik enerji tüketimi sağlanabilir (Paksoy, 1998).

5.1. Termal Enerji Depolaması Teknikleri (TES)

TES tekniklerinde, duyulur ısı (yeraltında termal enerji depolama), faz değiştiren maddelerin ergime ısısı (FDM&PCM) veya kimyasal tepkimelerin ısısı şeklinde depolanabilir. Bu tekniklerle uzun süreli (yaz-kış) veya kısa süreli (gece gündüz) depolama yapılabilir.

Kısa süreli amaçlarla daha çok istenilen sıcaklıkta faz değiştiren çeşitli organik ve inorganik maddelerden yararlanılmaktadır. En çok kullanılan maddeler arasında; su-buz parafinler çeşitli tuz hidratları sayılabilir (Paksoy, 2000).

Uzun süreli depolama teknolojilerinde daha çok duyulur ısı tekniklerinden (**yeraltında termal enerji depolama**) yararlanır. Bunlar; Akiferde Termal Enerji Depolama (ATED) , Kanallarda Termal Enerji Depolama (BTES), Yer altı mağaraları, Çukur ve Tanklarda Termal Enerji Depolama (CTES) olarak gruplandırılmaktadır. Ayrıca termokimyasal tepkimelerden hem kısa süreli hem de uzun süreli olarak, özellikle yüksek sıcaklıklarda yararlanılabilmektedir. Bu sistemlerde kullanılan maddeler çok çeşitli olup, endüstriyel hammadde olarak zeolitlerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır.

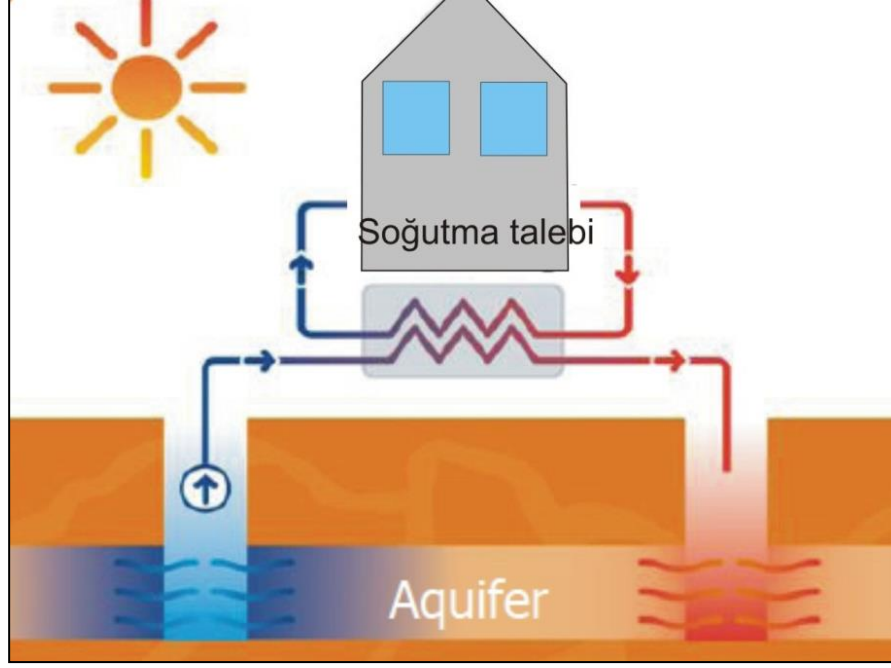
5.2.Yeraltında Termal Enerji Depolama Teknikleri (UTES)

Termal enerjinin yeraltında geniş bir hacimde, uzun süreli mevsimlik depolanma imkanı bulunmaktadır. Bu çerçevede yeraltında termal enerji depolaması, ısıtma amaçlı depolama, soğutma amaçlı depolama, hem ısıtma hem de soğutma amaçlı depolama olarak değerlendirilebilir (Paksoy, 1998).

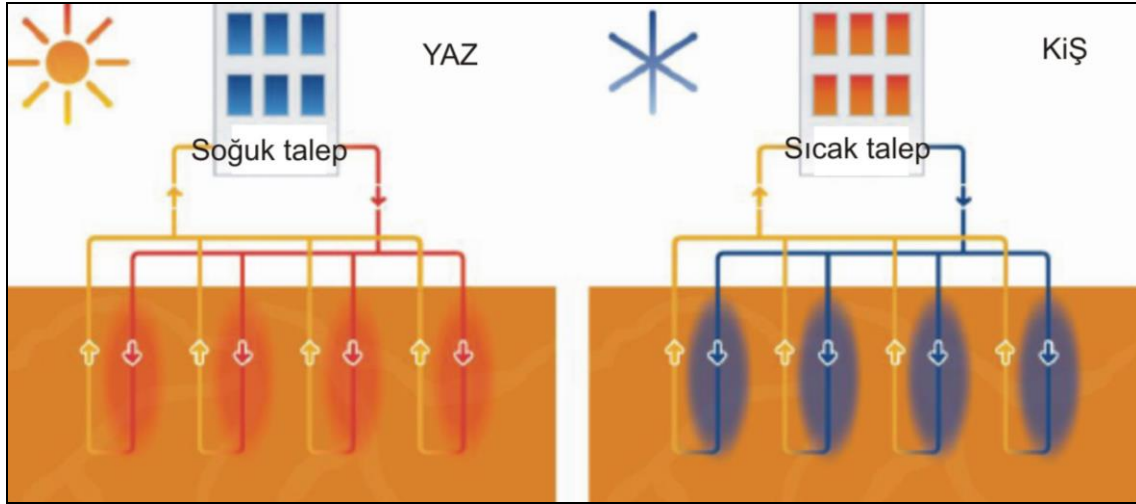
UTES tekniklerinin temel prensibi; yaz ayları boyunca yüzey ısısı ile yer altı ısısı arasındaki sıcaklık farkından yararlanmanın yanı sıra, yaz ayları boyunca mevcut olan sıcaklığı yeraltında depolayıp bir sonraki kış ısıtmada kullanmaktır. Kış ayları boyunca da yukarıda anlatılan prensibin tam tersi geçerlidir. Kış ayları boyunca yüzey sıcaklığı ile yeraltı sıcaklığı arasındaki farktan yararlanılabildiği gibi kışın mevcut olan soğukluğu da yeraltında depolayıp bir sonraki yaz soğutmada kullanmaktır. Aynı temel prensiple son yıllarda gece-gündüz arasındaki sıcaklık farkını kullanarak daha çok telekomünikasyon istasyonlarının soğutulmasında kullanılmaya da başlanmıştır. Sistem ısıtma amacıyla kullanıldığında, fosil yakıt kullanımında sağlanan tasarrufla, hem enerjinin etkin olarak kullanımını sağlamakta, hem de CO₂, SO₂ ve NO_x gibi çevreye olumsuz etkileri olan gazların emisyonunu azaltmaktadır. Soğutma için kullanıldığında elektrik enerjisinde sağlanan tasarrufun yanı sıra ozon tabakasına zarar verdiği bilinen kloroflorokarbon (CFC) gazlarını kullanan soğutucu sistemlerin yerine geçmeleri bu gazların kullanımını da azaltmaktadır.

Yukarıda da belirtildiği üzere yeraltında depolama teknikleri üç grupta incelenmektedir:

- Akiferde termal enerji depolama (ATES)
- Yeraltı kanallarda termal enerji depolama (BTES)
- Tank, çukur ve kaya oyuklarında depolama (CTES)



Şekil Akiferde Isıl Depolama Yönteminin (ATES) şematik gösterimi

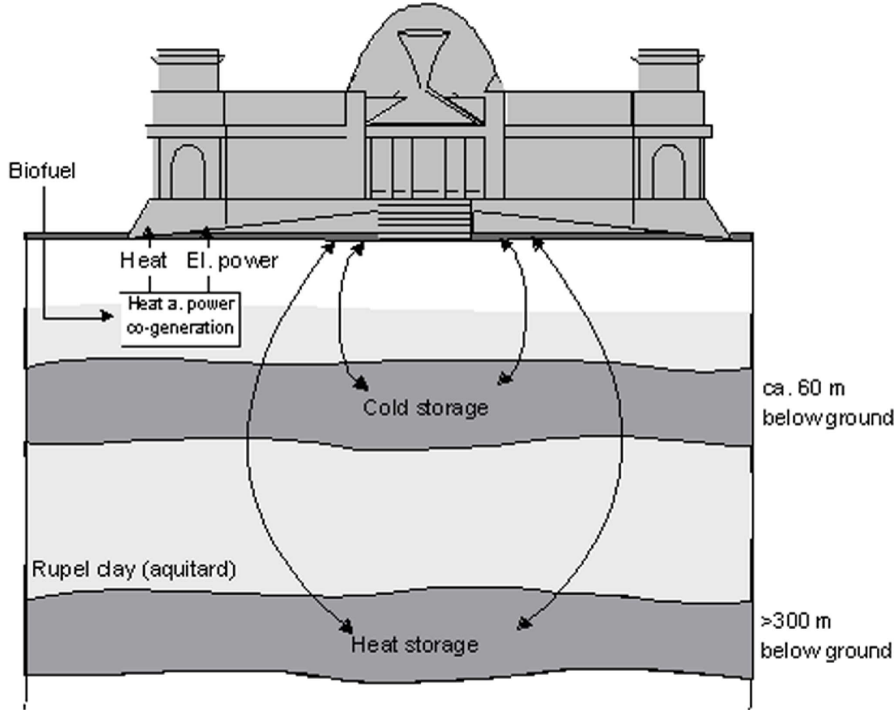


Şekil Kuyularda Isıl Depolama Yönteminin (BTES) Şematik Gösterimi

5.3. Dünyada Yeraltında Enerji Depolama Sistemleri

Almanya enerji kullanımından kaynaklanan CO₂ emisyonu salınımında 2005 yılı öncesinde yaklaşık %25'lik bir azalma sağlamıştır. Bu başarılı azalım, içerisinde TED uygulamaları da olan ve alternatif enerji teknolojilerini destekleyen ciddi bir programlar ile sağlamışlardır. Almanya'nın simdiki uzun vadeli hedefi ise 2050 yılına kadar fosil yakıtlardaki kullanımı %50 oranında azaltmaktır. Almanya'da su an 8 adet büyük ölçekli, güneş enerjisi destekli farklı TED sistemleri kullanan yerleşim merkezleri inşaa edilmiştir

(Wille and Lottner, 2006). Alman Federal Cumhuriyeti Parlamento Binası Reichstag, su an kojenerasyon sisteminden atılan atık ısının akiferde depolanması ile ısıtılıp soğutulmaktadır.



Şekil 5.1. Berlin Parlamento Binası Akiferde Isıl Depolama şematik gösterim

Bu sistemde üst akifer soğuk depolama olarak, alt akifer sıcak depolama (70°C) olarak kullanılmaktadır. Elektrik üretiminden atık ısı alt akifere depolanmış olup soğutmanın büyük bölümü üst akiferdeki ATES sisteminden sağlanmaktadır

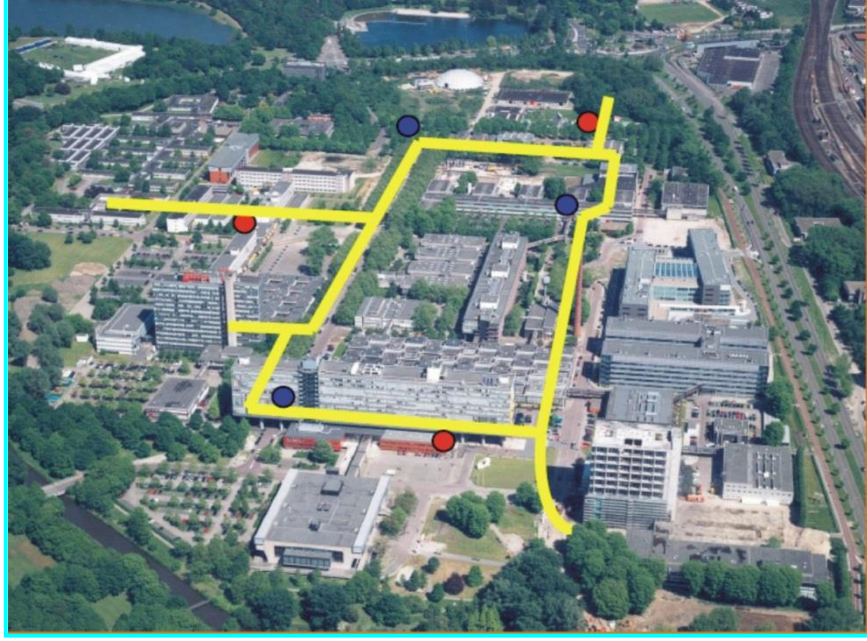
Sistem parametreleri:

Toplam enerji talebi:

- Güç: 8,600 kW 19,500 Mwh/a
- ısıtma: 12,500 kW 16,000 Mwh/a
- soğutma: 6,200 kW 2,800 Mwh/a

Hollanda Akifer Termal Enerji Depolamasında (ATED) uygulama sayısı açısından dünya lideri konumundadır. 2006 yılı rakamlarına göre ülkede yaklaşık 600 adet ATED uygulaması bulunmaktadır (Snijders 2006). Bahsi geçen ATED uygulamaların %78'i konutlarda, %12 si sanayide ve %10 da ziraat sektöründe olmuştur. Hollanda'daki büyük binalarda ATED uygulaması artık standart bir seçenek haline gelmiştir. Ülke capında 2020 yılına kadar 15 PJ yada bir başka deyişle 200.000.000 m³ doğal gaz kullanımına eşdeğer miktardaki enerji ihtiyacı TED uygulamaları ile karşılanacaktır (Snijders and Van Aarssen,

2003). Hollanda Eindhoven üniversite kampüsünde akiferde ısı depolama tekniği kullanılmıştır (Şekil..).



Şekil 5.2. Hollanda Eindhoven Üniversite kampüsü

Uygulama sonucunda 350.000 m² soğutma 20 Mw'lık ısı elde edilmiştir. Toplamda 32 kuyu kullanılmış olup 16 sı soğuk kuyu (4-8 °C), 16 sı sıcak kuyu olarak kullanılmıştır. %59 oranında enerji tasarrufu sağlanmıştır.

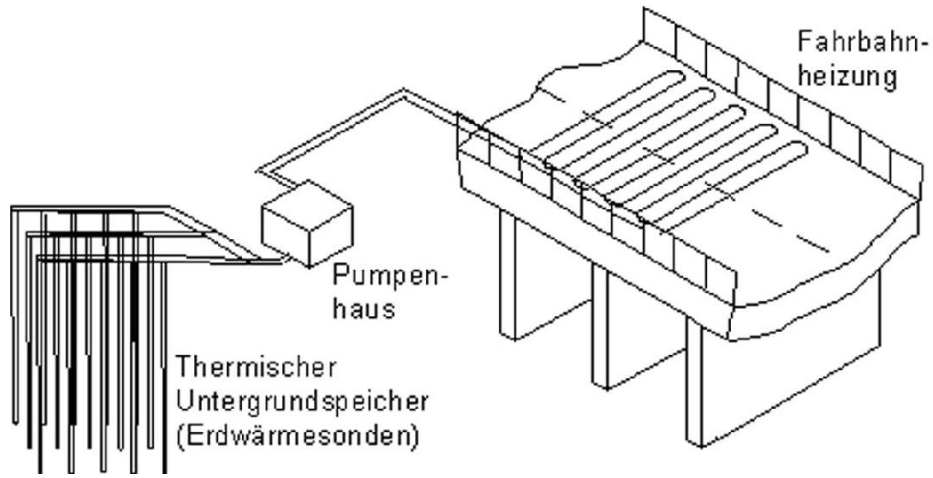
İsveç'te ise 50 adet büyük ölçekli ATES ve 300 adet Yer Kaynaklı Isı Pompası uygulaması ile 2.3 milyon ton/yıl CO² salınımlarında azalma sağlamıştır. Bu rakam İsveç'in toplam yıllık CO² emisyonu salınımlarında % 3.5'luk bir rakama denk gelmektedir.

Kanada dünyanın en büyük yer kaynaklı ısı pompası uygulamasına sahiptir. Sistem Ontario Üniversitesi Teknoloji Enstitüsünde olup, 200 metre derinliğinde 370 adet kuyu içermektedir (Beatty et al., 2006). Alberta Kanada'da bulunan Okitoks kasabası Kuzey Amerika'daki ilk merkezi güneş enerjisi ile ısıtma sistemine ev sahipliği yapmaktadır (Wong et al., 2006). Sistem güneş enerjisinin yeraltındaki kanallar aracılığı (BTES) ile depolanması ve depolanan bu enerjinin kış ayları boyunca bina ısıtmasında kullanılması prensinde dayanmaktadır. Bu dünyadaki ısıtma yükünün %90'nın güneş enerjisinden karşılandığı ilk projedir. Bu uygulama sonucunda ev başına yılda 5 ton sera etkisine yol açan gazın atmosfere salınımı azaltılmıştır.

ABD'de ise buz depolaması özellikle soğutma işleminden kaynaklanan enerji yükünün azaltılması amacı ile kullanılmaktadır. ABD'de bulunan ve iklimlendirmeye ihtiyaç duyan

tum binalarda buz depolaması uygulaması yapılırsa, su anki enerji üretim ve iletim hatlarından %40 daha azına ihtiyac duyulacağı tahmin edilmektedir (MacCracken, 2006). Ayrıca ABD New Jersey eyaletinde kurulu bulunan Richard Stockton Üniversitesi 400 kuyuluk büyük bir Yer Kaynaklı Isı pompası uygulamasına ev sahipliği yapmaktadır. Bu sistem hem ısıtma hem de soğutma amacı ile kullanılmaktadır. Bu uygulama ile yılda 2300 ton CO₂ salımında azalma elde edilmiştir.

Sıcak ve soğuk depolamanın birlikte kombinasyonu ile yol yüzeylerinde de uygulanmaktadır. Yüzeydeki güneş radyasyonu depolanarak, kışın kar eritme ve buzlanmayı engellemek için kullanılabilir. Bu sistem özellikle köprülerde ve uçak pistlerinde kullanılmaktadır.

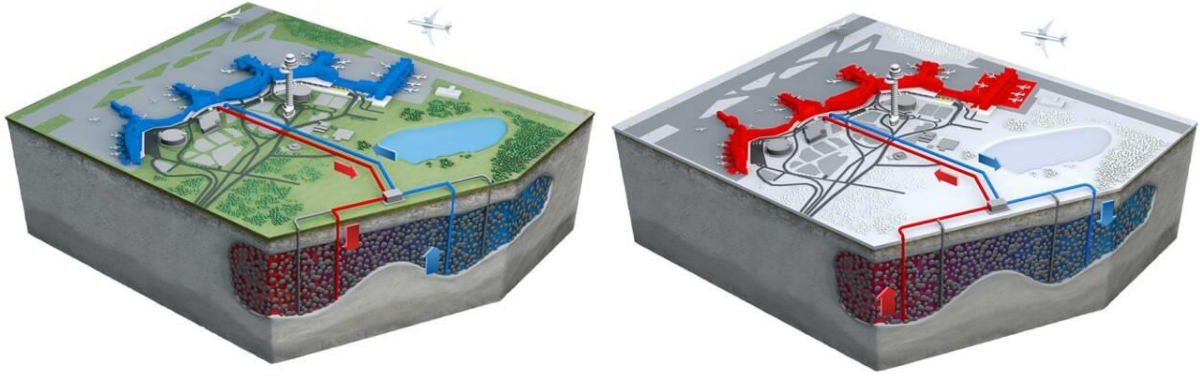


Şekil 5.3. İsveç'te Yolardaki (viyadükler-köprüler) buzlanmanın giderilmesi

Arlanda-İsveç havalimanının ısıtılması ve soğutulması yine akiferde ısı depolama teknikleri ile yapılmıştır (Şekil 5.4.). Stokholm Arlanda havalimanı İsveçin en büyük hava limanıdır, stokholmun merkezine 40 km kuzeyde yer almaktadır. Her yıl yaklaşık 18 milyon insan hava alanını kullanmaktadır ve 15 bin kişi çalışmaktadır. Akifer Langasen bölgesinde bulunmaktadır ve terminallere birkaç kilometre uzaklıktadır. Mevsimsel ısı depolama fikri 2005 te ortaya çıkmış, fizibilite çalışmaları 1 yıl sonra başlamış, arkasından hidrojeolojik çalışmalar ve izin süreci ve çevresel değerlendirmeleri çalışmaları yapılmıştır. Uygulama için izin ve çevresel değerlendirme yi kapsayan çalışma 2007 de çevre mahkemesine gönderilmiştir. Mahkeme 2008 ağustosta çevre iznini vermiş ve hemen inşa çalışmalarına geçilmiştir. İnşaatin 2009 da bitirilmesi hedeflenmiştir. Sistem 720 m³/saat maksimum yeraltısuyu akışına göre yaklaşık 18 MW soğutma ve ısıtma yükünü karşılayacak şekilde dizayn edilmiştir.

Havalimanının ısıtılması ve soğutulması için iki grupta kuyular oluşturulmuştur, güneydekiler sıcak grup, kuzeydekiler soğuk grup olarak gruplanmıştır.

Sistem ekserdeki yeraltısuyunun ısı transferini büyük bir ısı eşanjörü olarak ileten kapalı bir döngü olarak tasarlanmıştır. Su ekserin bir bölümünden pompalanıp ısıyı soğuk veya sıcak olarak ısı eşanjöründen geçirerek diğer bölümdeki akifere sürekli olarak enjekte edilir. Isı ve ya soğuk binalara entegre boru sistemleri ile dağıtılmaktadır.



Şekil 5.4. Arlanda-İsveç havalimanı ATES tekniğiyle ısıtma ve soğutmada kullanımı.

Japonya’da buz depolaması teknolojisini, elektrik enerjisinde gecerli olan farklı saat-tarif uygulamasında faydalanmak için kullanmaktadır. 2001 yılı verilerine göre Japonya capında 16.000 buz depolaması uygulaması bulunmaktadır (Paksoy 2003). Bu uygulamalar enerji verimliliğini %15 arttırdığı gibi, CO² salınımını %20 azaltmaktadır (Sakai 200).

5.4.Türkiye’de Yeraltında Isı Depolama Uygulamaları

Çukurova Üniversitesi Balcalı Hastanesi

Çukurova Üniversitesi tarafından Balcalı Hastanesinin Akiferde Isıl Depolama Yöntemi ile ısıtılıp soğutulması için Fizibilite çalışması yapılmıştır. (Şekil..). Yapılan fizibilite çalışmasında

Yıllık Tasarruf

Elektrik 3250 MWh

Fuel-Oil 1 000 m³

Emisyonlardaki Azalma

CO₂ 2100 ton/yıl

SOx 7 ton/yıl, NOx 8 ton/yıl öngörülmüştür.

Türkiye’de Yeraltında Enerji Depolama sistemlerine uygun alanlar yaklaşık olarak Şekil deki haritada yer almaktadır.



Şekil 5.6. Çukurova Üniversitesi Balcalı hastanesi (Paksoy, 98)



Şekil 5.7. Mezitli Yonca Market ATES projesi (Paksoy, 99)

*Mezitli Yonca Market ATES Projesi: Soğutma Yüğü 195 kW, Isıtma Yüğü 74 kW
Enerji Tasarrufu 60%, 2001 yılında proje tamamlanmıştır.*

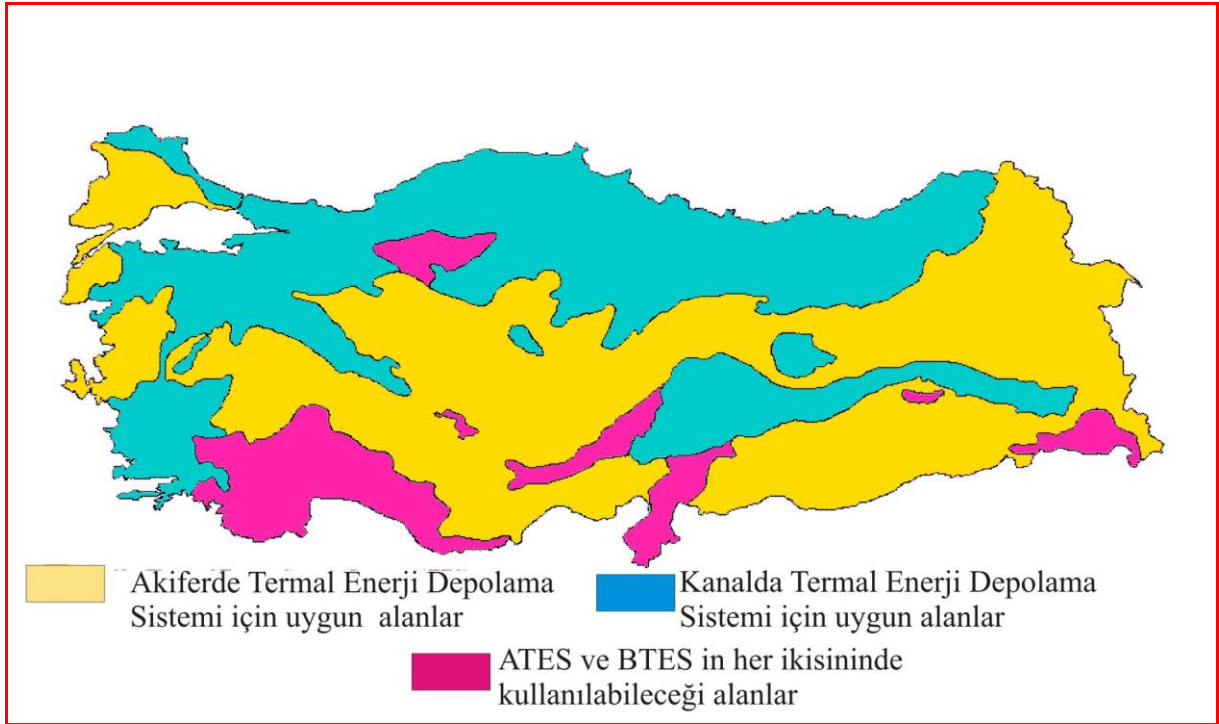
Adana Sera Isıtılması-Soğutulması

Adana'da 360 m² lik sera alanı 2 kuyu açılarak ısıtılması sağlanmış ve domates ve patlıcan üretimi sağlanmıştır. % 68 enerji tasarrufu, %40 ürün artışı, "0" fosil yakıt tüketimi ve daha uzun ve erken hasat dönemi sağlanmıştır (Turgut, 2006).



Şekil 5.8. Adana sera ısıtılması projesi.

Yapılan bilimsel çalışmalar sonucu Türkiye’de yer altı ısı depolamaya uygun alanların (Şekil 5.9.) oldukça yaygın olduğu görülmektedir (Paksoy, 1998).



Şekil 5.9. Türkiye’de yeraltı termal enerji depolamasına uygun alanlar (Paksoy, 1998).

6. YER KAYNAKLI ISI POMPALARI (TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPALARI)

Yer Kaynaklı Isı Pompaları bir **ısı pompası** çeşidi olup **ısı pompaları** genel olarak kullandığı ısı kaynağına göre sınıflandırılmaktadır:

- Hava kaynaklı,
- Su kaynaklı (deniz, nehir, göl, dere vs.).
- Güneş enerjisi kaynaklı,
- Yer Kaynaklı Isı Pompaları-JIP (Toprak kaynaklı)

Hava-Su ve Güneş Kaynaklı Isı Pompaları ile Jeotermal Kaynaklı Isı Pompalarının karşılaştırılması:

Hava kaynaklı bir ısı pompası Uygulanacak yerdeki dış hava sıcaklığı, buz oluşumunun engellenmesi, dış hava sıcaklığı azalırca hava kaynaklı ısı pompasının kapasitesi de düşer.

Su kaynaklı Isı Pompaları Yer altı suyu (kuyu suyu) ısı kaynağıdır. Şehir suyu fiyatı ve belediyelerin kısıtlamaları kaynak kullanımını sınırlar. Su sıcaklığı; kaynağın derinliği, iklime ve bölgeye bağlıdır. Su kalitesi: analiz edilmeli, kireç oluşma ihtimali ve korozyon gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Isı değiştiricileri açık havuz, nehir veya derelere daldırılabilir. Akarsu veya durgun su ısı kaynağı olarak kullanılırsa, kış aylarında buharlaştırıcıdaki sıcaklık düşmesi, buzlanmanın önlenmesi için kontrol altında tutulmalıdır.

Güneş Enerjisini kullanan sistemlerde iklimsel değişikliklere açıktır. Güneşlenme süresi önemlidir.

6.1 Yer Kaynaklı Isı Pompaları (JKIP):

Toprak sıcaklığının değişmediği seviyede kuruldukları için dış ortamdan etkilenmez ve uzun ömürlüdür. Ancak ilk yatırım maliyetleri kuyu açım maliyetleri nedeniyle diğerlerinden daha fazla olup, özellikle büyük ticari binalarda (alışveriş merkezi vb.) 2-3 yılda geri ödeme süresine sahiptir.

Yer Kaynaklı Isı Pompası Sistemleri (JKIP) lerinde yerin veya yeraltı suyunun enerjisinden yararlanmak için üç yöntem kullanılmaktadır.

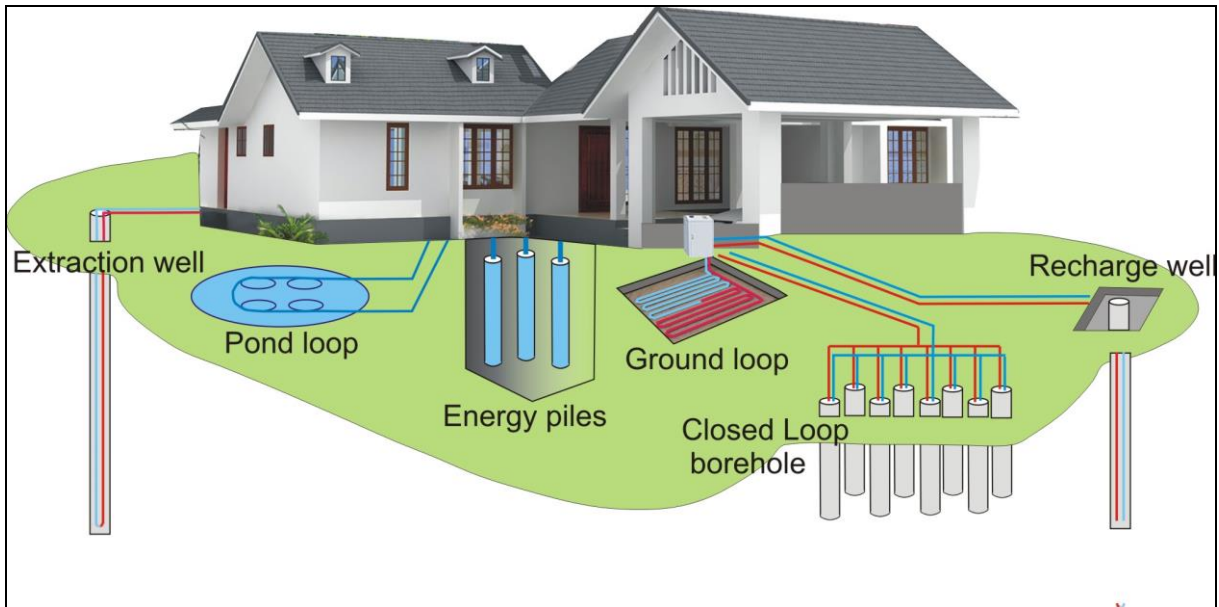
- 1). Açık Sistemler
- 2). Kapalı Sistemler

6.1.1 Açık Sistemler

Kuyu, artezyen, göl, nehir gibi açık bir su kaynağından elde edilen suyun, bir hidrofor sistemi ile JKIP' sına pompalanması suretiyle suyun sahip olduğu enerjiden doğrudan faydalanmak esasıyla çalışan sistemlerdir. Su kaynaklarına yakın ve suyun korozif özelliğinin fazla olmadığı durumlarda rahatlıkla kullanılmaktadırlar. Sudan doğrudan yararlanıldığı için verimleri kapalı sistemlere göre daha yüksektir. Ayrıca, kapalı devrelerde olduğu gibi ilave bir yeraltı ısı değiştiricisi gerektirmediği için ilk yatırım maliyeti daha az olmaktadır. Ancak suyun korozif etkilerini ve ısı değiştiricilerinin kirlenme riskini azaltmak için cihaz girişlerinde özel filtreler ve korozyona daha dayanıklı tipte özel alaşım ısı değiştiricilerine gereksinim vardır.

6.1.2 Kapalı sistemler

Açık su kaynağının mevcut olmadığı yerlerde genellikle polipropilen borulardan yapılan boru demeti (yer altı ısı değiştiricisi) toprağa yatay veya dikey olarak daldırılarak toprağın veya yer altı suyunun enerjisinden faydalanmaktadır. Yatay uygulama genellikle arazinin büyük olduğu projelerde uygulanmakta olup, ısı değiştiricisi boruların toprağın 1.5 – 2 m altına döşenerek üstünün yine toprakla doldurulması suretiyle oluşturulmaktadır. Dikey uygulamalarda ise yer altı ısı değiştirgeci, arazinin geniş olmadığı projelerde genellikle 100 – 150mm çapında yaklaşık 80 – 100 m derinlikte açılan kuyular içerisine daldırılan boru demeti ile oluşturulmaktadır (Hepbaşı, 2007).



Şekil 6.1. Yer kaynaklı Isı Pompalarının şematis gösterimi

6.2. Türkiye’de Mevcut Uygulamalar

İstanbul İKEA Meydan Alışveriş Merkezi:

3500 Kw Soğutma 1250 Kw Isıtma kapasitesi elde edildi. Bu Proje 2007 Avrupa Jeotermal Kongresinde Norveç ve İsveç’ten sonra en büyük proje arasına girmiştir (Korun, 2007).



Şekil 6.2. İstanbul İKEA alışveriş merkezi

Country	City / project name	No. BHE	depth BHE	total BHE length
NO	Loerensskog, SiA hospital *	ca. 300	150 m	ca. 45'000 m
NO	Oslo, Nydalen district	180	200 m	36'000 m
SE	Lund, IKDC	153	230 m	35'190 m
SE	Stockholm, Vällingby Centr. *	133	200 m	26'600m
SE	Kista, Kista Galleria *	125	200 m	25'000 m
TR	Istanbul, Metro market	168	107 m	18'000 m
DE	Golm near Potsdam, MPI	160	100 m	16'000 m
SE	Stockholm, Blackeberg area	90	150 m	13'500 m
SE	Örebro, Musikhögskolan	60	200 m	12'000 m
DE	Langen, DFS	154	70 m	10'780 m
CH	Zürich, Grand Hotel Dolder	70	150 m	10'500 m

Şekil 6.3. İstanbul İKEA alışveriş merkezi proje uygulaması Dünya sıralamasındaki yeri

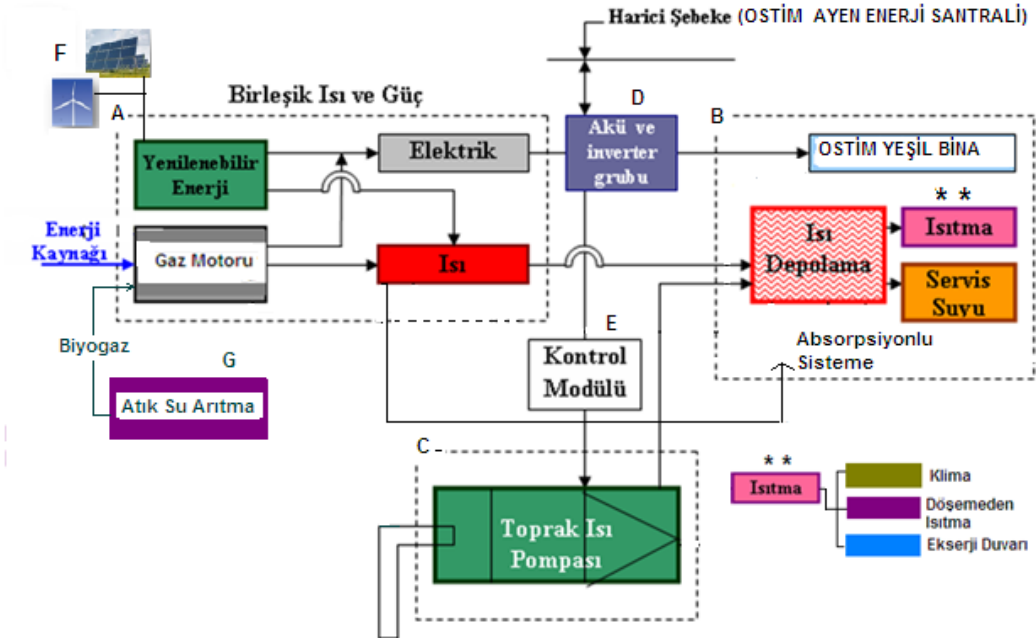
Bu kapsamda özellikle büyükşehirlerde yeni yapılan binalarda ve özellikle büyük alışveriş merkezlerinin projelendirilmesinde “Yer Isı Pompası” ve “Yeraltında Enerji Depolama” uygulamalarına yer verilmektedir. Örnek olarak: İstanbul’da uygulaması yapılan İKEA (Meydan alışveriş merkezi) verilebilir.

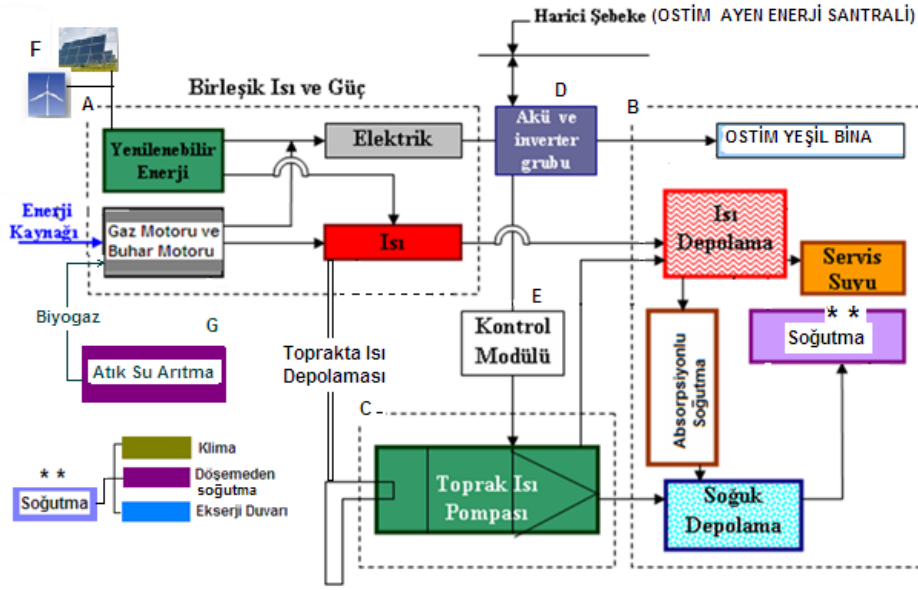
Ankara OSTİM İdare Binası

Ankara’da bir innovasyon projesi olarak 2010 da uygulamasına geçilen Ostim İdare Binası “+Plus Yeşil Bina” olarak öne çıkmaktadır. Söz konusu binada “Yer altında ısı depolama teknikleri”, güneş enerji ve kojenerasyon sistemi birlikte kullanılarak kendi enerjisini üreten yeşil bina olarak dünyada örnek bir innovasyon projesidir.



Şekil 6.4. Ankara OSTİM idare binasının görünümü





Şekil 6.5. OSTİM idare binasının sistem şeması

Diğer Uygulamalar

Diğer uygulamalar genelde küçük boyutlu olup Ankara Mimar Sinan Endüstri Meslek Lisesi'nde tanıtım amaçlı olarak yapılmış ve yatay serme yöntemi ile yerden ısıtma uygulanmıştır. Afyon İkbal Tesisleri restoran bölümü yatay serme ile yerden ısıtma sistemi ile ısıtılmaktadır.

Bunların dışında özellikle Villa tipi uygulama sayısında son yıllarda büyük bir artış gözlenmektedir.

7.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI'NIN EKONOMİDEKİ YERİ

7.1. Piyasa

Günümüzde YEK toplam enerji talebinin %25 lik bölümünü karşılarken IEA (Uluslar arası Enerji Ajansı) 2015 yılında YEK in toplam talebin %3,3 ünü karşılamaını öngörmektedir. IEA nın projeksiyonuna göre 2001-2030 yılları arası dönemde YEK'na 10,5 trilyon dolarlık yatırım gerçekleştirilecektir (Kelecioğlu, M.A; 2011). Yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin temel hedef, bu kaynakların elektrik enerjisi üretimi içindeki payının 2023 yılında en az %30 düzeyinde olmasının sağlanmasıdır.

Ekonomik büyümenin olmazsa olmazlarından biri olan elektrik enerjisi sektörü, Türkiye ekonomisinin yaklaşık %2,5 nu oluşturmaktadır. 2005-2009 yılları arasındaki bileşik büyüme oranıyla artan elektrik talebinin 2009-2018 yılları arasında %6,3-7 arası olması beklenmektedir. Bu yüksek talep artışını karşılamak üzere elektrik üretim sektörüne yaklaşık 3 milyar dolar yatırım yapılmıştır (Kelecioğlu, M.A; 2011). Böyle bir büyüklük karşısında elektrik enerjisi sektörüne ilişkin piyasa düzenlemeleri yapılması ülkemiz açısından kaçınılmaz olmuştur. Böyle bir piyasanın varlığı YEK'e yatırım yapmayı

düşünen yatırımcılar, bunlara kredi sağlayacak kredi kuruluşları, üretilecek enerjiyi satın alacak olanlar için sağlıklı ve güvenli bir ortamın sağlanması açısından önem taşımaktadır (Kelecioğlu, M.;2011).

7.2. Dışa Bağımlılık

Ülkemizdeki enerji portföyü incelendiğinde dışa bağımlı, ithalata yönelik bir enerji yönetimi olduğu görülmektedir. Kullandığımız petrolün %92 si, doğalgazın %99 u ithal edilmektedir. Enerji üretiminde fosil yakıtların kullanımının yüksek olmasının yanı sıra küresel ısınmaya da ciddi oranda neden olmaktadır.

7.3. Gayrisafi Yurt İçi Hasılat (GSYİH)-Enerji İlişkisi

Ekonomik büyüme ve enerji talebinin oluşmasında ana parametrelerden biri değildir. 1971 den bu yana küresel GSYİH oranındaki her %1 lik bir artış birincil enerji talebinde %0,6 lık artışa (Kelecioğlu, M.A; 2011), çeşitli araştırmacıların yaptığı dinamik analize göre enerji tüketimindeki her %1 lik bir artış %0,98 oranında GSYUH'da bir artışa neden olduğu belirlenmiştir (Kelecioğlu, M.A; 2011).

Bu bulgular Türkiye ekonomisinin özellikle 2003 yılından itibaren sanayide gösterdiği dönüşümle uyumludur. Sözkonusu dönüşüm kapsamında 2003 yılı sonrası düşük katma değerli ve geleneksel sektörlerden, ağır metal, otomotiv ve kimya gibi yüksek katma değerli ve enerji tüketiminin yoğun olduğu sektörlerle kayma başlamıştır. Sanayideki dönüşüme paralel bir şekilde 2003 yılı sonrasında GSYİH'nin enerji tüketimi esnekliğinde bir artış olduğu ve yeni enerji tüketiminde %1 lik artışın GSYİH'nin üzerinde daha fazla bir yüzdelik artışa yol açtığı görülmektedir (Kelecioğlu, M.A; 2011).

7.4. Yenilenebilir Enerji ve İstihdam arasındaki ilişki

İktisat literatüründe birçok çalışmanın sonucu, enerji tüketimi ve gelişmişlik düzeyi arasındaki çift yönlü pozitif bağıntıyı doğrulamaktadır. Ülkemizde elektrik ihtiyacının 2009-2023 arasında, yılda % 6 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Türkiye gibi ithal enerji bağımlılığı yüksek ülkelerde yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları alternatifini kullanmanın enerji arz güvenliğini sağlamanın yanında, özellikle genç nüfus arasında yaygın işsizlik problemini çözmeye katkı sağlayacağı ifade edilmektedir. Yenilenebilir enerji alternatiflerinin geliştirilmesi, enerji verimliliğinin artırılması ve böylece enerji tüketiminin iklim değişikliği üzerindeki etkilerinin azaltılması, enerji arz güvenliğinin artırılmasıyla ekonomiye sağladığı katkıları yanında, istihdam üzerindeki olumlu etkisi de son yıllarda çalışma konusu olmaya başlamıştır. Tüm dünyada çevre, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji yatırımları binlerce iş fırsatları yaratmaktadır. Çevre bilinci, Kyoto protokolü, karbon vergisi, yenilenebilir enerji yatırımları ve enerji güvenliği, enerji ticaretinde uluslararası anlaşmalar ve işbirliği kurulmasını; yeşil meslekler olarak tanımlanan yeni istihdam alanlarının ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji danışmanlığı, yenilenebilir enerji mühendisliği, rüzgar enerjisi uzmanlığı, rüzgar enerjisi teknikerliği, karbon satış uzmanlığı, çevre ve enerji hukuku uzmanlığı, organik tarım mühendisliği,

ekolojik turizm danışmanlığı, ısı yalıtım uzmanlığı, çevre mühendisliği, ekolojik bina tasarımcılığı, atık su uzmanlığı gibi “yeşil yakalılar” dikkat çeken ve gelecekte talep edilecek meslekler olarak görülmektedir (Erdal, L.; 2012).

Sürdürülebilir enerjinin endüstride yaygınlaşmasında enerji politikalarının desteği çok önemli bir etkiye sahiptir. Gerek iç gerekse dış piyasaya yönelik yatırımların veya Ar&Ge çalışmalarının endüstriyel enerji piyasasının güç kazanmasına, sürdürülebilir enerjinin altyapı alanlarındaki dönüşümüne yardımcı olacağı, ayrıca yeni ihracat alanları yaratacağı ifade edilmektedir (Lund, 2009:63; Dalton ve Lewis, 2011: 2123).

Ülkemizi dünyanın en büyük 10 ekonomisinden biri yapmak isteyen ETKB, enerjide 2023 yılı hedeflerini de bu hedefine uygun bir şekilde revize etmiştir. OECD tahminlerine göre Türkiye, 2011-2017 döneminde yıllık ortalama % 6,7 büyüme oranıyla OECD’ye üye ülkeler arasındaki en hızlı büyüyen ekonomi olacaktır. Mevcut kurulu gücünü iki kat artırarak 100000 MWh çıkarmayı ve her yıl 5 milyar dolarlık yenilenebilir enerji yatırımı yapmayı hedeflemektedir. Ülkemizde Cumhuriyetin 100. yılının kutlanacağı 2023 yılına yönelik olarak enerji sektörüne ilişkin yüksek hedefler öngörülmektedir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarına ilişkin hedefler aşağıdaki şekildedir:

- Enerji Bakanlığı, yenilenebilir enerjinin payını %30’a yükseltmesi
- Rüzgâr enerjisinin 20.000 MW düzeyine çıkarılması (2010 yılında 1.694 MW idi) 600 MW jeotermal ve 3.000 MW güneş enerjisi kapasiteli elektrik santralleri
- Enerji borsası oluşturulması
- Hidrolik enerjiden tam yararlanılması

Yenilenebilir Enerji Kanunu’ndan sonra yerli üretimime sağlanan ek teşviklerle yatırımlar artmıştır. Rüzgar enerjisi yatırımları hızında Meksika’dan sonra ikinci sıraya yükselen ülkemizde 59 jeotermal sahası 419 milyon dolar bedelle özel sektöre devredilmiştir. Güneş enerjisinde 600 MWlık yeni yatırım için özel sektöre çağrı yapılacağı duyurulmuştur. 2011 yılı içinde devreye giren 2287 MW’lık santralin 1407 MW’ı yenilenebilir enerji santralinden oluşmaktadır. EPDK’ya yapılan lisans başvurularının yarısı yenilenebilir enerji için yatırımları için gerçekleşmiştir. EPDK, 2011 sonu itibariyle 106.000 MW kurulu güce sahip, 2100 proje için lisans başvurusu yapılmasını, ülkede enerji piyasasına duyulan güvenin göstergesi olarak sunmaktadır (TYDT, 2012).

7.5. Yenilenebilir enerji ile cari açık ilişkisi

Enerjide dışa bağımlılığın artması sadece işsizlik oranının azaltılmasına olumsuz yönde etki yapmamakta, aynı zamanda cari açığın artmasına da sebebiyet vermektedir (Kelecioğlu, M.A; 2011).

7.6. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Diğer Yatırımlardan Farkı

Yenilenebilir enerji yatırımlarının diğer yatırım türlerine nazaran bazı önemli farklılıkları vardır. Bu farklılıklar aşağıda sıralanmıştır.

1. Her şeyden önce yenilenebilir enerji yatırımları bir çok yatırım türüne nazaran büyük montanlı yatırımlardır. EDPK'nun yayımladığı kaynak bazında toplam birim yatırım tutarı tablosuna göre; toplam birim yatırım tutarı Mw/TL olarak hidroelektrikte 1.600.000 TL, rüzgarda 2.000.000 TL, jeotermalde 2.100.000 TL, biyokütlede 1.900.00 TL ve güneşte 4.200.000 TL'dir. EPDK tarafından belirlenen bu veriler lisans başvurusu sırasında istenecek teminat mektubu tutarı ve sermaye yükümlülüğünün hesaplanmasında kullanılmaktadır. Ancak fiili durumda bu tutarların çok daha üzerinde MW başına birim maliyet olduğu bilinmektedir. Örneğin projenin karakteristik özelliğine göre değişebilmekle birlikte hidro elektrikte birim maliyet 2.000.000-2.500.000 Amerikan Dolarına kadar çıkabilmektedir.

2. Yatırım maliyetlerinin yüksek olmasına karşın işletme maliyetlerinin düşük olması bu yatırımları diğer yatırım türlerinden ayırmaktadır. Örneğin HES'lerde işletme giderleri yıllık elektrik satış gelirinin %5- 51 Enerjide Üretim Tüketimin Üçte Birinden Az (**Capital Dergisi Energy&Business Eki**, Ocak 2011,s.4).10'u arasındadır. Dolayısıyla bu yatırımlar işletme döneminde yüksek getiriye sahiptir.

3. Yenilenebilir enerji yatırımları bir çok yatırım türüne nazaran uzun süreli yatırımlardır. Yatırım süresinin uzunluğu başta çevresel izinler olmak üzere, lisans alma sürecinin uzunluğundan kaynaklanabildiği gibi, inşaat döneminin de uzun (genelde asgari iki yıl) sürmesinden kaynaklanmaktadır. Finansman sürecinin uzaması yatırıma başlamayı ve dolayısıyla yatırım süresini uzatabilmektedir.

4. Yatırım maliyetlerinin planlanabilmesinde güçlükler yaşanmaktadır. Yatırım süresinin uzunluğu nedeniyle oluşan enflasyonist baskılar, kur değişimleri, risk unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır.

5. HES'lerde yağışa, RES'lerde ise rüzgara bağımlılık gibi, doğal ve çevre koşullarında daha fazla bağımlı olma riski bulunmaktadır.

6. Yenilenebilir enerji yatırımlarında öngörülemeyen maliyet artışlarının olması olasıdır. Yeterli zemin etüdünün yapılmamış olmasından dolayı veya öngörülemeyen jeolojik deformasyonlardan dolayı örneğin HES'in tünel inşaatında göçükler meydana gelebilir. Kamulaştırma bedellerinde beklenmeyen fiyatlar, ithalat yasakları gibi faktörler nakit akımlarının tahminini zorlaştırabilmektedir (Kelemcioğlu, 2010).

8. DEĞERLENDİRME

Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıt olarak bilinen ve miktarı sınırlı enerji kaynaklarına göre önemli üstünlüklere sahiptir. Bu üstünlüğünün en önemli yanı yenilenebilir enerji kaynaklarının hiç bitmeyecek olmasıdır.

Yenilenebilir enerji kaynakları, diğer enerji kaynaklarına göre, enerji üretirken çevreye zararı çok az olan ve bu nedenle “çevreci” enerji olarak bilinen bir kaynak türüdür.

Günümüzde bilim ve teknolojinin sürekli gelişmesi ve sanayileşmenin artışına paralel olarak enerji ihtiyacı artmakta ve bunun sonucu olarak da enerji fiyatları yükselmektedir. Yeterli enerji kaynaklarına sahip olmayan ülkemizde, yalıtım bilinci de yeterince gelişmediğinden, ithal edilen enerjinin çok büyük bir kısmı ısıtma-soğutma ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılmaktadır. Fosil yakıtların rezervlerinin sınırlı olduğu ve bunların çevreye olumsuz etkiler bıraktığı göz önüne alınarak yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları arayışına gidilmektedir.

Türkiye deki enerji talebi göz önüne alındığında enerji talebinin ağırlıklı olarak fosil yakıtlardan sağlandığı ve elektrik üretiminin %75 inin fosil kaynaklardan kullanıldığı ve talebin yerli kaynaklardan karşılanma oranı %26.9 olmaktadır. Son zamanlarda kentleşmenin artması ile birlikte özellikle binalarda ısıtma ve soğutma talebi artmış ve %31 pay ile enerji tüketiminde ikinci büyük sektör olarak yer almıştır. Binalarda enerji tüketiminde iklimlendirme uygulamalarında harcanan enerji, genel tüketim içinde yaklaşık %80’lik oldukça büyük bir paya sahiptir.

Konu ile ilgili 05.12.2008 tarihli ve 27075 sayılı yasal düzenleme olan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” nde 1000 m²’nin üzerinde kullanım alanına sahip binalarda; elektrik, ısı ve sıhhi sıcak su ihtiyacının kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim imkanlarının araştırılarak, ekonomik yapılabilirliği olan uygulamalara geçilmesi gerektiği belirtilmektedir. Yine söz konusu yönetmelikte “Yeni yapılacak binalarda hava, toprak ve su kaynaklı ısı pompası sistemleri için birinci fıkrada belirtilen raporda tesbit edilen ilk yatırım maliyeti enerji ekonomisi gözönünde bulundurulmak suretiyle, inşaat alanı 20.000 m² ve üstündeki binalarda 15 yılda geri kazanılması durumunda, bu sistemlerin yapılması zorunludur.” denilmektedir.

Ülkemizin deprem kuşağı içerisinde yer alması ve bu kapsamda “Kentsel Dönüşüm” sürecinde yer alması nedeniyle yeni yapılan binalarda üst yapı ve kentsel dönüşüme bağlı olarak yer kaynaklı ısı pompası, kojenerasyon vb. uygulamalar ile konut ısıtmasında yer almadığı görülmektedir.

Yeraltında Isıl Depolama Yöntemleri ve Yer kaynaklı Isı Pompası Sistemleri düşük sıcaklıklarda yeraltısuyunu kullanarak veya kullanmayarak binalarda hem ısıtma hem de soğutmada kullanılabilen sistemlerdir. Ancak şu ana kadar gerçekleştirilen çalışmalarda jeotermal araştırmalarda merkezi ısıtma sistem projeleri için yüksek sıcaklıklı sahalar araştırılmıştır. Üst yapı ve kentsel dönüşüm projelerinin tasarımı, ihale ve kontrol sürecinde yapılacak çalışmalar önem taşımaktadır.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının kapsamı, tutarı, süresi ve bu yatırımın bazı karakteristik özellikleri nedeniyle; finansman sürecinin yasal mevzuatı da dikkate alarak etraflıca incelenmesi gerekir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının artan önemi yanında, finansman sürecinde karşılaşılan sorunlar daha çok, devletin bu yatırımlara bakış açısına, ülkemiz açısından bu sektörünün yeni bir alan olmasına bağlıdır. Kuşkusuz çözüm yolu da devletin bu sektörü daha fazla teşvik etmesi, yatırımcılarında bu yatırımlara girmeden yatırımın tüm yönleriyle değerlendirmesine bağlıdır.

12. KAYNAKÇA

- Altunbaş,M., (2011), “*Ekolojik Vergilerin Korunmasında Çevre (Ekolojik) Vergilerin Etkisi*”, Vergi Sorunları Dergisi, Sayı:272,Mayıs .s.158-159.
- Dünya Gazetesi, (2010), “*Girişim Sermayesi Yöneticilerinin Yeni Gözdesi Yenilenebilir Enerji Projeleri*”, 28 Haziran.
- Ercan, Metin Kamil, Ban,Ünsal, (2008), *Değere Dayalı İşletme Finansı:Finansal Yönetim*, 4.Baskı, Ankara,Gazi Kitapevi.
- Erdal, L., (2012). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Yatırımlar ve İstihdam Yaratma Potansiyeli*. Aydın: Sosyal ve Beşeri İlimler Dergisi Cilt:4, No:1, ISSN:1309-8012 (Online)
- Güngör, A.Feridun (2009), “*Karbon Ticaretinin Vergisi*”, **Ekonomist Dergisi**, Ekim,s.57.
- Dalton G.J. ve Lewis T (2012)., “*Metrics for measuring job creation by renewable energy technologies, using Ireland as a case study*”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 2011, 2123–2133.
- Göktan, Osman, (2011), “*Gelişen Enerji Sektörü, Bankalar Arası İşbirliği ve Büyüme Etkisi*”, The Energy Report Dergisi, Şubat ,s.25-27.
- Durak, Murat, “*Yenilenebilir Enerji Santralleri İçin Finansman Modelleri:Proje ve Sendikasyon Kredisi*” www.yesilekonomi.com/yayinlar/makale
- ETKB (2011), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Taner Yıldız’ın 2011 Yılı Bütçesi’ne ilişkin olarak Plan ve Bütçe Komisyonunda yaptığı konuşma, www.enerji.gov.tr
- “*Enerjide Üretim Tüketimin Üçte Birinden Az*” (2011), Capital Dergisi Energy&Business Eki, ,s.4
- “*Enerji Sektörü Yeniden Dizayn Ediliyor; Yeniden Yenilenebilir Enerji Kaynakları*”, (2010) Mimar ve Mühendis Dergisi, Mayıs-Haziran 2010,s.30.

- Ekonomist Dergisi, (2011), “*Kredi Muslukları Yenilenebilir Enerjiye Açılacak*”, 10 Temmuz, s.59.
- EİE/YEGM-2012, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü.,www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar_en_hak.html
- İşçi, M., (2010), “*Mimari Tasarım, Ekoloji, Ekolojik Enerji*”, Mimar ve Mühendis Dergisi, Mayıs-Haziran ,s.20.
- Lund Peter .D., “*Effects of energy policies on industry expansion in renewable energy*” Renewable Energy,34,2099, 53–64.
- Lund Henrik, “*Green Energy Plan for Denmark*”, *Environmental and Resource Economics*,14:3,1999, 431-440.
- Moreno Blanca ve Lo’pez Ana Jesu’s (2008), “*The effect of renewable energy on employment, The case of Asturias (Spain)*”, Renewable and Sustainable Energy Reviews,12, 732–751.
- Paksoy, H.O., Underground thermal energy storage potential in Turkey, IEA ECES Annex 8 report, 1998.
- Paksoy, H.O., Andersson, O., Abaci, S., Evliya, H. and. Turgut, B. 2000. Heating and cooling of a hospital using solar energy coupled with seasonal thermal energy storage in aquifer, Renewable Energy, 19 117-122.
- Paksoy, H., (2002), Tesisat Mühendisliği Kongresi, Bursa
- Kelecioğlu, M.A., (2011). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Finansmanı, Sorunlar ve Çözüm Önerileri*. www.makelecioğlu.com, 13.11.2013.
- Sarıaslan, Halil, EROL,Cengiz,(2008), *Finansal Yönetim Kavramlar, Kuramlar ve İlkeler*, Ankara,Siyasal Kitapevi.
- Şenerdem, Melis, KADILAR,Rıza, (2010) “*Ekonomiye Karbon Ayarı*”, Fortune Dergisi, Haziran 2010,s.72
- Şanlı, Kenan, (2010), “*Bankalardan Çevreye Yeşil Işık*”, Fortune Dergisi, Haziran ,s.76-77. “*Enerjide Üretim Tüketimin Üçte Birinden Az*”, **Capital Dergisi Energy&Business Eki**, Ocak 2011,s.4.
- Türkiye Enerji Raporu, (2012), Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, www.dektmk.org,
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı (2010-2014),www.enerji.gov.tr,