

JEOTERMAL ENERJİLİ BÖLGESEL ISITMA SİSTEMLERİNDE GÖZLEM: BALÇOVA ÖRNEĞİ

Niyazi AKSOY

ÖZET

Jeotermal sahaların işletilmesi sırasında debi, sıcaklık, basınç, su seviyeleri, üretilen ve re-enjekte edilen (geri basılan) akışkanın kimyasal bileşimi periyodik olarak gözlemlenmeli ve kayıt edilmelidir. Jeotermal sahanın çalışma modelinin kurulmasında ve gelecekteki performansının kestirilmesinde kullanılacak model sonuçları ile sahadan elde edilen gözlemlerin uyuşmaması halinde, tüm verilerin kullanımı ile model yeniden yapılmalıdır.

Bu çalışmada, jeotermal sahalarda debi, sıcaklık, su seviyesi-basınç, yoğuşmayan (kondanse olmayan) gaz miktarı ölçümleri ve su örneklerinin alınmasında uygulanan yöntemlere değinilerek, Balçova sahasında yapılan gözlemler ve bazı sonuçlar tartışılmıştır.

1.GİRİŞ

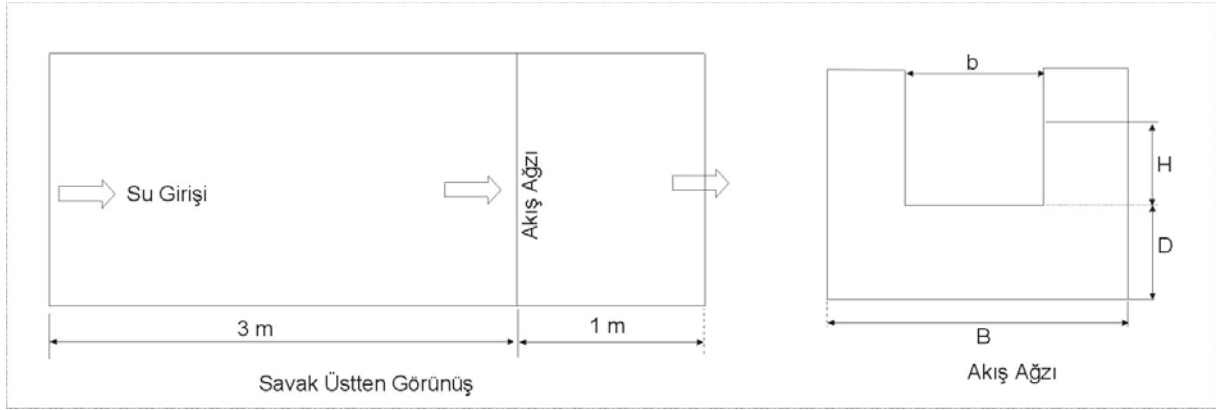
Jeotermal sahaların ekonomik olarak işletilebilmesi ve yatırımcıların, saha ile ilgili yatırım kararları alabilmeleri için sahanın gerçek kapasitesinin bilinmesi gereklidir. Başlangıçta, bir jeotermal saha ile ilgili bir çok belirsizlik vardır. Sahanın sıcaklığı, rezervuardaki akışkan miktarı, üretim ve re-enjeksiyonun rezervuara etkisi, korozyon, kabuklaşma vb. sorunlar ve bunların çözümleri sahadaki kurulabilecek işletmenin büyüklüğünü ve ekonomisini etkileyecek parametrelerdir. Her sahanın kendine özgü sorunları vardır ve genelde bir saha için bulunan çözümler diğerinde pek işe yaramamaktadır. Bir yandan tesis büyüklüğü için sahanın kapasitesinin bilinmesi gerekirken, öte yandan sahanın kapasitesini hesaplamak için üretim ve gözlem çalışmalarına gereksinim vardır. Sahada hiçbir tesis kurulmadan "kısa süreli üretim" (3 ay-1 yıl süreli) yapılarak, sahaya ait bazı parametreler elde edilebilir. Kurulacak tesisin işletme aşamasında daha uzun süreli gözlemlerle elde edilecek veriler ışığında "kapasite artışı" gündeme gelebilir. İşletme kapasitesi ve ekonomisinin belirsizliği jeotermal tesislerin yapımını engellerken, iyi bir saha değerlendirmesi yapılmadığı için kurulu gücünün yarısına dahi ulaşamayan bir çok jeotermal tesisin varlığı da bir gerçektir.

Jeotermal sahalarda üretim, re-enjeksiyon ve gözlem kuyularından yapılan debi, sıcaklık, su seviyesi, basınç ölçümleri, su ve gaz analizleri "gözlem" (monitoring) olarak adlandırılır. Gözlem çalışmasının asıl amacı sahanın modelleme çalışmalarına veri toplamak ve işletmenin çevreye etkisini araştırmaktır. Gözlem çalışmaları ile toplanan veriler kullanılarak saha için bir model kurulur. Model sahanın kütle dengesi ile termodinamik, fiziksel ve kimyasal koşullarının arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya çalışır. Modelde, belirli koşullara bağlı olarak basınç-zaman, basınç-sıcaklık vb. ilişkileri geçmiş verilere göre hesaplanır. Geçmiş veriler ile çıkarılan model çözüm, gelecek için kestirimler yapılmasına olanak sağlar. Model çözümler ile elde edilen verilerin uyuşmaması durumunda model yenilenir. Bu çalışma yöntemi sürekli ve böylece devam eder. Elde edilen veri miktarı arttıkça, daha iyi çıkarılan bir model kurmak ve geleceği kestirmek daha kolay olacaktır.

2.BALÇOVA SAHASINDA YAPILAN GÖZLEMLER

2.1. Debi

Debi ölçümlerinde sayaçlar ve savaklar kullanılmaktadır. Savaklar, belirli bir geometrik kesite sahip bir kanaldan, suyun geçirilmesi sırasında oluşan su seviyesinin ölçülmesi esasına dayanır. Burada jeotermal sahalarda çok görülen dikdörtgen kesite sahip savaklarla debi ölçümünün nasıl yapıldığı açıklanmıştır. Şekil 1’de ölçüleri verilen savak, 60-70 cm yüksekliğe ve 1 m genişliğe sahiptir. Kuyudan gelen sular oklar yönünde savağa girer ve diğer uçtan akış ağzında "H" kadar bir su yüksekliği ile savağı terk eder. H, debiye bağlı olarak değişir. İhtiyaca göre savağın akış ağzı ölçüleri değiştirilebilir. Savaktaki suyun dalgalanmadan akış ağzına ulaşması için araya gerekirse dalga kıran perdeler konulabilir.



Şekil 1. Dikdörtgen kesitli savak

$$Q = 60 * k * b * H^{1.5} \quad (1)$$

$$k = 107.1 + \frac{0.177}{H} + 14.2 * \frac{H}{D} - 25.7 * \sqrt{\frac{(B-b) * H}{B * D}} + 2.04 * \sqrt{\frac{B}{D}} \quad (2)$$

Burada:

- Q, savaktan geçen debi, m³/saat
- k, (2)'den hesaplanan savak sabiti
- b, savak genişliği, m
- H, su seviyesi, m
- D, savak yüksekliği, m

Kuyudan gelen sıcak su atmosfer basıncında buharlaşacağı için savakta ölçülen debiye buharlaşan kısmın eklenmesi gereklidir. Buharlaşan kısım (3)'den hesaplanarak, kuyunun üretimi (4)'den bulunur. Buhar oranını hesaplamak için kuyu dibi ve savaktaki sıcaklık ölçülerek, buhar tablolarından elde edilecek entalpi değerlerinden buhar/ su oranı hesaplanır.

$$X = \frac{h^d - h_v^l}{L_L} \quad (3)$$

Burada:

X ,	ayırışma şartlarındaki buhar-su oranı
h^d ,	kuyudan gelen sıcak suyun entalpisi, kJ/kg
h_v^l ,	ayırışma koşullarındaki suyun entalpisi, kJ/kg
L_L ,	ayırışma koşullarındaki gizli buharlaşma entalpisi, kJ/kg

Kuyunun toplam üretimi, Q_k , (4)'den hesaplanır.

$$Q_k = \frac{Q}{(1-x)} \quad (4)$$

Balçova sahasında üretim ve re-enjeksiyon kuyularında dijital debi ölçerler kullanılmaktadır. Bunlar debiyi ve geçen toplam akışkan miktarını sürekli kayıt edebilmekte, istenirse değerler bir PC'ye aktarılabilir. Sahada, bu bilgiler 4 saat aralıklarla kayıt edilmektedir (Ek 1).

2.2. Sıcaklık

Kuyularda sıcaklık hem kuyu içerisinde hem de kuyu başında ölçülmelidir. Kuyularda sıcaklık ölçümleri "amerada" denilen bir ekipmanla yapılmaktadır. Bir küçük vinç yardımı ile kuyuya indirilen sıcaklık ve basınç ölçerler istenilen derinliklerde, oradaki sıcaklık ve basıncı kayıt edebilir. Amerada ile yapılan ölçümler kuyu içerisindeki sıcaklık dağılımını, kuyunun sıcak, soğuk bölgelerini ve gerçek sıcaklığı ölçmeye olanak verir. Normalde bu işlem birkaç saat almasına rağmen, içerisinde pompa bulunan kuyularda, pompaların çekilmeden ölçüm yapılması olanaksızdır. Balçova sahasında kuyulardan pompalar herhangi bir nedenle çekildiğinde, kuyu içi sıcaklıkları amerada ile ölçülmektedir. Bu nedenle sıcaklık ölçümleri kuyu başında bulunan sabit termometre ceplerine dijital termometreler konularak yapılmaktadır. Isı kayıpları nedeniyle bu noktalarda ölçülen sıcaklıklar, üretim debisine bağlı olarak 1°C'ye ulaşan farklılıklar göstermektedir. Göreceli sıcaklık değeri ölçülen bu noktaların, her kuyuda sabit bir yerde olması, benzer koşullarda ölçüm yapılması, ölçümlerin karşılaştırılmasında kolaylık sağlayacaktır.

Sahada, her kuyunun kuyu başında, pompa çıkışından hemen sonra boru üzerinde termometre cepleri bulunmaktadır. Kuyu başı sıcaklık ölçümleri bu ceplere konulan dijital termometreler ile yapılmakta ve Ek 1 'de sunulan forma kayıt edilmektedir.

2.3. Su Seviyesi - Basınç

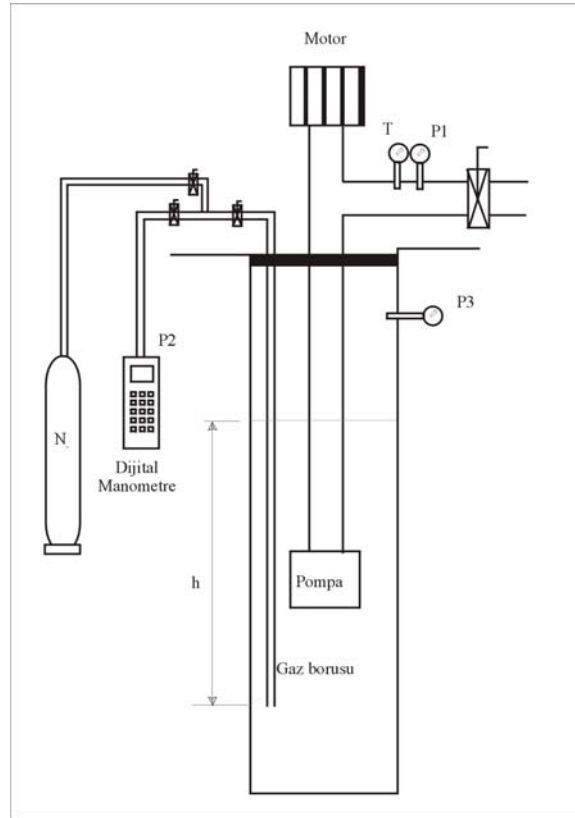
Su seviyesi veya kuyu dibi basıncı üretim, re-enjeksiyon ve gözlem kuyularında ölçülmelidir. Kullanılmayan ve sahayı temsil edebilecek kuyuların gözlem kuyusu olarak seçilmesi ve buralarda periyodik olarak su seviyesi veya basınç ölçülmesi gereklidir. Atmosfer basıncındaki değişimler ve kabuktaki (yeryüzünün ilk 30-60 km'lik kısmı) gerilim değişimleri, jeotermal rezervuarlarda basınç değişimine neden olur. Barometrik basınç etkisi 100 kPa'a kadar ulaşabilirken, kabuktaki gerilim etkisiyle oluşan basınç farkı 1 kPa'dan daha azdır[1]. Barometrik etki daha önemli olduğu için basınç ve su seviyeleri ölçümlerinin, atmosfer basıncı ile birlikte ölçülüp kayıt edilmelidir (Ek 2).

Su seviyesi ölçümleri, ucunda suya girdiğinde devreyi tamamlayarak ses çıkaran bir kablo ile yapılmaktadır. Kablonun üzerinde, bir şerit metre gibi ölçü bulunmaktadır. "düdüklü metre" olarak adlandırılan bu basit aletle, kuyu başında seçilen bir referans noktasına göre su seviyesinin derinliği

ölçülür. Muhafaza boruları üzerinde bulunan flanşlar veya vanaların üst seviyeleri iyi bir referans noktasıdır. Kablo, kuyu başından kuyu içerisine sarkıtılırken, önde bulunan devre suya girdiğinde ses çıkmasına neden olmaktadır. Balçova'da BD-1, BD-5, N-1 ve ND-1 gözlem kuyularında su seviyesi basınç günlük olarak ölçülmektedir. Üretim kuyularında zaman zaman basınç ölçümleri ve pompa testleri yapılmaktadır.

Üretim kuyularında basınç ölçümü bir dijital basınç ölçerle yapılmaktadır (Şekil 2). Kuyularda, pompanın altına kadar inen, 6 mm çapında çelik çekme borular kuyuda kabuklaşmayı önlemek için kimyasal madde basılmasında kullanılmaktadır. Aynı borulara azot gazı basılarak, gaz basıncının yüzeyden hassas dijital bir manometre ile okunabilmesi mümkündür. Gaz borusunun alt ucu referans noktası olmak üzere, kuyudaki basınç hesaplanabilmektedir. Bu yöntemle kuyularda pompa testleri için gereken statik ve dinamik seviyeyi ölçmek mümkündür. Aynı yöntemle sahada sürekli basınç ölçümü de yapılabilir. Bu ölçmelerde kullanılan basınç ölçer, 1 sn. den başlayarak istenilen zaman aralığında binlerce basınç ölçüsünü almakta, kayıt etmekte ve PC ortamına aktarılmasını sağlayabilmektedir.

Şekil 2'de verilen düzenekte, P2 gaz borusunun alt ucuna göre basıncı vermektedir. Kuyudaki gerçek su seviyesini bulabilmek için P3 basıncının da bilinmesi gerekir. P3 kuyudaki sıcak suyun kısmi buhar basıncı, yüzeyden bu bölüme korozyonu ve buharlaşmayı önlemek için basılan, "yastık gazı" olarak adlandırılan azot gazı basıncından oluşmaktadır. Su-gaz ara yüzeyinin, gaz borsuna uzaklığı, h , eşitlik (5)'den hesaplanabilir (Ek 3).



Şekil 2. Gaz borusu ile kuyuda basınç ölçümü

$$h = \left(\frac{P2 - P3}{\rho * g} \right) * 1.10^5 \quad (5)$$

Burada,

h,	gaz borusuna göre su seviyesi, m
P2, P3,	basınç, bar
ρ ,	sıcak suyun yoğunluğu, kg/m ³
g,	9.81 m/s ²

2.4. Su Kimyası

Mineralce çok zengin olan bu sular, genellikle içmeye elverişli olmadığı gibi sulama suyu olarak ta kullanılamazlar. Jeotermal suların kullanıldıktan sonra denize, derelere veya yüzeye bırakılması çevreyi kirletebilir. Aynı şekilde iyi planlanmamış re-enejeksiyon uygulamaları da yer altı sularını kirletebilir. Üretim kuyularından, çevredeki sığ yüzey kuyularından ve kaynaklardan düzenli şekilde, örneğin 3 ay ara ile, su örneklerinin alınarak kimyasal bileşiminde fark olup olmadığı ve varsa farkın jeotermal sulardan kaynaklanıp kaynaklanmadığının araştırılması gereklidir.

Su kimyasına yönelik çalışmanın amacı, üretim ve re-enejeksiyon sonucu rezervuardaki suyun kimyasal yapısında meydana gelen değişikliklerin araştırılmasıdır. Kuyulardan alınacak 2 adet 0.5 l' lik su örneklerinin biri anyon analizleri, diğeri ise katyon ve silika analizleri için yeterlidir. Örnekler 0.45 µm filtreden süzülerek alınmalıdır. Katyon ve silika analizi için kullanılacak örneğin pH'ı 1 N nitrik asit kullanılarak 3'ün altına düşürülmelidir [2]. Bu örneklerde, Na, K, Mg, Ca, B, SiO₂, NH₃, SO₄, HCO₃ ve Cl analizinin yapılması, örnek alımı sırasında suyun pH ve sıcaklığının ölçülmesi su kimyası çalışmaları için yeterli veriyi oluşturacaktır.

Su kimyası çalışmasının, tarafsız bir kurumca da yapılması işletmenin ileri aşamalarında karşılaşılabileceği çevre davalarında sorunun adil bir biçimde çözümlenmesine de yardımcı olacağı bir gerçektir. Yer altı sularında, B ve Cl artışı suyun jeotermal su tarafından kirletildiğini gösterir.

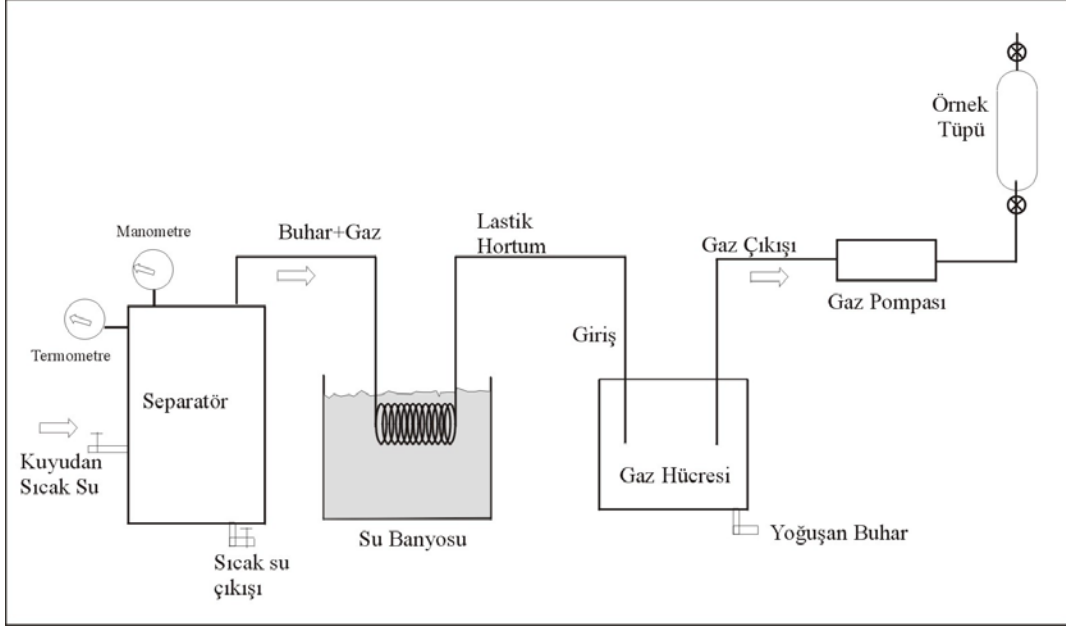
2.5. Yoğuşmayan Gaz Miktarı

Kondanse olmayan gazların miktarlarını ölçmek ve gaz örneği almak için "mini gaz seperatörü " kullanılmaktadır (Şekil 3). Bu aletin çalışma prensibi şöyledir: Kuyudan bir hortum aracılığı ile belirli bir sıcaklık ve basınçta akışkan seperatöre girer. Seperatörün alt kısmındaki vana ayarlanarak içerisindeki sıcaklık ve basınç koşulları değiştirilebilir. Amaç gazı ayırtırmak olduğu için, seperatör içerisindeki basıncı düşürmek gereklidir. Seperatör çıkışından sıcak su dışarı akarken, su buharı ve gazlar seperatörün üst kısmında birikir. Biriken gaz ve su buharını ayırtırmak için soğutucu bir üniteye ihtiyaç vardır. Şekil 3'de görülen, su banyosuna daldırılmış, helezonik şeklindeki sarılmış bakır borunun içerisinde örnek geçirilerek su buharının yoğuşması sağlanır. Bu bakır borunun her iki ucunda lastik hortumlar vardır. Bunlardan birisi seperatörün çıkışına diğeri ise örneğin toplanacağı gaz hücreğine bağlıdır. Seperatördeki suyun kısmi basıncı, buhar ve gazın, gaz hücreğine iletilmesi için gerekli enerjiyi sağlamaktadır. Seperatör koşullarında (basınç ve sıcaklık) kuyudan gelen sıcak su, sıcak su ve buhar olarak ayrışır. Ayrışma oranı (3) kullanılarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan gaz seperatörün gaz hücresinin hacmi 7.3 l'dir. Gaz hücresi başlangıçta su ile doldurulur. Hücreye gaz+buhar detayları yukarıda anlatıldığı şekilde girerken, hücrenin altındaki vana ve şeffaf hortum aracılığı ile 7.3 l su (başlangıçta konulan su) kontrollü bir şekilde boşaltılır. Buradan 7.3 l su boşaltıldığında hücreye, hücredeki sıcaklık ve basınç koşullarında 7.3 l su buharı ve

gaz girmiş demektir. Giren su buharı yoğuşmuş olacağı için, hücreden boşaltılarak hacmi ölçülür. Hücreye toplam 7.3 l su+gaz girmiş olduğuna göre ölçülen su miktarı çıkartıldığında kalan kısım kondanse olmayan gazların hacmidir (V_1).

Örneğin normal koşullardaki hacmini hesaplamak için (6) kullanılır.



Şekil 3. Mini gaz seperatörü ile kondanse olmayan gaz miktarının ölçülmesi ve gazın örneklenmesi

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \quad (6)$$

Burada:

- V_0 , gaz örneğinin normal koşullardaki hacmi, l
- P_0 , 1013 mbar
- T_0 , 273 °K
- P_1 , örnek alma koşullarındaki atmosfer basıncı ile örneğin alındığı sıcaklıktaki suyun kısmi buhar basıncı farkı, mbar. (kısmi buhar basıncı buhar tablolarından alınır.)
- V_1 , gaz hacmi, l (örnek kabının hacmi-yoğuşan su miktarı)
- T_1 , örnek alımı sırasındaki gaz hücresindeki sıcaklık, °K

Elde edilen gaz hacminin tamamının CO_2 gazından oluştuğu varsayılarak, buhar içindeki miktarı için (7) bağıntısı kullanılmaktadır.

$$M_{gaz/buhar} = \frac{V_0' \cdot \rho_{CO_2}}{1000 + (V_0' \cdot \rho_{CO_2})} \quad (7)$$

Burada

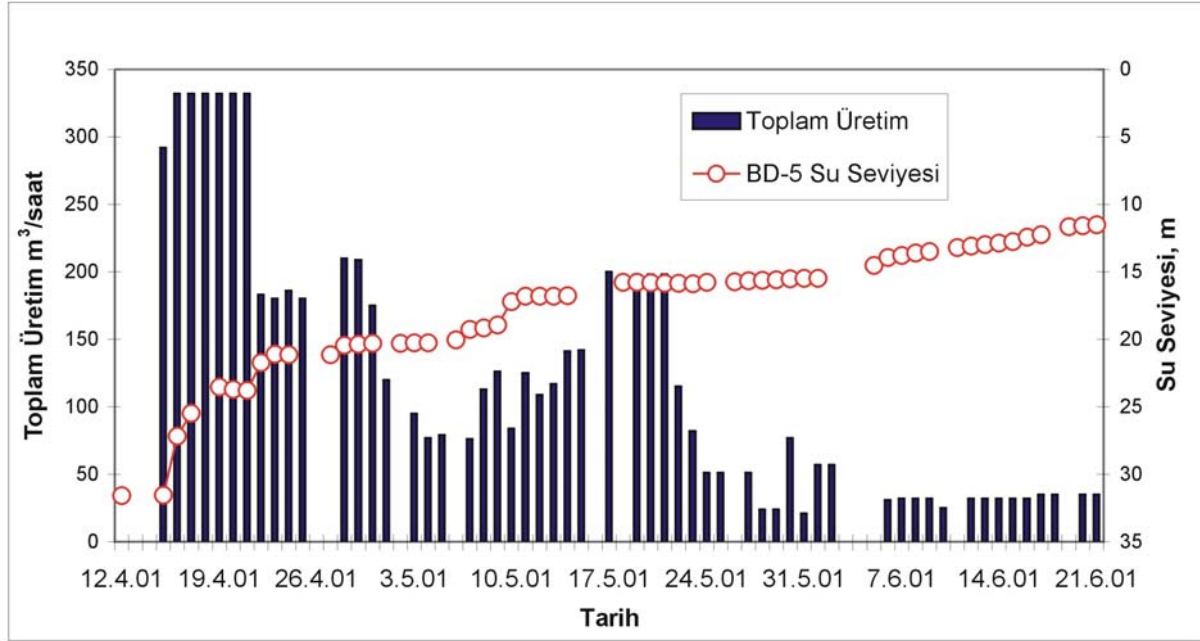
- V_0' , 1kg, yoğuşan buhar içerisindeki gaz hacmi, l/kg
- ρ_{CO_2} , karbondioksitin yoğunluğu, 1.977 kg/m³

Gazın rezervuar koşullarında ağırlıkça suya oranı (8)'den hesaplanır.

$$M_{gaz / su} = X.M_{gaz / buhar} \quad (8)$$

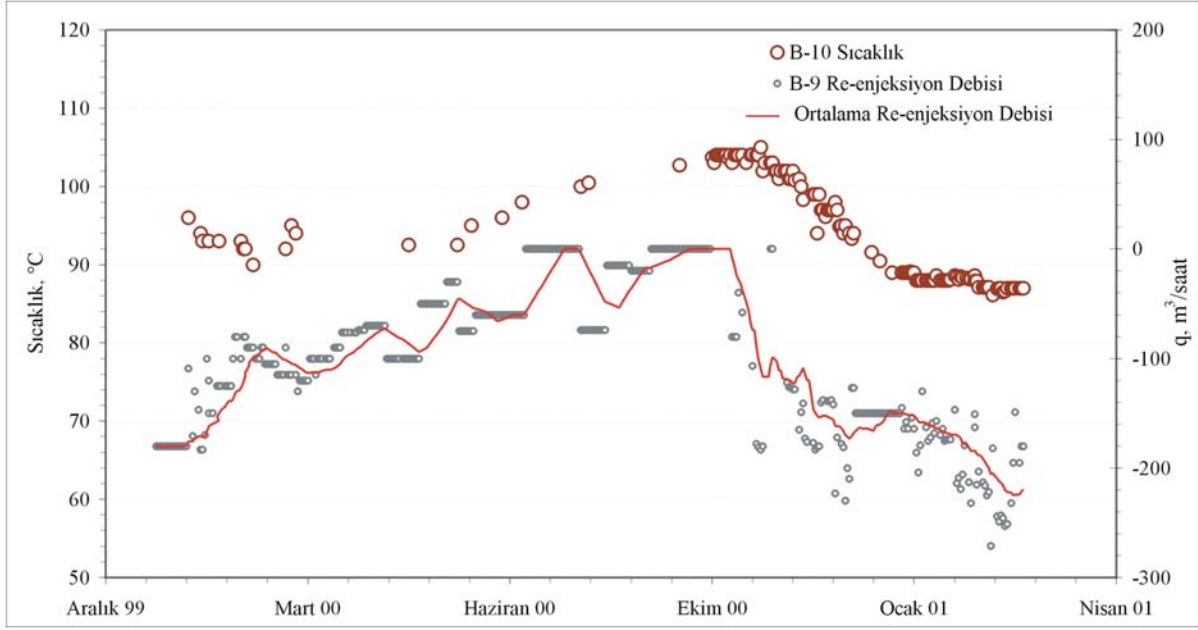
SONUÇ

Bu bölümde yukarıda anlatılan yöntemlerle sahada yapılan ölçme ve gözlemlerden bazı örnekler verilmiştir. BD-5 kuyusunda ölçülen su seviyesi değişimi ile sahanın toplam üretimi arasındaki ilişki Şekil 4'de sunulmuştur. Burada, yaz mevsimine girilmesi ve sahadaki üretimin azalmaya başlamasıyla BD-5 kuyusundaki su seviyesinin artışı görülmektedir. Benzer şekilde, kış sezonuna girerken de üretim arttıkça, bu kuyudaki seviye düşmektedir. Sahanın çeşitli bölgelerinde benzer kuyulardan elde edilecek gözlemler, sahanın geneli için bir üretim-düşüm ilişkisi verecek ve gelecek için kestirimler yapılmasına olanak sağlayacaktır.



Şekil 4. BD-5 kuyusunda su seviyesi değişiminin üretimle ilişkisi

Sahada bulunan B-9 kuyusuna yapılan yüksek miktarda re-enjeksiyonun çevrede bulunan sığ kuyularda soğumaya neden olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5). B-9 kuyusu 48 m derinlikte sığ bir kuyu olup 2000 yılında 700 bin ton su re-enjekte edilmiştir. Ortalama sıcaklığı 62 °C olan sular, ilk sıcaklığı 114 °C olan B-10 kuyusunun sıcaklığını 90 °C'nin altına kadar düşürdüğü görülmektedir. Re-enjeksiyon azaltılması ile sahada sıcaklığın yeniden yükseldiği, ancak orijinal sıcaklığına ulaşmadan, mevsim gereği yeniden re-enjeksiyonun başlamasıyla, soğumaya devam ettiği ve 6-7 °C/yıl kadar kalıcı bir soğuma olduğu görülmektedir.



Şekil 5. BD-9 kuyusundan yapılan re-enjeksiyonun B-10 kuyusuna etkisi

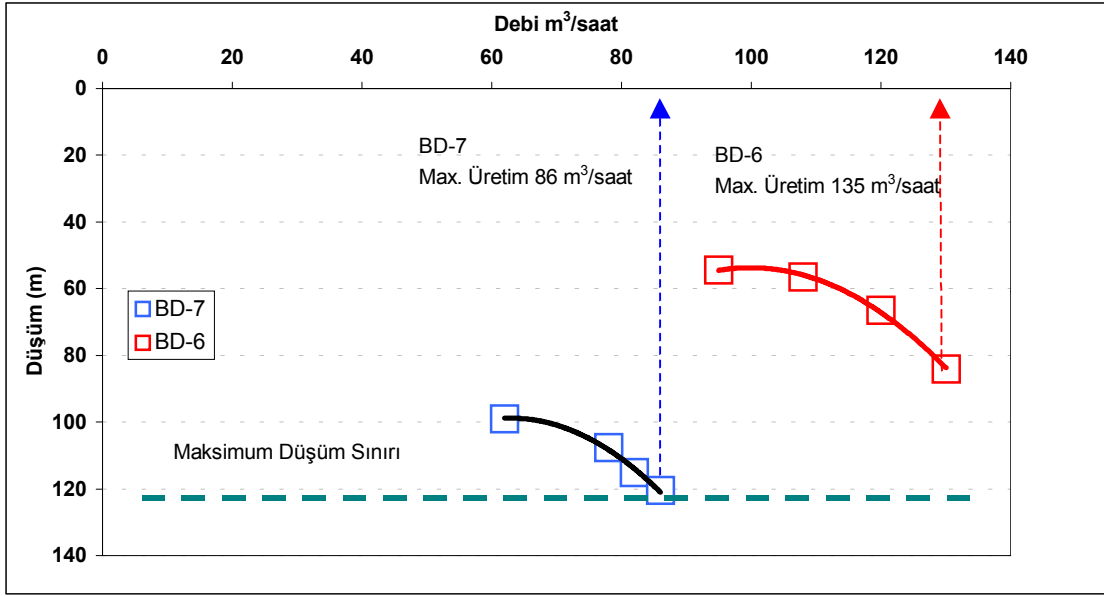
Tablo 1 ve Tablo 2.'de sunulan değerler, pompa derinlikleri referans noktası alınarak, yeniden hesaplanmış ve sonuç Şekil 6'da sunulmuştur. Hesaplamalarda sıcak suyun yoğunluğu $\rho_{120\text{ }^{\circ}\text{C}}=943\text{ kg/m}^3$, $\rho_{138\text{ }^{\circ}\text{C}}=927\text{ kg/m}^3$ olarak alınmıştır.

Tablo 1. BD-6 pompa testi

Sıra	P1 (bar)	P2 (bar)	P3 (bar)	Q (m ³ /h)	Akım (Amp)	Frekans (Hz.)	Devir Rpm	WHT °C	Gözlem
1	5	10.2	1.5	95	110	35	2101	138.3	Su berrak
2	5	10	1.5	108	125	38	2281	137.8	Su berrak
3	5	9.1	1.5	120	137	40	2401	137.9	Su berrak
4	5	7.5	1.5	130	163	42	2641	138	Su çok bulanık

Tablo 2. BD-7 pompa testi

Sıra	P1 (bar)	P2 (bar)	P3 (bar)	Q (m ³ /h)	Akım (Amp)	Frekans (Hz.)	Devir Rpm	WHT °C	Gözlem
1	4.5	10	2.5	62	117	34	2003	120.6	Su berrak
2	4.5	9.2	2.5	78	127	36	2124	120.4	Su berrak
3	4.5	8.5	2.5	82	140	38	2241	120.7	Su berrak
4	4.5	8.0	2.5	86	148	40	2241	120.7	Su berrak, malzeme var



Şekil 6. BD-6 ve BD-7 kuyuları pompa testi

Şekil 6'ya göre BD-7 kuyusu maksimum 86 m³/saat debide üretim yapabilir. BD-6 kuyusunda 120 m³/saat debiden sonra yoğun şekilde çamur gelmesi, kuyunun üretimini sınırlandırmaktadır: Bu sorun çözümlenebilseydi, BD-6 da üretimin daha yüksek olabileceği görülmektedir. Birbirinin aynı olan iki pompanın, benzer çalışma koşullarında farklı debilerde üretim yapmalarının nedeni, kuyuların farklı geçirgenliğe sahip olmalarıdır. İki kuyu karşılaştırıldığında BD-6 kuyusunun daha verimli olduğu görülmektedir. Çekim miktarına karşılık su seviyesindeki düşüm BD-7 kuyusunda daha fazladır, BD-7 kuyusundaki üretim maliyetleri, BD-6 kuyusuna göre daha yüksektir. BD-7 kuyusuna seçilen pompanın gerekenden daha büyük olduğu anlaşılmaktadır.

Sahada benzer şekilde yapılacak testler, saha ile ilgili modelleme için gerekli olan parametrelerin toplanmasına yardımcı olacaktır. Yukarıda verilen test değerleri sahadaki suların genel seviyesinin en düşük olduğu kış döneminde yapılmıştır. Bu dönemde statik su seviyeleri 30–40 m arasındadır. Aynı kuyularda yaz aylarında su seviyesi yüzeye yaklaşmakta ve bazı kuyularda kuyu başında basınç oluşturmaktadır. Bu nedenle Şekil 6'da elde edilen eğriler, sahanın genel koşulları dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Yaz aylarında yapılacak bir pompa testinde çok yüksek verim değerleri elde edilebilir.

Ek 2. Günlük Su Seviyesi Ölçümleri

Tarih:/...../2001

Kuyu No	Saat	Hava Basıncı (mbar)	Su Seviyesi (m)
B-2			
B-12			
BD-1			
BD-5			
N-1			
ND-1			

Ek 3. Gazla Seviye Ölçümleri

Tarih:/...../2001

Kuyu No	Gaz Borusunun Uzunluğu (m)	WHT °C	P1 (bar)	P2 (bar)	P3 (bar)	Su Seviyesi (m)*
B-4						
B-10						
B-11						
BD-2						
BD-3						
BD-4						
BD-6						
BD-7						

- Eşitlik (5)'den hesaplanır.

KAYNAKLAR

- [1] GRANT, M. A., DONALDSON, I. G., & BIXLEY, P. F. "Geothermal Reservoir Engineering" Academic Press, 1982
- [2] NICHOLSON, K. "Geothermal Fluids, Chemistry and Exploration Techniques" Springer Verlag 1993

ÖZGEÇMİŞ**Niyazi AKSOY**

1962 Gümüşhane doğumludur. 1984 yılında İTÜ Maden Fakültesi, Petrol Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 1984-1994 yılları arasında MTA'da jeotermal sahalarda sondaj ve kuyu testleri konularında çalışmıştır. 1994 yılından buyana DEÜ'de Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır. Jeotermal sahalarda izleyici çalışmalarını içeren doktora çalışması halen devam etmektedir.