

Su kuyusu: Çamurlu delgiye karşı akışkan teknolojisi

Ilyas Yilmazer Spektra Jeotek A.Ş. Kumkapı Sok. 20/1-2, Çankaya, Ankara

Yüksek basınçlı hava ve köpük, su kuyusu açılmasında kullanılan akışkan teknolojisinin temelini oluşturmaktadır. 1953'ten günümüze gelişmiş ülkelerde yaygın kullanım alanı bulmuştur. Çöküntü yapmayacak zeminlerde: zaman, gecikme cezasında içeren genel giderler ve kuyu verimi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bütün bunların yanısıra, akışkan teknoloji geçilen zemin türünün doğru tanımlanmasını kolaylaştırırken su tablası ve geçilen seviyelerin hidrojeolojik özelliklerinin belirlenmesine de olanak sağlamaktadır. Karstik zeminlerde 50 m'lük bir boşluk, döngüyü ancak birkaç dakika durdurabilirken çamurlu sistemde birkaç günlük uğraşmayı gerektirmektedir.

Giriş

Akışkan (basınçlı hava + köpük) teknolojisi özelliklerle göçme yapmayacak zeminlerde su kuyusu açılmasında çağdaş bir teknolojidir. 1953'te petrol arama delgilerinde kullanılmaya başlanmış ve bu yöntemle 3000 m'lik delgiler gerçekleştirilmiştir. Su kuyularının açılmasında da üstünlük sağlayan bu sistem, gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ülkemiz için yeni olan bu sistemden henüz gereği gibi yararlanılmamaktadır. Sıradan (coventional) bir sistem olan çamurlu yöntem % 100'e yakın bir oranda kullanılmaktadır. Elinde çok sayıda havalı delgi makinası bulunduran ilgili devlet kurumlarımızda bu makinalarla çamurlu uygulamaların ağırlıklı olarak yapılıyor olması düşündürücü olduğu kadar da üzücüdür. Ankara karmaşığının Karakaya biriminde, çamurlu sistemle 40 günde tamamlanan 155 m'lik kuyunun akışkan teknolojisiyle 2 günde tamamlanabiliyor olması, bu teknolojinin önemini daha iyi vurgulamaktadır.

Akışkanlı delgi sistemi değişik boyutta makinalarla uygulanmaktadır. Yazar, araştırmalarını ve deneyimini

Tamrock 25K3W tipi makina üzerine yoğunlaştırmıştır. Bu bağlamda, konu içerisinde örnekler sunulurken çamurlu ve akışkanlı sistemlerin özellikleri ve öncelikleri belirtilmeye çalışılmıştır.

Akışkanlı delgi sistemi

Yukarıda da belirtildiği gibi, T25K3W tipi makinayla gerçekleştirilen araştırma ve bulgular bu başlık altında verilmeye çalışılmıştır. Toplam ağırlığı 30 tona yaklaşan, çift çekerli ve 10 tekerlekli kamyon üzerine kurulan bir sistemdir. Hidrolik ve sıkıştırılmış hava (pneumatic) sistemi ileri derecede geliştirilmiştir. İlerleme takım borusu uzunluğu 6.1 m olup, toplam 122 m uzunluğunda takım borusunu üzerinde taşımaktadır. Kulesindeki vinç ve takım değiştirici sistemler ile tüm delgi sistemleri, kumanda tablası önündeki tek kişi tarafından denetlenebilmektedir. Makinanın dengesi aynı kumanda tablası üzerinden sağlanabilmektedir. Delme baskısı, delgi sırasında hidrolik olarak istenilen düzeyde tutulabilmektedir. Konuya açıklık getirmek için su basma yüksekliğinin 100 m'nin altında olduğu ve $Q < 3 \text{ l/s}$ debili su istenilen yerlerde, T25K3W ile Ankara çevresinde yapılan çalışmalardan birkaç örnek aşağıda sunulmuştur. Çapı 0.25 m olan aşındırıcı matkapla (uçla) yapılan kuyularda ilerleme hızları, yaklaşık değerleriyle Çizelge 1'de verilmiştir.

Köpük ve basınçlı hava kullanılarak, 155 m derinliğindeki bir kuyu, 0.25 m çaplı olarak 30 saatte delinirken aynı yerde yapılan ve 80'inci metredeki karstik boşluğu geçemeyen çamurlu sistem kuyusunda 600 saat harcanmış ve kuyu terkedilmiştir. Ayrıca 350 m akış aşağısında bulunan kuyulardaki sular hidrolik ilişkili boşluklar yardımıyla bentonitleşmiştir (çamurlanmıştır). İki sene sonra, terkedilen bu kuyunun 15 m batısına akışkanlı sistemle açılan yeni kuyunun geliştirilmesine geçildiğinde, ancak 10 saatlik bir sürede bu bentonit kuyudan dışarıya atılabildiği. Yilmazer (1991) tarafından çalışılan bu alanda, yer yer çakıllı mil seviyeleri içeren Pliyosen yaşlı Kızıl formasyonun (Plk) kalınlığı 27 m, Triyas yaşlı Karakaya formasyonun (TRk) kireç-

Çizelge 1. Ankara ve çevresinde gözlenen birimlerde akışkan delgi sistemiyle yapılan kuyularda yaklaşık ilerleme hızı.

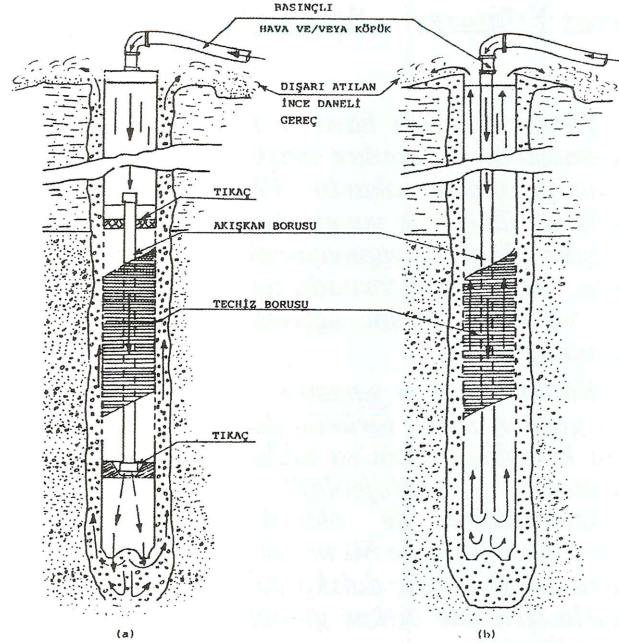
Formasyon Formation	Jeolojik birimin özellikleri Lithological properties	İlerleme hızı, m/saat Perforation speed, m/h
Alüvyon (Qa)	Pliyosen çökelim havzalarında sıkı killi kum - çakıl (kuyu derinliği < 36 m)	8
Kızıl formasyon (Plk)	Çökelim havzaları kenarında ve - püskürük kayalardan türemiş ise, - başkalaşmış kırıntılardan türemiş ise, veya Kireçtaşı ve dolomitik kireçtaştan türemiş ise	7 8 10
Miyosen yaşlı Baraj formasyonu (Mib)	Andezit Bazalt, silisleşmiş tuf Aglomera Lapilli tuf, Kalkerli tuf	6 7 15 10
Oligo - Miyosen (Ol - Mij)	Jipsli çamurtaşı Jipsli şeyl Kuvvars yoğun kırıntılı tortullar	17 18 11
Eosen filizi (Ef)	Kiltaş Çamurtaşı - milttaş - kumtaşı Çakıl kaya, iri taneli kumtaşı - kuvars taneli - kalker taneli	8 12 4 12
Kretase melanji (Km)	Serpantin Spilit, çörtlü kireçtaşı Radyolarit (sağlam) Radyolarit çamuru, killi bağlayıcı Killi kireçtaşı	6 8 5 14 13
Triyas kannaşığı Karakaya Birimi (TRk)	Karbonlu (grafitik) dolomitik kireçtaşı Bej renkli dolomitik kireçtaşı Kayraktaşı Fillit Metagrovak, Dolerit Tektonotortul bağlayıcı	12 10 12 14 9 12

taşı tektaslarının (olistolitlerinin) toplam kalınlığı 101 m ve boşluk ve bağlayıcıların toplam kalınlığı 12 m olarak gözlenmiştir. Koyu siyah rengeyle grafitik şisti animsatan kayraktaşına 140 m'ce metrede girilmiştir. Delgi çapı 0.25 m olması nedeniyle, 0.15 m lik teçhiz boruları ve 0.10 m lik dalgıç pompa kullanılmıştır. Kuyunun emniyetli verimi 10 l/s olarak bulunmuştur. Basma yüksekliğinin 75 m olması nedeniyle ancak 4 l/s lik su basılabilmektedir.

Aynı alanda, çamurlu sistemle açılan 3 kuyunun verimsiz olmaları ($Q < 0.4$ l/s) nedeniyle terkedildiği gerçeğine karşın, $Q > 4$ l/s lik rakam oldukça çekici olmuştur. Plk'nın 27 m lik örtüsünün altında karstik boşluklu kristalize kireçtaşının oluşu, ve suyun bu birimden alınıyor olması, kuyunun emniyetli verimini 10 l/s'ye yükseltmiştir. Bu tür kayada çakıllamaya gerek duyulmadığından, yüksek verim istenseydi, 0.20 m lik teçhiz ve 0.15 m lik pompa kullanılarak emniyetli verim olan 10 l/s'lik pompojda gerçekleştirilebilirdi.

Akışkanlı sistemle delgi işlemi tamamlandıktan sonra yapılan kuyu geliştirme işleminde, uygulanan yöntemlerin seçimi geçilen birimlerin özelliklerine bağlıdır. Gevşek ve taneli zeminlerde Campbell ve Lehr (1973) ve Johnson (1975)'in yanısıra pek çok araştırmacı Şekil 1a'da sunulan yöntemi önermişlerdir. Ülkemizdeki uygulamalarda yaygın olarak ucu kapalı boru

(Şekil 1b) indirmekle giderilmesi güç bir yanlışlık yapılmaktadır. Örneğin, çamurlu sistemde açılan bir kuyunun geliştirilmesi için önerilen $t > 48$ saatlik süre akışkan teknolojisiyle açılan kuyuda 2 saatten daha kısa bir süre almaktadır. Kuyu geliştirmesiyle ilgili ayrıntılı bilgi Todd (1980) ve Johnson (1975)'de verilmiştir. Bunlardan yaygın olarak kullanılanlarına aşağıda kısaca değinilmiştir.

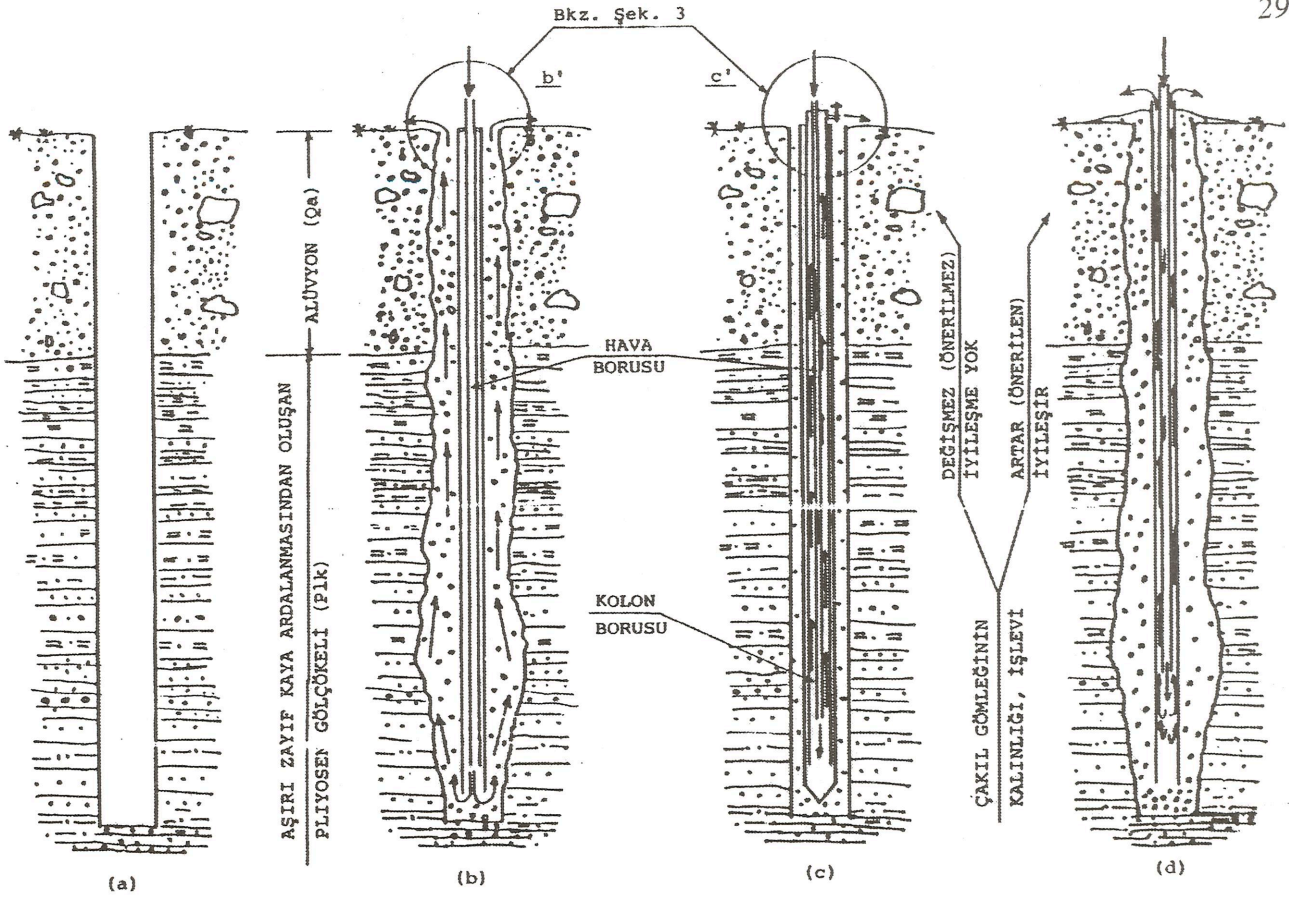


Şekil 1. Gevşek ve az yoğun (pekişmiş) taneli bir akiferde ince taneli gerecin dışarı yıkanması sonucu doğal çakıl gömleğinin oluşturulması.

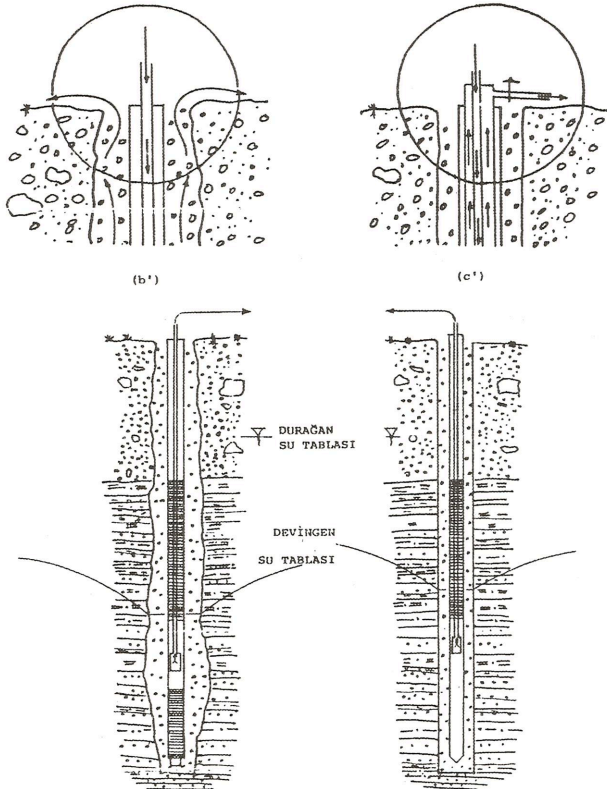
1. Pompaj: Düşük debiden oldukça yüksek debiye değişim gösteren, ardışık pompajla yapılır. Düşükte kum köprüleri kurdurulurken yüksek pompajda bu köprüler bozularak, kum ve milin kuyunun içerisine çekilip buradan atılmasına çalışılır.

2. Yayıklama (surging): Filtre borusunun çapından 2 - 5 cm daha az çaplı ve lastik veya benzeri yumuşak gereçle kaplı silindirik blokun (fişeğin) aşağı yukarı hareketiyle yapılır. Böylece kum köprüleri yıkılıp serbestleşen ince taneli gereç kuyunun içersine çekilir ve daha sonra yüksek debili pompajla dışarı atılır.

3. Havalı yayıklama: Boşaltma ve hava basma işlemlerini gerçekleştirecek içiçe geçmiş boru, teçhizi ve çakıllaması tamamlanmış kuyuya indirilir. Boşaltma borusunun 2/3'ü su içerisinde olmalı ve yüksek basınçlı (10 - 20 atm) hava borusu, delikli zonunun altına indirilmelidir. Hava basıncının azaltılıp çoğaltılmasıyla mil ve kum boyutundaki taneler önce kuyunun içine çekilir ve daha sonra boşaltma borusundan dışarı atılır. Ülkemizde yaygın olarak kullanılmasına karşılık, son pa



Şekil 2. Açılmış bir su kuyusu (a), akışkanlı sistemle delinmiş bir kuyuda geliştirme (b ve d) ve kolon borusuyla geliştirme (c).



Şekil 3. Onerilen kuyu geliştirme ve teçhiz durumu (b') ve önerilmeyen ancak yaygın olarak kullanılan (c').

rağrafta verilen nedenlerden dolayı, yazar tarafından önerilmemektedir. Ayrıca, her kuyu için birkaç günlük çalışmayı zorunlu kılmaktadır.

4. Havalı geri - yayıklama: Kuyu ağzının sızdırmazlığı sağlanır. Kuyu ağzında ve boşaltma borusu içerisinde olmak üzere iki hava borusu bulunur. İç borudan basınçlı hava gönderilerek, borusu içerisindeki su hızla kuyunun içeni basılır. Daha sonra, ağız hava borusundan basınçlı hava gönderilerek kuyunun içindeki suyun boşaltma borusu içerisinden dışarıya boşaltılması sağlanır (bkz. Şekil 2 ve 3). Bu hareket temiz su elde edilinceye kadar tekrarlanır.

5. Basınçlı su çarptırma: Yatay doğrultuda basınçlı su sıkabilecek başlık kullanılır. Teçhizsiz (çıplak) kuyular veya geniş delikli filtre teçhizli kuyular için önerilebilir. Başlık, dönel ve yukarı - aşağı hareket ettirilerek kuyu kenarında, çakıl içerisinde ve / veya gevşek formasyon içerisinde akıntı yaratılır. Böylece, ince tanelerin kuyu içerisine akışı sağlanır. Daha sonra yüksek debili pompajla kuyu içerisine çekilen malzeme dışarı atılır. Böylece, kum - çakıl köprüleri ortadan kaldırılır ve kuyunun etki çapı artırılır.

6. Kimyasallar: Teçhizsiz (çıplak) kuyular için önerilir. Kireçtaşı ve dolomitik akiferlerde hidroklorik asit

(HCl) ve silikatlı akiferlerde hidroflorik asit (HF) kullanılarak kuyu kenarında etkin boşluk oranının artması sağlanır. Killerin suda asılı tutulmasını kolaylaştırmak için polifosfat kullanılabilir. Yukarıda sunulan yöntemlerle birlikte uygulanmasında yarar vardır.

Asitleme ve / veya yayıklama yöntemleriyle geliştirilmiş kuyularda kuru buz (katı CO₂) bloğu kuyu tabanına yerleştirilir. Kuyu içerisinde ve kenarında kopmuş ve kopmaya hazır tüm parçalar, yüksek basınçla dışarı atılır. Çöküntüsüz çıplak kuyular için uygun bir yöntemdir.

7. Hidrolik Kırıklama: Çıplak kuyular için önerilir. Akiferin seçilen bölümü alttan ve üstten lastik balonlarla tıkanır. Bu bölüme su ve / veya kumlu su basılarak yeni kırıklar ve / veya çatlaklar açılır. Böylece, etkin kuyu çapı artırılmış olur.

8. Patlayıcılar: Çıplak kaya kuyularında kuyunun etkin çapı ve akiferde çatlak oranı artırılarak kuyunun verimi artırılmaya çalışılır. Kuyu tabanında yapılacak bir patlamayla, kuyu tabanında ve çevresinde bulunan parçacıklar dışarı atılabilir.

9. Köpükle temizleme: Akışkanlı sistemde, sistemin doğal sonucu olarak kuyu delinirken temizlenmiş olur. Kuyu tabanına ulaşıldığında takım 8 m yukarı çekilip 8 m aşağı indirilirken, P > 17 atm basınçla yoğun köpük basılarak kuyu kenarları ve tabanı iyice temizlenmiş olur. Böylece, yukarıda önerilen yöntemlere gerek duyulmadan kuyu açılırken temizlenmesi sağlanır.

Ancak, yukarıda Çizelge 1'de verilen birimlerin %90'ından fazlasında etkin olarak uygulanabilecek yöntem Şekil 2 (a, b ve d)'de verilmeye çalışılmıştır. Şekilden de anlaşılacağı gibi teçhiz borusunun ucu açık olup tabanda 1 - 2 m yüksekliğinde çakıl dolgusu üzerine oturtulmuştur. Yaklaşık 17 atm (1700 kPa) lik basınçlı havanın (lastik tıpanın yardımıyla) çakıl gömleği içerisinde geçmesi sağlanır. Böylece, çakıl gömleği sağlıklı bir şekilde oturtulur. Kuyu kenarlarında oluşabilecek çamur sıvamalarının yanısıra çakıl gömleği ve formasyon içerisindeki ince taneli gereç kuyu dışına atılır. Daha sonra lastik tıpa açılıp, kuyu içinin tabandan köpük ve basınçlı hava uygulanarak temizlenmesine geçilir. Böylece, uzun yıllar (t > 15 yıl) sağlıklı şekilde yeraltısını elde edilmiş sağlanmış olur. Şekil 3'te taban tabana zıt iki sistemin (Şekil 2b, c), kuyu geliştirme aşamasındaki kuyu ağız bölümü şeklin üst tarafında gösterilmiştir. Önerilen sistemde, tamamlanan kuyudaki teçhiz sistemi (Şekil 3b) diğerinden yadsımlamayacak farklılık sunar. Bu durum, şeklin alt tarafında

gösterilmeye çalışılmıştır. Önerilen durumda, gerek görüldüğünde, kısa ve ucu açık bir kılavuz kullanılabilir. Kuyuya su gelişi küçük bir zondan değil, pompanın yerleştirildiği bölümün altındaki delikli borudan da gelmesi sağlanır. Alt seviyeden ve geniş bir zondan giren suyun pompaya daha düşük oranda ince taneli malzeme sunacağı gözardı edilmemelidir.

Tartışma ve Öneriler

Akışkan (yüksek basınçlı hava + köpük) teknolojisi yıkıntısız zeminlerde su kuyusu açılması konusunda, sıradan ve çok eski bir yöntem olan çamurlu sisteme göre üstünlükler sunmaktadır. Bu yöntemin kayadaki delgi hızı çamurlu sistemden en az 10 kat daha fazladır.

Delgi sırasında kaya kuyusu temizlenerek ilerlendiği için, ayrıca bir geliştirmeye gerek duyulmamaktadır. Kuyu tabanına inildiğinde tabandan 8 m yukarı ve aşağı yapılacak yayıklama sırasında kullanılan yoğun köpük ve P > 17 atm basınçla, kopmuş veya kopmaya hazır parçacıkların tamamı dışarı atılır. Gerek görülürse, durağan su tablasının 10 m altında kalmak koşuluyla, benzer işlem daha yukarı seviyelerde de uygulanabilir. Böylece 150 m derinliğindeki bir kaya kuyusunda kuyu geliştirme işlemi 60 saatten 3 saate indirilebilmektedir.

Pliyosen göl çökellerinden iyi derecelenmiş killi alüvyona kadar uzanan aşırı zayıf kaya ve sıkı - katı toprak zeminlerde de uygulanabilen bu yöntem, oldukça geniş kullanım alanı bulmaktadır. Yazar ve ekibi denetiminde yapılan çalışmalarda ülke genelinde açılan su kuyularının bilgi kütükleri (bankası) ilgilenenlere sunulmak üzere kesintisiz tutulmaktadır. Bu tür bilgilerin belirli merkezlerde toplatılıp veri tabanı olarak ülke genelinde kullanıma açılması sayısız yararlar sağlayacaktır.

Burada önerilen ve karşı konulan iki ayrı yöntem çeşitli yönleriyle irdelendiğinde, aralarındaki fark karşılaştırma yapılamayacak kadar büyüktür. Belediye kuyularının açılmasında denetim görevi alanların bir bölümü, ısrarla ucu kapalı boru indirtmektedir. Yaptıklarını özümsemeden bir kuralmış gibi dayatmak, bu bağlamda teknolojik ve bilimsel gelişmelere bilmeyerek engel olmaktadır.

KATKI BELİRTME

Yazar, yapıcı eleştirileri ve önerileri nedeniyle Metin Arkün ve Levent Okay'a, ayrıca düzenleme işlerindeki değerli katkıları için Esin Demirbağ'a teşekkür eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

Campbell, M.D. and Lehr, J.H., 1973, Water well technology. Natural Water Well Association, McGraw - Hill, New York, 681 pp.

Johnson, E.E., 1975, Groundwater and wells. Edward E. Johnson, St. Paul, Minn., 440 pp.

Todd, D.H., 1980, Groundwater hydrology. John Wiley and Sons, Inc., 535 pp.

Yılmazer, İ., 1991, Ankara ve çevresinde yeralan Pliyo-sen yaşlı birimin çökelim ortamı üzerine. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 39, 43 - 50.