

JEOTERMAL SAHA BİRİMLEŞTİRME GİRİŞİMİNDE DİKKATE ALINMASI GEREKLİ UNSURLAR

İ. Metin MIHÇAKAN

ÖZET

Bir yeraltı jeotermal enerji kaynağının ısı enerjisinden yararlanmak üzere, kaynağın alansal yayılımı üzerinde birden fazla ruhsat bulunması durumunda, komşu ruhsat sahipleri arasında jeotermal hazne payı ve istenen sıcaklıkta akışkan üretimi için doğan üleşim anlaşmazlıkları sorununa çözüm olmak üzere, ilgili tüm taraflar arasında uzlaşma ile gerçekleştirilebilecek “birimleştirme” girişimi önerilmiştir. Birimleştirme bir yeraltı akışkan enerji kaynağından tüm hak sahiplerinin ortaklaşa en fazla yararı elde etmelerini, aynı anda tüm yatırım ve işletme maliyetlerinin en aza indirgenmesini, enerji kaynağının ve çevrenin sürdürülebilirliğini koruyarak toplum çıkarını gözetmeyi amaçlayan bir girişimdir. Dolayısı ile, jeotermal kaynağın rezerv ve üretim kısıtlarını belirleyen doğal unsurların değişkenlerinden başlamak üzere, kuyulara, yüzey tesislerine, çevre korumaya, üretim ve gelirler ile giderlerin üleşimine, uzlaşma ve ilgili yasalara ilişkin unsurlara kadar, birimleştirmede dikkate alınması gerekli pek çok unsur vardır. Birimleştirme, bir yeraltı jeotermal kaynağının keşfi öncesinde ya da sonraki bir üretim aşamasında, anılan unsurların tüm taraflar için “en elverişli” (optimum) değerlerinin saptanmasıyla başlatılabilir.

Bu çalışmada jeotermal saha birimleştirmenin uzlaşmaya yönelik temelleri ile Türkiye’deki koşullara uyarlanması ele alınmakta, bu doğrultuda göz önünde bulundurulması gerekli unsurlar tanıtılmakta, bazı unsurların doğasından kaynaklanan ve karmaşıklık yaratabilecek durumlar belirtilmektedir. Böylece, ilgili kişilerin birimleştirme girişiminin kavramsal alt yapısına sahip olmaları amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: jeotermal, birimleştirme, kuruluş unsurları, teknik unsurlar.

ABSTRACT

Unitization can be implemented by the agreement of all involved parties and is proposed as a solution to the problem of disagreement that arise between the neighboring lease holders on the partitioned development of geothermal reservoir and the fluid production at desired temperature, in the case of straddle leases that are issued to cover entire areal extension of a subsurface geothermal resource for the utilization of thermal energy. Unitization is a joint effort that aims to have all involved parties benefit cooperatively and rationally from the subsurface geothermal resource, while simultaneously minimizing the entire investment and operating expenditures, and to protect the good of society by conserving the sustainability of both the geothermal resource and environment. Hence, in unitization attempt there are many factors to be considered; from the parameters of natural factors that determine the reserves and production constrains of geothermal resource to the wells, the surface facilities, the factors related to agreements and pertinent law, environmental protection, and to redeterminations (percentage share) on revenues and expenditures. Unitization can be initiated by determining the values of these factors to be optimum for all parties involved, at the discovery or at any production stage after the discovery of the subsurface geothermal resource.

In this present work, the essentials for agreement and their adaptation to the conditions in Turkey are evaluated, the pertinent factors to be considered are introduced, and the possible complexities that might arise due to the nature of some of the factors are pointed out. Hence, the pertinent individuals or parties are expected to have a background on the conceptual infrastructure of unitization activities.

Key Words: geothermal, unitization, establishment factors, technical factors,

1. GİRİŞ

Yeraltında ısı enerjisi içeren akışkanlara doygun ve geçirgen jeolojik yapılar olan jeotermal kaynakların alansal yayılımları sınırlıdır. Bazen bu jeotermal kaynakların birden fazlası benzer alansal yayılımlarla üst üste istifli olabilirler. Diğer bazı durumlarda ise, istifli jeotermal kaynaklar kendi aralarında akışkan akışına izin vermeyen (geçirimsiz) bir yalıtım ortamı ile ya da bir veya çoklu başka kayaç katmanının varlığı ile birbirlerinden ayrılmış olabilirler. Böyle basit veya karmaşık yapılar gösterebilen tek ya da istifli jeotermal kaynak sistemlerine deldikleri kuyulardan yüzeye ürettikleri akışkanın ısı enerjisinden (jeotermal enerjiden) yararlanmak isteyen şirketler, bu amaçlarını gerçekleştirebilecekleri uygun her bir yeryüzü alanı için ayrı bir jeotermal saha işletme (arama ve üretim) ruhsatı almak zorundadırlar.

Ne var ki, jeotermal enerji üretecek kuruluşların (şirketlerin) almış oldukları jeotermal enerji arama ve üretim ruhsatlarının her birisi, izdüşümsel olarak yeraltında bulunan bir jeotermal kaynağının tümünü kapsayacak kadar yaygın bir alana sahip olmayabilir. Bu durumda, yeryüzündeki bir ruhsat alanı izdüşümsel olarak yeraltındaki jeotermal kaynağın alansal yayılımının sınırlı bir kesimine denk gelir ve ruhsat sahibi kaynağın ancak denk gelen bu kesim kadar olan parçasında jeotermal enerji arama ve üretim etkinliğinde bulunabilir. Jeotermal kaynağın alansal yayılımının geri kalan bölümü ise, diğer (bir veya çok) komşu ruhsat alanlarının sahiplerinin etkinlikleri ve denetimleri altında kalır.

Aynı jeotermal kaynağın ısı enerjisinden yararlanmak isteyen komşu ruhsat sahibi şirketlerin, özellikle ruhsat alanı sınırına yakın konuşlandırdıkları karşı denge kuyularının, üretime geçtiklerinde birbirlerinin üretim debilerini kısa erimde dahi karşılıklı olarak olumsuz etkileyecekleri, bu alanda bilgi ve deneyim sahibi mühendislerce bilinmekte olup, yaşanmakta olan güncel örneklerde de görülmektedir. Diğer bir deyişle, sınırdaş ruhsatların sahibi işletmeciler firmalar olası en yüksek sıcaklıktaki suyu gerek duydukları en yüksek debide elde edebilecekleri yerlere açtıkları kuyular ile bilerek veya bilmeyerek aynı hazne (rezervuar) kayacından üretim yapmaya uğraşmaktadırlar. Daha ilk üretimle birlikte ya da belirli bir üretim süreci sonunda, kuyuların hazne kayacı içindeki akaçlama (drenaj) hacimleri birbiri ile girişim yaptığında, komşu ruhsatların sahibi olan şirketler arasında jeotermal akışkan hazne payı ve üretim üleşimi anlaşmazlıkları doğmakta, sorunun çözümü ise mahkemelerde açılan dava duruşmalarında aranmaktadır. Dolayısı ile, bir jeotermal hazne (rezervuar) kayacının birden fazla komşu ruhsat sahibi tarafından en ekonomik yatırım ve işletme maliyetleri ile, hazne kayaçta gereksiz hasara yol açmadan, jeotermal kaynak ziyanını olası en aza indirgeyerek, en etkin üretimle ve elbirliği ile işletilebilmek için en etkin yöntemin "birimleştirme" olduğu daha önce açıklanmıştır [1].

Birimleştirmenin asal amacı, varlığın (jeotermal kaynağın) ısı enerjisi içeriğinden olası en yüksek yarar elde etmek için, en etkin ve verimli akışkan üretiminin en elverişli (optimum) yollar ve yordamlar ile gerçekleştirilmesi, bu amaç doğrultusunda tüm maliyetlerin ve gelirlerin varlık üzerinde ruhsat sahibi işletmeciler arasında hakça bir uzlaşma ile üleştirilmesi, bunların yanı sıra varlığın ve çevrenin olası en etkin yöntemlerle korumacı kullanımı ile kamu yararının da gözetilmesidir. Bu birimleştirme tanımına göre, yeraltında jeotermal akışkan haznesinin rezerv ve üretim kısıtlarını belirleyen ve doğal yapısına ilişkin unsurlardan başlamak üzere, kuyuların ve yüzey tesislerinin inşasından işletim ve terk edilme işlemlerine, yatırım ve işletme giderleri ile üretimin (gelirin) üleşimine, birimleşmenin başlatılmasından bitirilmesine kadar dikkate alınacak pek çok unsur bulunmaktadır.

Birimleştirme girişimi yeraltındaki jeotermal akışkan haznesinin keşfi öncesi ya da haznenin keşfedilip üretime konulmasından sonraki bir aşamada başlatılabilir. Her bir durum için birimleştirme girişiminin gerçekleştirilmesi sürecinde dikkate alınması gereken unsurlarda bazıları farklılıklar olacaktır. Yeraltı hazne kayaçlarından akışkan üretiminin doğasına ilişkin parametreler ve bunu gerçekleştirmek üzere yeraltı ve yerüstü tesisleri kurma çabası içindeki sınırdaş işletmeciler firmaların birbiriyle çatışan yarar ve çıkar kaygıları, birimleştirme için üzerinde uzlaşılacak unsurları oldukça karmaşıklaştırmaktadırlar.

2. KURULUŞ UNSURLARI VE TANIMLARI

Birimleştirme kavramının ve yararlarının ilgili tüm hak sahipleri tarafından anlaşılabilmesi, birimleştirme girişiminin başlatılmasından itibaren sürdürülme ve bitirme aşamalarında dikkate alınacak koşulların kabul edilebilmesi, birimleştirme antlaşmasına karar verilmesi ve girişimin gerçekleştirilebilmesi için ilk unsur, birimleştirme olgusuna ilişkin yasal altyapının ve ilgili mevzuatın oluşturulmasıdır. Bundan sonraki kaçınılmaz ikinci unsur, birimleştirme başvurusu için nitelikli eleman ve yetkilerle donatılmış, olası birimleştirme seçeneklerini ve bunlara ilişkin kuralları belirleyecek, birimleştirme tip antlaşmasını düzenleyecek, birimleştirme başvurularının yapılabirliğini değerlendirip eğer uygun ise iznini verecek, antlaşması yapılan ve uygulamaya konulan birimleştirme girişimlerinin gelişmelerini denetleyecek, çıkması olası sorunları öngörerek gerekli uyarıları yapacak ve gerekli önlemleri alacak, gerektiğinde birimleştirme girişimini daha uygulama aşamasında sona erdirebilecek, devlete bağlı özerk bir Birimleştirme Denetim Merkezi olmalıdır. Burada yazım kolaylığı için BDM kısaltması ile anılacak böyle bir merkezin hangi yasalara göre, hangi devlet organına rapor edecek biçimde kurulacağı, hangi disiplinlerden kişilerce oluşacağı, yetki ve sorumluluk sınırlarının neler olacağı, bunların ilgili ve yetkili hangi merciler tarafından belirleneceği, bu çalışmanın konusu ve amaçları dışındadır.

Bir jeotermal kaynak üzerindeki hak ve çıkarların ayrık sahiplenilmesine bakılmaksızın, kaynağı tek ve müşterek bir birim sayan, ayrık sahipli ruhsatlardaki arama, keşif, geliştirme, üretim ve kullanım hakları ile birimin maliyetlerini ve kazançlarını belirli bir plân çerçevesinde hak sahiplerine paylaştıran bir antlaşma Birim (veya Birimleştirme) Antlaşması {Unit (or Unitization) Agreement} olarak anılır [2-4].

Buna karşılık, bir jeotermal kaynak üzerindeki hak ve çıkarların ayrık sahiplenilmesi dikkate alınmak üzere, kaynağı tek ve müşterek bir birim sayan, ayrık sahipli ruhsatlardaki arama, keşif, geliştirme, üretim ve kullanım işlemlerinin kuyu açıklıkları ve kuyu geliştirme programları nedeniyle belirli bir plân çerçevesinde işbirliği içinde yapılmasını zorunlu kılan, üretim ve kullanım hakları ile maliyetlerin ve kazançların hak sahiplerince ayrık olarak elde edilmesini öngören bir antlaşma Paydaşlaşırma (veya İştiraklendirme) Antlaşması {Communitization Agreement} olarak anılır [2,4].

Birim(leştirme) antlaşmasında tanımlanan ve bu antlaşma kapsamında geliştirileceği anlaşılan yeryüzü parçası Birim Alanı olarak anılır. Komşu iki birim alanının kesişmesine izin verilmemelidir. Aksi halde iki birim alanını oluşturan ruhsat ve hak sahiplerinin yeni bir birimleştirmeye gitmeleri ve genişletilmiş yeni bir birim alanı oluşturmaları BDM tarafından istenmelidir [2].

Birimleştirme antlaşmasına adanmış tüm alanlardan, belirli bir hazne veya bir jeolojik katman üzerinde BDM tarafından üretken olarak görülen ve üretim payı birimleştirme antlaşmasında tanımlanmış her bir birim alanı parçası Katılım Alanı veya Katılımcı Ruhsat Alanı olarak dikkate alınmalıdır [2]. Birim(leştirme) antlaşmasına adanan her birim alanı parçası Birimleştirilmiş Alan olarak anılır [3].

Daha önceden belirtildiği gibi [1], birimleştirme bir jeotermal kaynağın aranması ve keşfi aşamasında, yeni bulunmuş bir jeotermal akışkan haznesinin geliştirilme başlangıcı aşamasında, veya ancak belirli bir düzeye kadar işletilmiş bir jeotermal akışkan haznesinin geliştirilmesi aşamasında başlatılabilir. Hangi aşamada olursa olsun, birimleştirme süreci ruhsat sahibi işletmecilerin oluşturacağı ve birimi kurmakla görevli bir Birim İşletim Kurulu {unit operating committee} ile başlamak durumundadır. Bu birim işletim kurulu birimleştirme antlaşması ile bir Birim Geliştirme Plânı hazırlamalı ve kabul onayı için BDM'ye sunmalıdır. Birim geliştirme plânında, birimleştirmenin başlangıç ve izleyen aşamalarında beklenen gelişmeleri karşılayabilmek üzere, birimdeki arama ve üretim işlemlerinin özen ve gayretle ve de toplum çıkarlarının gözetilerek nasıl yapılacağı açıkça belirtilmelidir [2].

Bir jeotermal birimdeki işlemler sonucunda sözkonusu olacak “toplum çıkarları”,

- i. özenli ve gayretli geliştirme,
- ii. kaynağın etkin bir arama, keşif ve üretimle kullanımı,
- iii. doğal kaynakların korunumu, ve
- iv. kaynakların ziyan edilmesinin önlenmesi

olarak tanımlanabilir [2].

Birimleştirilecek veya birimleştirilmiş bir jeotermal sahada, katılımcı ruhsat alanlarının birimin üretimine sağlayacakları ticarî nitelikli katkı miktarı ve hazne (rezervuar) basıncına verecekleri destek bilimsel ve teknik bilgilere dayalı olarak saptanmalı ve kanıtlanmalıdır. Jeotermal kaynağın sürdürülebilirliğine ve üretimine olası katkısı ve desteği bu yordam ile ortaya konulan bir katılım alanı “üreteceği kabul edilir düzeyde kanıtlanmış” olarak nitelenir [2].

Bir birim alanı içinde birim(leştirme) antlaşmasında belirtilmiş olan işlem faaliyetlerini gerçekleştirecek ve aynı antlaşmada açıklanan bir kişi, ticarî birlik, ortaklık, ortak girişim {joint venture}, kuruluş, firma, veya diğer türde bir ticarî iş birimi Birim İşletmecisi olarak anılır [3]. Dolayısı ile, birim işletim kurulu birimin işletmesini bir birim işletmeci firmasına ihale edebileceği gibi, elemanlarını kendisinin seçerek oluşturduğu bir birim işletmecisine de verebilir. Bir birim işletmecisinin birim(leştirme) antlaşmasına adanmış her hangi bir ruhsat alanında hak sahibi olup olamayacağı konusunda bir kural konulmalıdır. Bir aday birim işletmecisinin aranan koşullara ve yeterliliğe sahip olup olmadığına BDM karar vermeli, eğer BDM aday birim işletmecisinin birim alanı üzerinde yeterli denetime sahip olmadığını saptar ve kanıtlarsa, bu durumda birim(leştirme) antlaşmasını onaylamayabilmelidir. Birim işletmecisinin birim alanında denetim yeterliliğine sahip olması, önerilen birim alanın tümüyle geliştirilebilmesi için katılımcı ruhsat alanlarının gerekli jeolojik erkeye (potansiyele) sahip olup olmadıklarını değerlendirebilecek bir eleman, bilgi ve deneyim birikimi ile donatılmış olması, toplum çıkarlarına uygun olarak jeotermal kaynak arama ve işletme işlemleri yapabilmeleri olarak anlaşılmalıdır. Birimleştirilmiş bir alanı ancak Birim İşletmecisi işletebilir.

Birim(leştirme) antlaşmasına uygun olarak ve birimleştirilmiş alanda bu antlaşmada açıklanan işlemler sonucunda yüzeye çıkartılan jeotermal kaynak birikimlerinin tümü birden Birimleştirilmiş Maddeler olarak dikkate alınır [3].

Eğer bir kuyu,

- i. birimleştirilmiş alanda konuşlanmış,
- ii. jeotermal kaynakların ticarî niceliklerde üretimi ve kullanımı için tasarlanmış,
- iii. birim(leştirme) antlaşmasında belirtilen ve yarar sağlanacak odak jeolojik katmana delinmiş ve tamamlanmış ise,

bu kuyu Birim Kuyusu olarak anılır. Birim(leştirme) antlaşmasında belirtilen odak jeolojik yapı yerine, çok daha sığ bir derinliğe delinip tamamlanmış bir kuyu birim kuyusu olarak dikkate alınmamalıdır [2].

Birim(leştirme) antlaşmasında belirtilen zaman aralığı içinde, birimde en az bir kuyunun tamamlanması koşulu gerekli kılınmalıdır. En Düşük Başlangıç Birim Yükümlülüğü olarak anılan bu koşul yerine getirilmezse, BDM birimi geçersiz ve birimleştirmeyi hiç başlatılmamış saymalıdır [2].

Eğer birim(leştirme) antlaşmasında belirlenen zaman aralığı içinde, antlaşma plânlarında belirtilen ek (diğer) birim kuyuları delinmemiş ve tamamlanmış olursa, bu durumda kuyuların delinmediği katılım alanları BDM tarafından birim alanı sınırları dışına çıkartılmalı ve birim alanı büzülmelidir. Bu koşul birim(leştirme) antlaşmasına Birim Büzülme Koşulu olarak konulmalıdır [2].

İşletme antlaşmalarında veya birim(leştirme) antlaşmalarında yer alan, jeotermal kaynaklar veya aynı nitelikteki ruhsatlara sahip arazilerde ruhsat sahiplerinin bu tür kaynakları arama, keşfetme, geliştirme, üretme ve kullanımı için kazanılmış hakları olan pay İşletme Payı {working interest} olarak anılır. Ne var ki, birim(leştirme) antlaşması ile birim işletmecisine aktarılan birimi işletme ve birim işlemleri yetkisi işletme payı olarak algılanmamalıdır [2].

3. TEKNİK UNSURLAR VE TANIMLARI

Birimleştirilmiş ruhsatlarda arama, keşif, geliştirme (üretim), yüzey işlemleri, terk, vb teknik unsurları kapsayan işlemler birim işletmecisinin görevi olup, öncelikle Birim İşletim Kurulunun (BİK) ve sonra da (BDM gibi) yetkili veya denetçi bir merci (veya kurumun) onayı ile gerçekleştirilmelidir. Birimleştirilmiş

olup olmamasına bakılmaksızın, bir jeotermal sahadaki teknik unsurlar arama ve keşif işlemleri, üretim ve geliştirme işlemleri, ve de terk işlemleri olarak üç öbekte ele alınırlar.

3.1. Keşif ve Arama İşlemlerine İlişkin Unsurlar

Keşif ve arama işlemleri jeolojik saha çalışmaları ve izleyen jeofizik araştırmalar ile başlar, toplanan bilgilerin ve verilen değerlendirme çalışmaları ile devam eder. Elde edilen sonuçlara göre, en uygun görülen noktalarda sıcaklık gradyan kuyuları delinir. Eğer bir jeotermal kaynak varlığı saptanır ise, keşif kuyularının delinmesine geçilir. Tüm kuyuların delgi (sondaj) ve tamamlama bilgileri kütüklenir ve eğer erke (potansiyel) bir jeotermal kaynak varlığı saptanır ise, sahanın geliştirilmesi için izin almak üzere (BDM gibi) ilgili ve yetkili merciye sunulur.

Bir jeotermal kaynaktan yararlanacak ruhsatların daha keşif evresinde veya bunu izleyen geliştirme evresinde birleştirilmiş veya paydaştırılmış (iştiraklendirilmiş) olup olmadıklarına bakılmaksızın, keşif ve arama işlemlerinde istenen tüm çevresel koşulların yerine getirilmesi zorunlu olup, toplum sağlığı ve çevre korunumu için bir beklenmedik (acil) durum plânı oluşturulur ve bu plân belirli aralıklarla uygulanarak hazırlıklı olunur [5]. Beklenmedik durum plânı (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'na bağlı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü gibi) ilgili bir merciye onaylatılmalıdır.

Birim alanı içinde yapılan arama ve keşif girişimlerinden her hangi birisinin Birim Antlaşmasına uyumsuz veya aykırı gerçekleştirilmesi durumunda, denetçi (yetkili) merci belirlediği bir süre içinde,

- i. masrafları Birim İşletmecisi tarafından karşılanmak üzere sorunu kendisi düzelttirir;
- ii. yapılan saha işlemlerini ya tümüyle durdurur ya da uyum sağlayıcı değişiklikler yaptırır;
- iii. Birim İşletmecisinin teminat tutarının bir bölümüne ya da tümüne el koyar;
- iv. arazi üzerinde gereksiz ve istenmeyen bir etki yaratılmasını önlemek üzere, belirlenenden daha uzun bir süre saptayarak, Birim İşletim Kurulu'ndan gerekli önlemleri almasını ister,
- v. arama ve işletme ruhsatını iptal eder [6].

3.1.1. Sıcaklık Gradyanı Kuyuları

Benzer jeolojik ve çevresel özellikler gösteren belirli bir alanda delinecek bir veya daha fazla sıcaklık gradyan kuyusu delinmeden önce, bu kuyulara ait delme ve ve tamamlama izleçleri (prosedürlerin),

- i. kullanılacak donanımı, aygıtları, araç gereci, malzemeyi ve bunların kullanımına ilişkin izleçleri,
- ii. her bir kuyunun öngörülen derinliğini,
- iii. koruma borusu ve çimentolama programını,
- iv. kullanılacak dolaşım akışkan (çamur, hava, köpük, vs) ortamını,
- v. alınacak kuyu loglarını,
- vi. delmenin her aşamasında kullanılması öngörülen fıskırma {blowout} donanımını ile bunların çalışma diagramlarını,
- vii. karşılaşılması umulan tatlı su taşıyıcı katmanların derinlik ve kalınlıklarını,
- viii. çamur dolaşım kaybına yol açması olası katmanları,
- ix. bölgede umulan olası yeraltı sıcaklık gradyanını,
- x. kuyu lokasyonu tasarımını ve yerleşme plânını,
- xi. var olan ve yapımı plânlanan kuyu lokasyonu erişim yollarını ve ikincil tesisleri,
- xii. kuyu lokasyonu ve erişim yolu yapımında kullanılacak zemin malzemesini,
- xiii. delme işleminde kullanılacak suyun alınacağı kaynağı,
- xiv. delme işlemi sürecinde yüzeyde yaratılacak bozulmanın ve hasarın büyüklüğünü,
- xv. çevrenin ve diğer zenginliklerin korunması için alınacak önlemleri,
- xvi. delme işleminin bitiminden sonra yüzeyin ne tür yöntemlerle ve nasıl yeniden düzenleneceğini

tanımlanmalı ve bu izleçler (BDM vb gibi) ilgili merciye bir bildirim (rapor) halinde sunulmalıdır [5].

Delinen sıcaklık gradyanı kuyuları gelecekte de toplum sağlığı ve korunumu ile çevreye zarar ve hasar vermeyecek biçimde terk edilmeye uygun ve yeraltı katmanları arası akışkan göçüne izin vermeyecek

biçimde tamamlanır. Bu kuyular kullanılmadığı durumda kuyu içine indirilmiş boruların ağız sızdırmaz bir başlıkla kapatılmalıdır. Sıcaklık gradyanı kuyuları yetkili mercinin isteği üzerine veya bunlara gerek kalmadığı durumlarda terk edilebilir. Terk işlemi kuyunun kalıcı olarak hem yeraltı katmanları arasında hem de yüzeye akışkan göçüne izin vermeyecek biçimde kapatılması ile yapılır [5].

Sıcaklık gradyanı kuyuları, jeotermal kuyu delme yöntemlerine göre delinip tamamlanmadıkça, asla akış veya basırma (enjeksiyon) testleri için kullanılmamalıdır. Bu kuyuların delinmesi sırasında, eğer kuyu dibi sıcaklığı veya diğer bilgiler kuyunun jeotermal kaynağa girdiğini gösterirse, toplum ve çevre ve de diğer her türlü varlığın ve kaynağın korunması amacıyla, delme işlemi derhal durdurulmalı ve kuyu tehlike yaratmayacak biçimde ve yukarıda önerilen yöntemlere uygun olarak terk edilmelidir. Bu durumda, o yerde yeni delinecek sıcaklık gradyanı kuyularının derinlikleri ilk belirlenen derinlikten farklı olarak yeniden belirlenmeli ve (BDM gibi) ilgili merciye bilgi verilmeli, delmek için onay alınmalıdır [5].

3.1.2. Jeotermal Kuyu Delme

Jeotermal kuyular 1) üretkenliği saptayıcı akış testleri, 2) jeotermal akışkan üretimi, veya 3) jeotermal akışkan hazne kayacına akışkan basırma (enjeksiyon) amacıyla delinirler ve amaca uygun teknikler kullanılarak tamamlanırlar. Gerekirse bu kuyularda tapalama, yeniden delme, derinleştirme, bakım, onarım veya asitleme ve/veya çatlatma gibi canlandırma gibi değişiklik {workover} işlemleri yapılabilir.

Bir jeotermal kuyu delinmeden önce, kuyunun delinmesinden tamamlanmasına kadar yapılacak tüm işlemleri içeren ve Birim İşletim Kurulu ile Birim İşletmecisinin birlikte karara bağladıkları bir Delgi İşlemleri Plânı ile (BDM gibi) bir denetçi veya yetkili merciye başvurularak izin alınmalıdır. Bu plân bir birimin ruhsat alanlarının kapsadığı jeotermal kaynaklara delinecek kuyular ile bunlarda yapılacak testlerin tanımlarını ve bu işlemlerin çevre etki değerlendirmelerini içerir [7].

Delgi işlemleri plânının bir parçası olan ve jeotermal kaynağın aranması ve geliştirilmesi için uygulama izni almak için düzenlenmesi gereken Delgi (Sondaj) Programı, her bir kuyu için delme, tamamlama ve test etme aşamalarının tüm işlemsel yönlerini tanımlar [7]. Bir delgi programında, sıcaklık gradyan kuyusu delme ve ve tamamlama izleçlerinde (prosedürlerinde) belirtilen koşullara ek olarak,

- i. eğer kuyunun yönlü delinmesi düşünülüyorsa, önerilen kuyunun
 - a) dip noktası yeri ve bunun en yakın ruhsat alanı sınırına olan uzaklığı,
 - b) sapma yönü, sapma açısı artışı ile en yüksek sapma açısı,
 - c) yüzey ve kuyu dibi yerlerini belirten kuşbakışı ve kesit haritaları,
- ii. öngörülen olası hazne (rezervuar) sıcaklığı ve basıncı,
- iii. öngörülen olası yeraltı sıcaklık gradyanı,
- iv. kuyunun yüzeydeki yeri ve en yakın ruhsata olan uzaklığını gösterir, ruhsatlı bir kadastrocunun onaylamış/sertifikalandırmış olduğu pafta,
- v. kuyuda yapılacak testlerin türleri, izleçleri ve süreleri,

gibi bilgiler ayrıntılı tanımlamalı ve bu izleçler ilgili (BDM gibi) merciye bildirim halinde sunulmalıdır [7].

Delgi işlemleri plânı onaylanıp izin alındıktan sonra, yüzeyi plânda belirtilenden fazla bozucu ve hasar verici çalışmalar ile yüzey üretim tesislerinde ek değişiklikler yapılmadıkça, plâna uygun delinecek kuyuların her biri için ayrıca yeni birer delgi işlemleri plânı ve delgi (sondaj) programı yapılmasına gerek duyulmamalıdır [8]. Bir jeotermal kuyu delinirken,

- i. kuyu her zaman kontrol altında tutulmalı ve bunun için
 - a. kule ekibi delgi işlemi süresince belirli aralıklarla eğitimden geçirilmeli ve böylece acil durum izleçlerini çabuk ve etkin gerçekleştirebilme yeteneklerini korumaları sağlanmalı,
 - b. her türlü acil durum donanımına gerektiği gibi bakım yapılmalı,
 - c. acil durumlara çabuk ve etkin tepki ile müdahale sağlayacak işlemsel uygulamalara uyulmalı,
- ii. güvenilir mühendislik ilkelerine uyarak ve ilgili tüm verileri dikkate alarak
 - a. kullanılacak sondaj akışkanlarının türleri ve ağırlıkları seçilmeli,
 - b. akışkan sıcaklıklarını kontrol eden bir sistem tasarlanmalı ve kurulmalı,
 - c. fıskırma {blowout} önleme donanımı tasarlanıp kurulmalı ve kullanılmalı,

- d. koruma borusu ve çimentolama programı tasarlanmalı ve uygulanmalı,
- iii. kuyu delme ve test işlemlerinden gelen akışkanlar gerektiği gibi ve tasarlanmış yapay gölet, sarnıç (tank) ve kaplar içinde saklanmalıdır [8].

3.2. Birim Geliştirme İşlemlerine İlişkin Unsurlar

Bir birimin ya da her bir ruhsatın geliştirilmesi, yetkili (veya denetçi) merci tarafından belirlenen bir süre (örneğin 10 yıl) içinde, jeotermal kaynağı içeren jeolojik yapı ve akışkan hazne kayacına ait ek veriler ve bunlar yardımı ile üretimin istenen düzeye artırılmasını sağlayacak faaliyetlerin gerçekleştirilmesidir. Bu faaliyetler genel anlamda izleyen yedi öbekte toplanabilir [9].

- i. jeolojik araştırma, çözümlenme ve yorumlama,
- ii. sıcaklık gradyan kuyularının delinmesi,
- iii. karot sondajları,
- iv. jeofiziksel ve jeokimyasal ölçümler ile bunların çözümlenmeleri ve yorumları,
- v. üretim ve basırma (enjeksiyon) kuyularının delinmesi,
- vi. akışkan hazne (rezervuar) testleri,
- vii. diğer faaliyetler.

Üretim ve basırma (enjeksiyon) kuyularının yüzeyde hangi noktada ve hangi örüntü {pattern} uyarınca delinecekleri jeolojik, jeofizik, sıcaklık gradyan ölçümü, akış testleri gibi faaliyetlerin sağladıkları bilgiler ve veriler üzerinde yapılan yorumlamalara göre, önceden hazırlanan bir Kuyu Açıklığı Programı ile belirlenir. Yukarıda anılan “diğer faaliyetler” ise üretilen sıcak su veya buharın analizleri, hidrolojik ve ısı akışı testleri, yüzey üretim tesislerinin kurulması, üretilen akışkanın enerjisinden doğrudan, dolaylı, ya da birleşik olarak yararlanma amacına hizmet edecek boru hatları, güç üretim tesisi kurulması, bazı gerekli kuyuların tapalanarak terk edilmesi, vb faaliyetlerdir.

3.2.1. Kuyu Açıklığı

Bir jeotermal kaynağın üzerinde yer alan bir ruhsatın veya birimin geliştirilmesine karar verildiğinde, ruhsatlar (birim) içinde delinecek yeni kuyuların yerlerini ve birbirlerine göre konumlarını önceden belirleyen bir Kuyu Açıklığı Programı {well spacing program} düzenlenmesi gerekir [8]. Kuyu açıklıklarının belirlenmesinde,

- i. sahada kuyular arası girişimi en aza indirgeyecek hidroloji, jeoloji ve akışkan hazne özellikleri,
- ii. topoğrafya,
- iii. arazinin çoğul kullanımında kesişen amaçlar,
- iv. yeraltı suyunu da kapsamak üzere çevre koruma

gibi unsurlar dikkate alınır [8].

3.2.2. Jeotermal Üretim Kuyuları

Delinmesi bitip tamamlama aşamasına gelen her kuyu için bir Jeotermal Kuyu Delgi Bildirimi (Sondaj Raporu) ve tamamlanması gerçekleştirilmiş her kuyu için bir Jeotermal Kuyu Tamamlama Bildirimi (Raporu) düzenlenmiş olmalıdır. Bir birimde her üretim kuyusunun incelemeye ve teftişe hazır halde, jeotermal kuyu delgi ve tamamlama bildirimlerini de içeren bir kütüğü (kayıtları) bulunması gerekir. Bir kuyu kütüğü dosyasında bulunması gerekli bilgiler şunlardır [10]:

- i. kuyunun zamana bağlı tüm geçmişi,
- ii. kuyuda alınmış tüm logların birer örneği,
- iii. kuyuda yapılmış tüm sapma açısı ve doğrultü ölçümleri,
- iv. kuyuda yapılmış tüm mekanik, akış, hazne (rezervuar) ve diğer test verileri
- v. kuyuda yapılmış testlerin ve kuyudan alınmış akışkan örneklerinin analiz verileri,
- vi. kuyunun amaca uygunluğunun ve üretkenliğinin saptandığını belirten bir bildirme (beyanname).

Üretken jeotermal kuyuların üretkenliğini sınavıcı ölçümler ve kuyudibi akışkanını örnekleme (eski deyişle “numune alma”) hem birim işletmecisi hem de denetçi kurum (veya mercî) için önemli ve gerekli işlemlerdir. Denetçi mercî gerek duyduğu zaman, akla yatkın ve kurallara uygun gerekçe(ler) öne sürmek koşulu ile, birim işletmecisi firmadan bu işlemleri yapmasını isteyebilir [8]. Söz konusu ölçümleme ve örnekleme işlemleri ile,

- i. kuyunun mekanik bütünlüğü,
- ii. kuyunun kestiği jeolojik yapıların (formasyonların) türleri ve özellikleri,
- iii. kuyuya gelen akışkanların (sıvıların ve gazların) türleri ve özellikleri,
- iv. jeotermal kaynakların, akışkan haznesi enerjisinin ve suların varoluşları,
- v. jeotermal kaynakların nicelikleri (miktarları) ve nitelikleri (kaliteleri),
- vi. kuyu deliği sapma açısı ve yönü,
- vii. hazne (rezervuar) kayacı, koruma borusu ve üretim borusu (tubing) basınçları,
- viii. sıcaklıklar,
- ix. ısı ve akışkan akış debileri,
- x. diğer her türlü kuyu bilgileri,

saptanır, bunlar arasındaki olası ilişkiler belirlenir ve kuyu dosyasında birer bildirim olarak kütüklenir [8].

Birleştirilmiş olup olmamasına bakılmaksızın, bir jeotermal sahada delinen arama, keşif, veya üretim kuyularının hepsi de aynı düzenlemeler ve kurallara göre değerlendirilir ve tamamlanırlar. Delinen bir kuyu tamamlandıktan sonra, bu kuyuda yapılacak

- i. kuyu testleri,
- ii. kuyu içi (sıcaklık vs) ölçümleri,
- iii. kuyu temizliği,
- iv. astar (liner) boru veya diğer koruma borusu indirme,
- v. var olan koruma borusu onarımı,
- vi. kuyu canlandırma (asitleme ve/veya hidrolik çatlatma) işlemleri,
- vii. kuyu içi değişiklik {workover} işlemleri,
- viii. kuyuyu üreticiden basırıya (enjektöre) dönüştürme veya tersi işlemleri

kuyu sürdürme işlemleri olarak anılır [10]. Denetçi merci gerekli görürse, birim işletmecisinden mühendislik ilkelerine uygun ve kabul edilebilir gerekçe(ler) ile bir veya daha fazla birim kuyusunda bazı kuyu sürdürme işlemlerini veya diğer bazı ölçümlerin yapılmasını isteyebilir. Eğer bu istek o an için birimin işletiminde bir engelleme veya sorun yaratacaksa, istenen işlem(ler) izin almak koşulu ile belirlenecek bir süre için geciktirilebilir. Aksi halde, birim işletmecisi istenen işlemleri gerçekleştirir.

Birleştirilmiş bir saha için yapılan Delgi İşlemleri Plânı ve Delgi (Sondaj) Programı birden fazla kuyuyu kapsayabilir. Ancak bu plân ve programın varlığı delinecek tüm kuyuların delinmesi için izin alınmış anlamına gelmemelidir. Delgi işlemleri plânında belirtilen her iş ve işlem için olduğu gibi, her kuyunun delinmesi için ayrı izin alınması gerekli bir durumdur [7]. Çünkü, bu işlemlerde karşılaşılabilecek jeolojik ve çevre ortamlarının değişiklikler gösterebileceği ve bu değişiklikler karşısında uygulamaların ve alınacak önlemlerin de birbirlerinden ayrılabileceğidir. Bununla birlikte, delinmesi düşünülen birden fazla kuyunun veya saha işleminin içerdiği jeolojik ve çevre ortamlarının birbirleri ile aynı veya çok benzer oldukları kanıtlanabilirse, bu durumda söz konusu kuyular ve işlemler için toplu bir izin çıkartılabilir [7]. İzin alınarak delinmiş bir birim kuyusunda,

- i. derinleştirme,
- ii. yeniden delme,
- iii. (özellikle jeolojik yapısı pek bilinmeyen bir yörede ise) tümünden farklı bir hedefe yeniden delme,
- iv. yeni bir yönlü sondaj ayağı delme,
- v. kuyunun belirli bir kesimini veya yönlü delinmiş bir ayağını tapalama,

vb işlemlerin yapılması gerekten durumlarda, eğer yüzeyde farklı bozulmalara yol açılması veya toplum sağlığı, mülkler ve çevre olumsuz etkilenebilecek ise, kuyunun onaylanmış izninde değişim söz konusu olabileceğinden, bu tür işlemler için yeniden izin alınmalıdır [7].

Delinmiş ve tamamlanmış bir jeotermal kuyuyu üretime alabilmek için, kuyunun tamamlanmasından sonra önceden belirlenmiş bir zaman süreci (örneğin 30 gün) içinde, birim işletmecisi bir üretim talep bildirimini ile denetçi (ya da yetkili) merciyeye başvurarak kuyuyu üretime alma isteğinde bulunmalıdır. Bu bildirimde kuyu kütüğü dosyasında var olan bilgiler bulundurulmalıdır.

3.2.3. Kuyu Tapalama ve Terketme

Bir kuyunun terk edilmesi, en az delinmesi kadar ve belki de daha önemli olup, titizlikle yapılacak bir işlemdir. Unutulmamalıdır ki, güvenilir mühendislik ilkelerine ve yöntemlerine uymaksızın, özenmeden ve uygunsuz nitelikte donanım kullanılarak terk edilecek bir kuyu, insan sağlığını ile yeraltı ve yüzey suları başta olmak üzere her türlü çevre ortamını ve doğayı doğrudan tehdit edecek bir tehlike unsurudur. Ancak, yine unutulmamalıdır ki, terk edilmiş bir kuyu kesinlikle ve sonsuza dek bir daha açılmayacakmışçasına terk edilmiş anlamına gelmeyebilir. Saha işletme koşulları, jeotermal kaynak içeren jeolojik yapı ve diğer yeraltı koşulları, jeotermal piyasası koşulları, vb koşullardaki değişimler terk edilmiş bir kuyunun başka bir amaçla dahi olsa, yine açılmasını ve hizmet vermesini gerektirebilir.

Terk işlemi genellikle kuyu içinde çeşitli derinlik düzeylerine tapalar ve bunlar arasına çimento veya çamur bırakılması ve son olarak da kuyubaşının kaldırılarak kuyu ağzının sızdırmayacak bir biçimde mühürlenmesi ile gerçekleştirilir. Kuyu koşullarına göre çeşitli terk yöntemleri uygulanabilir. Bir kuyu terkedilmeden önce, hem terk işleminin düzenli ve sorunsuz olarak gerçekleştirilmesi hem de (BDM vb) denetçi (yetkili) merciyeye sunulması için bir Kuyu Tapalama ve Terketme (KTT) Programı hazırlanır. İzin alındıktan sonra kuyuda uygulanacak KTT işlemi denetçi mercinin belirlediği bir Tanık Denetçi gözetiminde ve KTT programına uyularak yapılmalıdır [11]. Bir KTT programında,

- i. kuyunun delinmesinin bittiği andan başlayıp KTT durumuna gelene kadar olan geçmişindeki tüm aşamaları içeren “kuyu tamamlama” bildirimini,
- ii. önerilen KTT işinin aşağıdaki unsurlara ilişkin tüm ayrıntıları,
 - a) kullanılacak tapaların türleri, uzunlukları, derinlikleri ve aralarındaki açıklık aralıkları,
 - b) tapaların görev yaparlığını doğrulamak için uygulanacak ebeleme (tagging), basınç testi, vb, yöntemler,
 - c) çimentolanmamış kesimlerdeki çamurun ağırlık (yoğunluk) ve ağdalılığı (viskozitesi),
 - d) koruma borusunun deliklenmesi (perfore edilmesi) veya kesilerek alınması,
 - e) kuyubaşının kaldırılması ve yüzeyin düzenlenmesi,
- iii. bildirim gerekliler her türlü kuyu bilgileri

kapsanır [11]. Denetçi mercî kurallara uygun ve kabul edilebilir gerekçe(ler) ile birim işletmecisinden bir kuyunun terk edilmesini isteyebilir. Eğer birim işletmecisi bu isteğe karşı bir düşüncede ise, kuyunun niçin terk edilmemesi gerektiğini gerekçeleri ile açıklayarak terk isteğini iptal ettirebilir. Bunun aksi bir durumda ise, birim işletmecisi üretken bir kuyuyu belirli bir nedenle terk etmek isteyebilir. Kuyunun terk edilmesi eğer jeotermal kaynağın akaçlama (drenaj) sisteminin ya da yörenin çevresel ve/veya kültürel zenginliklerin korunmasına katkıda bulunacak ise, terk isteği kabul edilebilir [11].

Bir kuyunun terk edilme işlemlerinin bitimi üzerine, Birim İşletmecisi önceden belirlenmiş bir süre (örneğin 30 gün) içinde denetçi merciyeye bir Kuyu Terk Bildirimi sunmalıdır [10]. Bu bildirimde,

- i. kuyuda yapılmış tüm işlemlerin zamana bağlı açıklaması,
- ii. yerleştirilen her bir tapanın tanımı ve özellikleri,
- iii. sondaj veya tubing dizisi ile tapanın hangi derinliğe oturtulduğu,
- iv. üst tapanın derinliği,
- v. tapaların yerlerinin saptanıp saptanmadığı ve eğer saptandı ise bunun hangi yöntemle [ebeleme (tagging), basınç testi, vb,] yapıldığı,
- vi. kullanılan çimentonun türü ve miktarı,
- vii. kuyu başı kaldırıldıktan sonra yüzeyin eski haline getirilmesi için düzenleme yapıp yapılmadığı, belirtilmelidir [10].

3.2.4. Birim Ruhsat(lar)ında Oluşan Kazalar

Birimin kapsadığı ruhsatlarda olan, saha işlemlerini etkileyici ve çevresel hasara yol açıcı her türlü ve tüm kazalar kayıt altına alınmalı, en geç 24 saat içinde sözlü olarak ve sonra belirlenmiş bir süre (örneğin 1 hafta) içinde yazılı olarak denetçi merciye bildirilmelidir [10].

3.3. Birim Jeotermal Kaynaklarından Yararlanma

Bağımsız, birleştirilmiş veya paydaştırılmış ruhsatlarda jeotermal kaynaktan 1) elektrik üretimi (veya üretimi), 2) doğrudan kullanım ve 3) bağdaşık kullanım işlemleri ile yararlanır.

Jeotermal kaynaktan yapılan her türlü üretimin ekonomik yararlılığı üretim maliyetinden yüksek olduğu durumda, o üretim Ticarî Üretim olarak anılır ve değerlendirilir. Jeotermal kaynaktan üretim yapmak ve bu üretimden satışa sunulacak elektriği üretmek için gerekli elektrik ile, üretilen kaynağın çevrimi ile üretilen ve doğrudan veya dolaylı olarak satılan elektriğin üretimi Ticarî Elektrik Üretimi (veya Üretimi) olarak anılır ve değerlendirilir [3]. Jeotermal kaynaktan elde edilen elektrik, sıcak su ve diğer yan ürünlerin birim paydaşları tarafından doğrudan doğruya tüketici veya kullanıcıya satılması Ticarî işlem olarak anılır. Eğer bu ürünler birim tarafından aracı konumundaki bir üçüncü şahsa satılmıyorlar ise, ürünlerin kullanım ya da tüketim noktasına aktarılması işlemi de “Ticarî İşlem” kapsamına girer [3].

Jeotermal kaynaktan jeotermal süreçlerle elde edilen ve kaynağın kendi doğal buharı, sıcak tatlı ve tuzlu suları ile, bazı (su, gaz, vs) akışkanların jeotermal kaynak erkesine sahip jeolojik yapıya yapay olarak dışarıdan beslenmesi sonucu jeotermal süreçlerle elde edilen buhar, sıcak tatlı ve tuzlu sular Jeotermal Buhar olarak anılır ve değerlendirilir. Buna karşılık, jeotermal jeolojik yapılardan diğer yol ve yordamlarla üretilen ısı veya diğer bağdaşık enerji ile yan ürünler Bağdaşık Jeotermal Kaynaklar olarak anılır ve değerlendirilir. Petrol, hidrokarbon gaz, helyum, vb maddeler dışında, jeotermal buhar içinde çözülmüş veya bağdaşık olup, jeotermal buhar değerinin yüzde 75'inden daha az değere sahip olan ve zor olması nedeniyle özütlenmesi {extraction veya üretimi istenmeyen mineraller Yan Ürünler {by products} olarak anılır ve değerlendirilir [3]. Dolayısıyla, jeotermal buhar, bağdaşık jeotermal kaynaklar ve yan ürünler hep birlikte Birleştirilmiş Maddeleri oluştururlar.

Jeotermal kaynaktan Ticarî Elektrik Üretimi dışındaki ticarî, konutsal, tarımsal ve toplumsal amaçlara yönelik yararlanma Doğrudan Kullanım olarak anılır ve değerlendirilir [3]. Bağdaşık jeotermal kaynak öbeği içinde yer alan jeotermal kaynak ürünlerinden yararlanma Bağdaşık Kullanım olarak anılır.

Jeotermal kaynaktan yararlanma işlemlerini oluşturan

- i. elektrik üretme tesis işlemleri,
- ii. doğrudan kullanım tesis işlemleri,
- iii. bağımlı kullanım tesis işlemleri,
- iv. yapılmakta olan ve yapılması onaylanmış birim kuyusu üretim ve basırım (enjeksiyon) işlemleri,
- v. bağımlı kuyu saha işlemleri,
- vi. arama, üretim ve basırım kuyularının delinme ve tamamlanma işlemleri dışındaki diğer işlemler,

yararlanmayı düzenleyici kurallara uygun olarak gerçekleştirilmelidir [12].

Jeotermal kaynaktan yararlanma işlemleri gerçekleştirirken,

- i. tüm işlemsel ve çevresel standartların karşılanması,
- ii. yüzey ve yeraltı kaynaklarına yapılacak gereksiz etkilerin önlenmesi,
- iii. jeotermal kaynakların olası en yüksek düzeyde üretimi,
- iv. jeotermal kaynaktan kaynağın olası en düşük düzeyde ziyan edilmesiyle yararlanması,
- v. toplum sağlığının, varlığının ve güvenliğinin sağlanması

gibi genel standartlara uyulması gerekli ve zorunludur [12].

Burada “ziyan”, kaynaktan yapılan üretimin bir kısmının reddedilerek fiziksel atılması (uzaklaştırma) olduğu gibi, jeotermal buhar veya bağdaşık kaynakların etkin olmayan kuyu delme, üretim, aktarım ve yararlanma işlemlerindeki uygunsuz kullanımı veya gereksiz harcanması anlamına gelmektedir [3]. Eğer birim alanında jeotermal kaynak ziyanına yol açılırsa, öncelikle ziyanın önlenmesine yönelik tüm kabul edilebilir önlemlerin birim işletmecisi tarafından alınıp alınmadığının denetçi merci tarafından incelenmesi ve saptanması gerekir. Gerekli ve yeterli önlemlerin alınmamış olduğunun belirlenmesi durumunda, kaybolan üretimin değeri üzerinden bir tazminat ödenmesi istenmelidir [13].

3.3.1. Yararlanma Tesisleri

Birim alanında inşa edilecek her bir yararlanma tesisi için yetkili (veya denetçi) merciden izin alınmalı ve bunun için öncelikle her bir tesisin ayrıntılı tanımını içeren bir Yararlanma Plânı hazırlanarak, bir öneri halinde bu merciye sunulmalıdır. Bu plân bildirimini,

- i. önerilen tüm yapıların ve tesislerin boyutunu, yerini ve işlevini de içermek üzere genel tanımı;
- ii. önerilen tesis işlemlerinin kestirimsel toplam üretim ve basırma (enjeksiyon) debilerini, kuyuların akış debilerini, basınçlarını ve sıcaklıklarını, toplam ve net elektrik üretimini, eğer söz konusu ise diğer tesisler ile ara bağlantılarını, eğer doğrudan kullanım tesisi ise yararlanılacak kaynak miktarını içermek üzere genel tanımı;
- iii. yararlanma alanını tümünden kapsamak üzere üretim ve basırma (enjeksiyon) kuyusu altyapılarını, boru hattı güzergâhlarını, tesis yerlerini, akaçlama (drenaj) yapılarını, var olan ve yapımı plânlı saha erişim yollarını gösteren bir kontur haritası;
- iv. tesis yeri düzenlemesinin ve yüzeyde buna bağlı bozulmaların, kullanılacak altyapı ve yol inşaa malzemelerini, hafriyat ve dolgu miktarlarını, jeolojik yapıya uygunluğu, tesis yerleşim alanına ilişkin her türlü analiz, test ve plânlama çalışmalarını da içerecek biçimde tanımlanması;
- v. tesisin inşaatında ve daha sonra işletiminde kullanılacak suyun kaynağı, niteliği ve niceliği;
- vi. tesisin inşaatında ve daha sonra işletiminde hava niteliği (kalitesi) standartlarını, yoğunlaşmayan gazlara ilişkin standartları dikkate alarak karşılamak için uygulanacak yöntemleri;
- vii. tesisin inşaatında ve daha sonra işletiminde gerek duyulacak kestirimsel personel sayısını;
- viii. tesis inşaatı zamanlamasını;
- ix. ticarî işletmenin başlaması için tesiste ve kuyularda yapılacak testlerin zamanlamasını;
- x. tesisin inşaatı ve işletiminde yüzeyin görünümüne olacak etkileri en düşük düzeye indirgemek üzere alınacak önlemler ile, peyzaj mimarisi çalışmalarına ilişkin tanımları

içermelidir [14]. Ayrıca, aşağıda belirtilen ve çevre koruma amaçlı alınacak önlemler de yararlanma plânında belirtilmelidir [13].

- i. yangınların önlenmesi ve denetimi;
- ii. toprak erozyonunun önlenmesi;
- iii. yüzey ve yeraltı sularının korunumu;
- iv. balıkların ve vahşi (doğal) yaşamın korunumu;
- v. görsel, kültürel ve doğal zenginliklerin korunumu;
- vi. hava ve gürültü kirliliğinin olası en düşük düzeye indirgenmesi;
- vii. tesis işletimi başladığı andan itibaren sismisite (depremsellik) ve yer göçmesine ilişkin gözlemler yapılması ve toplanan verilerin kütüklenmesi;
- viii. yararlanma tesisi veya tesislerinin kurallara uygun olarak nasıl terkedileceğinin ve yüzeyin nasıl eski haline düzenleneceğinin tanımlanması.
- ix. ticarî işletmenin başlaması için tesiste ve kuyularda yapılacak testlerin zamanlamasını;
- x. tesisin inşaatı ve işletiminde yüzeyin görünümüne olacak etkileri en düşük düzeye indirgemek üzere alınacak önlemler ile, peyzaj mimarisi çalışmalarına ilişkin tanımlamalar.

3.3.2. Birim İçi Boru Hatları

Birim alanı içinde gerekli boru hatları döşenmeden önce, birim işletmecisi boru hattının döşenme ve tesislere bağlantılarını içeren bir tasarım ve Yararlanma Plânı ile birlikte denetçi merciye başvuruda bulunarak izin almalıdır [15].

3.3.3. Jeotermal İşlemlerde Yapılacak Ölçümler

Jeotermal birim işlemlerinde aşağıda sıralanan ölçümlerin sürekli ve düzenli olarak yapılması, elde edilen ölçüm verilerinin kütüklenmesi gerekir [13].

- i. tüm kuyu işlemlerindeki kuyubaşı akış debisi, kuyubaşı basıncı ve kuyubaşı sıcaklığı;
- ii. her türlü elektrik üretim tesisinde,
 - a) tesise giren buhar ve/veya sıcak suyun akış debisi, basıncı ve sıcaklığı,
 - b) üretilen toplam elektrik,
 - c) tesis çıkışındaki net elektrik,
 - d) satış noktasına aktarılan elektrik,
 - e) tesisden çıkan buhar ve/veya sıcak suyun akış debisi, basıncı ve sıcaklığı;
- iii. her türlü elektrik üretim tesisine giren buhar ve/veya sıcak suyun akış debisi ve sıcaklığı;
- iv. jeotermal kaynağın niteliğine, tesisin türüne ve satış antlaşması koşullarına bağlı diğer ölçümler.

Jeotermal kaynaktan üretim ve yararlanmada yapılan ölçümlerde duyarlılık {accuracy} ölçülen niceliğin ve ölçümün niteliğine göre belirlenmelidir [13]. Ölçüm duyarlılıkları,

- i. elektrik ölçümlerinde ölçerden okumanın en az \pm % 0.25'i;
- ii. aylık bazda 45,000 ton/st'den fazla olan buhar debilerinde, ölçerden okumanın en az \pm % 2'si;
- iii. aylık bazda 45,000 ton/st'den az olan buhar debilerinde, ölçerden okumanın en az \pm % 4'ü;
- iv. ısı kapasitesi ve ısı içeriği ölçümlerinde, ölçerden okumanın en az \pm % 4'ü;
- v. diğer tüm ölçümlerde, ölçerden okumanın en az \pm % 5'i

düzeyinde olmalıdır [13]. Aşağıda verilen ayrıcalık kuralları dışında, tüm ölçerlerin tesisi, bakımı ve kalibrasyonu ölçer yapımcısı firmanın önerileri ve yönergeleri doğrultusunda yapılmalıdır [13]. Bu ayrıcalık kurallarına göre,

- i. kullanılan orifis plâkaları "API Manual of Petroleum Measurement Standards, Chp. 14, Sec. 3, Part 2, 4th Edition, April 2000" yönergelerine göre tesis edilmelidir;
- ii. elektrik ölçerler her yıl kalibre edilmelidir;
- iii. buhar veya sıcak su debisi türbin, vorteks, ultrasonik veya diğer doğrusal aygıtlarla ölçülüyorsa, ölçerler 6 ayda bir veya, eğer daha sık ise, aygıt üreticisinin önerdiği sürede kalibre edilmelidir;
- iv. buhar veya sıcak su debisi orifis plâkası, venturi metre, pitot tübü veya diğer diferansiyel aygıtlarla ölçülüyorsa, ölçerler her ay kalibre edilmelidir;
- v. buhar veya sıcak su debisi ölçümünde kullanılan orifis plâkası, venturi metre ve pitot tübü her yıl bakım ve onarımdan geçirilmelidir;
- vi. her donanımın kalibrasyonunda, donanımdan daha duyarlı bir kalibrasyon aygıtı kullanılmalıdır;

3.3.4. Aylık Kuyu İşlemleri Bildirimi

Birim alanı altındaki jeotermal kaynaktan yararlanma sürecinde gerçekleştirilen kuyu işlemleri aylık bir bildirim olarak derlenmelidir [16]. Her kuyunun aylık işlem bildiriminde,

- i. bir kuyuda yapılan delme veya değişiklik işlemleri,
- ii. toplam üretim veya basırım (enjeksiyon) - "ton" birimi ile,
- iii. üretim veya basırım basıncı - "bar" birimi ile ve bildirilen mutlak basınç ise "bara", gösterge basıncı ise "barg" olarak,
- iv. kuyuda yapılan üretim veya basırım süresi - "gün"birimi ile,
- v. ay sonunda kuyunun durumu,
- vi. atmosfere verilerek veya sızıntı sonucu kaybolan buhar veya sıcak su miktarı - eğer kayıp miktar birimin toplam üretiminin yüzde 0.5'inden büyük ise,
- vii. kuyunun içinde bulunduğu birim ve ruhsat numarası,
- viii. bildirim geçerli olduğu ay ve yıl,
- ix. bildirimi düzenleyenin adı, unvanı, telefon numarası ve imzası.

bulunmalıdır [16]. Aylık kuyu işlemleri bildirim düzenli olarak denetçi merciye sunulmalıdır.

3.3.5. Aylık Tesis İşlemleri Bildirimi - Genel

Birim alanında altındaki jeotermal kaynaktan yararlanma sürecinde gerçekleştirilen tesis işlemleri aylık bir bildirim olarak derlenmelidir [16]. Her elektrik üretim tesisin aylık işlem bildiriminde,

- i. tesiste kullanılan veya tesise getirilen buhar ve/veya sıcak su kütlesi – “ton” birimi ile,
- ii. buhar ve/veya sıcak suyun sıcaklığı - “°C” veya “K” (Kelvin) birimi ile,
- iii. buhar ve/veya sıcak suyun basıncı - “bar” birimi ile ve bildirilen mutlak basınç ise “bara”, gösterge basıncı ise “barg” olarak,
- iv. toplam elektrik tüketimi - “kwh” (kilowat saat) birimi ile,
- v. tesis çıkışındaki net elektrik - “kwh” (kilowat saat) birimi ile,
- vi. tesis çıkışındaki buhar ve/veya sıcak suyun sıcaklığı - “°C” veya “K” (Kelvin) birimi ile
- vii. tesisin çalışır durumda olduğu saat sayısı,
- viii. kesintilerin kısa ve öz açıklaması,
- ix. satış noktasına aktarılan elektrik miktarı (eğer tesis çıkış noktasından farklı ise) - “kwh” (kilowat saat) birimi ile,
- x. aktarım sırasında kaybolan elektrik miktarı - “kwh” (kilowat saat) birimi ile,
- xi. satılan elektriği satın alan kuruluşun bir ay boyunca satış noktasında kendisine ne kadar elektrik verildiğini gösterir elektrik miktarı kayıtları - “kwh” (kilowat saat) birimi ile

bulunmalıdır [16]. Parlama {flash} ve kuru buhar tesisleri için düzenlenecek aylık işlem bildiriminde, yukarıda genel olarak tesisler için belirtilen bildirim içeriğine ek olarak,

- i. türbine giren buhar kütlesi (çifte parlama {dual flash} tesisleri için buhar akışı “yüksek basınç” ve “düşük basınç” olarak ayrılmalıdır) – “ton” birimi ile,
- ii. yoğuşturucu {condenser} sıcaklığı - “°C” veya “K” (Kelvin) birimi ile,
- iii. yoğuşturucu {condenser} basıncı - “bar” birimi ile ve bildirilen mutlak basınç ise “bara”, gösterge basıncı ise “barg” olarak,
- iv. gaz ejektörleri, pompalar, vs için kullanılan yardımcı buhar akışı - “ton” birimi ile,
- v. soğutma kuleleri sonrası tesisten çıkan yoğuşuk akışı - “ton” birimi ile,

bulunmalıdır [16]. Doğrudan kullanım tesisleri için düzenlenecek aylık işlem bildiriminde, yukarıda genel olarak tesisler için belirtilen bildirim içeriğine ek olarak,

- i. tesisten geçen aylık toplam akış – “ton” veya “kl” (bin litre) birimi ile,
- ii. aylık ortalama akış sıcaklığı - “°C” veya “K” (Kelvin) birimi ile,
- iii. jeotermal ısının kullanıldığı toplam saat sayısı,

bulunmalıdır [16].

4. BİRİM (VEYA BİRİMLEŞTİRME) ANTLAŞMASININ SONA ERMESİ

Birim (veya Birimleştirme) Antlaşması çeşitli nedenlerle sona erebilir veya feshedilebilir. Eğer birim iletmecisi birim antlaşmasının maddelerinden veya koşullarından birisine uymaz ise, yetkili (veya denetçi) merci birim antlaşmasını feshedebilir, sona erdirebilir [17]. Bunun dışında birim antlaşması her hangi bir zamanda birim katılımcıları tarafından gönüllü olarak ve yetkili (veya denetçi) mercinin onaylaması üzerine sona erdirilebilir (feshedilebilir). İkinci durumun gerçekleşebilmesi için,

- i. birim katılımcılarının çoğunluğunu oluşturan işletme payı sahiplerinin birim antlaşmasını sona erdirmek (feshetmek) üzere görüş birliğinde olduklarını imzalarıyla belgeleyen bir sözleşmeyle yetkili (veya denetçi) merciye başvurmaları,
- ii. bu başvurunun en düşük başlangıç birim yükümlülüğünün yerine getirilmesi sonrasında ve birimleştirilmiş alanın oluşturulmasından önce veya

- iii. en düşük başlangıç birim yükümlülüğü yerine getirilip, birleştirilmiş alanın oluşturulması ile birlikte,
 - a) sahanın iyi niyetle geliştirileceğini ve bilinen jeotermal kaynağın ticarî olarak üretileceğini,
 - b) toplum çıkarlarının korunacağını,

kanıtlayan veya ikna edici bilgilerle destekleyen bir güvence belgesi verilmelidir [17].

5. BİRİMLEŞTİRMEDE KARŞILAŞILAN GÜÇLÜKLER

Birimleştirme bir jeotermal sahanın yaşamında genellikle bir kereden fazla girişilmeyen bir olgudur. İtici gücü, İtalyan ekonomist Vilfredo Pareto (1848-1923) adından türetilmiş olan bir Pareto Verimliliği olup, belirli bir girişimde hak sahibi taraflardan en az bir tanesinin diğer hak sahibi tarafların çıkarlarını zedelemekten yarar sağlaması sonucunu kapsar [18]. Bu sonuç geleneksel bir durum olan yeterince büyük ve yatay yayılımı düzgün bir jeotermal kaynak yapısı, anlaşılabilir akışkan hazne (rezervuar) özellikleri ve yüksek ısı içeriği koşullarında, üretimin başlamasından önce ve kestirimi yapılabilir ürün fiyatları altında birleştirilmiş bir jeotermal sahada büyük olasılıkla gerçekleşir. Ne var ki, kaynağın çok daha sınırlı olduğu, pazarın kararsızlığı, akışkan haznesinin karmaşık yapısı, hazne kayacının ve akışkanların ruhsat sınırlarını kesen değişken özellikler göstermeleri, buhar veya sıcak su dışında diğer bazı gazların varlığı, gizli üretken aralıklar ve bir de birleştirmenin ruhsatlarda üretimin başlamasından sonra girişilmesi, geleneksel durumdan dikkate değer sapmaya ve hem kaynağın hem de kazançların hakça üleşmesinde büyük güçlüklerle yol açmaktadır.

Konuda uzman ve birleştirme ve birim işletme antlaşmasını (BBİA) birleştirme işleminin kilit taşı olarak gören bazı kişiler, geleneksel durumdan yukarıda belirtilen her bir sapmanın olduğu durum için, tarafların harcamaları ve gelirleri hakça üleşmelerini sağlayacak çözüm önerileri sunmaktadırlar [18]. Birim katılımcılarının alansal katılım ve işletme paylarının bir çarpımı olan birim paylarının sahanın gelişmesine bağlı olarak sürekli bir dinamizm içinde değişmesi, ruhsat sahiplerinin net varlıklarının belirlenmesini güçleştirmektedir. Bununla birlikte, özellikle sınırlı boyutlardaki hidrokarbon kaynaklar için beklenen çözüme seçenek olarak önerilen yaklaşımlar, jeotermal saha birleştirmede doğması olası güçlüklerin aşılmasında dikkate alınabilir. Bu konunun ayrıca bir çalışmada kapsanması gerekir.

SONUÇ

Birimleştirme antlaşması ile oluşturulan birimlerin temel kuruluş unsurları tanıtılmış ve tanımlanmıştır. Bir birimde katılımcı ruhsat sahiplerinin üzerine düşen ana maliyetleri oluşturan teknik unsurlar, birimin sıcaklık gradyan ve keşif kuyularının delinmesini de içeren arama aşamasından başlamak üzere, birim üretim kuyularının delinme, tamamlanma, değişiklik ve terk işlemlerine ilişkin koşulları da içeren birim geliştirme aşamasına kadar, toplumsal sağlık, mülkiyet ve çevre korumaya yönelik yükümlülükler de dahil olmak üzere tüm ayrıntıları ile madde madde tanıtılmış, tanımlanmış ve açıklanmıştır. Ayrıca, birim jeotermal kaynağından yararlanmada söz konusu olan ürünler, bunlardan yararlanma yöntemleri, tesisler, tesislerin işletilmesine ilişkin ölçümler ve ölçüm kurallarına ilişkin teknik unsurlar da ayrıntılı olarak tanıtılmış ve açıklanmıştır. Bir zorunluluk durumunda birim (birleştirme) antlaşmasının sona erdirilmesi (feshedilmesi) girişiminin hangi koşullarla ve nasıl yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Her ne kadar bu çalışmada ayrıntılarına girilmese de, yukarıda anılan unsurların gerçekleştirilmesi için birleştirme işleminde yapılması gereken yatırımlara ilişkin paylar ile kazanılacak işletme paylarının, özellikle sahanın ayırık ruhsatlarda geliştirilmeye başlanmasından sonra birleştirilmesi halinde çok daha güç saptanabileceği belirtilmiştir. Tüm fiziksel ve piyasa koşullarının uygun olduğu geleneksel durumdan sapmalar olduğunda ise, birim katılımcılarının birim paylarının saptanmasının güçleştiği ve bu durumda özel yöntemlerle çözüme gidilmesi veya başka seçeneklere başvurulması gerektiğinin üzerinde ayrıca durulmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] MIHÇAKAN, İ.M., ALTUN, G., ve SERPEN, U., “Jeotermal Sahalarda Birimleştirme”, X. Ulusal Tesiisat Müh. Kongresi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, İzmir, 13-16 Nisan, 2011.
- [2] Bureau of Land Management, U.S. Department of the Interior, “Title 43 - Public Lands : Interior, Subchapter C - Minerals Management, Part 3280 - Geothermal Resources Unit Agreements, Subpart 3280 - Geothermal Resources Unit Agreements - General,” Code of Federal Regulations, The U.S.A. Government Printing Office, May 2, 2007.
- [3] Bureau of Land Management, U.S. Department of the Interior, “Title 43 - Public Lands : Interior, Subchapter C - Minerals Management, Part 3200 - Geothermal Resource Leasing, Subpart 3200 - Geothermal Resource Leasing - General,” Code of Federal Regulations, The U.S.A. Government Printing Office, May 2, 2007.
- [4] s.a.k. (son anılan kaynaktaki), “Subpart 3217 - Cooperative Agreements”.
- [5] s.a.k., “Subpart 3252 - Conducting Exploration Operations”.
- [6] s.a.k., “Subpart 3254 - Inspection, Enforcement, and Noncompliance for Exploration Operations”.
- [7] s.a.k., “Subpart 3261 - Drilling Operations: Getting a Permit”.
- [8] s.a.k., “Subpart 3262 - Conducting Drilling Operations”.
- [9] s.a.k., “Subpart 3207 - Lease Terms and Extensions”.
- [10] s.a.k., “Subpart 3264 – Reports - Drilling Operations”.
- [11] s.a.k., “Subpart 3263 – Well Abandonment”.
- [12] s.a.k., “Subpart 3270 – Utilization of Geothermal Resources - General”.
- [13] s.a.k., “Subpart 3275 – Conducting Utilization Operations”.
- [14] s.a.k., “Subpart 3272 – Utilization Plan and Facility Construction Permit”.
- [15] s.a.k., “Subpart 3271 – Utilization Operations: Getting a Permit”.
- [16] s.a.k., “Subpart 3276 – Reports: Utilization Operations”.
- [17] Bureau of Land Management, U.S. Department of the Interior, “Title 43 - Public Lands : Interior, Subchapter C - Minerals Management, Part 3280 - Geothermal Resources Unit Agreements, Subpart 3285 – Unit Termination,” Code of Federal Regulations, The U.S.A. Government Printing Office, May 2, 2007.
- [18] WORTHINGTON, P.F., “Contemporary Challenges in Unitization and Equity Redetermination of Petroleum Accumulations,” Economics and Management, SPE (Soc. of Pet. Eng.), Richardson, Texas, USA, January 2011, pp. 10-17.

ÖZGEÇMİŞ

İ. Metin MIHÇAKAN

Antalya'nın Elmalı ilçesinde 1957 yılında doğmuş olup, İTÜ Maden Fakültesi Petrol Mühendisliği Bölümünü 1980 yılında bitirmiş, yine Petrol Mühendisliği disiplinde olmak üzere Master derecesini 1985 yılında ve Doktor unvanını 1993 yılında ABD'de Colorado School of Mines'tan almıştır. TPAO, SCHLUMBERGER (Birleşik Arap Emirlikleri), SURTEK (ABD) şirketlerinde mühendis olarak çalışmış, bir süre TRIAS Ltd. şirketinin genel müdürlüğünü üstlenmiştir. İlk olarak 1993-1996 yılları arasında ve daha sonra 1998 yılında katıldığı İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyeliği görevini sürdürmektedir. Destekli petrol kurtarımı artırma, doğal gaz ve rezervuar mühendisliği, jeotermal gradyan ve ısı akısı dağılımı konularında çalışmaktadır. ABD'de bir patentin mucidi ve Türkiye'de jeotermal saha işletmeciliğine “Birimleştirme” kavramını ilk tanıtan ekibin bir üyesidir.