

JEOTERMAL ENERJİ SANTRALLERİ VE ULUSAL ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMİNE BAĞLANTISI

Muammer ARGÜN

Argün Mühendislik Müşavirlik Ltd. Şti.
muammer.argun@emo.org.tr

ÖZET

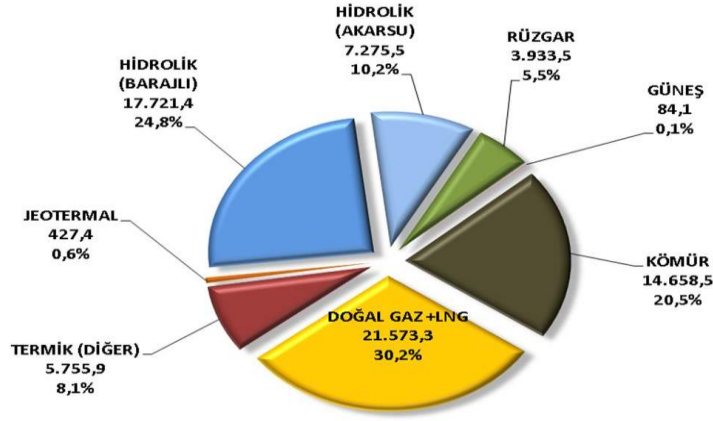
Yenilenen enerji türü olarak jeotermal kaynaklardan elektrik üretimi Ülkemizde gün güne yaygınlaşmaktadır. Hidrolik rüzgar ve güneş enerji kaynaklarına oranla Jeotermal enerji, yıllık üretim kapasitesi (emre amadelik oranı) çok yüksek olan baz enerji santralleri arasındadır. Bu bildiride doğal kaynağımız olan jeotermal enerjinin elektrik üretiminde kullanımı, santral tipleri, nasıl elektrik enerjisi ürettiği, santral yeri seçimi, verimi, santral yatırımı döneminde özen gösterilecek hususular, çevreye etkileri, sisteme bağlantı sorunları irdelenecektir. 2006 yılından günümüze işletmeye giren 15 Jeotermal Elektrik Santrali (JES) kurulu gücü 427,4 MW'e ulaşmıştır. Bunlardan 15'i, düşük ve orta entalpili jeotermal kaynaklar için uygun olan İki Akışkan Çevrimli (Binary) Santral tipinde tesis edilmiş ve böylece bu alanda bilgi birikimi oluşmuştur. Jeotermal kaynakların arama ve geliştirme görevi MTA Genel Müdürlüğünde olup enerji üretimine uygun, halka ait jeolojik rezervuarlar çok yüksek bedellerle satılmaktadır. Buna karşılık bu bölgelerde kurulacak enerji santrallerinin sisteme erişimi için şimdiye kadar TEİAŞ herhangi bir planlama çalışması yapmamıştır. Genellikle 15-25 MW üretim kapasitesinde kurulan JES'ler 6-12 km bağlantı hatları ile sisteme erişmekte, hem uzun EİH yatırımı hem de enerji kayıpları oluşmaktadır.

1. GİRİŞ

Ülkemiz tektonik bölgede yer aldığından zengin jeotermal enerji kaynaklarına sahiptir. Buna karşılık elektrik üretiminin hala büyük bölümü (% 58,8) ithal fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Dışa bağımlı, pahalı üstelik çevreye zararlı petrol ürünleri yerine; yenilenen, güvenilir, ucuz, önlem alındığında çevre dostu jeotermal kaynaklarımızın elektrik üretiminde kullanılması akılcılıktır. Bugün toplam üretimin ancak % 0,6'sı 427,4 MW jeotermalden karşılanmaktadır. Yakın dönemde jeotermal santral yatırımlarının artması beklenmektedir.

Yenilenen enerjiler kaynaklarının emre amadelik oranı %30-40 kadar iken, jeotermal enerji santralinin yıllık üretimi %97 ve üstünde gerçekleşmektedir. Bu nedenle JES'ler temel yük santrali niteliğindedir. Yıllık 60 saat bakım onarım çalışması dışında 8700 saat enerji üretimi gözlenmiştir. RES ve GES santrallerinde üretilen enerjinin sistem stabilitesine olumsuz katkısına karşılık, jeotermal enerji santrali kaliteli enerji üretilir.

TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ KURULU GÜCÜ (31 MAYIS 2015)



KURULU GÜÇ: 71.429,7 MW

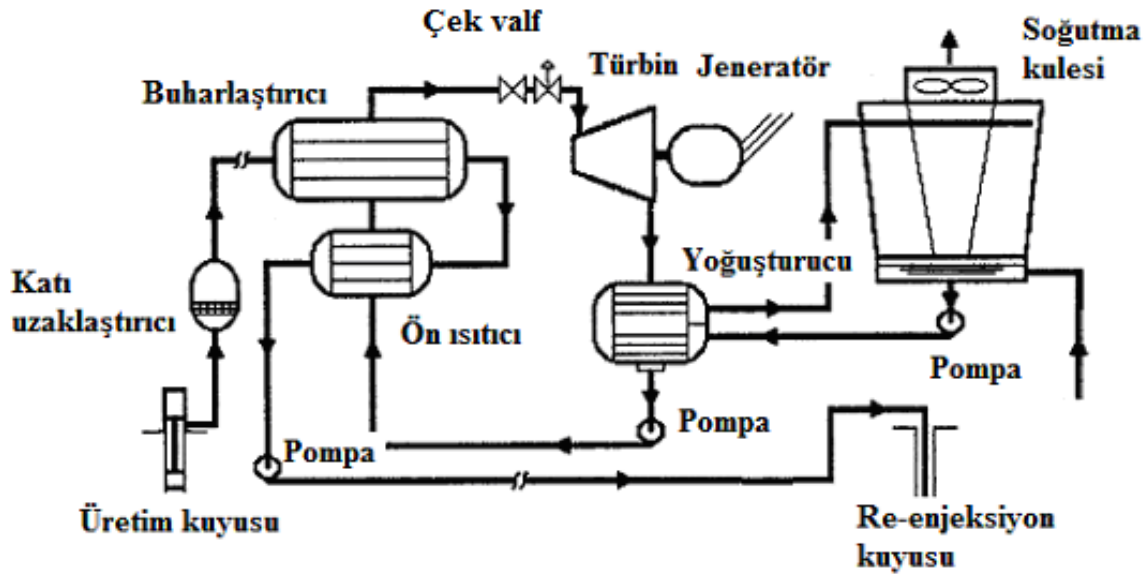
Kaynak: TEİAŞ, 10.06.2015

2. JEOTERMAL ENERJİ SANTRAL ÇEŞİTLERİ

Jeotermal rezervuarın akışkan sıcaklığına bağlı olarak JES tipi değişir. 180°C ve üstü sıcaklıklarda tek ve çift fazlı akışkanlı “flash” tipi santrallerde, sıvıdan ayrıştırılan buhar doğrudan buhar türbinine verilerek elektrik üretilir. Bu türe örnek 47.4 MW.lık Gürmat Germencik Santrali ile Zorlu Kızıldere JES’dir.

Jeotermal akışkan sıcaklığı 100-180 °C aralığındaki düşük ve orta entalpili jeotermal kaynaklar için uygun olan “İki

Akışkan Çevrimli (Binary) Santral” tipidir. Ülkemizde tesis edilen santrallerin çoğunluğu (15 adedi) bu türdür. Binary Enerji Santralında jeotermal akışkan ısı, ısı değiştiricilerde pentan, izo-pentan, izo-bütan gibi sıvılaştırma ısısı düşük ikinci bir akışkana yüklenir. Basınç altında türbinde genişleyen ikinci akışkanın (motive fluid) enerjisi türbin kanatlarını iterek dönme momentumuna dönüşür. Türbin çıkışından yeniden çevrime girmek üzere yoğunlaştırıcıda (kondenserde) sıvılaştırılarak Rankin çevrimi kapalı devre tekrarlanır, enerji üretimi sürdürülür.



İkili (Binary) Çevrim Örnek Elektrik Üretim Santrali [1]

Binary Elektrik Santrali, Organik Rankin Çevrimi yardım ile elektrik üreten (ORC) bölümü ile akışkanın sağlandığı üretim kuyuları, isale hatları, terfi pompaları ve geribasım (reenjeksiyon) sisteminden oluşan Yardımcı Servisler (BOP) olarak iki bölümden oluşur. ORC paket olarak dışalımla temin edilmektedir. Bu güne kadar ORMAT (İsrail), Atlas Copco (AB-D), EXERGY (İtalyan) vb.. firmalardan satın alınmıştır. Dış alım tutarı yatırım bedelinin yaklaşık yarısıdır. Firma seçimi, paket kapsamı, seçilen ORC yapılandırılması, performans garantileri, yerli üretim oranı, generatör karakteristikleri, tek hat şeması ile kontrol ve otomasyon mimarisi, garanti döneminde bakım anlaşması vb. hususlar ne kadar iyi tartışılırsa yatırımın başarısı o oranda artacaktır.

ETKB Yenilenen Enerji yatırımında yerli imalatı teşvik için jeotermalde yerli türbine 1.3 cent/kWH teşvik öngörmüştür. Yabancı firmalar bu aşırı teşviki alabilmek için Türkiye’de atölye kiralayıp, **türbin montajına** başlamışlardır. 20 MW.lık bir JES teşvik dönemi olan 10 yıl, 1.3 cent/kWH teşvik aldığıında; toplam teşvik tutarı 22.4 milyon dolar olacaktır. Böylece ORC yatırım tutarından fazla teşvik

ödemesi yapılmış olacaktır. Bir başka deyişle kullandığımız enerji tarifesinden özel sektöre yatırım bedeli transfer edilecektir.

3. SANTRAL YERİ SEÇİMİ

Jeotermal kaynakların doğası gereği yatırımın her aşaması çok disiplinli katılım ile planlanabilmektedir. Jeotermal sahalarda santral yeri seçimi jeoloji, makine, elektrik, inşaat ve mimar meslek bilgilerinin sentezi ile olmalıdır. Jeotermal sahanın işletme modellemesi kesinleştiğinde üretim ve geribasım kuyu yerleri belirlenir. Kuyular delinir. Kuyu testleri başarılı sonuçlandığında üretilecek enerji miktarı ve Santral tipi kesinleşir. Bu aşamada, seçilecek santral yerine bağlı olarak değişecek, yardımcı servis güçleri hesaplanabilir.

Yer seçiminde aşağıdaki parametreler etkilidir.

1. Üretim kuyularına yakınlık,
2. Santral yeri / üretim kuyuları kot farkı ve akışkan basınçları,
3. Geri-basım kuyusuna yakınlık,
4. Santral yeri / ger-basım kuyuları kot farkı ve pompa emiş basınçları,

5. Ulusal elektrik sistemine yakınlık,
6. Arazinin yapısı, ulaşım durumu ve bedeli.

Yer seçimini etkileyebilecek parametrelerin fizibilite etüdünde santral yeri seçiminde yardımcı servis güçlerinin minimize edilmesi, jeotermal akışkan ve geri-basım hatlarının ilk yatırım bedelleri ile ulusal elektrik sisteme yakınlık, arazinin konumu ve istimlak bedelinin optimizasyonu göz önünde tutulmalıdır.

4. SANTRAL ÇALIŞMA TİPİNİN SEÇİMİ

Jeotermal Santral barasına doğrudan bağlı ve enerji kesilmelerine karşı hassas bir bara müşterisi yok ise, Jeotermal Santral sistemle paralel çalışmalıdır (Droop Mode). Bu çalışma biçiminde ancak şebekede enerji var ise Santral çalışabilecek, Ada (isochronous) Modunda çalışamayacaktır. Şebeke enerjisi kesildiğinde 0,1-0,2 saniye içinde Santral duruşa geçecektir. Ancak şebeke yeniden geldiğinde tekrar çalışabilecektir. Bu çalışma tipine sistemle **Paralel Çalışma** denir. Bu durumdaki doğrudan TEİAŞ TM OG baraya bağlı santraller TEİAŞ Üretim Fideri Kriterleri'nde şart koşulan gerilim kilitlemelerinden muaf tutulmalıdırlar. Yazılı belgede sadece bu tür çalışan Rüzgar Santralleri sayıldığından, bürokrasi Jeotermal santrallerde de bu tür kilitlemeleri isteyebilmektedir. Bu istek boş yere kaynak kaybı demektir. ETKB nezdinde gerekli çalışmalar yapılarak bu tür gerek olmayan yatırımlara para harcanmamalıdır.

Bara müşterisi var ise **Ada Modu**'nda çalışma (Isocronous Mode) imkanı sağlanmalıdır. Bu halde Santral pentan enjeksiyon valfleri ile kontrol sistemi ani yük değişimlerinde devrede kalabilecek kabiliyette seçilir. Şebeke enerjisi kesildiğinde Santral bara yükünü besleyecek şekilde çalışmaya devam edebilecektir. Santral ada modunda çalışacak ise TEİAŞ üretim fideri kriterlerine uygun olarak gerekli noktalarda gerilim kilitlemeleri yapılmalıdır.

5. ULUSAL SİSTEME ERİŞİM

Jeotermal kaynakların geliştirme görevi MTA Genel Müdürlüğünde olup elektrik üretimine uygun, halka ait jeolojik rezervuarlar çok yüksek bedellerle satılmaktadır. En verimli kaynaklar Ege Bölgesinde Büyük ve Küçük Menderes grabeninde (çökeltisinde) toplanmıştır. MTA, JES yapılacak sahalar daha önceden belirlemiştir. O halde TEİAŞ'ın da MTA bilgileri ile bu bölgelerde iletim planlaması yapması beklenir. Oysa böyle önceden yapılmış bir planlama olmadığından 15-25 MW dilimindeki JES'ler 6-12 km.lik EİH ile sisteme ulaşabilmektedir. Böylece hem ilk yatırımda kaynak kaybı, hem de işletmede hat kayıpları yaşanmaktadır. Son dönemde EPDK tarafından yapılan bir düzenleme ile "kullanıcı tarafından tesis edilen bağlantı hatları, dağıtım varlığı sayılmış ve TEDAŞ tarafından devir alınarak bedeli 12 eşit taksitle 1 yıl içinde yatırımcıya geri ödenmesi" karara bağlanmıştır. Böylece uzun hat yatırım bedelleri ile hat kayıpları da elektrik tarifesi içinden enerji kullanan aboneler üzerine aktarılmıştır.

6. SANTRAL VERİMİ, ÇEVREYE ETKİLERİ

Termik santral türü olarak jeotermal enerji santralinin toplam termodinamik verimi %12-13 olup oldukça düşüktür. Teknolojinin gelişimi ile verim oranında önemli bir gelişme beklenmemektedir. Hibrit santral tipleri, kondenserin adyabatik soğutma yöntemi ile verimliliğin artırılması çalışmaları sürmektedir.

Çift Akışlı JES'lerinde çevresel etkileri, gerekli önlemler alındığında sürdürülebilir niteliktedir. Saadece kuyu testleri aşamasında sınırlı bir dönem akışkanın nehre atılması söz konusudur. İşletme döneminde bu santrallerde jeotermal akışkan arzdan alınarak ısı değiştiricilerine getirilir, ısısı alındıktan sonra yeniden kapalı devre olarak arza geri basılır

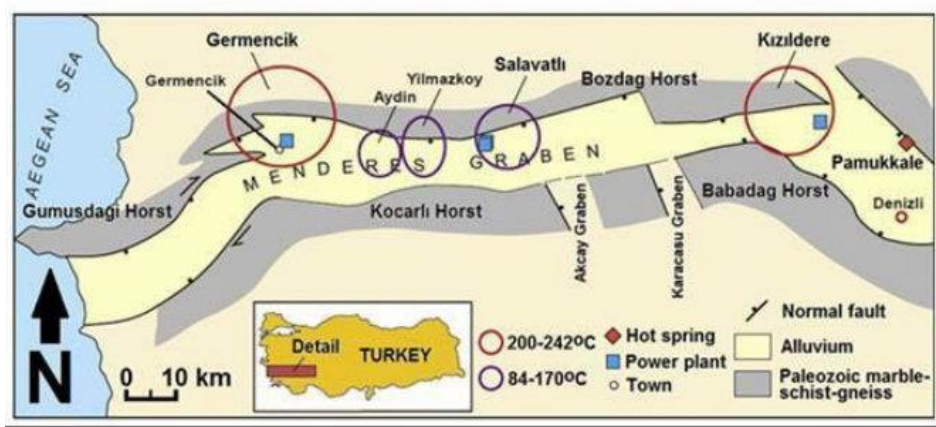
(reenjeksiyon) Bu husus jeotermal kaynağın beslenmesi açısından da gereklidir. İkinci akışkan – pentan- da kapalı devre olarak koşmaktadır. Tesis edilen santrallerin büyük bölümü %100 reenjeksiyon yaptıkları halde bazı JES'lerin B. Menderes'e jeotermal akışkan verdikleri duyulmaktadır. Mahalli yönetimler bu uygulamayı izlemeli ve mutlaka önlenmelidir.

Ancak sorun sadece akışkan değildir. Ege bölgesi rezervuarlarında yoğunlaşmayan gazların oranı (NCG) akışkan ağırlığı (~1300 ton/saat) cinsinden %1 ile %2.5 arası değişmektedir. Bu oranda en büyük pay CO₂ gazıdır. İlk kurulan JES'lerin yanında, sanayide ve tarımda kullanılmak üzere karbogaz tesisleri kurulmuş ve CO₂ bu tesislerde işlenmiştir. (Kısa bir dönem bu JES'ler Avrupa karbon primi alabilmiştir.) Ancak piyasa doyduğundan yeni tesis yapılmamaktadır. Bilindiği gibi

CO₂ sera etkisinin ilk sorumlusu olduğundan atmosfere salınan bu gazın tutulması için çalışma yapılmalıdır.

İkinci çevre sorunu yaratabilecek H₂S (hidrojen sülfür) gazıdır. Basınç altında jeotermal akışkan içinde eriyik halindeki bu gaz, basınç düştüğünde açığa çıkmakta ve isale hatlarındaki blöflerden tarım alanlarına salınmaktadır. Bölgedeki kükürt oranının artması tarım ürünlerini olumsuz etkilemektedir. İsale hatlarındaki basıncın düzenlenmesiyle bu sorun da önlenebilecektir.

Asıl sorun bu güne kadar tesis edilen 13 adet JES'in aşağıda görülen B. Menderes grabeninde (Kızıldere-Buharkent-Salavatlı-Yılmazköy-Germencik-Ömerli) tesis edilmiş olmasıdır. Büyük bölümü ÇED gerekli değildir belgesi ile çevre kurallarını aşmışlardır.



Şekil 2-5 Menderes Çukuru ve Türkiye'nin jeotermal güç santrallerinin konumu

Aynı bölgede kurulan santrallerin tek, tek etkileri yerine, Kızıldere'den Germencik'e kadar yapılan 13 ve yeni tesis edilecek en az 7 santralin Çevresel Etkilerini bir bütün olarak ele alıp, B. Menderes nehrinin ve çevresindeki Ülkemizin en verimli tarım arazilerinin geleceği incelenmeli, KUMULATİF ÇEVRESEL ETKİ

DEĞERLENDİRME RAPORU mutlaka hazırlanmalıdır. Bu hususta gecikildikçe, Fırtına Vadisinde HES yatırımlarında, Çeşme Yarımadasında RES yatırımlarında yaşanan olumsuzluklardan daha fazlası bu bölgede yaşanabilecektir.

SONUÇ

Yenilenebilir enerji türü olarak jeotermal enerjiden elektrik üretimi gerekli önlemler alınarak sürdürülebilir, çevre etkileri sınırlandırılabilir. Hidrolik rüzgar ve güneş enerji kaynaklarına oranla Jeotermal enerji, yıllık üretim kapasitesi (emre amadelik oranı) %97 ve üstündedir. B. Menderes bölgesinde çok sayıda JES yatırımı odaklanmıştır. Mevcut ve yeni lisans alan santrallerin topluca Kumulatif Çevresel etki Değerlendirilmesi yapılmalıdır. Ülkemizin en verimli tarım arazileri korunmalıdır.

KAYNAKLAR

[1] Jeotermal Santrallerin Karşılaştırılması - Ayşe Hilal KIVANÇ, Ümran SERPEN