

Basıncılı Akışkan Sondajlarında Dolaşım Bozukluğundan Kaynaklanan Fıskırma Sorununa Bir Örnek: Nevşehir – Gülşehir, Yakatarla CO₂ Sondajı

An instance for Gushing Problems Based on Circulatory Disorder in Pressurized Viscous Borings: Nevşehir – Gulsehir, Yakatarla CO₂ Drilling

M. Gürhan YALÇIN ve Mehmet ŞENER

Niğde Üniversitesi, Müh.Mim.Fak., Jeoloji Müh.Böl. 51240, Niğde

ÖZ

Doğal gaz, petrol, jeotermal kaynaklar ve doğal CO₂ aramalarında kullanılan dönerli sondaj yönteminde, ilerleme sırasında çıkan sorunlardan birisi de fıskırma (dışarı atma) sorunudur. Bu tür sondajlarda sıklıkla karşılaşılan bu sorunun önüne geçilebilmesi amacı ile S-1 Nolu Yakatarla (Nevşehir - Gülşehir) Karbondioksit arama sondajı pilot sondaj olarak seçilmiş ve ortaya çıkması muhtemel fıskırma probleminin belirlenmesi ve buna uygulanabilecek gerekli teknik tedbir seçeneklerinin belirlenmesi, çalışmamızın amacını oluşturmuştur. S-1 Nolu sondaja ait Fıskırma probleminin durdurulmasının amacı, kuyuda yıkılma-göçmeyi önlemek, uygun tecrit işlemleri yaparak delme işlemine emniyetli bir şekilde devam etmek ve kuyunun tamamlanmasını sağlamaktır.

Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Tuzköy formasyonu üzerinde uyumsuz olarak bulunan alüvyonda yapılan S-1 nolu sondaj kuyusunda, kesilecek formasyon ve yer altı su seviyesi dikkate alınarak; 0-36 m. 15 1/2" matkapla delinmiş, 0-30 m arası 10" borunun dışı ve taban kısmında 1 m borunun içi, 1.tecrit olarak çimentolanmış (1,8 gr/cm³, 3 m³) ve 1.46 m³ deplasman sıvısı kullanılmıştır.

Daha sonra, 29-60 m arası 9 5/8" matkapla delinmiş ve 0-60 m arası 8" borunun borunun dışı (yaklaşık 0,5 m³), taban kısmında 5 m borunun içi ile fıskırma ile boşalan alan (yaklaşık 3,5 m³) 2.tecrit olarak çimentolanmış (1,9 gr/cm³, 4 m³) ve 1,51 m³ deplasman sıvısı kullanılmıştır.

Ayrıca, yıkıntılara karşı 60-74 m arası 7 5/8" matkapla delinmiş ve 0-74 m arası 6" boruyla sıkışma nedeniyle çimentolama yapılmadan 3. tecrit olarak yapılmıştır.

Kuyuda ilk kum fıskırma problemi 50-60 m arasında olmuştur. Problem, yoğun çamur ve 2. tecrit işlemi ile engellenmiştir. Daha sonra, 60-90 m aralığında 7 5/8" matkapla ilerlerken tekrar fıskırma ile karşılaşmış ancak 72- 90 m arasında sondaj çamurunun özgür ağırlığı, fıskırma ve gaz patlamasına engel olamamıştır. Fıskırma esnasında, yaklaşık 5 m³ ince taneli sarı/yeşil renkli kum, CO₂ gazı ve tuzlu su çıkışı gözlenmiştir. Kuyunun emniyetli bir şekilde ilerleyebilmesi için çamurun kuyuya uyguladığı basınç ile fıskırma basıncı dikkate alınarak ilk olarak barit (125 kg) + bentonit (250 kg) + çimento (250 kg) + kil 3 m³ karışımıyla yeni çamur hazırlanmıştır. Hazırlanan yeni çamurla fıskırma yavaşlatılmış, kuyuda rayba işlemi yapılarak kuyuda fıskırma tamamen durdurulmuş, bu oran kuyunun tamamlanmasına kadar korunarak ilerleme işlemine devam edilmiştir.

İlk olarak 66-74 m arası çok fazla şişmiştir. 90-145 m arası şişme özelliği yüksek kiltası, 145-158 m arası kumtaşı, 158-170 m kiltası, 170-180 m kiltası banth kumtaşlarında ilerleme sürdürülmüş ve kuyu 180-205 m kiltalarında durdurulmuştur.

Teçhiz 0-36 m kapalı, 36- 104 m filitreli boru şeklindedir. Üstten 4. ve 5. borular arasına 7 ½” manşon takılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda bölgede yapılması planlanan sondajlarda fıskırma işlemin olmaması için çamur yoğunluğunun 1,8-1,9 (gr/cm³)’den yüksek olmasına, uygun tecrit işlemlerinin kolaylıkla yapılabilmesi için kuyu başlangıç çapının 22” ve/veya 25” gibi geniş tutulmasının gerekliliği ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Karbondioksit, dönerli sondaj, fıskırma, dolaşım bozukluğu, Nevşehir, Gülşehir, Yakatarla.

ABSTRACT

In the method of rotary drilling used in investigations of natural gas, petrol, geothermal sources and natural CO₂, one of the problems encountered during progress is the problem of gushing (evacuation) problem. In order to prevent this mostly encountered problem in such drillings, no: S-1 Yakatarla (Nevşehir – Gulsehir) Carbon dioxide investigation drilling is chosen as pilot drilling and the detection of possible gushing problem and necessary technique precaution options for the application of this problem serve as the aim of this study. The stop of gushing problem of no: S-1 drilling is to prevent slumping-collapse in well, continue drilling by applying suitable isolation processes and to enable the completion of the well.

In the no: S-1 drilling well built in discordant alluvium on upper Miocene-Pliocene aged Tuzkoy formation, considering the formation to be sheared and underground water level, bored with 0-36 m. 15 1/2” drill, 0 to 30 m.; the outer of pipe 10” and inner part of 1 m. pipe in base part cemented as 1. isolation (1,8 gr/cm³, 3 m³) and 1.46 m³ displacement fluid is used.

Then, 29 to 60m. is bored with 9 5/8” drill and 0 to 60m. the outer of 8” pipe (approximately 0,5 m³), inner part of 5m. pipe in base part and the field discharged by gushing (approximately 3,5 m³) is cemented as 2. isolation (1,9 gr/cm³, 4 m³) and 1,51 m³ displacement fluid is used.

Moreover, 60 to 74m. is bored with 7 5/8” drill against collapse and 0 to 74m. is made 3. isolation without being cemented because of squeezing with pipe.

The first sand gushing in the well occurred between 50-60m. the problem is prevented by mass mud and 2. isolation process. Later on, advancing along 60-90m. with 7 5/8”drill gushing is experienced again but the free-weight of drilling mud between 60-90m. could not prevent gushing and gas burst. During gushing, fine grained yellow/green sand approximately 5 m³, CO₂ gas and haline water outlet are observed. In order for the well to advance safely considering the pressured applied by mud on the well and gushing pressure, new mud of barite (125 kg.) + bentonite (250 kg.) + cement (250 kg.) + clay 3 m³ mixture is prepared. Gushing is decelerated by the new mixture, gushing in the well is completely stopped by reaming process in well, advancement is sustained by keeping this rate till the completion of well.

First of all 66 to 74m. has swelled too much. Advancement is sustained in high swelling featured clay stone between 90-145m., sandstone between 145-158m., clay stone between 158-170m., clay stone banded sandstone between 170-180m. and the well is stopped in clay stone between 180-205m.

The equip is in the shape of 0-36m. close, 36-40m. filtered pipe. 7 ½" sleeve is fixed between upper 4. and 5. pipes.

As a result of the study, it is put forward that in order to prevent gushing in drillings planned in the area the mud density should be above 1,8-1,9 (gr/cm³), and in order to carry isolation process easily; the diameter of the well start should be as wide as 22" or 25".

Key Words: *Carbondioxide, rotary drilling, gushing, circulatory disorder, Nevşehir, Gulsehir, Yakatarla.*

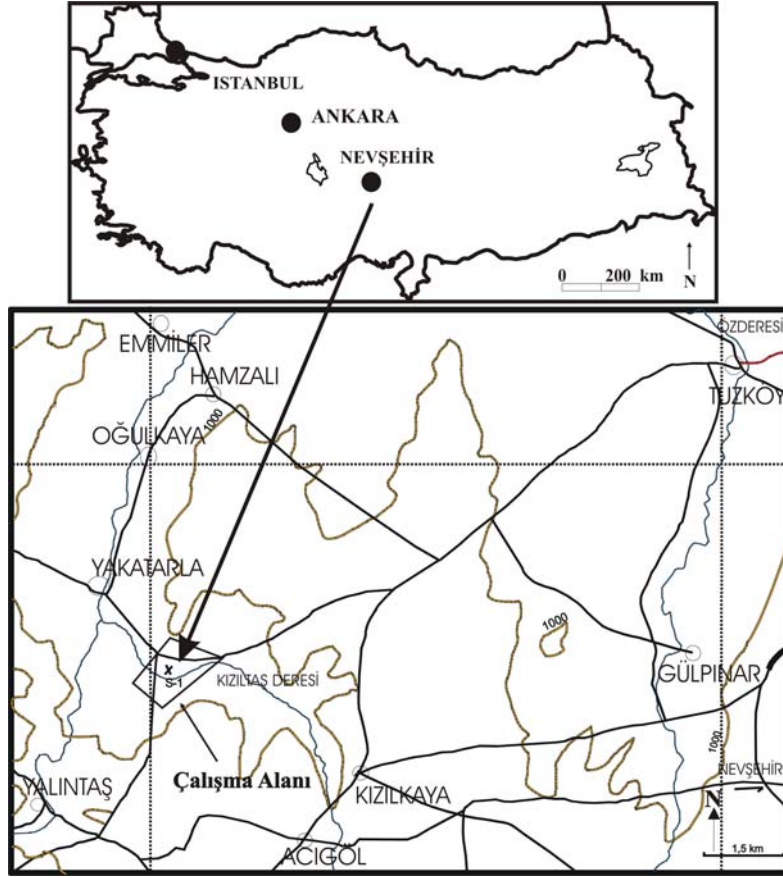
GİRİŞ

Doğal gaz, petrol, jeotermal kaynak ve doğal CO₂ arama, işletme ve benzeri amaçla yapılan sondajlarda hazne kayanın jeolojik özellikleri ile rezervardaki akışkanların mekanik özelliklerinden kaynaklanabilecek fişkırmaya benzeri sorunların önceden öngörülmesi sondajın emniyeti ve sağlığı için gerekli koşulların başında yer alır. Bu gerek şartın sağlıklı bir şekilde yerine getirilebilmesi için jeolojik etüt aşamasında tüm ayrıntıları ile incelenmesine ve ortaya konulmasına bağlıdır.

Kapadokya bölgesinde yer alan inceleme alanı ve yakın yöresi jeoloji, stratigrafi, metamorfizma, volkanizma, petrol imkânları, kaya tuzu aramaları, arazi kullanım potansiyeli gibi önemli çalışmaların yapıldığı alanlardan biridir. Tromp (1942), Buchardt (1953-54), Pisoni (1961), Sassano (1964), Innocenti ve diğ. (1975), Batum (1978), Kayakıran (1979), Seymen (1981, 1982, 1984), Erkan ve Ataman (1981), Aydın (1984), Atabey ve diğ. (1987), Ercan ve diğ., (1987, 1991), Aktimur ve diğ. (1987, 1994) yukarıda belirtilen amaçlar doğrultusunda değişik araştırmalar yapmışlardır. Karbondioksit ve gaz çıkışları ile ilgili kısa bilgiler bulunmaktadır. Tuzköy civarındaki su kaynaklarında, çözünmüş

CO₂ oranının 2 mg/lt nin altında olduğu bilinmektedir (Aktimur ve diğ., 1994). Kapadokya bölgesinde, çok sayıda volkanik kökenli gaz çıkışları bilinmektedir (Ercan ve diğ., 1991). Ancak, bu veriler dışında, CO₂ ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışma alanına yakın Niğde bölgesinde Şahin ve diğ., (2005), Can ve diğ. (2005), Boran ve diğ. (2005), Yalçın ve Şahin (2005), Yalçın (2007), Yalçın ve Coşkun (2008), Yalçın ve Çevik (2008) tarafından karbondioksit yönelik arama, geliştirme ve üretime yönelik çalışmalarda bulunmaktadır. Bu çalışma, Yakatarla bölgesindeki CO₂ ile ilgili yapılan ilk bilimsel çalışmadır.

Bu kapsamda, Nevşehir ili Gülşehir ilçesi, Tuzköy kasabası, Yakatarla köyünde doğal CO₂ aramasına yönelik S-1 Nolu karbondioksit arama sondajı, pilot sondaj olarak seçilmiş, ortaya çıkması muhtemel fişkırmaya probleminin belirlenmesi ve buna uygulanabilecek gerekli teknik tedbirlerin belirlenmesi çalışmamızın amacını oluşturmuştur. S-1 Nolu sondaja ait fişkırmaya probleminin durdurulmasının amacı, kuyuda yıkılma-göçmeyi önlemek, uygun tecrit işlemleri yaparak delme işlemine emniyetli bir şekilde devam etmek ve kuyunun tamamlanmasını sağlamaktır. (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının haritası.

Figure 1. The map of the present study.

JEOLojİK KONUM

İnceleme alanı içerisinde gözlenen formasyonlar sembelleri ile belirtilmiş olup, sembelleri belirtilmeyenler, inceleme alanı dışında kalan formasyonlardır. Bu kapsamda, bölgede, Paleozoyik yaşlı ilk birim Kalkanlıdağ formasyonu olup onu, Tamadağ ve Bozçaldağ formasyonları takip etmektedir. İnceleme alanı içinde gözlenen ve Üst Kretase öncesi bölgeye yerleşen granit, granit porfir, granodiyorit, gabro, riyodasit ve silisli kayalardan oluşan **Ortaköy granotoidi (&o)** ve bunları kesen **gabro (W)**, Üst Kretase yaşlı Kızıltepe volkanitleri tarafından üzerlenir. Bunlar, Tersiyer yaşlı birimler tarafından örtülür. Tersiyer yaşlı sedimanter

birimler sırasıyla; Lütesiyen öncesi yaşlı Ayhan formasyonu, Lütesiyen yaşlı Altıpınar formasyonu ve Oligosene yaşlı Kızılöz formasyonudur. Bu formasyonları Üst Miyosen yaşlı Melendizdağ tufü ve Melendizdağ andezitleri uyumsuz olarak üzerlemektedir. İnceleme alanı içerisinde yaygın olarak gözlenen Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı birim **Tuzköy formasyonu (Tt)** olarak tanımlanmaktadır (Aktimur ve diğ., 1994).

İlk kez Kayakıran (1979) tarafından isimlendirilen 50-100 mt kalınlıktaki Tuzköy formasyonu ince tabakalı silttaşı, yer yer jips kristalleri içeren kiltası, marn, süngertaşı, yer yer tüfit ara seviyeleriyle temsil edilmektedir. Genelde sarı, ince tabakalı, laminalı, hayvan yaşam izli

silttaşı, laminali silisleşmiş kiltası, çok ince tabakalı kurtçuk izli kumtaşı ve yer yer tüfit aralanmasından meydana gelir. Siltaşları sarı-boz, kırılğan yapıdadır. Karbonat oranının artmasıyla killi kireçtaşı özelliğinde gözlenir. Kurtçuk izlerine rastlanır ve limonit boyamalıdır. Kiltaları boz yeşilimsi, som ve yer yer laminalıdır. Kiltaları içerisinde jips kristalleri ve tabakalanmaya uygun tuf ara seviyeleri vardır. Jips kristalleri jips gülü şeklinde gelişir. Kiltaları bazı yerlerde silisleşmiştir. Marnlar yeşilimsi-boz, oldukça kırıklı ve kumlu olup Roll Boll yapıldırlar. Avcıköy formasyonu ile düşey yönde geçişlidir. Üzerine Peçenek formasyonunun tuf ve kumlu tüfitleri gelir (Atabey ve diğ., 1987) (Şekil 2).

Kireçtaşı ve kiltalarında jips kristallerinin de gözlemlendiği ve süngertaşından oluşan **Kesiktepe üyesinin de (Ttk)** ayrıldığı birim 100 mt kalınlığındadır ve Kızılöz formasyonu ile uyumsuzdur. Bu birim ile uyumlu olarak beyazımsı, gri renkli çapraz tabakalı kumtaşı, çakıllı kumlu tüfit, miltaşı, kiltası ile kaba kumtaşı ve çakıltaşından oluşan ortalama 200 mt kalınlığındaki **Yüksekli formasyonu (Ty)** bulunmaktadır. Bu formasyonun üzerine, geniş bir alanda volkano-tortul şeklinde yüzeyleyen Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Ürgüp formasyonu gelir. Tüm bu birimlerin üzerine, Kuvaternere ait birimler gelir. İnceleme alanı içerisinde, çakıl, kum ve milden oluşan **alüvyon (Qal)** en genç birimler sıralanır.

Tuzköy bölgesinde, yüzlerce su sondaj kuyusu bulunmakta olup, 50-200 mt derinliğinde, 31-50 lt/sn debilidirler. Ayrıca, Tuzköy sınırları içerisinde, Kızılırmak nehri yakınındaki bazaltlar içerisinden Devepınarı (Çakırcan) kaynağı yaklaşık 400 lt/sn artezyen yapmaktadır. Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı formasyonlara ait konglomera ve tüflü seviyeler de yer altı suyu bulundurmaktadır. Aynı alandaki kuyularda suyun yüksek oranda tuzlu oldukları ve çözünmüş CO₂ oranının 2 mg/lt nin altında olduğu bilinmektedir (Aktimur ve diğ., 1994). İnceleme alanını oluşturan Yakatarla köyü civarında CO₂,

karakteristik bitki örtüsüne sahip (Resim 1), beyaz renkli yüzeysel renk değişimleri göstermekte (Resim 2) ve yer yer su kaynaklarından yüzeye çıkış göstermektedir (Resim 3).



Resim 1. Karbondioksitin gözlemlendiği alanlar.
Picture 1. The areas in which carbon dioxide is observed.



Resim 2. Yüzeysel renk değişimleri.
Picture. Surface colour change.

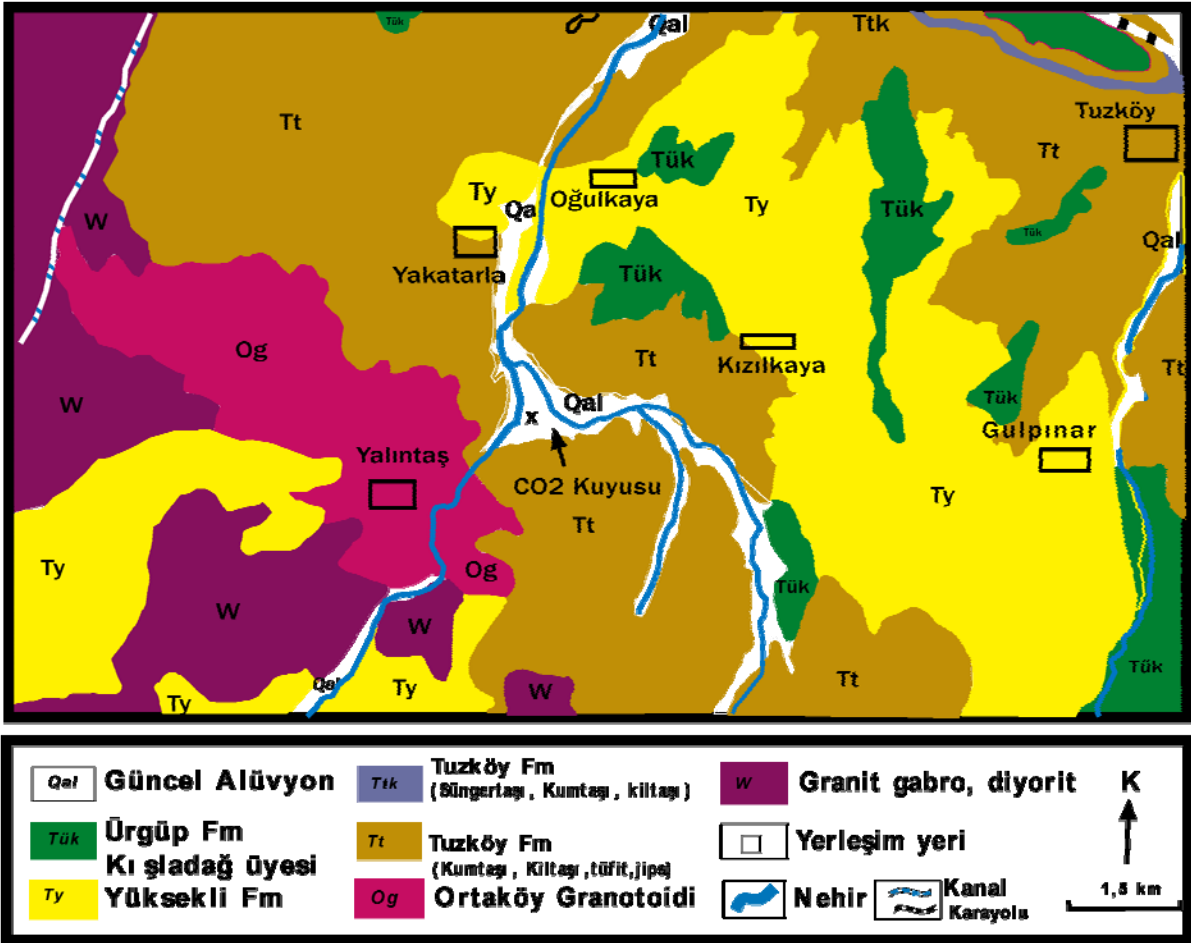


Resim 3. Karbondioksitin çıkış gösterdiği artezyen.

Picture 3. The artesian in which carbon dioxide is outlet.

İnceleme alanına en yakın fay, Gülşehir ile Hacıbektaş arasında uzanan yaklaşık 16 km uzunluğundaki Gümüşkent normal fayıdır (Aktimur ve diğ., 1994).

Tuzköy civarında karbonatlı seviyeler, hemen batısında ise kaya tuzu çökelleri bulunmaktadır. Bölgede, çok sayıda volkanik kökenli gaz çıkışları bilinmektedir (Ercan ve diğ., 1991).



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası (Aktimur ve diğ., 1994).

Figure 2. The geology map of the present study (Aktimur ve diğ., 1994).

ARAŞTIRMA BULGULARI

Sondaj Yerin Belirlenmesi

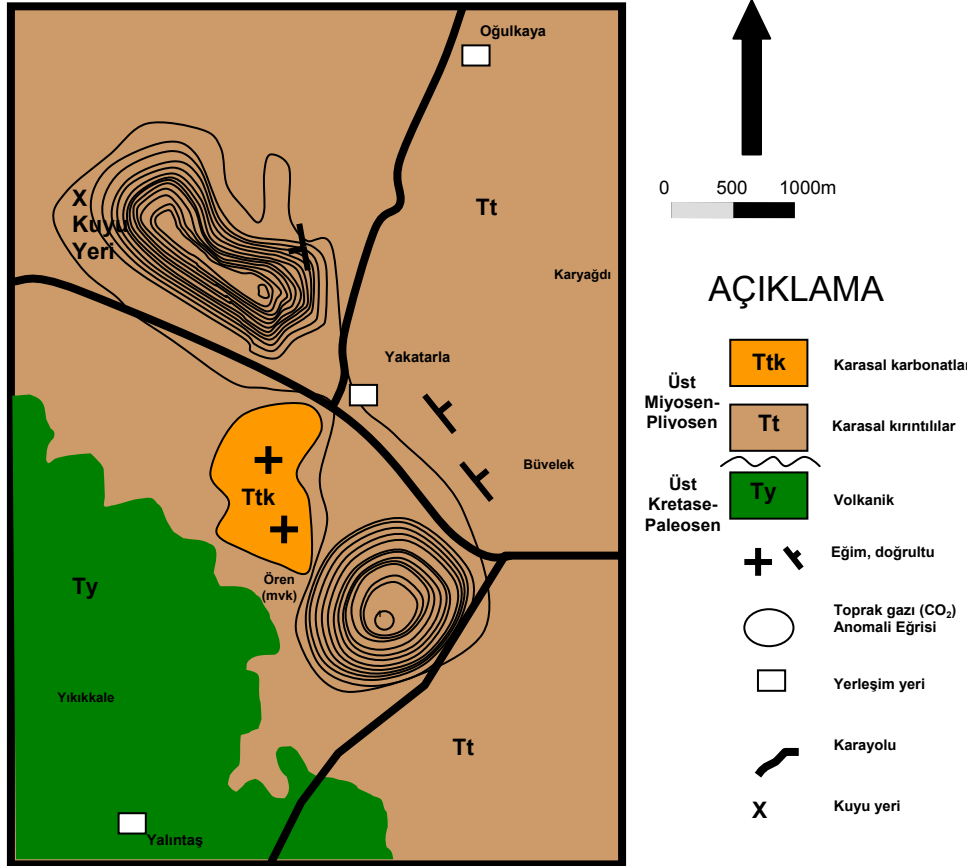
Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Tuzköy formasyonuna ait yataya yakın bir konum sunan kireçtaşları, inceleme alanının orta kesimlerinde Yakatarla köyünün güneyinde sarı-beyaz renklerinde, ince-orta tabakalı kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Üst Miyosen-Pliyosen kırıntılılar, inceleme alanının tamamına yakınında gözlenir. Bu birim beyaz, sarı ve yer yer gri silt-kumtaşlarından oluşmaktadır. İnce – orta tabakalı birimin eğimleri genel olarak kuzeydoğuya doğrudur.

Üst Kretase-Paleosen volkanikleri, inceleme alanının batı-güney kesimlerinde yaygın

olarak yüzeylenir ve birim sahanın temelini oluşturmaktadır. Kahverengi, gri, yer yer siyah olup kalınlığı hakkında yorum getirme olanağı yoktur.

İnceleme alanı içerisinde, 1 m derinliğe göre yapılan toprak gazı ölçümlerinde % 0.5-13 arasında CO₂ varlığı saptanmıştır. Bu saptamalara göre çizilen anomali haritası Şekil 3’de sunulmuştur. CO₂ gazı 7000x5000 mt alanda gözlenmekte olup, yoğunluğu 1.98 kg/m³, renksiz ve kokusuzdur. CO₂ çıkışı ile birlikte su çıkışları gözlenmektedir. Su çıkışlarından alınan numunelere ait analiz sonuçları Tablo 1’de sunulmuştur. Analiz sonuçlarından da anlaşılacağı üzere sahada bulunan su maden suyu karakterinde olmayıp, içme suyu kullanımına uygun değildir.



Şekil 3. Yakatarla yöresi toprak gazı (CO₂) anomali haritası.

Figure 3. An anomaly map of soil gas (CO₂) in Yakatarla area.

Tablo 1. Yakatarla CO₂ sahasından alınan su numunesinin analiz tablosu.Table 1. The Analysis table of water samples taken from the field of Yakatarla CO₂.

pH	6,99
Spesifik Kondaktivite	28400 µmho/cm
Sıcaklık (t) °C	°C
% ₀ NaCl	1,69
Toplam Sertlik	120,84 A°
Geçici Sertlik	120,84 A°
Kalıcı Sertlik	0 A°

	mg/l	meq/l		mg/l	meq/l
K ⁺	111,3	2,85	CO ₃ ⁻²	<10	-
Na ⁺	8829	383,86	HCO ₃ ⁻	4477	73,4
Ca ²⁺	346	17,3	Cl ⁻	12470	351,27
Mg ²⁺	310	25,83	SO ₄ ⁻²	248	5,17
NH ₄ ⁺	0,10	-	F ⁻	<1	-
B _(T)	7,64	-	NO ₂ ⁻	0,42	-
SiO ₂	55,1	-	NO ₃ ⁻	1,7	-
I	16,98	-	PO ₄ ⁻³	6,3	-
Fe ²⁺	1,37	-	CN	-	-
Mn	1,41	-	COD	-	-
Pb	1,46	-	As	-	-
Zn	-	-	Hg	-	-
Cu	0,33	-	Cd	0,508	-
Ni	6,56	-	Mo	-	-
Al	<0,10	-	Cr	-	-

Sondajcılık İşlemleri

Karbondiyoksit kuyusu lokasyonu, Yakatarla ve Yalıntaş yol kavşağının 30 metre yakınındadır (Şekil 1-3). Kuyu koordinatı, x:0619915; y:4286139, ve yükseklik 956 m. şeklindedir. Bölgede, karbondiyoksit amaçlı sondajlı arama yapılmadığından açılan kuyu, ilk karbondiyoksit kuyusu olma özelliği taşımaktadır.

Yukarıda belirtilen lokasyonda, Tuzköy formasyonu üzerinde uyumsuz olarak yer alan alüvyon üzerinde kuyu başı düzeneği sağlanarak sondaj makinesi kurulmuş, iki adet sondaj havuzu yapılmış ve sadece kil ile normal vizkoziteli sondaj çamuru hazırlanmıştır.

Sondajın ilk metrelerinde (0-36 m.) 8 5/8" çaplı matkap ile ilerleme yapılmış, daha sonra, aynı seviyeler (0-36 m) 15 1/2" ile taranarak, kuyu çapı genişletilmiştir. Su ve bir miktar karbondiyoksit girişinin gözlemlendiği bu seviyelerde, formasyon özellikleri ile yer altı suyu dikkate alınarak, tecrit borusunun altına kil tampon olacak bir seviyede delme işleminin durdurularak, 0-36 m arasında tecrit işlemine geçilmiştir (Resim 4).



Resim 4. Çamurda karbondiyoksit kabarcıkları.
Picture 4. Carbon dioxide bubbles in mud.

Tecrit yapılacak seviyenin özellikleri şu şekildedir:

0 - 3 m	Nebati toprak (kumlu)
3 - 6 m	Silis kumu (üst seviyeleri toprak geçişli), bol su içerikli
6 - 10 m	Killi, kum ve çakıl bantları (çok az vuruntulu)
10 - 21 m	Çakıl bantları (az vuruntulu)
21 - 28 m	Killi çakıl bantları (çok az vuruntulu)
28 - 34 m	Kil (kuru ve sert özellikte)
34 - 36 m	Çakıl bantlı kil (kuru ve sert özellikte)

Açılan deliğe göre, 36 metre seviyesi içerisine etrafı paslanmaya karşı zift ile boyanmış tecrit borusu (6 boy X 6 m = 36 m) indirilmek istenmiş, kuyu tabanında 29-36 m arası şiştiği için, bir boy boru indirilememiştir (Resim 5). Kuyuya, 5 boy boru (5 boy X 6 m = 30 m), bir metrede çakılarak indirilebilmiş olup bu aşamadan sonra tecrit çimentosunun hesaplanması gerekmiştir. Tecrit yapılacak seviyeye indirilecek tecrit borusu dış çapı ile açılan kuyu çapı arasındaki farkın hesaplanması ile gerçekleştirilmiştir. Teçhiz borusu dış çapının milimetreye çevrilmesinde Tablo 2'den yararlanılmıştır.



Resim 5. Tecrit borusunun hazırlanışı.
Picture 5. The preparation of isolation pipe.

Tablo 2. Sondaj borusu dış çapının inçten milimetreye dönüştürülmesi.

Table 2. The conversion of outer diameter for drilling pipe from inch to millimeter.

İnç	0"	1/8"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"
0	0	3,2	6,4	7,9	9,5	12,7	15,9	19,1	22,2
1	25,4	28,6	31,8	33,9	34,9	38,1	41,3	44,5	47,6
2	50,8	54	57,2	58,7	60,3	63,5	66,7	59,9	79
3	76,2	79,4	82,6	84,1	85,7	88,9	92,1	95,3	98,4
4	101,6	104,8	108	109,5	111,1	114,3	117,5	120,7	123,8
5	127	130,2	133,4	134,9	136,5	139,7	142,9	146,1	149,2
6	152,4	155,6	158,8	160,3	161,9	165,1	168,3	171,5	174,5
7	177,8	181	184,2	185,7	187,3	190,5	193,7	196,9	200
8	203,2	206,4	209,6	211,1	211,7	215,9	219,1	222,3	225,4
9	228,6	231,8	235	236,5	238,1	241,3	244,5	247,7	250,8
10	257	257,2	260,4	261,9	263,5	266,7	269,9	273,1	276,2
11	279,4	282,6	285,8	287,3	288,9	292,1	295,3	298,5	301,6
12	304,8	308	311,2	312,7	314,3	317,5	320,7	323,9	327
13	330,2	333,4	336,6	338,1	339,7	341,9	346,1	349,3	352,4
14	355,6	358,8	362	363,5	365,1	368,3	371,5	374,7	377,8
15	381	384,2	387,4	388,9	390,5	393,7	396,9	400,1	403,2
16	406,4	409,6	412,8	414,3	415,9	419,1	422,3	425,5	428,6
17	431,8	435	438,2	439,7	441,3	444,5	447,7	450,9	454
18	457,2	460,4	463,6	465,1	466,7	469,9	473,1	476,3	479,4
19	482,6	485,8	489	490,5	492,1	495,3	492,5	501,7	504,8
20	508	511,2	514,4	515,9	517,5	520,7	523,9	517,1	530,2

Not: Koyu yazılan değerler, sondaj sırasında kullanılmıştır.

Tablodan yararlanarak tecrit borusunun dış çapı ile kuyu çapı arasındaki fark bulunmuştur. Kuyunun çapı, kuyunun ana hacmini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle kuyunun ana

hacminden tecrit borusunun dış çapına uygun hacim çıkarıldığında, tecrit için kullanılacak hacim hesaplanmış olacaktır. Bu doğrultuda yapılan işlemler aşağıda sunulmuştur:

Kuyunun dış çapı=15 1/2”

$$R= 15 \frac{1}{2}'' = 393,7 \text{ mm (Tablo 1)} = \underline{39,37 \text{ cm}}$$

Ana Hacim = $\pi X r^2$ (yarı çap karesi) $X h$ (delinen ve tecrit edilecek alanın yüksekliği)

$$\text{Ana Hacim} = 3,14 X (39,37/2 \text{ cm})^2 X 3000 \text{ cm}$$

$$\text{Ana Hacim} = 3,14 X (19,685 \text{ cm})^2 X 3000 \text{ cm}$$

$$\text{Ana Hacim} = 3,14 X 387.499 \text{ cm}^2 X 3000 \text{ cm} = 3650242,7 \text{ cm}^3$$

$$\underline{\text{Ana Hacim} = 3,6502427 \text{ m}^3}$$

Tecrit borusunun dış çapı=10”

$$R= 10'' = 257 \text{ mm(Tablo 1)} = \underline{25,7 \text{ cm}}$$

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $\pi X r^2$ (yarı çap karesi) $X h$ (delinen ve tecrit edilecek alanın yüksekliği)

$$\text{Tecrit Borusu Dış Çap Hacim} = 3,14 X (25,7/2 \text{ cm})^2 X 2900 \text{ cm}$$

$$\text{Tecrit Borusu Dış Çap Hacim} = 3,14 X (12,85 \text{ cm})^2 X 2900 \text{ cm}$$

$$\text{Tecrit Borusu Dış Çap Hacim} = 3,14 X 165,12 \text{ cm}^2 X 2900 \text{ cm} = 1503605,485 \text{ cm}^3$$

$$\underline{\text{Tecrit Borusu Dış Çap Hacim} = 1,503605485 \text{ m}^3}$$

Tecrit için gerekli olan çimento miktarı:

$$\text{Ana Hacim - Tecrit Borusu Dış Çap Hacim} = 3,6502427 \text{ m}^3 - 1,503605485 \text{ m}^3$$

Ana Hacim - Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = **2,15 m³** (Tecrit için gerekli olan çimento miktarı). Bu değer, sondaj sırasında kontrol dışı olarak meydana gelmiş boşlukları da kapsayacak şekilde, yaklaşık olarak **3 m³** olarak değiştirilebilir.

Tecrit yapılacak seviyede 5 boy tecrit borusu kullanıldığından, tecrit yapılacak seviye 30 m dir. Kuyu emniyeti açısından yapılması planlanan tecrit işleminde, doldurmalı, yandan basmalı, kuyu ağzı çimentolu, takozlu basmalı yöntem, su-piston basmalı tecrit yöntemleri yerine su yardımıyla olan “Öteleme/Deplasman sıvılı tecrit” yöntemi seçilerek uygulanmıştır (Şahin ve diğ., 2005; Can ve diğ., 2005; Boran ve diğ., 2005; Yalçın ve Şahin, 2005).

Bu aşamada özellikle, tecrit işlemlerinde bazı hususlara dikkat etmek gerekmiştir. Tecrit borusunun iç kısmında, tecrit borusunun en altına

gelen bölgede ve tabandan itibaren yukarıya doğru 1 m. lik tecrit borusunun içinde çimentolama yapılmıştır. Deplasman sıvısı da buna göre hesaplanmıştır. Tecrit borusu ile kuyu dış hacmi arasındaki kısım ve bir metrelik tecrit borusu içindeki çimentolama işleminin tamamlanması için, tecrit borusunun içerisindeki 0-29 m lik kısmına, su ile öteleme (deplasman) sıvısı ayarlanması gerekmiştir. Tecrit borusunun iç kısmının çimentolama yapılması, tecrit borusunun alt seviyesinde homojen ve daha dayanımı yüksek bir alanın oluşmasını sağlamaktır. Bu seviye, kuyulardaki formasyon özelliklerine ve uygulama tecrübesine göre değişiklik gösterebilir.

Deplasman sıvısının hesabı için öncelikle kuyuya basılacak deplasman sıvısı miktarı hesaplanmıştır. Deplasman sıvısının, kuyuya basılması sırasında kullanmak üzere tecrit borusuna 2" vana kaynak yapılarak takılmıştır



Resim 6. Deplasman sıvısı deliği.
Picture. The hole of displacement fluid.

(Resim 6). Kuyunun emniyeti ve işlemin uygun olarak tamamlanması için kullanılacak vananın yeni olması, basınca ve darbeye karşı dayanımlı olması gerekmektedir.

Deplasman sıvısının hazırlanması aşağıda görüldüğü gibidir:

Tecrit Borusu İç Çap= Tecrit Borusu Dış Çap-Et Kalınlığı

Tecrit borusunun iç çapı=10"

Tecrit Borusu İç Çap= Tecrit Borusu Dış Çap-Boru Et Kalınlığı

$R = 10'' = 254 \text{ mm}$ (Tablo 1) (257-3 boru et kalınlığı) = 25,4 cm

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $\pi \times r^2$ (yarı çap karesi) $\times h$ (delinen ve tecrit edilecek alanın yüksekliği)

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $3,14 \times (25,4/2 \text{ cm})^2 \times 2900 \text{ cm}$

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $3,14 \times (12,7 \text{ cm})^2 \times 2900 \text{ cm}$

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $3,14 \times 161,29 \text{ cm}^2 \times 2900 \text{ cm} = 1468706,74 \text{ cm}^3$

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = 1,46870674 m³

Buna göre, 1,46 m³ (1468706,74 cm³) deplasman sıvısı gerekmiştir. Bu sıvı için sondaj çamur havuzundan yararlanılmıştır. Sondaj havuzunun boyutları (100 cm x 200 cm x derinlik cm) şeklindedir.

Kuyuya basılacak temiz sıvı miktarına göre, çamur havuzundaki yükseklik değeri aşağıdaki görüldüğü gibi hesaplanmıştır.

$$1468706,74 \text{ cm}^3 = 100 \text{ cm} \times 200 \text{ cm} \times h \text{ (derinlik)} \\ \text{cm (a X b X h formülünden yararlanılmıştır)}$$

$$h = 73,43 \text{ cm}$$

Çimento yoğunluğunun gazlı akifere fazla basınç uygulamaması bakımından, çimento yoğunluğunun 1,8 olması uygun görülmüştür (Tablo 3). Yoğunluk çimento ve suya göre hazırlanmıştır. Ancak, yoğunluğun hazırlanması ile ilgili olarak kullanılacak malzeme cinsine göre (su, kum, çakıl, kaba kum, barit ve bentonit) farklı çizelgeler kullanılmaktadır (Akpınar, 1999; Rüma, 2006). Çalışma alanında, 3 m³ için 79.5 torba

çimento ve 1731 litre temiz su karışımı çimento, mikser makinesi ile istenmiştir (Resim 7).



Resim 7. Mikser ile tecrit çimentosu temini.
Picture 7. The supply of isolation cement with mixer.

Tablo 3. 1 m³ çimento karışımı için su ve çimento miktarı.

Table 3. The amount of water and cement for 1 m³ cement mixture.

Yoğunluk	Çimento(kg)	Çimento Torba	Su Miktarı(lt)
1,8	1175	23,5	624
1,85	1250	25	601
1,9	1325	26,5	577
1,95	1400	28	554
2	1475	29,5	531

Not: Koyu yazılan değerler, sondaj sırasında kullanılmıştır.

Buna göre, sondaj sırasında oluşabilecek boşluklar ve çimento kaybını dikkate alarak yaklaşık 3 m³ olarak hazır çimento temin edilmiştir. Çimentonun doldurulması sırasında çimento mikseri en düşük devirde çalıştırılarak kuyu ağzından, tecrit borusunun içine çimento

yavaş yavaş dökülerek yaklaşık 1,5 saatte doldurulmuştur (Resim 8). Benzeri işlemler, farklı bölgelerdeki çalışmalarda da uygulanmıştır (Yalçın ve Çevik 2008). Bu işlemler tamamlandıktan sonra, tecrit borusunun ağzına (çimento koyulan yer) manşon kaynatılarak çok

sıkı bir şekilde ve hava almayacak şekilde kapatılmıştır (Resim 9). Daha sonra, tecrit borusundaki iki inçlik (2") vanaya çamur pompasındaki hortum takılarak, çamur havuzu ile bağlantısı sağlanmıştır. Bu aşamadan sonra, fazla zaman kaybetmeden tecrit borusunun içindeki çimentonun en üstünden deplasman sıvı basılmaya başlanmıştır (Resim 10).



Resim 8. Tecrit için çimento dökümü.

Picture 8. Cement pouring for isolation.



Resim 9. Tecrit borusunun kapatılması.

Picture 9. The sealing of isolation pipe.



Resim 10. Deplasman sıvısı basımı.

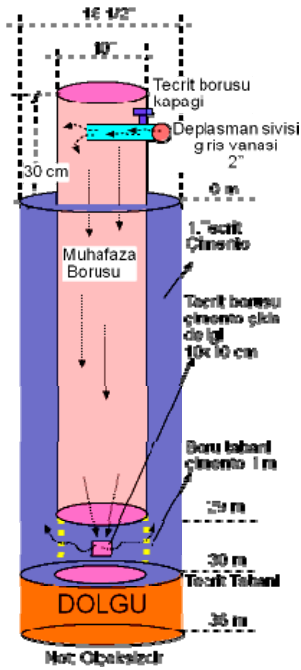
Picture 10. Displacement fluid filling.

Deplasman sıvısı tecrit borusu içine basılırken, basılan çimento tecrit borusunun yanından gelinceye kadar, sondaj havuzundaki yükseklik ($h = 73,43$ cm) tamamlanıncaya kadar takibi dikkatli bir şekilde yapılmıştır (Resim 11). Deplasman sıvısı tamamen basıldıktan sonra iki inçlik (2") vana iyice kapatılmış ve boru içerisine hava girmesi engellenmiştir. Kuyu üç (3) gün dinlenmeye bırakılarak, tecrit çimentolamasının iyice donması sağlanmıştır. Çimento donduktan sonra, tecrit borusunun etrafındaki çimento seviyesinde yüzeyden aşağıya doğru az miktarda (1 metreye kadar) alçalma olabilir (Şekil 4). Ancak bu seviye fazla ise tecritte çimentolama işlemi, başarısız olmuş demektir.



Resim 11. Çamur havuzu ve deplasman sıvısı seviyesinin ayarlanması.

Picture 11. The regulation of mud pool and displacement fluid level.



Şekil 4: Çimentolama ile tecrit işlemi.

Figure 4. The process of isolation with cement.

Tecrit tamamlandıktan sonra, tecrit borusunun içinden tekrar kuyu delinmeye başlanmıştır. Daha önce 0-36 m arası delinmiş ancak, 30-36 m arası formasyon şişerek ve çimentolanarak kapanmıştır. Bu nedenle, 29 m sonra tekrar delinmeye başlanmıştır.

29 – 36 m (çimentolanmış ve dolgu malzemesinin bulunduğu kısım)

36 – 50 m kil bantlı kum (yoğun artezyen görülmekte, bir miktar dolaşım bozukluğu)

50 – 60 m kum (yoğun tuzlu artezyen, karbondioksit, ince kum, dolaşım bozukluğundan kaynaklanan ilk fişkırmama problemi)

Delgi sırasında, 36-50 m arasında problemler olmuştur. Sondaj çamuru su ile çok

incelmekte ve kuyu artezyen yapmaktadır. İlk etapta sondaj makinesinin tekerlerine kadar su gelmiştir. Daha sonra çamurda yer yer CO₂ çıkışlarına bağlı kabarcıklar gözlenmiştir (Resim 12, 13). Kuyudaki tüm bu veriler kuyudaki “dolaşım bozukluğu”nu ifade etmektedir. Arkasından, yoğun bir şekilde sarı/yeşil renkli ince kum fişkırmıştır. Bölgede yapılan sondajcılık işlemlerinde “dolaşım bozukluğundan kaynaklanan fişkırmama problemi”ne ilk kez tarafımızdan bu çalışmada rastlanmıştır. Niğde bölgesinde bu problemlere rastlanmamış, ancak farklı olarak “kuyular arası su+gaz bağlantısı” ve bunlara bağlı olarak “çökme” problemleri gözlenmiştir (Yalçın ve Şahin, 2005). Yakatarla bölgesinde fişkırmama çıkan kum, plaj kumu boyutunda ve homojendir. Sondaj makinesinin arka tekerlerine kadar kum yığılmıştır (Resim 14, 15). Yaklaşık olarak 3,5-4 m³ kadar kum çıkışı olmuştur. Su oldukça tuzludur. Acil olarak, vizkozitesi yüksek ve yoğun sondaj çamuru gerekmiştir. Ancak bunun için yeterli barit ve bentonit bulunmadığından, kuyunun bekletilmesi yıkılma veya dolgu riski oluşturacağından, kuyuda 0-60 m kadar ikinci tecrit işleminin yapılmasına karar verilmiştir. Bu arada, sonradan oluşabilecek benzeri olaylar için barit, bentonit, çimento ve kil siparişi verilmiştir. İkinci (2.) tecrit özellikleri aşağıda görüldüğü gibi hesaplanmıştır.



Resim 12. Dolaşım bozukluğuna bağlı artezyen çıkışları.

Picture 12. Artesian output based on circulatory disorder.



Resim 13. Dolaşım bozukluğuna bağlı karbondioksit çıkışları.
Picture 13. Carbon dioxide output based on circulatory disorder.



Resim 15. Kum seviyesinin yakından görünümü.
Picture 15. The closer appearance of sand level.



Resim 14. Fışkırmaya bağlı tekerlere kadar kum dolmuştur.
Picture 14. Sand is fill till the wheel due to gushing.

Kuyunun dış çapı=9''

$$R = 9'' = 228,6 \text{ mm (Tablo 1)} = \underline{22,86 \text{ cm}}$$

Ana Hacim = $\pi \times r^2$ (yarı çap karesi) $\times h$ (delinen ve tecrit edilecek alanın yüksekliği)

$$\text{Ana Hacim} = 3,14 \times (22,86/2 \text{ cm})^2 \times 6000 \text{ cm}$$

$$\text{Ana Hacim} = 3,14 \times (11,43 \text{ cm})^2 \times 6000 \text{ cm}$$

$$\text{Ana Hacim} = 3,14 \times 130,64 \text{ cm}^2 \times 6000 \text{ cm} = 2461349,916 \text{ cm}^3$$

$$\underline{\text{Ana Hacim} = 2,461349916 \text{ m}^3}$$

Tecrit borusunun dış çapı=8''

$$R = 8'' = 203,2 \text{ mm (Tablo 1)} = \underline{20,32 \text{ cm}}$$

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $\pi X r^2$ (yarı çap karesi) $X h$ (delinen ve tecrit edilecek alanın yüksekliği)

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $3,14 X (20,32/2 \text{ cm})^2 X 5900 \text{ cm}$

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $3,14 X (10,16 \text{ cm})^2 X 5900 \text{ cm}$

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $3,14 X 103,2256 \text{ cm}^2 X 5900 \text{ cm} = 1912357,466 \text{ cm}^3$

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = 1,912357466 m³

Tecrit için gerekli olan çimento miktarı:

Ana Hacim - Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $2,461349916 \text{ m}^3 - 1,912357466 \text{ m}^3$

Ana Hacim - Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = 0,55 m³ (Tecrit için gerekli olan çimento miktarı)

Tecrit boşluğuna (0,55 m³), Kuyudan çıkan kum miktarına ve akiferin gözenekli yapısına bağlı olarak yaklaşık **4 m³** çimento getirilmiştir. Çimentonun yoğunluğu, fişkırtma problemi, artezyen ve gaz çıkışına bağlı olarak 1,9 gr/cm³ olarak düşünülmüştür (Tablo 3). Buna göre, 4 m³ için 106 torba çimento (26,5 torba çimento x 4 = 106 torba) ve 2308 litre temiz su (577 lt x 4 = 2308 lt temiz su) karışımı sağlanmıştır. Çimentonun özellikleri ve kuyuya aktarımında problem olmaması için mikser makinesinden yararlanılmıştır.

Deplasman sıvısının hesabı yapılarak kuyuya basılacak miktar (Tecrit Borusu İç Çap= Tecrit Borusu Dış Çap-Et Kalınlığı) hesaplanmıştır. Akifer ve gaz basıncına bağlı olarak, tecrit borusunun tabanda 5 metrelik kısmının çimentolu kalmasına yani 55 m lik kısım deplasman sıvısı ile doldurulmasına karar verilmiştir.

Tecrit borusunun iç çapı=8''

$R = 8'' = 8 \times 2,54 = 20,32 \text{ mm} (20,32-1,6) = 18,72 \text{ cm}$ (Tecrit Borusu İç Çap= Tecrit Borusu Dış Çap-Et kalınlığı)

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $\pi X r^2$ (yarı çap karesi) $X h$ (delinen ve tecrit edilecek alanın yüksekliği)

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $3,14 X (18,72/2 \text{ cm})^2 X 5500 \text{ cm}$

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $3,14 X (9,36 \text{ cm})^2 X 5500 \text{ cm}$

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = $3,14 X 87,6096 \text{ cm}^2 X 5500 \text{ cm} = 1513017,792 \text{ cm}^3$

Tecrit Borusu Dış Çap Hacim = 1,513017792 m³

Buna göre, **1,51 m³** kadar deplasman sıvısı için, sondaj havuzundan basılacak temiz sıvı miktarına göre kuyudaki yükseklik değeri aşağıdaki gibidir.

$1513017,792 \text{ cm}^3 = 100 \text{ cm} \times 200 \text{ cm} \times h \text{ cm}$ (a X b X h formülünden yararlanılmıştır)

$h = 1513017,792 \text{ cm}^3 / 100 \text{ cm} \times 200 \text{ cm}$

$h = 75,65 \text{ cm}$ (kuyuya basılacak deplasman sıvısının karşılığı olan kuyudaki yükseklik seviyesi)

Deplasman sıvısı yardımıyla kuyuda 0-60 metrelik ikinci (2.) tecrit bölgesi çimentolanmıştır.

Birinci tecritte olduğu gibi, ikinci tecritte de tüm teknik işlemler aynı şekilde yapılmış ve kuyu üç (3) günlük donmaya bırakılmıştır. Üç gün sonunda, çimentonun çok iyi donduğu ve kuyudan gaz gelmediği gözlenmiş ve delme işlemine başlanmıştır.

- 55 – 60 m 2.tecrit işleminde çimentolanmış seviye delinmiştir
- 60 – 64 m kum (kil içerikli, su ya doymuş, çok yumuşak formasyon, dolaşım bozukluğu, fıskırma problemi)
- 64 – 72 m kil bantlı kum (sert, kuru, kilde şişme, dolaşım bozukluğu, fıskırma problemi)
- 72 – 88 m kil (sert, kuru, çok yağlı ve yoğun şişme, dolaşım bozukluğundan kaynaklı fıskırma problemi)
- 88 – 90 m kil (çok yağlı, yer yer turbalı şist bantları gözlenmiştir, **gürültülü patlama**, dolaşım bozukluğundan kaynaklı fıskırma problemi)

60- 72 m arasında yoğun çamur ilerlemeyi kolaylaştırmıştır. Ancak, 72- 90 m delindikten sonra, önceki problemler aynı anda gözlenerek, kuyuda gaz+su+kum şeklinde yüksek bir patlama sesiyle fıskırma gözlenmiştir (Resim 16). Kuyudan yaklaşık 5 m³ kum çıkışı, kule boyu köpüklü gaz çıkışı ve artezyen ile sondaj makinesinin etrafı su+kum altında kalmıştır. Sondaj delme işleminde ilerlemek ve ortamda çalışmak mümkün olmamıştır. Bu nedenle kuyu iki gün dinlenmeye bırakılmıştır. Bu süreçte kuyu fıskırma şiddetini altı (6) saat arayla dönüşümlü olarak bir azaltmış ve bir artırmıştır (Resim 17).



Resim 16. Fıskırmaya bağlı kum ve su çıkışı, şantiyenin durumu.

Picture 16. Sand and water output due to gushing, the appearance of construction area.



Resim 17. Gaz ve kum fıskırması.

Picture 17. Gas and sand gushing.

Kuyudan basınçla kum gelmesi, kuyu etrafını boşaltacağından, kuyunun yıkılmasına ve gaz kaçaklarının oluşmasına sebep olacağından kuyuya yeniden yoğun sondaj çamuru verilmesine karar verilmiştir. İlk etapta çamur havuzuna 5 torba barit, 5 torba bentonit, 5 torba çimento ve 3 m³ kil karıştırılarak sondaj çamuru yoğun olarak hazırlanmıştır (Resim 18). Çamurun hazırlanması yaklaşık 3 üç saat sürmüştür. Kuyunun tamamında toplam 30 torba barit, 30 torba bentonit, 50 torba çimento ve 10 m³ kil yoğun bir sondaj çamuru olarak kullanılmıştır.



Resim 18. Yoğun çamur yapılıması.
Picture 18. Preparation of dense mud.

Fıskırma döneminin az oluşu anda, yoğun çamur 50 m den itibaren verilmiştir. Kuyuda **rayba** yaparak ve çok yavaş ilerlenerek kuyu cidarı sıvanmış, fıskırma (su+gaz+kum) olayı durdurulmuştur. Fıskırmaya etki eden alan (50-72 m) geçilmiş, dolgu malzeme (72-90 m) atılarak, yaklaşık 6 saat içinde tekrar kuyu tabanına ulaşılmıştır (Resim 19).



Resim 19. Rayba işleminin yapılması.
Picture 19. Application of reaming process.

Sondaj çamurunda farklı yoğunluklar denenmesine karşın ilerleme problemi kuyu tabanında aynı şekilde tekrar devam etmiştir. Bunun üzerine kuyuya 6" boru ile üçüncü tecrit yapılmasına karar verilmiştir. Boru siparişi sırasında kuyu, bir gün bekletilince, kuyu tabanında şişme olmuştur. Kuyu tabanı 1 (bir) gün boyunca, çapı genişletmek için hızlı devirde ve yavaş ilerlemeyle seviyeler inerek taranmıştır. Bunun neticesinde 6" borular bir kez indirilmeye çalışılmış ancak, 66 m den sonra formasyondaki şişme problemi nedeniyle borular indirilememiştir. 6" borular kuyudan çekilerek, kuyu tekrar taranmış ve rayba yapılarak temizlenmiştir. Ancak, tüm bu işlemlere rağmen kuyunun tabanındaki yoğun şişme sorunu halledilememiş, aynı şekilde borular 66 m den sonra inmemiş, bu seviyeden sonra boruları **çakarak** ancak 74 m ye (66-74 m arası çok fazla şişmektedir) kadar indirilebilmiştir. Boruların yukarıya çekilmesi mümkün olmamıştır (Resim 20). Bu nedenle, çimentolama yapılmadan, 0-74 m arası indirilen 6" boru ile kuyu 3. kez tecrit edilmiştir (Resim 21).



Resim 20. Çakarak tecrit borusunun çıkarılması.
Picture 20. Pulling the isolation pipe by piling.

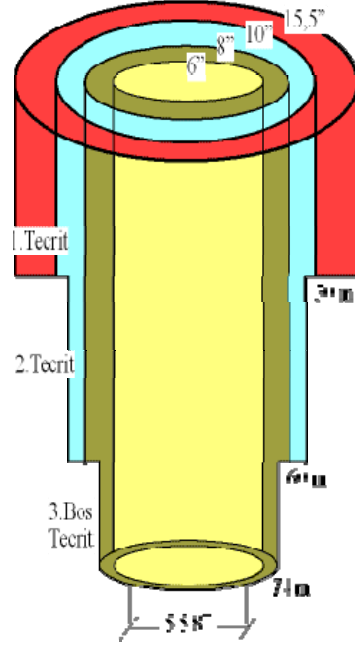


Resim 21. Kuyuda teçhiz işlemi.
Picture 21. Supply process in the well.

0-74 m arası indirilen 6" boru ile çimentolamadan 3. tecrit yapılmıştır.

6" boru içinden yoğun çamur ile 5 5/8" boruyla 74-90 metre arası delmeye/dolgu atmaya devam edilmiştir. Killi seviyeler gerildiği ve yüksek gaz girişlerine rastlanmadığından, daha sonra karşılaşılabilecek benzeri problemler için takımın çekilip, 0-74 metrelik çimentosuz üçüncü (3.) tecrit yerine, 120 metrelik kuyunun taranarak teçhiz yapılmasına (üretim borusu takılmasına) karar verilmiştir.

90 – 120 m turbalı şist (yandığında plastik koku çıkarmakta, gri, siyah bantlı, sondaj çamuru bazen siyah renkli olmaktadır) (Şekil 5)



Şekil 5. Kuyuda 3. tecrit işlemi ve formasyon özellikleri.

Figure 5. 3. isolation process in well and formation features.

Bu aşamada, çimentolanmayan 3. tecrit borusunun çıkarılması istenmiştir. Ancak, sondajcılar üç (3) gün boyunca 3. tecrit borusunu çıkarmaya çalışmış, tecrit borularının çekiminde vinç halatları koptuğu için, işlem durdurulmuş ve deneme amaçlı olarak 120 m. den sonra 5 5/8" matkapla delmeye devam edilmesine karar verilmiştir.

Ancak, delme işlemine dolgu nedeniyle 100 mt den itibaren başlanmıştır. Dolgu atılarak, delmeye devam edilmiştir.

120 – 145 m gri renkli kil (şişme özelliği yüksek, yer yer siyah renk almaktadır)

145 – 158 m yeşilimsi renkli kum (plaj kumu tanesine benzer çok ince taneli)

158 – 170 m gri renkli kil

170 – 180 m yeşilimsi renkli kum

180 – 205 m arası gri renkli kil

Kuyuya giriş yapan su, kuyu tabanında kumlu seviyeleri hareketlendirerek sorunlar oluşturmuştur. Sondaj çamuru yoğunlaştırıldığında ise en alt seviyede şişen gri renkli killi birimler ilerleme problemleri oluşturmakta ve kuyu tabanı yoğun raybaya rağmen şişmektedir.

Birim değişikliği ve basınç farklılığı olmaması, küçük çaplı matkapla ilerlenmesi (5 5/8"), killi seviyelerde sürekli şişme problemi olması, riskli ilerleme yapılması ve rayba işleminin maliyet oluşturması nedeniyle, delme işleminin 205 m de durdurulmuştur.

Kuyu çapı 3.tecrit borusu nedeniyle genişletilememektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı 3. tecrit borusunun tekrar çıkarılması için ikinci bir kez daha tekrar karar verilmiştir.

Köşeli boru ve ağırlık yardımıyla, tecrit borusuna üst taraftan çakma ve çekme işlemiyle müdahale edilmiştir. Köşeli borunun bağlı olduğu vinç yardımı ile yaklaşık 6 saatte 3. tecrit borularının hareketi başarılarak daha sonra çıkarılmıştır.

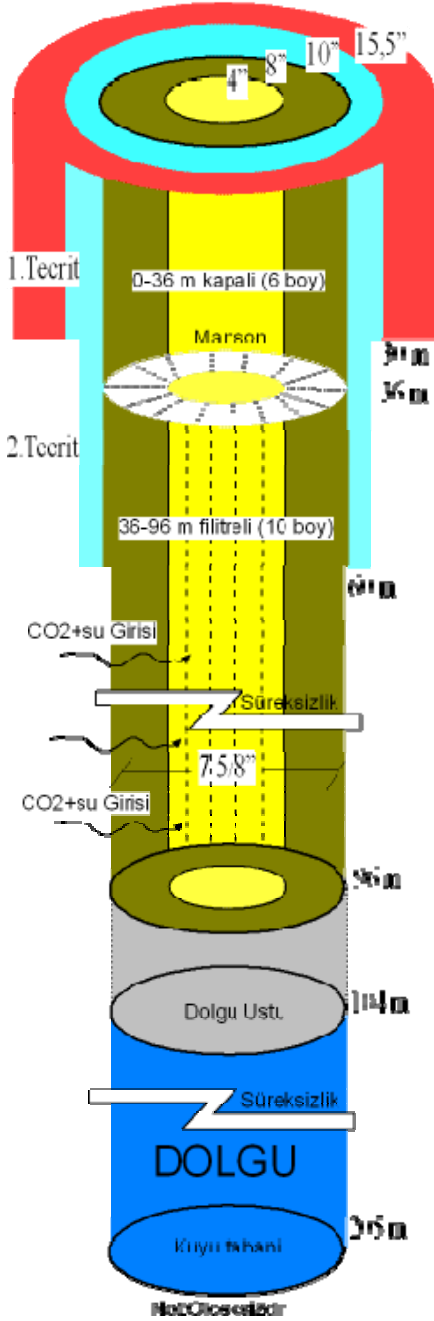
Döner tabla çıkarıldıktan sonra, yaklaşık 600 kg ağırlığındaki köşeli boru ile tecrit

borusunun üzerine, uygulamada tavsiye edilmeyen çakma ve bir miktarda sıkıştırarak döndürme (1-2 cm) işlemi yapılmıştır. Çekme sırasında, halatlarda kopmalar olmuştur. Vincin bağlandığı halatlardaki kopmalar nedeniyle 5 (beş) kat olan halatlar kullanılmıştır. İlk etapta, yerinden iyice oynatılan tecrit borusu, sıkıştığı yerden bir miktar oynatılmıştır. İlk çekme işleminde, borunun 20-30 cm lik kısmı yukarı doğru çıkmıştır. Dışarı çıkan bu borunun karşılıklı kenarlarında 2 (iki) delik açılmış, içinden kalın bir çelik boru geçirilmiş ve 3. tecrit boruları çekilmiştir.

Dolgunun atılması ve kuyu çapının artırılması (7 5/8") için çamur tekrar hazırlanmış ve delmeye başlanmıştır. Ancak, kuyu tabanında yaklaşık 88 m de tekrar dolgu oluşmuştur. Aslında, burada 88-120 m arasının şişerek altının boş olduğu ve üst kısma ise akiferli seviyelerden kum gelerek dolgu yaptığı düşünülmüştür. Bu ilerleme yaklaşık olarak 104 m kadar olabilmiş daha önceki benzeri teknik nedenler ile 104 m den daha aşağıya ilerleme yapılamamıştır. Kuyunun içerisine 104 m kadar 4" teçhiz borusu indirilmesi düşünülmüş, ancak toplam 96 m 4" teçhiz borusu indirilebilmiştir. Teçhiz sırasında, kuyu tabanında dolgu şişme gözlenmiştir (Şekil 6).

Buna göre teçhiz aşağıda görüldüğü gibi yapılmıştır:

- | | |
|-----------|---|
| 0 – 36 m | Kapalı boru (5. ve 6. borulara manşon konulmuştur: 4"den 7 1/2") |
| 36 – 96 m | Filtreli boru (gazlı akifer dikkate alınarak seviyenin tamamına filtre konulmuştur) |



Şekil 6. Kuyunun tamamlanmış genel kesiti ve formasyon özellikleri.

Figure 6. Completed general section and formation features.

Bu aşamadan sonra, kuyu yıkanmamış, akiferlere baskı uygulanmamış ve kuyu olduğu

şekilde bırakılmıştır. Kuyu ağzına bir boy (6m) kapalı boru (tahlisiye) takılarak kuyu ağzı muhafaza edilmiştir. Tahlisiye borusundan düzensiz olarak gaz ve bir miktar su gelmektedir. Buda, fıskırma problemine neden olan “dolaşım bozukluğu”nun farklı göstergelerinden biri olmuştur. Ancak, dolaşım bozukluğu ile atılması düşünülen teçhiz sonrası dolgu, kısa süre içerisinde kendi başına atılamamıştır. Kuyu 3-4 haftalık süreçte kendi başına çalışmamış ve düzenli gaz çıkışı gözlenmemiştir. Orta/uzun vadede, kuyu tabanında oluşan dolgunun atılacağı ve kuyunun kendi başına çalışacağı düşünülmüştür. Kuyu düzenli bir salınıma sahip olduktan sonra, karbondioksitin fiziksel ve kimyasal özellikleri ortaya konmalı ve değerlendirilmesi yapılmalıdır (Yalçın, 2007). Ayrıca, kuyuda debi hesaplaması yapılmalıdır, bununla ilgili olarak farklı yöntemler kullanılmaktadır. Ancak, debi hesaplamasında toplam kütle hesabından yararlanılabilir ($Kütle/zaman = Alan \times hız \times özgül \ ağırlık$). Bunun için anenometreden yararlanılabilir (Yalçın ve Coşkun, 2008).

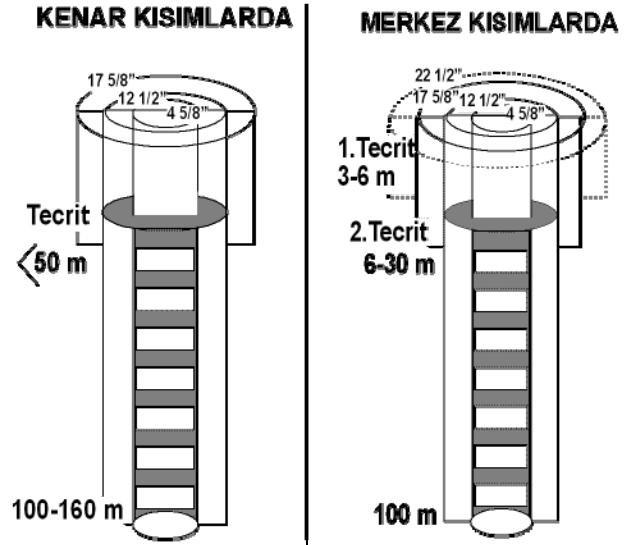
SONUÇLAR

Yakatarla bölgesinde açılan kuyuda, işletilmeye değer CO_2 'in bulunduğu ve yeterli basınç ve debide olduğu ortaya çıkmıştır. Açılan kuyuda, 30-36 metrelik killi seviye geçildikten sonra yaklaşık 100 metreye kadar CO_2 'ye rastlanmıştır. Açılan kuyu sırasında ve sonrasında, dolaşım bozukluklarının (36-50 metre) başladığı belirlenmiştir. Ayrıca, “formasyon şişmelerine bağlı takım ve boru sıkışması” (66-77 metre; 90-145 metre), “gaz sıkışmasına bağlı yüksek sesli patlama” (88-90 metre) ve “dolaşım bozukluğundan kaynaklanan fıskırma problemleri”nin (50-60 metre) olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, yüzey mostralarında görülmeyen turba oluşumları görülmüş (90-120 metre), daha aşağı seviyelerde (150-200 metre) kayaların plastisite özelliği daha da artmıştır.

Bölgede yapılacak CO₂ kuyularında havzanın korunması ve ilerleme işlemlerinde karşılaşılabilecek problemlerin atılması için, açılacak kuyularda en az 1-2 tecrit işlemi yapılmalıdır. Tecrit sırasında çimento yoğunluğu 1,8-1,9 gr/cm³ olmalıdır. Tecrit yapılacak seviyelerde yeterli homojenliğin sağlanması için “deplasman sıvılı/basmalı tecrit yöntemi” uygulanmalıdır. Tecrit borusunun tabanında yeterli dayanımın sağlanması için borunun içindeki birkaç metrelik alanda çimento yapılmalıdır.

Yakatarla bölgesinde açılacak kuyuların havza içerisinde nerelerde yapılacağına dikkat edilmelidir. Buna göre, havzanın merkez kesimlerinde kuyu derinliği 100 m civarı, 30 m kadar 1 veya 2 tecrit yapılmalıdır. Kenar kısımlarda kuyu derinliği ise 160 m kadar olmalı ve 3-6 tecrit uygulanmalıdır (Şekil 7). Açılacak karbondioksit kuyularının açılmasında tecrübe ve teknik donanım önemli olmalıdır.

Havzanın bozulmaması, kontrolsüz gaz çıkışlarının önlenmesi için CO₂ bulduran bölgede içme/kullanma su kuyularının açılmasına izin verilmemelidir. Sera gazı tehlikesi oluşturan CO₂'nin salınım problemleri için örtü görevi yapan su seviyesinin düşürülmemesi, bataklık alanların kurutulmaması, bölgede ağaçlandırma çalışmalarının yapılması önemlidir. Almanya, ABD, Avusturalya, Belçika, Hollanda, İngiltere, Japonya, İtalya, Yunanistan gibi gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerle birlikte imzalamış olduğumuz (24 Mayıs 2004) “BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)” yükümlülüklerine uymak için, gerekli kanuni düzenlemelerin yapılması uygun olacaktır.



Şekil 7. Yakatarla bölgesinde önerilen kuyu kesitleri.

Figure 7. Suggested well section in Yakatarla area.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımız sırasında yardımlarını esirgemeyen Güney Doğal Gaz San. ve Tic. A.Ş. yönetim kurulu başkanı Sayın İsmail PARLAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Akpınar, K., 1999. Su Kuyularının Açılması ve İşletilmesi. Sorunlar ve Çözümleri. 696s.
- Aktimur, H.T., Tekirli, E., Yurdakul, M. E., Teoman, Ş., Keçer, M., Ateş, Ş., Sönmez, M., Öztürk, V. ve Potoğlu, S., 1987. Erzincan ve Çevresinin Arazi Kullanım Potansiyeli. MTA Genel Müdürlüğü Derleme No.8381, Ankara.
- Aktimur, H.T., Sarıaslan, M.M., Keçer, M., Sönmez, M., Özmutaf, M. ve Potoğlu, S., 1994. Nevşehir İlinin Arazi Kullanım Potansiyeli. MTA yayımları, No 9698, 35s.
- Atabey, E., Papak İ., Tarhan N., Akarsu B. ve Taşkıran M.A., 1987. Ortaköy (Nide) – Tuzköy (Nevşehir) – Kesikköprü (Kırşehir)

- Yöresinin Jeolojisi. MTA yayınları, No 8156, 64s.
- Aydın, N., 1984. Orta Anadolu Masifinin Gümüşkent B.(Nevşehir) Dolayında Jeolojik Petrografik İncelemeler. MTA Jeoloji Etüdüleri Daire Bşk. Saydamer – Gün Kitaplığı Arşiv No:206.
- Batum, İ., 1978. Nevşehir Güneybatısındaki Göllüdağ ve Avcıgöl Volkanitlerinin Jeokimyası ve Petrolojisi. Yerbilimleri Dergisi, c.4, S 1-2. 70-88.
- Boran, Ş., Yalçın, M.G., Sönmez M. ve İlhan S., 2005. Kemerhisar (Niğde) Karbondioksit Yatağının (İçeren Birimlerin) Stratigrafisi. İpetgas, Türkiye 15. Uluslararası Petrol ve Doğalgaz Kongre ve Sergisi, 11-13 May 2005, S 36, Bilkent, Ankara.
- Buchard, W.S., 1953 ve 1954. Yaz aylarında Orta Anadolu'da yapılan 1/100.000 lik Jeolojik Harita Çalışmaları .MTA Rapor No:2675.
- Can, B., Yalçın, M.G. ve Aker, M., 2005. Kemerhisar (Niğde) Karbondioksit Yatak ve Tesislerinin Durumları. İpetgas, Türkiye 15. Uluslararası Petrol ve Doğalgaz Kongre ve Sergisi, 11-13 May 2005, 37s, Bilkent, Ankara.
- Erkan, Y. ve Ataman, G., 1981. Orta Anadolu Masifi (Kırşehir yöresi) Metamorfizma Yaşı Üzerine K/Ar Yönetimi İle Bir İnceleme. Yerbilimleri, S. 8, 27-30 Ankara.
- Ercan T., Köse C., Akbaşlı A. ve Yıldırım T., 1987. Orta Anadolu'da Nevşehir – Niğde – Konya Dolaylarındaki Volkanik Kökenli Gaz Çıkışları. C.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Seri A, C.4, S. 1.
- Ercan, T., Akbaşlı, A., Yıldırım, T., Fişekçi, A., Selvi, Y., Ölmez, M. ve Can, B., 1991. Acıgöl (Nevşehir) Yöresindeki Senozoyik Yaşlı Volkanik Kayaçların Petrolojisi. MTA Derg. No. 113, 31-44, Ankara
- Innocenti, F., Mazzuqli, R., Paquare, G., Radicati, B.F. and Willari, L., 1975. The Neogene Calcalkaline Volcanism Of Central Anatolia: Geochronological Data On. Kayseri-Niğde Area. Geol. Mag. 112 (4), pp. 349-360 (printed in Great Britain).
- Kayakıran, S., 1979. Gülşehir Kaya Tuzlası Etüd ve Aramaları Açılanma Evreleri. MTA Rapor No: 6606.
- Pisoni, C., 1961. Ortaköy (Aksaray), Nevşehir, Avanos ve İncesu Bölgelerinin Jeolojisi ve Petrol İmkanları. MTA Rap no: 2839.
- Rüma, M.M., 2006. Su Sondajı El Kitabı. Sondaj Dünyası Eğitim Yayınları 1, 272s.
- Sassano, G., 1964. Acıgöl Bölgesinde Neojen ve Kuvaterner Volkanizması. MTA Rap.No:6841.
- Seymen, İ., 1981. Kaman (Kırşehir) Dolayında Kırşehir Masifinin Stratigrafisi ve Metamorfizması. TJK Bült. 24/2 s. 101-108.
- Seymen, İ., 1982. Kaman Dolayında Kırşehir Masifinin Jeolojisi. İTÜ Maden Fak. Doç. Tezi, 164s.
- Seymen, İ., 1984. Kırşehir Masifi Metamorfitlerinin Jeolojik Evrimi. TJK Ketin Simpozyumu, 133-148.
- Şahin, Z., Yalçın, M.G., Karakurt C., ve Aker M., 2005. Kemerhisar (Niğde) Karbondioksit (CO₂) Gazının Çıkarılmasında Uygulanan Sondajcılık İşlemi. İpetgas, Türkiye 15. Uluslararası Petrol ve Doğalgaz Kongre ve Sergisi, 11-13 May 2005, 38s, Bilkent, Ankara.
- Tromp, S.W., 1942. Niğde-İncesu-Kızılırmak ve Tuzgölü Arasında Bulunan Mıntıkların Jeoloji Etüdü. MTA Rapor No. 14.
- Yalçın M.G., 2007. Kemerhisar (Niğde) Yöresi Doğal Karbondioksit (CO₂) Gazının Özellikleri ve Üretim Tekniği. Geosound, 50/51: 167-184.
- Yalçın, M.G. ve Şahin, Z., 2005. Rotary Sondaj Yöntemi İle Karbondioksit (CO₂) Gazının Çıkarılma İşlemleri ve Karşılaşılan

Problemler. Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 20 (4), 55-64.

Yalçın M.G. ve Coşkun B., 2008. Kemerhisar (Niğde) Bölgesindeki 11 Nolu CO₂ Kuyusundan Çıkan Gaz Debinin Hesaplanması. Çukurova Üni, Prof.Dr.Servet YAMAN Maden Yatakları - Jeokimya Çalıştay, 38-39, Adana.

Yalçın M.G. ve Çevik Ö., 2008. Doğal Karbondioksit Amaçlı Sondaj Kuyusunda (S-11 Kemerhisar) Kullanılan Öteleme Sıvısı Yardımıyla Basmalı Tecrit Yöntemi. Çukurova Üni, Prof.Dr.Servet YAMAN Maden Yatakları - Jeokimya Çalıştay, 35-38, Adana.

