

KUYULARDA YAPILAN POMPALAMA DENEYLERİNİN ANALİZİ

T. Âdem ŞEBER

DSİ Yeraltı Suları Daire Başkanlığı

ÖZET.— Kuyularda yapılan pompalama deneylerinden, kuyuların hidroliği ve su veren formasyonları (akifer) hakkında etraflı malûmat elde edilir. Bu malûmat, diğer jeolojik, kimyevi v.s. malûmatla birleştirilerek ovanın yeraltı suyu havzaları ve kapasiteleri hakkında bilgi ele geçer. Deney ve değerlerin doğruluğu nispetinde iyi bir işletme projesi hazırlanabilir.

Burada, 1963 yılı içinde Erbaa ovasında, DSİ, VII-4 Sondaj Şube Başmühendisliği tarafından açılan Kızılçubuk kuyusunda yapılan pompalama deneylerinin değerlendirilmesi ve bu değerler yardımı ile muhtelif problemlerin aydınlatılması üzerinde durulacaktır.

RÉSUMÉ — On exécute des essais de pompage à fin de déterminer l'hydraulique du puits et des coefficients caractéristiques de la formation aquifère. On peut déterminer les régions des eaux souterraines et leur capacité en richesse d'eau à partir des données géologiques et géochimiques, etc.

On peut préparer un projet d'exploitation assez exacte l'exactitude dependant de la véracité des essais et des données.

Dans cet ouvrage on discute sur l'analyse des essais de pompage qu'on a fait en 1963 dans le forage Kızılçubuk de la plaine d'Erbaa (Tokat) et sur certains problèmes hydrogéologiques au point de vue du régime transitoire et son équation générale.

Dans la plaine d'Erbaa, on a constaté deux nappes aquifères bien distinguées. La première se trouve entre 11-70 mètres et la deuxième entre 100-217 mètres de la surface. Chacune des aquifères consiste en couches de graviers de Quaternaire.

On a foré un puits dans chacune des deux aquifères. Pendant des essais de pompage de la première aquifère, les niveaux de rabattement sont mesurés dans un puits d'observation. Pendant l'essai, dont la durée était de 9 h 30 minutes, le débit de pompage a été maintenu constant.

Pour déterminer la constante de perte de charge (C), on a profité du deuxième puits. Pour cette détermination, on a employé quatre débits différents. Les niveaux de rabattement sont mesurés dans le puits même. Avec la constante de perte de charge (C) ainsi déterminée on a discuté la relation $CQ^2 \leq 0.2 D$, pour vérifier la véracité du développement du puits.

Dernièrement, on a signalé une nouvelle méthode pour déterminer les par-

amètres (C) et (n) dans l'équation de $Q = C D^n$. Cette méthode est donnée par J. LECLERC et M. AUDIBERT (France), au cours du Congrès International des Hydrogéologues, 1963 à Belgrade.

Enfin, d'après les résultats des essais de pompage, on peut déterminer: 1) L'hydraulique du puits, 2) La géométrie de l'aquifère et son caractère physique, 3) Le programme d'exploitation, avec une exactitude approximative.

1. GEÇİRGENLİK (= PERMÉABILITÉ), İLETKENLİK (= TRANSMISSIBILITÉ) VE DEPOLAMA KATSAYISININ HESAPLANMASI

Akiferin bu fiziksel özelliklerinin hesaplanmasına geçmeden evvel, kısaca bunları tarif edelim.

a) **Geçirgenlik:** K ile belirtilen bu değer, akiferin birim alanından, birim zamanda ve birim hidrolik yük altında geçen su miktarıdır. Birimi ($m^3/gün /m^2$) dir.

b) **İletkenlik:** T ile belirtilen bu değer, akiferin birim genişliğinde ve akifer kalınlığındaki alanından, birim zamanda ve birim hidrolik yük altında geçen su miktarıdır. Birimi ($m^3 gün/m$) dir.

Diğer bir ifade ile $T = K \times e$ (e = akifer kalınlığı) dir.

c) **Depolama katsayısı:** S ile belirtilen bu değer, serbest akiferlerde, düşüm konisini terkeden gravite suyuna, basınçlı akiferlerde ise, $1 m^2$ kesitinde ve akifer kalınlığındaki prizmatik bir hacimden ayrılan suya tekabül eder. Diğer bir ifade ile depolama katsayısı = özgül verimdir.

Birimi % cinsindedir. Serbest akiferlerde 10^{-2} ilâ 2.5×10^{-1} arasında, basınçlı akiferlerde de 10^{-2} ilâ 10^{-6} arasında değişmektedir. Depolama katsayısının tâyini için pompaj kuyusu yanında en az bir adet gözlem kuyusuna ihtiyaç vardır.

Şimdi bu değerlerin — pratik yönden — tâyin ediliş şekline geçelim ($T = K \times e$ veya $K = T/e$ olduğundan, sadece iletkenlik ve depolama katsayısının tâyini ile yetinilecektir. Geçirgenlik katsayısı, iletkenlik katsayısını akifer kalınlığına bölmekle kolayca hesaplanabilir):

1.1- İletkenlik katsayısının hesaplanması

Tablo 1 de pompalama deneyinin neticeleri verilmektedir. Bu tablo yardımıyla Şek. 1 deki $D = f(\log t)$ grafiği hazırlanır (burada D= düşümler (m), t= zaman (dakika)dır. Grafik daima, önce bir eğri sonra

Tablo - 1

Erbaa ovasında, Haziran 1963 te açılan Kızılçubuk araştırma kuyusunun birinci akiferinde yapılan pompalama deney neticeleri

Saat	Zaman farkı (dak)	Su seviyesi (m)		Düşüm (m)		Verim (lt/sn)	Düşünceler
		Pompaj kuyusu	Gözlem kuyusu	Pompaj kuyusu	Gözlem kuyusu		
05.00	—	2.40	2.65	0.00	0.00	—	Sabit debi ile pompaja başlandı. Gözlem kuyusunun pompaj kuyusuna olan mesafesi $r = 10$ m dir.
05.02	2	3.10	2.70	0.70	0.05	33.9	
05.04	4	3.47	2.76	1.07	0.11	»	
05.06	6	4.00	2.82	1.60	0.17	»	
05.08	8	4.32	2.90	1.92	0.25	»	
05.10	10	4.69	3.01	2.29	0.36	»	
05.15	15	4.80	3.30	2.40	0.65	»	
05.20	20	5.01	3.45	2.61	0.80	»	
05.25	25	5.20	3.56	2.80	0.91	»	
05.30	30	5.30	3.61	2.90	0.96	»	
05.35	35	5.40	3.63	3.00	0.98	»	
05.40	40	5.55	3.64	3.15	0.99	»	
05.45	45	5.79	3.65	3.39	1.00	»	
05.50	50	5.90	3.65	3.50	1.00	»	
05.55	55	6.07	3.66	3.67	1.01	»	
06.00	60	6.21	3.66	3.81	1.01	»	
06.05	65	6.30	3.68	3.90	1.03	»	
06.10	70	6.30	3.70	3.90	1.05	»	
06.15	75	»	»	»	»	»	
06.20	80	»	3.71	»	1.06	»	
06.25	85	»	3.71	»	1.06	»	
06.30	90	»	3.72	»	1.07	»	
06.40	100	»	3.72	»	1.07	»	
06.50	110	»	3.73	»	1.08	»	
07.00	120	»	3.73	»	1.08	»	
07.10	130	»	»	»	»	»	
07.20	140	»	»	»	»	»	
07.30	150	»	»	»	»	»	
07.40	160	»	»	»	»	»	
07.50	170	»	»	»	»	»	
08.00	180	»	»	»	»	»	
08.10	190	»	»	»	»	»	
08.40	220	»	»	»	»	»	
09.10	250	»	»	»	»	»	
09.40	280	»	»	»	»	»	
10.10	310	»	»	»	»	»	
10.40	340	»	»	»	»	»	
11.10	370	»	»	»	»	»	
11.40	400	»	»	»	»	»	

Tablo i- (devamı)

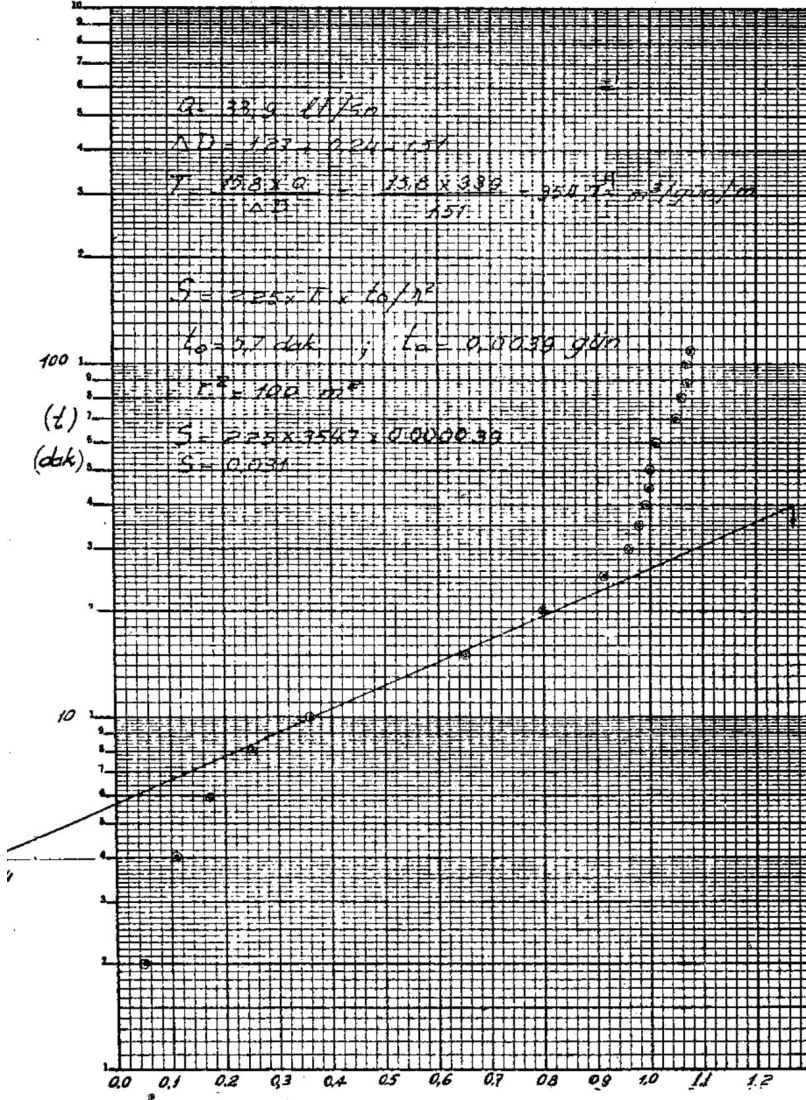
Saat	Zaman farkı (dak.)	Su seviyesi (m)		Düşüm (m)		Verim (lt/sn)	Düşünceler
		Pompaj kuyusu	Gözlem kuyusu	Pompaj kuyusu	Gözlem kuyusu		
12.10	430	6.30	3.73	3.90	1.08	33.9	Pompaj durduruldu.
13.10	490	»	»	»	»	»	
13.40	520	»	»	»	»	»	
14.10	550	»	»	»	»	»	
14.30	570	»	»	»	»	»	Yükselimlerin ölçülmesine geçildi.
14.32	572	»	3.29	»	0.64	»	
14.34	574	»	3.08	»	0.43	»	
14.36	576	»	2.92	»	0.27	»	
14.38	578	»	2.82	»	0.17	»	
14.40	580	»	2.77	»	0.12	»	
14.45	585	»	2.73	»	0.08	»	
14.50	590	»	2.70	»	0.05	»	
14.55	595	»	2.68	»	0.03	»	
15.00	600	»	2.67	»	0.02	»	
15.10	610	»	2.67	»	0.02	»	
15.20	620	2.43	2.67	0.03	0.02	»	

da bir doğru şeklindedir. Muayyen müddet pompajdan sonra grafiğin doğru kısmı, yukarıya veya aşağıya kıvrılacaktır. Yukarıya kıvrılması halinde (misalimizde olduğu gibi), düşüm konisinin ikinci bir besleyici tabaka ile irtibata geçtiği (ikinci bir akifer veya bir dere yatağı) anlaşılır. Aşağıya kıvrılması halinde ise, düşüm konisinin geçirimsiz bir yüzey ile irtibata geçtiği (akiferin geçirimsiz sınırı veya geçirimsiz bir fay) anlaşılır. Bunlara hidrojeolojide akifer limitleri adı verilmektedir. Limitlerin tâynini için muhtelif metodlar vardır. Fakat burada bahsedilmeyecektir.

Grafiğin doğru kısmını meydana getiren noktalar, bir cetvelle şekildeki gibi birleştirilir. İletkenlik katsayısı, bu doğrunun eğimi ile ve kuyuda çekilen debi ile ilgilidir. Aşağıdaki formülde, değerler yerine konarak iletkenlik katsayısı kolayca hesaplanabilir:

$$T = 15.8 \times Q / \Delta D \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}$$

(Burada T = iletkenlik katsayısı, 15.8 = ampirik bir değer (0,183 x 86.4) Q = kuyudan çekilen sabit debi (lt/sn), ΔD = bir logaritma periyodu içindeki düşüm değeri (m) dir.)



Şekil 1 -D = f (log t) grafiği (Kızılçubuk kuyusu birinci akifer pompalama deney neticeleri)

Misalimizde:

$$Q = 33.9 \text{ lt/sn}$$

$\Delta D = 1.51 \text{ m}$ dir ve iletkenlik katsayısı da $T = 354.7 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}$ olarak hesaplanmıştır.

Not: Yukarda bahsedilen metod, Jacob'a aittir ve yaklaşık metod ismi ile anılır.

1.2 -Geçirgenlik katsayısının hesaplanması

$K = T/e$ olduğundan ve

$$T = 354.7 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}$$

$e = 59 \text{ metre}$ (misalimizdeki akifer 11 - 70 metreler arasındaki çakıl tabakasına aittir).

olduğuna göre,

$$K = 60.1 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}^2 \text{ veya } \text{m}/\text{gün} \text{ dür.}$$

1.3 -Depolama katsayısının hesaplanması

Şekil 1 deki grafiğin, cetvelle çizilen doğru kısmı uzatılarak, zaman eksenini kestiği noktanın değeri (t_0) olarak kaydedilir (misalimizde bu değer 5.7 dakika veya 0.0039 gündür). Aşağıdaki formül yardımı ile depolama katsayısı kolaylıkla hesaplanabilir:

$$S = 2.25 \times T \times t_0 / r^2$$

Burada:

S = depolama katsayısı,

2.25 = ampirik bir değer,

T = iletkenlik katsayısı ($\text{m}^3/\text{gün}/\text{m}$),

t_0 = doğrunun (t) eksenini kestiği noktanın değeri (gün),

r^2 = (r = gözlem kuyusunun pompaj kuyusuna olan mesafesi (m)) dir.

Misalimizde bu değerler:

$$T = 354.7 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m},$$

$$t_0 = 0.0039 \text{ gün},$$

$$r^2 = 100 \text{ m}^2 \text{ (} r = 10 \text{ metredir).}$$

Bu değerler formülde yerine konduğunda,

$$S = 0.031 \text{ elde edilmiştir.}$$

Bu katsayılar hesaplandıktan sonra, muhtelif problemler çözülebilir. Şimdi birkaç misalle bu problemler üzerinde duracağız:

Problem 1: Kuyudan 33.9 lt/sn lik bir debi çekilmiş ve pompaj kuyusunda 24 saatlik pompaj sonunda 3.90 metrelik bir düşüm elde edilmiştir. Gözlem kuyusundaki düşüm ise 1.08 metredir. Şayet kuyuda 50 lt/sn lik bir debi, 48 saat (2 gün) müddetle çekilse idi, her iki kuyuda düşüm ne olurdu?

Bu problemin halinde daima kuyunun genel denkleminde hareket edilir.

Bir kuyunun genel denklemini:

$D = Q / 4\pi T \cdot W(u)$ ifadesi ile verilir.

Burada :

$D =$ düşüm,

$Q =$ kuyudan çekilen sabit debi,

$T =$ iletkenlik katsayısı,

$W(u) =$ kuyu fonksiyonudur ve

$u = r^2S / 4Tt$ ile verilmiştir. Ayrıca,

$r =$ pompaj kuyusu ile gözlem kuyusu arasındaki mesafe,

$S =$ depolama katsayısı,

$t =$ pompaj müddetidir.

(u) nun muhtelif değerleri için $W(u)$ fonksiyonu muhtelif cetvel ve grafikler halinde verilmiştir. (Arazide yapılan pompa tecrübelerinin kıymetlendirilmesi ve hidrolik katsayıların plânlamadaki rolü. T. A. Şeber 1962, DSİ Neşriyatı, No. 401-X-25.)

Bir kuyunun genel denkleminde, yukardaki ifadeler yerine konarak önce (u) değeri bulunur. Tablo veya grafiklerden bu (u) ya tekabül eden $W(u)$ bulunur. Sonra genel denklemde yerine konur.

Pompaj kuyusundaki düşüm

$$u = r^2S / 4 Tt$$

$$r = \text{kuyu yarıçapı} = 0.127 \text{ m}$$

$$u = (0.127)^2 \times 0.031 / 4 \times 354.7 \times 2$$

$$u = 0.000496 / 2837.6$$

$$u = 1.73 \times 10^{-7}$$

Gözlem kuyusundaki düşüm

$$u = r^2S / 4 Tt$$

$$r = 10 \text{ m}$$

$$u = (10)^2 \times 0.031 / 4 \times 354.7 \times 2$$

$$u = 3.1 / 2837.6$$

$$u = 1.09 \times 10^{-3}$$

$$W(u) = 15.01 \text{ (Tablodan)}$$

$$D = Q / 4\pi T \cdot W(u)$$

$$D = 0.05 \times 86400 / 12.56 \times 354.7 \cdot 15.01$$

$$D = 4320 / 4455 \cdot 15.01$$

$$D = 14.55 \text{ m}$$

$$W(u) = 6.24 \text{ (Tablodan)}$$

$$D = Q / 4\pi T \cdot W(u)$$

$$D = 0.05 \times 86400 / 12.56 \times 354.7 \cdot 6.24$$

$$D = 4320 / 4455 \cdot 6.24$$

$$D = 6.05 \text{ m}$$

bulunur. Demek ki, pompaj kuyusunda düşüm 14.55 metre, rasat kuyusunda ise 6.05 metre olacaktır.

Problem 2: Kuyudan iki gün müddetle 50 lt/sn lik debi çekilse, pompaj kuyusundan kaç metre mesafede düşüm tesbit edilmeyecektir? Diğer bir ifade ile bu şartlar altında kuyunun tesir yarıçapı nedir?

Bu problemin de hallinde, kuyunun genel denkleminde hareket edilir. R mesafede rasat kuyusunun bulunduğu ve burada 0,01 metre gibi çok cüzi bir düşümün olduğu kabulüyle, problem halledilebilir.

$$D = Q / 4\pi T \cdot W(u)$$

$$0.01 = 0.05 \times 86400 / 12.56 \times 354.7 \cdot W(u)$$

$$W(u) = 0.0103$$

$$u = 3.2 \text{ (Tablodan)}$$

$$u = r^2 \times S / 4 T t$$

$$3.2 = r^2 \times 0.031 / 4 \times 354.7 \times 2$$

$$r = 541 \text{ m}$$

Demekki, 541 metre ileride 1 cm gibi çok cüzi bir düşüm elde edilecektir. Veya bu değer ihmal edilirse tesir yarıçapı 541 metredir.

Problem 3: Aynı akiferde, birbirine mesafesi 800 metre olan iki kuyu mevcuttur. Her iki kuyudan da 50 lt /sn lik verimle işletme yapılması düşünülmektedir. Acaba kuyular girişim yapmadan kaç saat müddetle çalışabilirler? Diğer bir ifade ile, kuyuların ekonomik işletme müddeti nedir? Her iki kuyu arasında ve kuyulara 400 er metre mesafedeki bir noktada, teorik olarak düşüm sıfır olacaktır. Fakat pratikte bu noktada yine 1 cm gibi cüzi bir düşüm kabul edilecek ve problem buna göre çözülecektir.

Yine bir kuyunun genel denkleminde hareket edilir:

$$D = Q / 4\pi T \cdot W(u)$$

$$0.01 = 0.05 \times 86400 / 12.56 \times 354.7 \cdot W(u)$$

$$W(u) = 0.1103$$

$$u = r^2 S / 4 T t$$

$$3.2 = (400)^2 \times 0.031 \times 354.7 \times t$$

$$t = 1.09 \text{ gün veya 1 gün 2 saat 12 dakika elde edilir.}$$

Şu halde bu müddet, kuyuların 50 lt/sn lik debi ile ekonomik işletme müddetidir.

Problem 4: Kuyuya monte edilmesi istenen tulumbanın maksimum kapasitesi 25 lt/sn dir, ve en fazla 20 metre derinden su çekebilmektedir. Bu şartlar altında tulumba kaç saat çalıştırılabilir?

Kuyuda statik seviye 2.40 metredir. Dinamik seviye de en fazla 20 metre olabileceğine göre, düşüm 17.6 metre olacaktır.

Yine kuyunun genel denkleminde hareket edilir:

$$D = Q / 4\pi T \cdot W(u)$$

$$17.6 = 0.025 \times 86400 / 12.56 \times 354.7 \cdot W(u)$$

$$W(u) = 36.3$$

$$u = 1.5 \times 10^{-16} \text{ (Grafikten)}$$

$$u = r^2 S / 4 T t$$

$$1.5 \times 10^{-16} = (0.127)^2 \times 0.031 / 4 \times 354.7 \times t$$

$t = 233 \times 10^{-6}$ gün yani 638.000 sene bulunmaktadır ki, pratikte bu durum kuyunun 25 lt/sn lik bir debi ile istenildiği kadar çalışabileceğini göstermektedir.

Problem 5: 24 saat müddetle yapılan pompalama deneyi sonunda, kuyudan 33.9 lt/sn lik bir debi çekilmiş, buna mukabil 3.9 metrelik bir düşüm elde edilmiştir. Aynı müddet içinde, düşümün 2 metre olması arzu edilmektedir. Buna göre pompaj debisi ne olmalıdır?

Yine bir kuyunun genel denkleminde hareket edilir:

$$D = Q / 4\pi T \cdot W(u)$$

$$u = r^2 S / 4 T t$$

$$u = (0.127)^2 \times 0.031 / 4 \times 354.7 \times 1$$

$$u = 3.5 \times 10^{-7}$$

$$W(u) = 14.29 \text{ (Tablodan)}$$

$$2 = Q / 12.56 \times 354.7 \cdot 14.29$$

$$Q = 7.2 \text{ lt/sn bulunur.}$$

Demek ki 7.2 lt/sn lik bir debi ile kuyudan su çekilse 1 gün sonunda düşüm 2 metre olacaktır.

Bir kuyunun özgül verimi, debinin düşme oranı ile bulunur. Bu kuyudaki özgül verim ise: $33.9/3,9 = 8.69 \text{ lt/sn/m}$ dir. Yani 1 metrelik düşüm elde edebilmek için 8.69 lt/sn lik bir debi çekmek lâzımdır. Problem 5 teki gibi 2 metre düşüm elde edebilmek için ise, $2 \times 8.69 = 17.38 \text{ lt/sn}$ lik debi çekilmelidir. Halbuki problem 5 te bu değer çok daha küçük olarak çıkmıştır. Bu durum, kuyularda aritmetik orantıların cari olmadığını bir kere daha göstermektedir.

Hakikatte her kuyuda, filtre ve çakıllamalardan dolayı bir yük kaybı vardır. Pratikte hesaplamalar yapılırken bu yük kayıplarının da gözönünde tutulması gerekir.

2. KUYUDAKİ YÜK KAYIPLARININ HESAPLANMASI

Yukarda belirtilen bir kuyunun genel denklemi aslında aşağıdaki şekildedir:

$$D = Q / 4\pi T \cdot W(u) + CQ^2$$

Buradaki (C) yük kayıplarını ifade etmektedir, 1946 yılında Jacob, yük kayıplarının, yukardaki bağıntıda olduğu gibi, debinin karesi ile ilgili olduğunu belirtmektedir. 1953 te ise Rorabaugh, debinin (n) kuvveti ile ilgili olduğunu belirtmektedir ki, (n) çok defa (= 2) den farklı bir değerdir. n = 2 kabul edilmesi halinde yukardaki bağıntı.

$$D = B \cdot Q + CQ^2 \text{ şeklinde de yazılabilir. Burada: } B = W(u) / 4\pi T \text{ dir.}$$

Yük kayıplarının hesaplanmasında muhtelif metodlar mevcuttur. Burada sadece tatbikatı çok basit olan bir metoddan bir misalle bahsedilecektir. Misalimiz yine Erbaa ovasında açılmış olan Kızılçubuk araştırma kuyusunun ikinci akiferinde yapılan pompalama deneylerinden verilecektir.

Bir kuyunun (C) yük kaybının tayıni için üç veya dört değişik debi ile, muayyen bir müddet pompaj yapılır (Tablo 2).

(C) nin hesaplanması

Milimetrik kâğıda, muhtelif kademelerin seviye-zaman grafiği çizilir (Şekil 2). Her kademe başlangıcından eşit zaman sonraki (misalimizde bu zaman 100 dakikadır) düşüm değerleri tesbit edilir.

İkinci olarak, yine milimetrik kâğıda, debi özgül düşüm grafiği çizilir (Şekil 3). Noktalardan geçen en yakın doğrunun eğimi (C) yük kaybı sabitesini; doğrunun, özgül düşüm eksenini kestiği noktanın değeri de (B) değerini verir.

Misalimizde, $D = \text{metre}$, $Q = \text{m}^3/\text{sn}$ cinsinden alınarak, $C = 3077$ ve $B = 43$ bulunmuştur. Bu kuyunun denklemi ise:

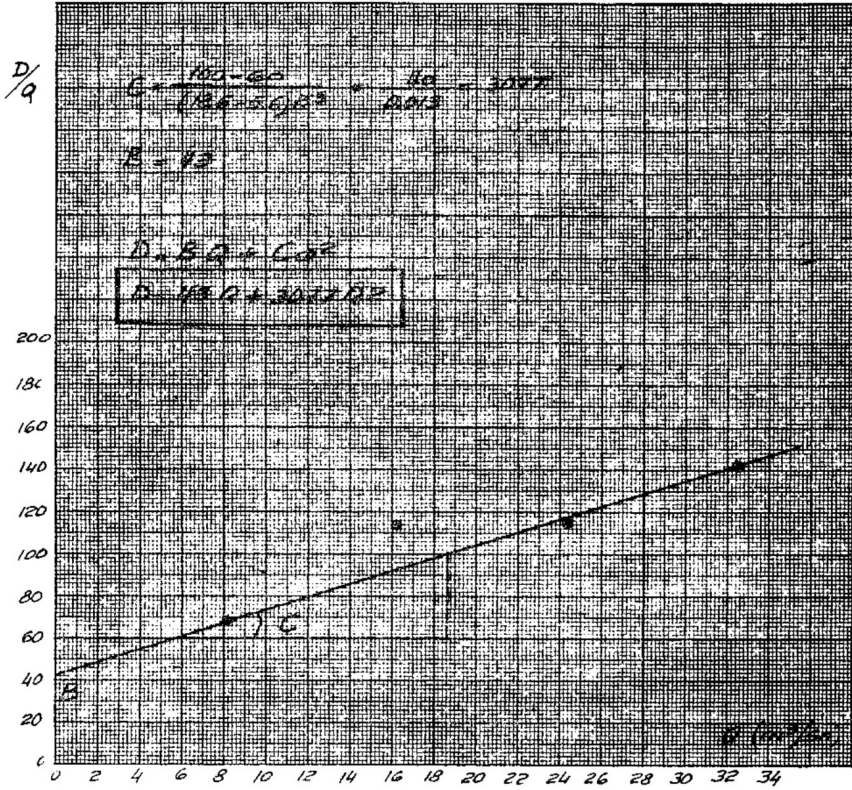
$$D = 43 Q + 3077Q^2 \text{ dir.}$$

Dördüncü kademe debisi 32.5 lt/sn veya 0.0325 m³/sn olduğuna göre, yukardaki kuyu denkleminde yerine konursa, düşüm hesaplanabilir.

$$D = 43 (0.0325) + 3077 (0.0325)^2$$

$D = 1.39 + 3,23 = 4.62$ metre elde edilir ki, hakikaten bu düşüm deney sonunda da elde edilmiştir (Tablo 2). Bu, hesapların doğruluğunu göstermektedir.

(C) yük kaybı sabitesi, kuyuda inkişafın iyi yapıp yapılmadığını göstermesi bakımından, pratikte çok önemlidir. Genel olarak $CQ^2 \leq 0.20 D$ ise, kuyuda inkişafın iyi olduğu, aksi takdirde kuyudaki akifer gözeneklerinin iyice açılmadığı ve uygun filtre seçilmediği neticesine varılır. Misalimizdeki kuyuda $C = 3077$ dir. İdeal kuyu şartında bu değer yerine konursa: $CQ^2 = 3.23 \text{ m}$ bulunur. Diğer taraftan $(0.2 \times 4.62) = 0.924 \text{ m}$ dir, ki küçüklük şartını sağlamamaktadır. Bu durum, kuyuda 25 saat müddetle inkişaf yapılmış olmasına rağmen, gerek akiferin ince elemanlardan ibaret oluşu ve gerekse filtrelerin ideal olmaktan çok uzak bulunuşu sebebiyle meydana gelmektedir. Netice olarak bu kuyuda yük kayıpları çok fazladır.

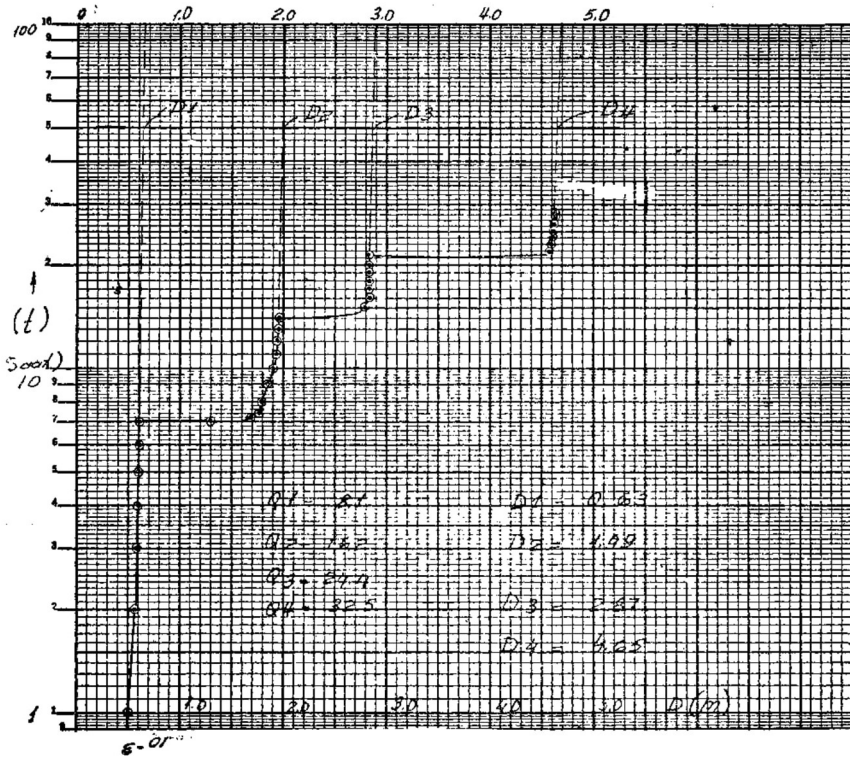


Şek. 3 - $D/Q = f(Q)$ grafiği (Kızılçubuk araştırma kuyusu ikinci akifer pompalama deney neticeleri)

Diğer taraftan, bir kuyunun düşüm-debi grafiği, $Q = C D^n$ ile belirlenmektedir. Buradaki (C) değeri, yük kaybı değerinden farklıdır. Pratikte bu grafiğin elde edilebilmesi için (C) ve (n) parametrelerinin tâyin edilmesi gerekir.

Aşağıda, Uluslararası Hidrojeologlar Kongresinin 1963 te Belgrad'da yaptığı genel toplantısı sırasında, J. LECLERC ve M. AUDIBERT (Fransa) tarafından belirtilen metotla bu değerlerin nasıl hesaplanacağı gösterilmektedir:

Yarı logaritmik kâğıda, aritmetik eksene düşümler (m) , logaritmik eksene de zaman (saat) taşınarak, Şekil 4 teki gibi grafik elde edilir. Her

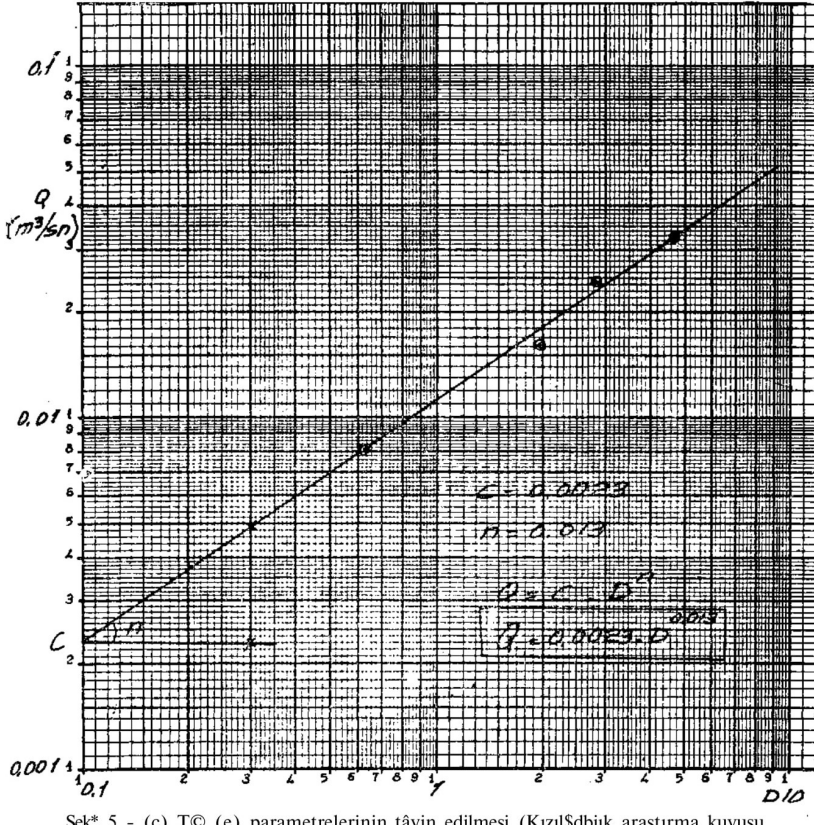


Şek. 4 - D = f (log t) grafiği (Kızılçubuk araştırma kuyusu ikinci akifer pompalama deney neticeleri)

kademe sonundaki nokta uzatılır. Her hangi (t) anında (misalde t = 50 saat alınmıştır) D₁ D₂ D₃ ve D₄ noktaları kaydedilir.

İkinci olarak, bu (D) değerleri ile her kademe için karakteristik olan (Q) değerleri, çift logaritmik kâğıda taşınır (Şekil 5). Dört noktadan en yakın olarak geçen doğrunun eğimi (n) parametresini; bu doğrunun (Q) eksenini kestiği noktanın değeri de (C) parametresini verir.

Misalimizde $Q = m^3/sn$; D = metre alınarak, C = 0.0023; n = 0,013 bulunmuştur ve bağıntı $Q = 0,0023 \cdot D^{0,013}$ şeklindedir.



Şek. 5 - (c) ve (n) parametrelerinin tâyin edilmesi (Kızılçubuk araştırma kuyusu, ikinci akifer pompalama deney neticeleri)

3. NETİCELER

Kuyularda yapılan pompalama deney neticelerine göre:

- 1) Kuyu hidroliği hakkında esaslı malûmat elde edilir,
- 2) Akiferin geometrisinde, fiziksel özelliklerine kadar bütün hassaları tâyin edilir,
- 3) işletme programı yaklaşık bir hassasiyetle tâyin edilir.

Tablo - 2

Erbaa ovasında, Haziran 1963 te açılan K,zılçubuk araştırma kuyusunun ikinci akiferinde yapılan pompalama deney neticeleri

Kademe No.	Saat	Zaman farkı (dak.)	Su seviyesi (m)	Düşüm (m)	Verim lt/sn	Düşünceler
I	13.00	—	2.40	—	8.1	Deney başlandı
	13.02	2	2.60	0.20	»	
	13.04	4	2.65	0.25	»	
	13.06	6	2.68	0.28	»	
	13.08	8	2.69	0.29	»	
	13.10	10	2.70	0.30	»	
	13.12	12	2.71	0.31	»	
	13.14	14	2.72	0.32	»	
	13.16	16	2.73	0.33	»	
	13.18	18	2.74	0.34	»	
	13.20	20	2.74	0.34	»	
	13.22	22	2.75	0.35	»	
	13.24	24	2.76	0.36	»	
	13.26	26	2.77	0.37	»	
	13.28	28	2.78	0.38	»	
	13.30	30	2.79	0.39	»	
	13.40	40	2.83	0.43	»	
	13.50	50	2.88	0.48	»	
	14.00	60	2.90	0.50	»	
	14.10	70	2.91	0.51	»	
	14.20	80	2.92	0.52	»	
	14.30	90	2.93	0.53	»	
	14.40	100	2.95	0.55	»	
	14.50	110	2.96	0.56	»	
	15.00	120	2.97	0.57	»	
	16.00	180	2.98	0.58	»	
	17.00	240	3.00	0.60	»	
	18.00	300	3.00	»	»	
	19.00	360	3.00	»	»	
	20.00	420	3.00	»	»	

Tablo 2 - (devamı)

Kademe No.	Saat	Zaman farkı (dak.)	Su seviyesi (m)	Düşüm (m)	Verim lt/sn	Düşünceler
II	20.02	422	3.70	1.30	16.2	II nci kademeye geçildi.
	20.04	424	3.98	1.58	»	
	20.06	426	4.03	1.63	»	
	20.08	428	4.07	1.67	»	
	20.10	430	4.10	1.70	»	
	20.12	432	4.12	1.72	»	
	20.14	434	4.15	1.75	»	
	20.16	436	4.15	»	»	
	20.18	438	4.15	»	»	
	20.20	440	4.15	»	»	
	20.30	450	4.16	1.76	»	
	20.40	460	4.17	1.77	»	
	20.50	470	4.17	»	»	
	21.00	480	4.19	1.79	»	
	21.10	490	4.21	1.81	»	
	21.20	500	4.23	1.83	»	
	21.30	510	4.24	1.84	»	
	21.40	520	4.24	1.84	»	
	21.50	530	4.25	1.85	»	
	22.00	540	4.26	1.86	»	
23.00	600	4.30	1.90	»		
24.00	660	4.32	1.92	»		
01.00	720	4.33	1.93	»		
02.00	780	4.35	1.95	»		
03.00	840	4.35	»	»		
III	03.02	842	4.70	2.30	24.4	III üncü kademeye geçildi
	03.04	844	4.90	2.50	»	
	03.06	846	5.00	2.60	»	
	03.08	848	5.05	2.65	»	
	03.10	850	5.10	2.70	»	
	03.12	852	5.11	2.71	»	
	03.14	854	5.12	2.72	»	
	03.16	856	5.13	2.73	»	
	03.18	858	5.13	2.73	»	
	03.20	860	5.14	2.74	»	
	03.30	870	5.15	2.75	»	
	03.40	880	5.16	2.76	»	
	03.50	890	5.17	2.77	»	
	04.00	900	5.18	2.78	»	
	04.10	910	5.18	2.78	»	
04.20	920	5.19	2.79	»		

Tablo 2 - (devamı)

Kademe No.	Saat	Zaman farkı (dak.)	Su seviyesi (m)	Düşüm (m)	Verim lt/sn	Düşünceler
	04.30	930	5.20	2.80	24.4	
	04.40	940	5.21	2.81	»	
	04.50	950	5.21	»	»	
	05.00	960	5.21	»	»	
	06.00	1020	5.21	»	»	
	07.00	1080	5.21	»	»	
	08.00	1140	5.21	»	»	
	09.00	1200	5.21	»	»	
	10.00	1260	5.21	»	»	
IV	10.02	1262	5.60	3.20	32.5	IV üncü kademeye geçildi
	10.04	1264	5.99	3.59	»	
	10.06	1266	6.78	4.38	»	
	10.08	1268	6.90	4.50	»	
	10.10	1270	6.96	4.56	»	
	10.12	1272	6.96	»	»	
	10.14	1274	6.96	»	»	
	10.16	1276	6.96	»	»	
	10.18	1278	6.96	»	»	
	10.20	1280	6.96	4.56	»	
	10.30	1290	6.96	»	»	
	10.40	1300	6.98	4.58	»	
	10.50	1310	6.99	4.59	»	
	11.00	1320	6.99	»	»	
	11.10	1330	7.00	4.60	»	
	11.20	1340	7.00	»	»	
	11.30	1350	7.00	»	»	
	11.40	1360	7.00	»	»	
	11.50	1370	7.00	»	»	
	12.00	1380	7.00	»	»	
	13.00	1440	7.02	4.62	»	
	14.00	1500	7.02	»	»	
	15.00	1560	7.02	»	»	
	16.00	1620	7.02	»	»	
	17.00	1680	7.02	»	»	Tulumba durduruldu
Yük.	17.01	1681	2.95	0.55	»	Yükselmelerin ölçülmesine başlandı
	17.02	1682	2.90	0.50	—	
	17.03	1683	2.89	0.49	—	
	17.04	1684	2.88	0.48	—	
	17.05	1685	2.87	0.47	—	Not : Hakikî statik seviye 2.40 metre olmayıp, 2.79 metredir.
	17.06	1686	2.86	0.46	—	

Tablo 2 - (devamı)

Kademe No.	Saat	Zaman farkı (dak.)	Su seviyesi (m)	Düşüm (m)	Verim lt/sn	Düşünceler
	17.07	1687	2.85	0.45	32.5	
	17.08	1688	2.84	0.44	—	
	17.09	1689	2.83	0.43	—	
	17.10	1690	2.82	0.42	—	
	17.12	1692	2.82	0.42	—	
	17.14	1694	2.80	0.40	—	
	17.16	1696	2.79	0.39	—	
	17.18	1698	2.79	»	—	
	17.20	1700	»	»	—	
	17.25	1705	»	»	—	
	17.30	1710	»	»	—	
	17.35	1715	»	»	—	
	17.40	1720	»	»	—	
	17.45	1725	»	»	—	
	17.50	1730	»	»	—	
	17.55	1735	»	»	—	
	18.00	1740	»	»	—	