ISI BİLİMİ VE TEKNİĞİ DERGİSİ Cilt 6 Sayı 1, Haziran 1983 Sayfa 17-20

UYGULAMA KONULARI

JEOTERMAL KUYULARDA ISI BORUSU UYGULAMASI

M. Akyurt
Makina Mühendisliği Bölümü
Melik Abdulaziz Üniversitesi
Cidde – S.ARABİSTAN

Y. Basmacı
Hidrojeoloji Bölümü
Melik Abdulaziz Üniversitesi
Cidde – S. ARABİSTAN

SUMMARY

Difficulties encountered during the operation of geothermal wells are summarized. The heat exchanger system proposed by MTA is discussed. Two new heat pipe systems are proposed that will allow the transport of geothermal energy to the well head without having to transport the geothermal fluids. It was concluded that these high efficiency heat pipe systems promise potential for alleviating most of the current operational problems, extend useful life of wells, increase recovery factor, and open the prospect of benefiting from many wells hitherto considered not exploitable.

ÖZET

Jeotermal kuyuların işletilmesinde karşılaşılan zorluklar özetlendi. MTA'nın ısı değiştiricili sistemi tartışıldı. Jeotermal akışkanı yeryüzüne çıkarmadan jeotermal enerjiyi yeryüzüne çıkaracak iki ayrı ısı borulu sistem teklif edildi. Mevcut tatbikatın bütün zorluklarını hafifletmesi beklenen bu yüksek verimli ısı borulu sistemlerin kuyu ömrünü uzatacağı, faydalanma oranını yükselteceği ve halen kullanılamayan pek çok kuyudan istifade edilmesine imkan vereceği belirtildi.

GİRİŞ

Yirminci asrın başlarından itibaren sinai boyutlarda kullanılmaya başlanılan jeotermal enerji, son yıllarda memleketimizde de inceleme konusu olmaktadır. MTA'nın yürüttüğü ön çalışmalardan, Türkiye' nin jeotermal potansiyelinin umut verici bir seviyede olduğu anlaşılmaktadır.

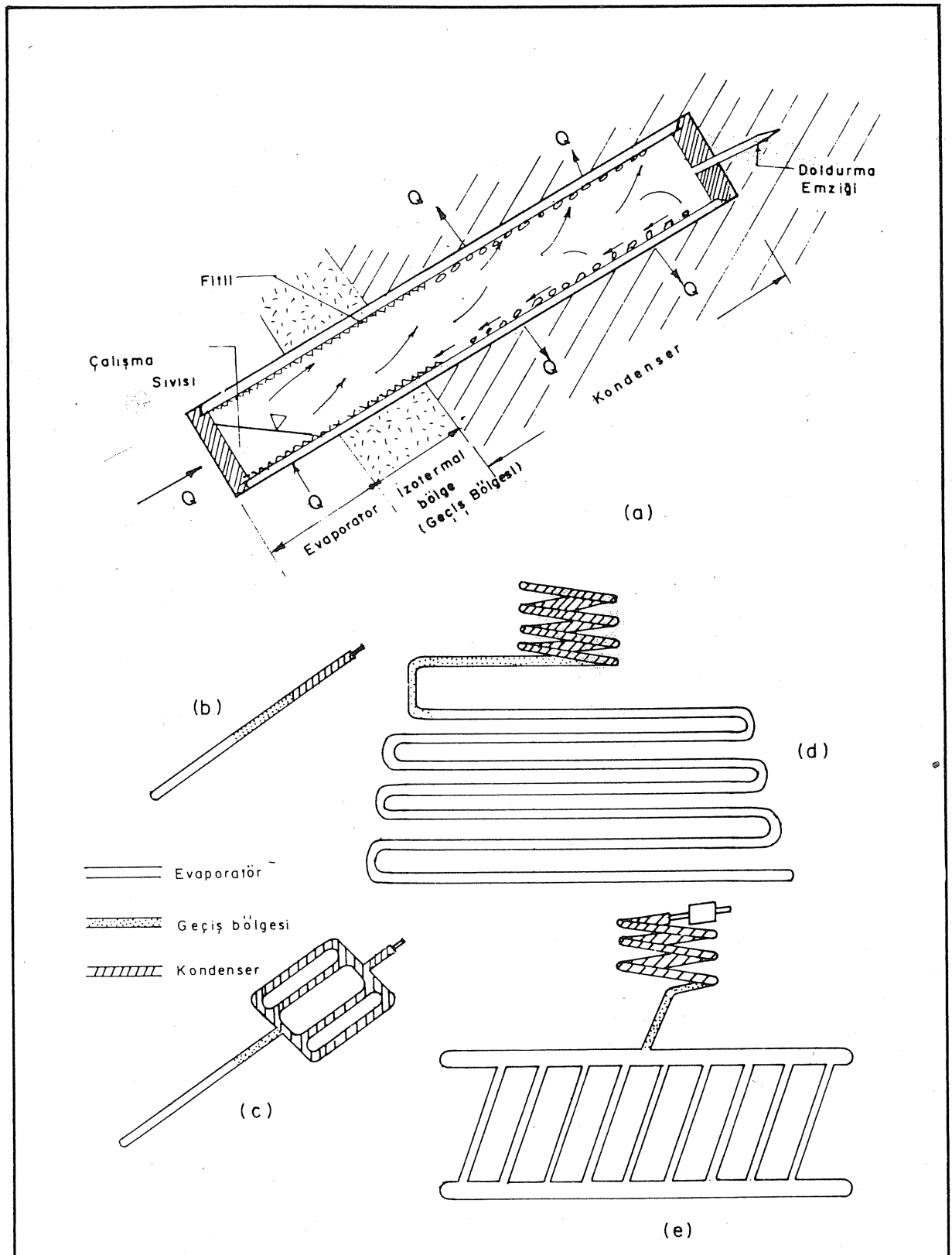
Jeotermal kuyuların işletilmesinde bugüne kadar yeknesak olarak uygulanan yol, jeotermal akışkanın kuyu başına çıkarılması ve mevcut ısıl enerjiden çeşitli şekillerde istifade edilmesidir.

Aşağıda, jeotermal akışkanı yeryüzüne çıkarmadan, sadece jeotermal enerjinin ısı boruları yardımıyla kullanma bölgesine aktarılmasını öngören sistemler teklif edilmektedir.

ISI BORUSU

Isı borusu esas itibariyle içinde az miktarda çalışma sıvısı bulunan, havası alınmış kapalı bir haznedeb ibarettir (Şekil 1-a). Hazne cidarına, çalışma sıvısının akışını düzenlemek maksadıyla, uygun bir fitil yerleştirilebilir. Çalışma sırasında evaporator bölgesine uygulanılan ısı çalışma sıvısının bir kısmını buharlaştırır ve kısa zamanda haznenin tamamını saf buharla doygun hale getirir. Sistemden ısı çekilişi sebebiyle kondenser bölgesinde hazne cidarı nisbeten soğuk olacağı için, bu bölgede yoğuşma başlar. Açığa çıkan yoğuşma ısısı konduksiyonla nakledilir. Yerçekimi takviyeli ısı borusunda yoğuşan sıvı zerrecikleri yerçekimi tesiriyle evaporatöre döner ve çevrim tamamlanır.

İyi bir ısı borusunun, aynı çaptaki dolu bakır çubuğun boyu yönünde nakledebildiği ısının birkaç bin mislini nakledebildiği bilinmektedir. Isı borusu boyunca sıcaklığın yeknesak kalması, ısı borusunun belki de en bariz özelliğidir. Hareketli parçası olmaması, sessiz çalışması, reaksiyon zamanının kısa oluşu, ve her ortam ve sıcaklıkta ısı boruları geliştirilebilmesi, ısı borularının üstün vasıfları arasında sayılabilir.



Şekil 1. Isı Borusu ve Bazı Uygulama Biçimleri

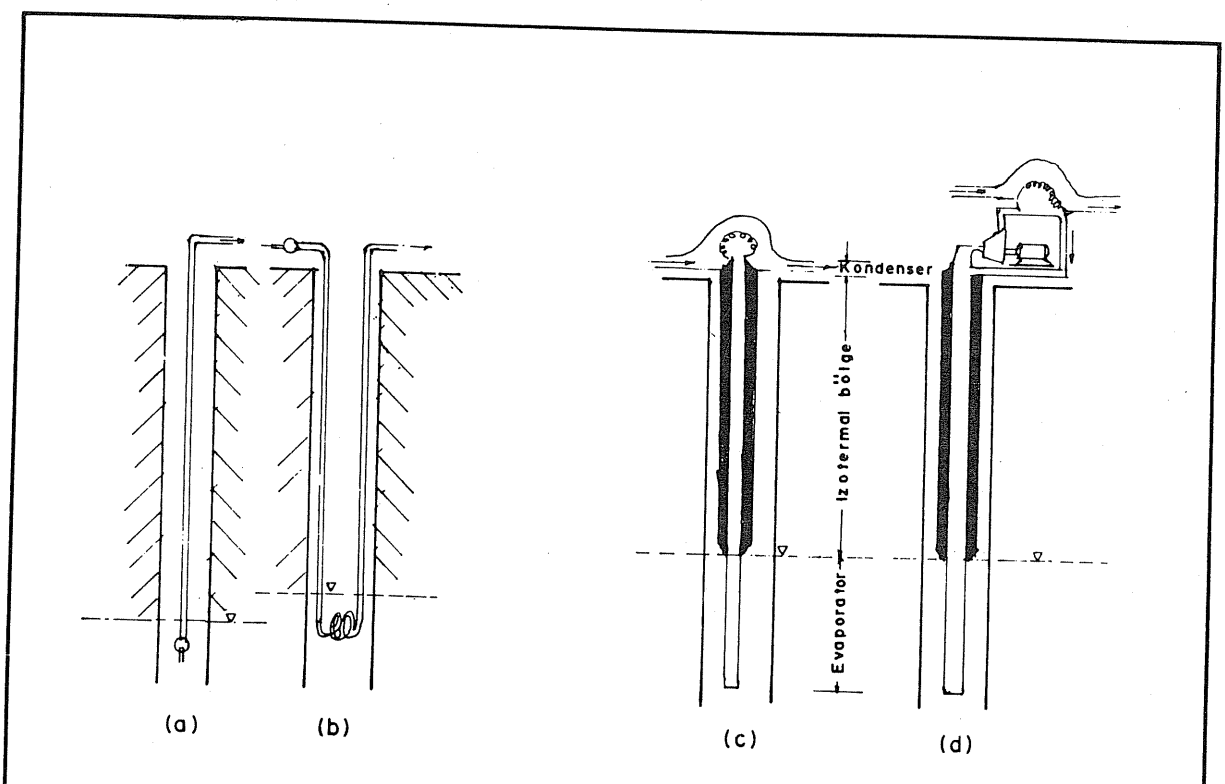
Yumuşak demir, paslanmaz çelik ve bakır borulardan imal edilen çeşitli çap ve uzunluktaki ısı borularıyla (Şekil 1—b) Cidde'de yaptığımız deneylerde, evaporatör—kondenser sıcaklık farkının 5° C ' ın altında kaldığı müşahede edildi (1,2). Fitilli ve fitilsiz fakat yerçekimi takviyeli olan bu ısı borularında çalışma sıvısı olarak su, aseton, metanol ve etanol kullanıldı. Boru uzunluğu 150 cm'den 36 metreye kadar değişen çeşitli tatbikatlarda (3), (Şekil 1—d) ısı borusunun bir ısı transferi elemanı olarak güvenilirliği tesbit edildi. Evaporatör ve kondenserinde karmaşık geometrilere gidilmesi halinde de (4) (Şekil—1—c, e) ısı borusunun üstün vasıflarını koruduğu görüldü. Düz levhalı güneş kollektörlerine tatbik edilince ısı borulu güneş kazanının, mevcut güneşli su ısıtıcılarının en yüksek verimlisi olan açık devreli güneşli su ısıtıcıdan yüzde elli daha yüksek verime sahip olduğu sonucuna varıldı (4, 5, 6).

JEOTERMAL KUYULARDA ISI BORUSU

Şekil 2 de jeotermal kuyuların işletiliş biçimleri özetlenmektedir. Klasik usulde (Şekil 2—a) jeotermal sıvı ve veya buhar yeryüzüne pompalanır. Bu usulun tatbiki halinde mevcut jeotermal rezervin ancak % 25'nin yeryüzüne ısıl enerji olarak çıkarılabileceği, elektrik enerjisine dönüştürülmesi halinde ise bu rakamın yüzde 1 seviyesini geçmiyeceği bilinmektedir (9). Yeryüzune çıkarılan çeşitli kimyevi artıkların sebeboldugu çevre kirlenmesi problemlerine ilaveten tesisat ve cihazlarda korozyon ve tıkanma meydana gelmesi, kuyubaşı gürültüsünün fazlalığı, H_2S gazının çevreyi rahatsız edecek seviyelerde ortaya çıkması, jeotermal sıvıların zamanla azalması veya tükenmesi, bazı hallerde yer çökmesinin görülmesi (9), ve mevcut pompaların 190° C den daha sıcak ortamlarda çılaşamadıkları gerçeği (7) klasik usülü kuşatan güçlükler zincirini halkalamaktadır. Jeotermal sıvının 100° C tan daha sıcak olması halinde ortaya çıkacak iki fazlı akım ve iki fazlı akımlarla ilgili tesisatın karmaşıklığı ayrıca zikredilebilir.

Klasik kuyu işletmeciliği sonucu ortaya çıkan tıkanma, korozyon ve çevre kirlenmesi meselelerine bir çare getirmek amacıyla MTA'nın geliştirdiği çözüm Şekil 2—b de özetlenmektedir (10). MTA'ca İzmir—Balçova'da Şubat 1982 de 100 m derinlikteki bir kuyuya, kuyu içi ısı değiştiricisi uygulandı. Taban sıcaklığı 115° C olan kuyuya 70° C de su 10 ton/saat debiyle basıldığında, dönüş suyunun 100° C a yükseldiği görüldü. Bu durumda kuyu termal gücü yaklaşık 350 kW olmaktadır.

MTA tipi kuyunun kabuklaşmayı büyük ölçüde yavaşlatacağı bellidir. Jeotermal akışkan yeryüzüne



Şekil 2.Jeotermal Kuyuların İşletilişi:a)Klasik Usul, b) MTA Teklifi, c) Isı Borulu Sistem, d) Turbo-Isı Borulu Sistem.

çıkmayacağı için çevre kirlenmesi de olmayacaktır. Jeotermal sıvının zamanla tükenmesi söz konusu olmadığından kuyu ömrü uzayacaktır. Isı değiştiricisi kullanan her sistemde olduğu gibi burada da sirkülasyon sıvısı özellikleri çok mühimdir. Kullanılan suyun buhar kazanı besleme suyu safiyetinde olmaması halinde ve 70° C üzerindeki tatbikatlarda ısı değiştiricisinin süratle ve içten kabuk bağlayacağı muhakkaktır. Ayrıca kaynama sıcaklığına ulaşılır ulaşılmaz iki fazlı akımla ilgili tesisat meseleleri de ortaya çıkacaktır.

Şekil 2—c de ısı borulu kuyu teklifimiz özetlenmektedir. Kuyuya boydan boya yerçekimi takviyeli bir ısı borusu daldırılmaktadır. Isı borusunun jeotermal akışkanla temasta olmayan izotermal kısmı tecritlidir. Isı borusunun içinde kuyu sıcaklığına uygun bir çalışma sıvısı bulunmaktadır. Sistemin çalışması için pompa veya başka tahrik unsuruna ihtiyaç yoktur.

Kuyuda ısı borusunun jeotermal akışkanla temas halinde olduğu evaporatör kısmında, evaporatörün dış cidarında hızlı bir kabuklanma olması beklenemez. Zira kabuklanma olayı akışkan hızı ve buharlaşma ile yakından ilgili olup, düşük hızlarda kabuk bağlama hızı büyük ölçüde düşer. Öte yandan iyi bir ısı borusunun iç cidarında, konstruksiyon icabı, kimyevi reaksiyon ve kabuklanma meydana gelmez. Isı transferine tesir edebilecek yegane kabuklanma olayı kondenserin dış cidarında vuku bulabilir ki, bu da kapalı devreli bir soğutma sistemi kullanılması suretiyle önlenebilir.

Kuyu dibi sıcaklığı 130° C veya daha fazla olan jeotermal kuyulardan elektrik ve/veya şaft enerjisi üretilmesine imkan veren yeni bir sistem Şekil 2—d de teklif edilmektedir. Burada ısı borusunun evaporatöründe oluşturulan saf buhar bir türbinde genleştirilmek suretiyle mekanik ve elektrik enerjisi elde edilmektedir. Türbünün peşine yerleştirilecek bir kondenserle ayrıca termal enerji üretilmesi de mümkündür. Yoğuşan çalışma sıvısı ise evaporatöre döndürülmek suretiyle çevrim tamamlanmaktadır.

Isı borusunun en mühim özelliklerinden birisi olan izotermal çalışma sebebiyle ısı borulu kuyularda kuyu dibi ile kuyu başı arasındaki sıcaklık farkı minimize edilmiş olmaktadır. Bu sayede halen elektrik enerjisi üretimi için uygun sıcaklıkta görülmeyen pek çok kuyudan elektrik üretiminde de istifade etmek mümkün olacaktır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Gerek MTA'nin geliştirdiği sistemle, gerekse burada teklif edilen iki ayrı ısı borulu sistem kullanılmak suretiyle klasik jeotermal kuyu işletmeciliğinde karşılaşılan çevre kirlenmesi, yeraltına sıvı zerki, H_2S gazı izalesi, çeşitli korozyon ve tıkanma müşkülleri ve jeotermal akışkanın zamanla tükenmesi gibi problemler büyük ölçüde önlenebilecektir. Böylece kuyu ömrünün çok uzayacağı tahmin edilmektedir. Keza kuyu dibindeki akışkanın çevrimine bağlı olmak üzere kuyu termal rezervinden faydalanma veriminin daha tatminkar seviyelere yükselmesi de beklenir.

Mutlaka zikredilmesi gereken bir husus da, ısı borulu sistemlerin kullanılması halinde, bugüne kadar yeterli debide jeotermal akışkanı bulunmadığı gerekçesiyle istifade edilemiyen ve kuyu sıcaklıkları 130° C ile 200° C arasında değişen pek çok kuyudan (8,9) elektrik enerjisi üretme imkanının doğmasıdır. Bu metodlar sayesinde ve bir miktar sıvı zerkedilmek suretiyle kuru kuyuların bile enerjisinin sağlması mümkün görülmektedir.

Freon—II veya isobutan kullanılmak suretiyle MTA sistemine kuyu başında ikinci bir çevrim akuple etmek ve elektrik üretmek de mümkün görülmektedir. Ancak elektrik üretiminde burada teklif edilen turbo—ısı borulu sistemin üstünlükleri de gözden kaçırılmamalıdır. İki çevrim yerine tek çevrimle enerji üretilmesindeki verim artışı ve sistem sadeliğinin yanı sıra, turbo—ısı borulu sistemde kuyudan enerji naklinin sıvı konveksiyon ve kondüksiyonu yoluyla değilde buharlaşma/yoğuşma yoluyla gerçekleştirilmesi ve kuyu dibi ile kuyu başındaki sıcaklık farkının 5—6° C arasında kalması sebebiyle sistem veriminde büyük artışlar olacaktır. Isı borusu tatbikatından bugüne kadar elde edilen tecrübelerin ışığı altında ısı borulu sistemde verimin, MTA sistemine kıyasla yüzde elli mertebesinde daha yüksek olması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Akyurt, M., M. Çimenoğlu ve A.Y. Uyarel (1981) Güneşli su ısıtıcılarına ısı borusu, TIBD 3. Ulusal Isı Kongresi zabıtları, 149—163, Trabzon.
2. Akyurt, M., (1983) Development of heat pipes for solar water heaters, Solar Energy (baskıda).
3. Akyurt, M. ve S. Fakıoğlu (1981) Development of a solar water heater utilizing heat pipe, Musl. Sci., 10, 2/3, I, 81—106.
4. Akyurt, M. (1983) AWSWAH— the heat pipe solar water heater, Solar Energy (baskıda).
5. Akyurt, M. (1982) Heat pipe solar water heater, Final Rep., AR—1—031, SANCST, Riyad, 233 sayfa.
6. Akyurt, M. (1983) Isı borulu güneş kazanı, Doğa (baskıda).
7. Vetter, O.J. ve V. Kandarpa (1982) Handling of scale in geotermal operations, Intern. Conf. on Geothermal Energy, Florance, Italy, 11—14 Mayıs, 355—372.
8. Şimşek, S. (1974) The Denizli—Kızıldere geothermal field, MTA, Ankara.
9. White, D.E. (1973) Characteristics of geothermal resources, in Geothermal Energy (ed. by Kruger, P. ve C. Otte), 69—94.
10. — — — — — — — — (1982) Jeotermal enerjiyle ısıtma, Isı bilimi ve Tekniği, 5, 1, 2.