

BİR SONDAJ KUYUSUNUN AÇILMASINDA MÜHENDİSLİK

Bu yazının hazırlanmasında Doodles Bugger Müşavere Heyeti tarafından yazılmış olan makalelerden istifade olunmuştur.

Ekrem DURUCAN

Son senelerde memleketimizde sondaj mevzuunun geniş bir ehemmiyet kazanmakta olduğu görülmüştür. Sondaj mevzuu maden aramaları, jeofizik araştırmaları, su ve petrol aramaları ile çok yakından münasebattır. Önümüzdeki yıllarda bu mevzuun çok daha büyük bir önem kazanacağına muhakkak nazarıyla bakılabilir. Bu düşünce ile bu mevzuda sondaj mühendislerine bir nebze faydalı olacağı ümidiyle bu yazı hazırlanmıştır.

Memleketimizde sondaj mevzuunda, bu güne kadar çok az neşriyat yapılmasına mukabil, sadece M. T. A. Enstitüsü tarafından maden aramak maksadiyle her sene takriben 30.000 metre sondaj kuyusu açılmaktadır. Ayrıca Petrol Anonim Ortaklığı tarafından petrol arama ve istihsal kuyuları, D. S. İşleri tarafından ise su arama ve istihsal kuyuları açılmaktadır. Son senelerde yabancı şirketler petrol arama maksadiyle muhtelif mmtakalarda sondajlara başlamış bulunuyorlar. Bütün bunlardan ayrı olarak hususi teşebbüs de temel ve su etüdüleri yapmak üzere sondajlardan istifade etmeye başlamış bulunmaktadır. Bütün bunlar bize gösteriyor ki çok yavaş da olsa Türkiyede yeni bir Sanayi gurubu doğmakta, bunun yanında, yeni bir meslek zümresi teşekkül etmektedir. Problemlerin çok değişik çok şümüllü olması karşısında teşekkül eden, sanayi gurubunun, potansiyelinin pek az olduğu muhakkaktır. Fakat işin en güç kısmı başarılmıştır. Bundan sonra sondaj sanayiinin geliştirilmesi ve sondaj personelinin tekâmül ve kalifikasyonu üzerinde ehemmiyetle durmak gerekecektir.

Halen memleketimizde en müttekâmil sondaj makinaları ile çalışıldığı, hariçteki yeniliklerin en kısa zamanda Türkiye'ye getirildiği bir vakiydir.

Yeraltı servetlerinin süratle aranması ve istihsali için lüzumlu bulunan adette sondaj makinasının temini ve elemanlarının yetiştirilmesine lüzum vardır.

Bu hususta bir misal olarak 1959 yılında New Mexico eyaleti Albuquerque şehrine 60 km. mesafede Grant's kasabasında sadece uranyum arama ve işletmelerinde 300-750 metre kapasiteli elliden fazla sondaj makinasının çalıştığını söylemek isteriz.

Bu misal memleketimizin çok değişik ve şümüllü problemlerinin halli için ne kadar sondaj makinasına ihtiyaç olduğunu veya olabileceğini göstermektedir.

Sondaj kuyu mühendisi veya sondör her zaman mevcut matkap basıncıyla azami delme hızını elde edebilmek için mümkün olan en küçük matkap eb'adını tercih etmelidir. 2 7/8 Drill Pipe'lar ile 4 1/4 - 4 3/4 matkapların verimli olarak kullanılmalarına mukabil, (N) 2 3/8 Drill Pipe'lar ile 3 7/8 matkaplar azami randıman sağlar.

Tipik bir sismik sondajı mevzubahis problemleri izah etmek üzere ele alınarak analiz edilecektir. Şekil: 1.

Kuyu başlangıçta 5 5/8 ilâ 6 1/4 matkapla açılmış olup Kelli deliği olarak adlandırılmıştır. Onu (Şekil: 1) müteakip 4 ilâ 4 1/2 inçlik kısa bir bölge mevcut olup, onun altında gevşek formasyon içinde (kum veya ufak çakıl) etrafı boşalmış bir kısım görülmektedir. Kumlu gevşek sahrelerin altında şist içinde delinmiş olan normal delik gelmektedir.

Sondaj operasyonu esnasında delici sistemin en altında bulunan matkap bütün sistemle birlikte dönerek tabakaların içine doğru müfuz eder. Bu esnada meydana gelen (cuttings) kesintilerin dışarı atılması icabe-



Şekil: 1

ğından kesintiler kuyunun her hangi bir noktasında cidar yığılması yapabilir.

Teçhizat:

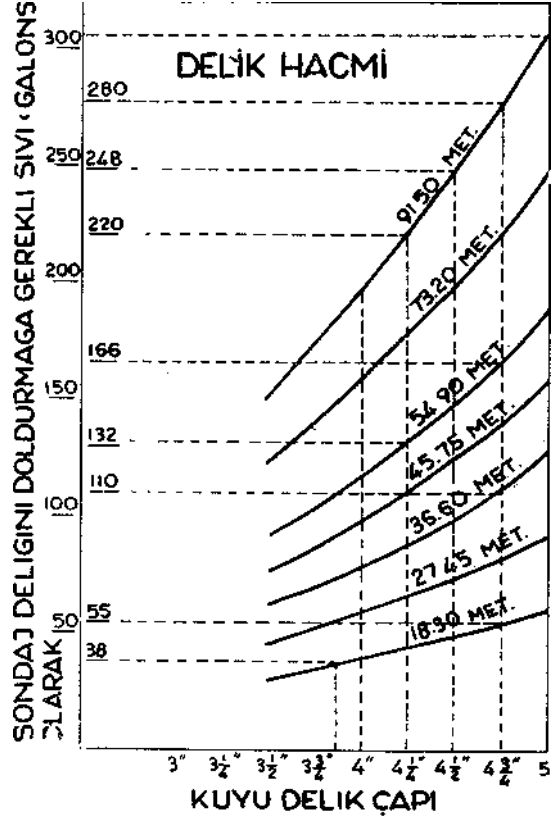
Jeofizik maksatlarla yapılacak sismik sondaj makinalarının umumî karakteristikleri (Şekil: 2).

Yukardaki cetvel mevcut makinalara göre en uygun matkap kutrunu seçmekte bir klavuz olarak kullanılabilir. Fakat hükümleri pek kafi kabul olunmamıştır.

Kuyu ve matkap eb'atları:

Delik çapı, matkap çapma tabidir. Delik çapının seçilişinde (Tool Joint) takım bağlama parçalarının (caising) muhafaza borularının ve sondaj deliğine indirilmek istenen dinamit çapları nazarı itibara alınmalıdır. Sağlam sahrelere sondaj yapıldığı zaman kuyu çapıyla matkap çapı hemen hemen birbirine eşittir. Delme gayet rahat olur, ve kuyu deliği temizdir.

der. Kesintiler yeryüzünden pompa ile delici sistemin içinden muayyen bir tazyikle gönderilen sıvı tarafından yer yüzüne taşınır. Şekil 1 de görüleceği veçhile kesintiler normal sondaj deliğinde çok az bir kayma ile yukarı taşındığı halde genişlemiş delik bölgesinde kesintiler köprü yapmaktadır. Kuyu eb'adı genişlediği zaman sıvı dönüş sürati düşmüş olacağından kesintiler dibe doğru çöker. Bu hadise kelli deliğinde olursa bu hadiseye (bauting) denir ve bu anda tulumbalar zorlanır. Normal delik ölçüleri aşılarak ve pompa kapasitesi nazarı itibara alınmadan açılan sondaj kuyularında, bütün delik boyunca sıvı sürati düşük olacağından kesintiler kuyunun her hangi bir noktasında cidar yığılması yapabilir.



20-90 metrelik sismik sondaj deliklerinde (tool joint) kutru ile matkap kutru arasındaki farkın 2,5 cm. olması kâfidir. Yani tool joint'lerin dış çapı 3 1/4" ine olduğu takdirde 4 1/4" matkap kullanılır. 2 3/8" dış kutru olan (N) Drill Pipe'larla 3 1/2" ine kutrunun matkaplar iyi netice verir. Sür'atli ilerlemek için kâfi baskı mevcut olan hallerde matkap kutru daha büyük olabilir. 3 7/8" ilâ 4 1/4" tool joint'lerle 4 1/2" ilâ 4 3/4" matkaplar kullanılır.

Gevşek örtü tabakalarının delinmesinde umumiyetle küçük kuturlu matkap kullanılmasına mukabil sondaj delik kuturları çok daha geniş olur.

Yapışkan killerin delinmesinde matkap kutrunu küçük tutmak için azamî gayret sarfedilmelidir. Bu suretle hemen hemen matkap çapma eşit çaptan bir delik elde edilir ve sirkülasyon sıvısının dönüş sürati artması neticesinde kuyunun temiz kalması temin edilmiş olur. Büyük kuturlu matkaplar fazla kesinti verirler. Deliğin büyüklüğü do-

Kamyona monte sondaj Mk.	Pompa veya Kompresör ebadı	SONDAJ TİPİ (Sahre bakımından)		
		Yumuşak veya yapışkan	Konglomera blok kaya	Sert şist ve gre
Mayhew 100	4 1/2×5	3 1/2" — 3 3/4"		3 1/2" — 3 3/4"
Failing 36	4×5	3 1/2 — 3 7/8	4 1/4	3 1/2 — 3 7/8
Mayhew 200	4 1/2×5	4"	4"	
Carey "H"	Centrifugal	3 1/2 — 3 7/8		4"
Amerikan Gear	Centrifugal	3 3/4 — 4"		4"
Failing 750	4 1/2×5	3 3/4 — 4"	4" — 4.1/4 T. M.	3 3/4 — 4"
Mayhew 600	4 1/2×5	4 1/4	4 1/4 — 4.1/2	4 1/4
Failing 1500	4 1/2×6	4 1/4	4 1/2"	4 1/4
Failing CFD-2	5×6	4 1/4	4 1/2	4 1/4
Mayhew 1000	5×6	4 1/4	4 1/2	4 1/4
Failing CFD-1 Kompresörlü	5×6 500 CFM	4 1/2	4 1/2 — 4 3/4	4 1/2"
Mayhew 1000 Kompresörlü	5×6 500 CFM	4 1/2	4 1/2 — 4 3/4	4 1/2

layısıyla sirkülasyon sıvısının dönüş sürati azalacağından kesintilerin birbiri üzerine binmesi ve yapışarak köprü yapmasına meydan verilmiş olur. 2 3/8 Drill Rod kullanıldığı takdirde 3 7/8 ilâ 4" matkap 2 7/8 Drill Pipe kullanıldığı takdirde ise 4 1/4" ilâ 4 1/2" matkap kullanılması tavsiye olunur.

Sondaj rotan devri ile tulumba devirleri münasip bir şekilde ayarlanabildiği hallerde sondaj makinasını tek bir motorla çalıştırmak mümkündür. Bununla beraber ayrı, ayrı transmisyonlu sondaj makinalarında tulumbanın süratini müstakilen kontrol etmek mümkün olduğundan pompanın jet tesirinden istifade kabil olduğu gibi, sert formasyonların gayet az kesinti ile delinmesinde tulumbanın daha az güçle çalıştırılması mümkün olur.

Bir müessir olarak pompa kapasitesi:

Bir sondaj kuyusunda tulumba kapasitesinin müessir olduğu en mühim husus kesintilerin kuyu cidarında yığılmasıdır. (Wall

Pacing) büyük kapasiteli bir tulumbanın bütün formasyonlarda küçük kapasiteli pompalardan iyi netice vereceği umumiyetle kabul olunan bir keyfiyettir. Bununla beraber büyük tulumba kullanmak yerine pek alâ küçük çapta delik delmek ve bu suretle küçük kapasiteli tulumbarla da verimli olarak çalışmak bir çok hallerde mümkündür.

4 3/4" kutrundaki bir kuyu 4 1/4" kutrundaki bir kuyuya nazaran % 25 fazla kesinti verir. Öyleki sabit kapasiteli bir tulumbayla vahit hacme isabet eden kesinti % si artar. 2 3/8" tijlerle çalışılan 4 3/4" kutrundaki bir sondaj kuyusunda sıvı geri dönüş sürati 4 1/4" kutrundaki bir kuyuya nazaran % 36 daha yavaştır. Bu basit misal kuyu ebadında yapılacak ufak bir değişimin delme şeraitine ne kadar çok müessir olacağını göstermektedir. Son seneler zarfında tulumba kapasiteleri bir taraftan yükselirken diğer taraftan standart delik çapları da devamlı olarak küçültülmüştür. On sene evline kadar 5" Juk matkaplarla 4×5" luk tulumbarlar

pek müteammim idi. Şimdi ise 4 1/2" veya 4 1/4" lık matkaplarla 5x6" tulumbar taammüm etmiştir. Alışılmış olan küçük tip tulumbar ve sondaj makinaları halâ kullanılmakta ise de jeofizik maksatlar için yapılan sondaj kuyuları 3 1/2" ile 4 1/4" matkaplarla delinmektedir. Yavaş yavaş 3 7/8" ve 4" matkaplarda taammüm etmektedir.

Sondaj kuyusu sathı ve boşluk sathı:

Boşluk sathı kuyu kutrunun delici sistem

Şekil: 3.

Kuyu delik çapı in.	Delik alanı Sq. in.	2 3/8 Drill Rods kullanıldığına göre boşluk alanı Sq. in.
3 1/2		5.19
3 3/4	9.62	6.61
3 7/8	11.04	7.36
4	11.79	8.14
4 1/4	12.57	9.76
4 1/2	14.19	11.47
4 3/4	15.90	13.29
5	17.72	15.21
	19.64	

4 3/4 matkapla açılmakta olan bir sondaj kuyusunda formasyonun yapışkan olması dolayısıyla kesintilerin cidar yığılması, köprü gibi hadiselerle sebebiyet verdiği görülmüştür. Aynı mınıtkada 4 1/4 ile delinen bir sondaj kuyusunda kesintilerin bir-birlerine yapışmadan temiz bir şekilde çıktığı ve biraz evvel bahsedilen aksaklıklara rastlanmadığı müşahade edilmiştir. Bahsi geçen kesintiler bir çamur havuzunda bir kaç dakika bir arada duraklayınca kesintilerin birbirine yapışarak çöktükleri görülmüştür.

Binnette sirkülasyon sıvısının dönüş hızının çok mühim olduğu ve büyük tulumbar kapasiteleri ile bu mahzurların önlenileceği anlaşılmaktadır. Bunun ters yönünde gidildiği takdirde delik çapını küçültmek suretiyle sıvı dönüş hızını arttırmak kabildir. Ayrıca kullanılan delici sistemin dış kuturları arttırılarak boşluk alanının küçültülmesi neticesinde sıvı dönüş hızının arttırılması kabildir.

Muhtelif delik kuturları ile sirkülasyon sıvısının dönüş hızlarını gösterir mukayese tablosu (dakikada feet olarak.)

Not - Pompa stroku dakikada 70, pompa randımanı % 80 olduğuna ve 2 3/8" dış çaplı (Drill Rod) kullanıldığına göre sıvı dönüş sür'ati ve kuyu çapı münasebetlerini gösteren tablo hazırlanmıştır.

kuturları farkına tekabül etmektedir. Burada bahsi geçen halka şeklindeki boşluk sirkülasyon sıvısının dönüş süratinin hesaplanmasında esas faktörlerden biridir. Delik kutrunun yapılacak 1/4" luk değişiklik küçük çaplı sondaj kuyularında takriben % 30 büyüklerde ise % 15 makta artışına sebep olmaktadır. Dolayısıyla sıvı dönüş süratleri de bunlarla mütenasip olarak değişmektedir.

Bu hususlarda yapılan ilk tetkiklerden biri olarak 1948 de A. P. I. neşredilen Drilling and Production Practice in 35. sayfasında sirkülasyon sıvı sürati ve delme hızı hakkında Nolly, Cannon ve Ragland'ın makalesi gösterilebilir. Gene aynı mecmuanın 1941 tarihli nüshasında R. J. Pigot sıvı süratlerini inceleyen makalesinde sondaj kesinti parçalarının kayma hızları hakkında formüller vermiştir.

Sondaj sıvısının sürati düşük olduğu takdirde çamur veya sudaki kesintiler dibe doğru çöker. Su içersinde 0,5" çapında yuvarlak bir zerrenin kayma hızı 1,37 metredir. 4 1/4" matkapla delinen sondaj kuyuları 4 3/4" matkapla delinen sondaj kuyularına nazaran daha süratle delinir ve daha az cidar yığılması olur.

Kuyu hacmi ve sıvı ihtiyacı:

Sondaj için sık sık su ihtiyaçları artar ve sondaj makinaları su bekleme sebebiyle durur. Bu sebeple extra su temini zaruridir. Sondaj zamanının kaybedilmesi veya hususi ağır bir sıvı hazırlanması sondaj maliyetine ilâve olur.

Kuyu delik çapının azaltılması mümkün olan hallerde hem delme işinin verimi yükselir ve hem de su ihtiyacı azalır. (Karot olarak yapılan sondaj ameliyeleri, petrol arama, istihsal ve şu sondajlarının hususi sebep-

Şekil: 4.

Sondaj sıvısının idael dönüş sür'ati dakikada
3,81 - 5,08 metredir.

Pompa ebat ve kapasitesi	Kuyu çapı İnc.	Sıvı dönüş sürati dakikada metre	
4"×5" 59. galon/dakika	3 1/2	5.53	2 3/8" dış çaplı Drill Rods'lar kullanılmıştır.
	3 7/8	3.88	
	4 1/4	2.92	
	4 1/2	2.49	
	4 3/4	2.16	
4 1/2"×5" 4"×6" 71 galon/dakika	3 1/2	6.65	4 1/2"×5" ve 4"×6" pompaların verimleri takriben aynıdır. Fakat 6" strok pompaların tazyikleri daha yüksektir. ve daha derin sondajlarda kullanılır.
	3 7/8	4.70	
	4 1/4	3.56	
	4 1/2	2.92	
	4 3/4	2.62	
4 1/2"×6" 91 galon/dakika	3 1/2	8.59	
	3 7/8	6.07	
	4 1/4	4.55	
	4 1/2	3.89	
	4 3/4	3.35	
5"×6" 112 galon/dakika	3 7/8	7.42	
	4 1/4	5.59	
	4 1/2	4.78	
	4 3/4	4.11	

leri dolayısıyla mevzuun dışında olduğuna işaret etmek yerinde olur). Bu günün tecrübelerine nazaran sondajın bir an evvel bitirilmesi ve su ikmali işinden dolayı randıman düşmesine mani olmak için kimyevi seyrelticiler kullanılmaktadır. Delik çapı küçüldüğü zaman % 10 ile % 25 arasında bir tasarruf meydana gelir. Su kaybı, kuyudaki çatlaklardan, boşluklardan dolayı olduğu gibi, kuyu cidarından 5 cm. mesafeye kadar âbsorbasyon olayı vukubulur. Âbsorbasyon miktarı aşağıdaki faktörlere tabidir.

- 1 — formasyonun geçirgenliği
- 2 — " porözitesi
- 3 — " işba derecesi

Delik hacmi ve duvar âbsorbasyon münasebetini gösteren bir tablo aşağıya dercedilmiştir ve bu tablo 27.50 metre derinlikteki bir kuyu esas alınarak hazırlanmıştır.

Muhtelif delik eb'atlarının mukayesesinde su kaybının, sondaj yapılan kuyuyu doldurmak için lâzım olan suyun % 84-113 ü nisbetinde olduğunu göstermektedir. (Kuyuda

İnc kuyu çapı	Galon kuyu hacmi	Galon Porözite % 35 kabul edilerek	Delik hacmi % sı olarak duvar âbsorbasyonu
3 3/4	54	59	113
4	58	62	107
4 1/4	64	64	97
4 1/2	74	67	91
4 3/4	82	69	84

boşluk ve mağara, çatlak olmadığı ve aynı zamanda formasyonda doyma hali olmadığı kabul edilerek)

Keyfi olarak suyun absorpsiyon kaybını emniyetle % 100 olarak alabiliriz. Şimdiye kadar bahsedilenlere ilâveten kesintilerin ayrılması, havuzların doldurulması, irtibat ve su kanallarındaki dolaşmalar dolayısıyla su kaybı olur. Bu miktarlara ilâveten % 100 nisbetinde suya ayrıca ihtiyaç olur. Netice olarak denilebilir ki her hangi bir derinlikteki kuyuyu doldurmak için lüzumlu miktar suya ilâveten bu miktarın iki misli fazla suya ihtiyaç vardır. Bir kuyuyu doldurmak için lüzumlu su miktarı bulunup üç kat sayısı ile çarparak hakiki su ihtiyacı bulunur.

Bazı neticeler:

Sondaj deliklerinin ekonomik olarak açılmasında mühendislik önemli bir yer işgal etmektedir, tşin mevzuuna kuyunun derinliğine göre sondaj makina ve tipleri, formasyon cinslerine göre matkap tip ve cinsleri seçilmelidir. Eğer karotlu sondaj ise tabaka cinslerine göre karotiyerlerin seçilmesi icabeder.

Pompaların da kuyu derinlik ve çaplarına göre formasyon cinslerine göre tayin edilmesinde zaruret vardır. Ekipmanların en iyi şekilde seçilmesi dahi meseleleri tam manâsiyle halletmez.

Sondaj çamurunun hazırlanmasında hususi killer ve bazı kimyevi maddeler kullanmak, çamurun ağırlık ve viskozitesini tabaka cinslerine, kuyu derinliğine göre ayarlamak icabeder. (Çamur mevzuuna ayrı bir makale olarak ilerde temas edilmeye çalışılacaktır).

Tabaka ve matkap cinslerine ve derinliğe göre sondajda matkap üzerine verilecek ağırlık ve rotari devirlerinin ayarlanması lüzumludur.

Yukarda bahsettiğimiz bütün meseleleri en iyi şekilde hallederek ekonomik bir sondaj deliğinin açılabilmesi bu mevzuda kullanılacak elemanların ehliyet ve bilgisine, daimi olarak değişen problemlerin çözülebilmeleri mühendislerin bilgi ve tecrübelerini bu işe katmalarıyla mümkün olabilir.