

# *Elmaslı Sondajlarda Kuyu Sapmaları*

Yıldırım ÖZBAYOĞLU (\*)

## ÖZET

*Sondajlıkta, Üzerinde önemle durulması gereken hususlardan biri de; kuyunun başladığı noktadan tabana kadar aynı doğrultuda açılması sağlanmalıdır. Ancak, gerek sondajın tabiatından gelen nedenlerle ve gerekse diğer faktörler sebebiyle sondaj kuyularında sapma her zaman karşılaşılan olağan hadiselerdendir. Bazı durumlarda başlangıç doğrultusuna nazaran 30 - 40 'e kadar varan —ve hatta geçen— bu sapmalar farkına varılmadığı veya gerekli önlemler alınmadığı takdirde, ara-malar ve rezerv hesaplarında çok büyük hataların oluşmasına sebep olurlar. Unutulmamalıdır ki; yanlış bilgi edinmektense, hiç bilmemek çok daha iyidir. Dik olarak başladığı halde, bitiminde az çok yatay duruma gelmiş ve kuyu boyunca bükülmüş çember yayı görünümünde olan sondaj kuyularını raslanılmış hadiselerdendir.*

*Bu yüzden, delinen kuyuların eğimlerinin periyodik olarak ölçülmesi ve kuyu istikametlerinde gerekli düzeltmelerin yapılması elmaslı sondaj işlevinin ana esaslarındandır.*

## ASBTRACT

*In drilling, one of the most important points to be considered is; to maintain the same direction in the hole from start point to the bottom. But, either due to the facts resulting from the nature of drilling or through the other reasons; the hole deviation in drilling is always encountered. In some cases, deviation about 30° to 40° —even more— is quite possible, and if this deflection is not determined and the necessary measures are not taken; this may lead to make big mistakes in exploration and ore reserve calculations. The holes started vertically but ended up almost flat and having a bearing swung in a semi-circular course are not very rare.*

*Therefore, surveying the drill holes periodically and to make the necessary corrections must be essential in diamond drilling business.*

1. CJKI!?

Başlatıldı. Doğrultudan sapan sondaj kuyularının sapma miktarları, asgaride tutulabileceği gibi, aynı zamanda tekrar arzu edilen doğrultusuna kavuşturuılarak sapan sondajlar gayesine uygun bir hale ge-

(\*) Maden Yük. Muh.

tirilebilirler. Bazı özel durumlarda ise, düzgün doğrultusunda açılmakta olan bir sondaj kuyusunu kendimiz **\*Wmak** durumunda kalabiliriz. Genel olarak yapmak gerekirse; her kuyuda sapmayla karşılaşabilmesine rağmen, sondajlar derinleştiğince —100, 150 m'nin altında— kuyu sapmaları çok daha fazla olasılık göstermekte ve önem derecesi

de o nisbette artmaktadır. Diğer taraftan, kuyu çapı geniş tutuldukça sapma ihtimali ve sapma miktarı da azalmaktadır.

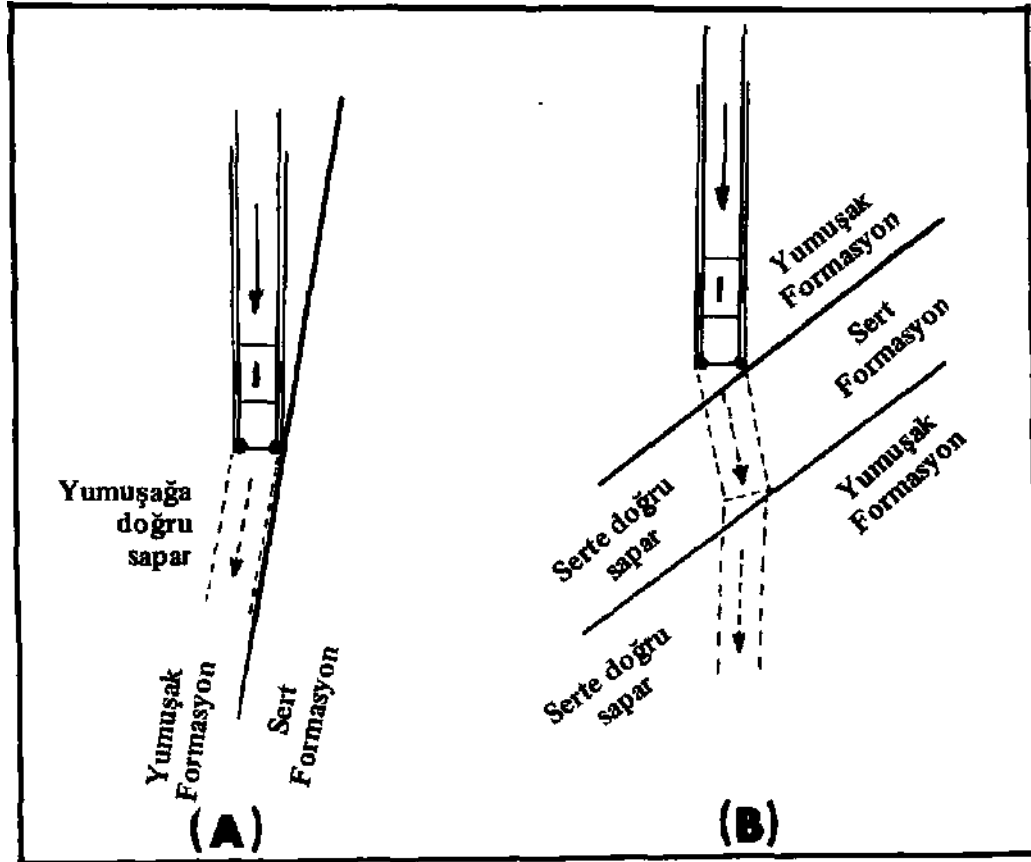
## 2. KUYU SAPMALARINA SEBEP OLAN FAKTÖRLER

Bunları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Aşırı morset baskısı,
- Kuyu çapına nazaran çok daha küçük çapta tij ve karotiyer kullanılması (ması),
- Aşınmış ve eğri tijlerin takım dizisi içinde kullanılması,
- Morsete takılan tijin, morset kovanının tam ekseninde merkezlenmemesi,
- Aşınmış ve çaptan düşmüş elmas kron ve port-kron kullanılması,
- Sirkülasyon sıvısının aşırı miktar ve basınçta kuyuya pompalanması,
- Formasyona uygun spc ve tipte elmas kron kullanılmaması,

- Birbirini takip eden sert ve yumuşak formasyonlar,
  - Yataklanma yüzeyleri ve şistozite,
  - Yeraltı boşlukları ve mağaralar,
  - Çatlak sistemleri ve faylanmalar,
  - Takım dizisinin ve ucundaki matkabın dönmesi nedeniyle hasil olan, spiral şeklindeki sapma temayülü.

Yataklanma yüzeyi veya kontak gösteren, sert ve yumuşak formasyonlardan meydana gelmiş bir sahada sondaj yapılırken; açılmakta olan kuyunun doğrultusu ile yataklanma yüzeyi arasındaki açı kuyunun sapacağı yön bakımından önem taşır. Şayet, kuyumuzun doğrultusu ile yataklanma yüzeyi arasındaki açı çok küçük ise  $-3^{\circ}$ ,  $5^{\circ}$  bir yansıma meydana gelecek ve kuyumuz yumuşak formasyona doğru sapacaktır (Şekil 1-A). Ancak, kuyunun doğrultusu, yataklanma yüzeyiyle daha geniş bir açı yapıyorsa meydana gelen sapma — yumuşaktan sertte veya sertten yumuşağa geçerken — her iki halde de sert formasyon yönüne doğru olacaktır (Şekil 1-B).



Şekil 1. Kuyu doğrultusu ile yataklanma yüzeyi arasındaki açıya göre sondaj kuyularındaki sapma istikametleri.

Yukarıda yazılanların, mutlaka her formasyon kontağı geçilişinde ve her sondajda meydana geleceği düşünülmemelidir. Ancak, yataklarına ve kontak yüzeyleri geçildiği veya şistozite kesildiği zaman kuyu doğrultusunun periyodik olarak ölçülmesinde çok büyük bir yarar olduğu da unutulmamalıdır.

### 3. KUYU SAPMALARINA KARŞI ALINACAK TEDBİRLER

Elmas kron ve takım dizisinin dönmesi nedeniyle meydana gelen kuyu sapmasını önleyebilmek tabii ki mümkün değildir. Fakat, aşağıdaki hususlar yenne getirilerek sapma miktarları minimuma indirilebilir:

- Açınmamış —çaptan düşmemiş- ve kesici özelliği yüksek —formasyona uygun spc ve tipte— elmas kronların kullanılması,
- Mümkün olduğu kadar uzun boyda (15 ft'lik), aşınmamış ve eğri olmayan karot i y eri erin kullanılması,
- Tarayıcı Özelliğe sahip port kron kullanılması,
- Kuyu çapına uygun genişlikte, eğri olmayan ve bağlantıları düzgün tijler kullanılması,
- Bilhassa kuyular sığ iken —30 m'ye kadar— karotiyerlerin üst tarafına ağırlık tijleri (guide rod) bağlanılarak kullanılması,
- Çap düşmelerinde mutlak surette boru I am a yapılması,
- Düşük morset baskısı uygulanması ve takım beslenmesinin (feed) yavaş yapılması,
- Sirkülasyon sıvısının uygun basınç ve debide sağlanması,
- Kuyu istikametlerinin uygun aralarla ölçülerek —bilhassa sapma olasılığı fazla olan kuyularda— gerektiğinde kuyu saptırma kamalarının kullanılması.

Genellikle 2°'ye kadar olan sapmalar, etüd yapanlar tarafından zararlı görülmemekte, daha fazla olan sapmalar için kuyuların doğrultulması gerekli bulunmaktadır.

Kuyu sapmalarının önemi ve bilhassa tespit edilmediği zamanlar ne derece büyük hataların yapılmasına sebep olabileceği hakkında bir fikir vermek üzere aşağıdaki tablo hazırlanmıştır. Tablo hazırlanırken, dik bir sondajın teorik olarak başlama noktasından saptığı varsayılmış —ki, pratikte olmayacak

bir durumdur—, çeşitli sapma açıları ve derinliklere göre, kuyu tabanının sapma neticesinde bulunduğu nokta ile hedef alınan nokta arasındaki farklılık; sapma miktarı olarak İşlenmiştir.

Sapma Açısı	Kuyu Derinliği (m)	Tabandaki Sapma M
2°	30	1.05
2°	50	1.75
2°	100	3.49
2"	500	17.45
5"	30	2.63
5°	50	4.38
5°	100	8.75
5"	500	43.75
10°	30	5.29
10°	50	8.82
10°	100	17.63
10"	500	88.15
15"	30	8.04
15"	50	13.40
15°	100	26.79
15°	500	133.95
20°	30	10.92
20"	50	18.20
20"	100	36.40
20"	500	182.00

Yukarıdaki sakıncanın yanı sıra, sondaj kuyularında meydana gelen sapmalar; takım dizisini meydana getiren elemanların aşırı derecede yıpranmasına, takım titreşimi ve kamçılama ve dolayısıyla da kuyu yıkıntıları ve karot zayıflama sebepleri olabilirler.

### 4. KUYU SAPMALARININ ÖLÇÜLMESİ

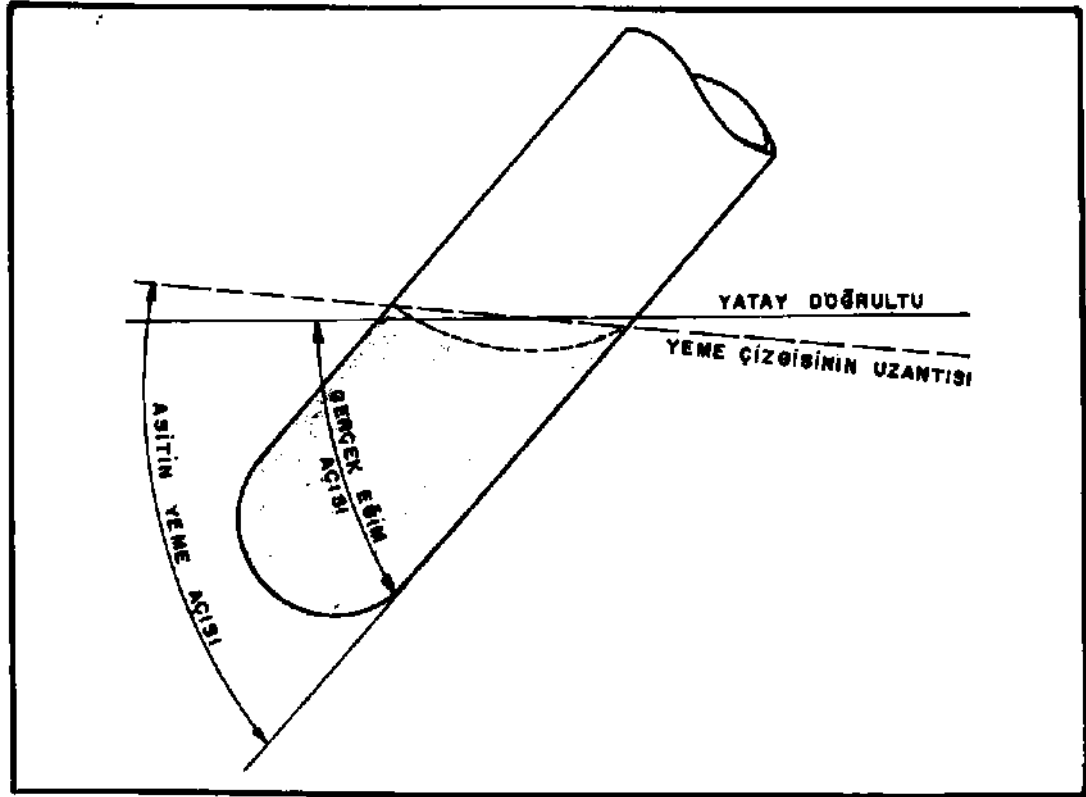
Kuyu sapmalarının tespitinde çok çeşitli yöntem ve aletler kullanılmakta ise de, elmaslı sondaj kuyularında en yaygın olarak kullanılanlar; asit tüp (clinometer), Maaş Kompası (Maaş Compass) ve Tro-Pari eğim Ölçme aletleridir. Çok daha hassas ve özel ölçü aletleri için geliştirilmiş —bilhassa manyetik özellikteki cevher yataklarında kuyuların sapma miktarlarını ve istikametlerini saptamak-

ta kullanılabilen— elektrikli fotoğraf çekme tekniği, Eastman Single Shot ve Multiple Shot Surveying gibi cihazlar da mevcuttur. Ancak, bunların hem çok pahalı ve hassas olmaları, hem de kullanılmaları için özel ihtisas gerektirmeleri nedeniyle elmaslı sondaj kuyularında çok nadir olarak kullanılmaktadırlar.

Asit tüp metodu öteden beri elmaslı sondajlarda en yaygın olarak kullanılan usüldür. Bu metod, hidroflorik asidin cama tesir etme özelliğinden yararlanılarak geliştirilmiştir. Klınometre (clinometer) olarak da isimlendirilen bu alet basit bir cam tüp ile cam tüpü dış tesirlere karşı koruyan pirinç veya çelikten yapılmış bir muhafazadan meydana gelmiştir. Tüp muhafazanın içinde lastik yastıklarla hem korunmakta, hem de sabit leştirilmektedir. Muhafazanın üst ucunda bağlantı dişleri bulunmaktadır. Klınometre kuyuda ölçü alınacak noktaya ya tijlerin ucuna bağlanarak veya wire-line takimi arın over-shot'ına bağlanarak indirilebilirler. Ölçü almak üzere kuyuya indirilecek tübün içine 5 cm yükseklikte önceden hazırlanmış % 4'lük HF asit konur. Klınometre, ölçü alınacak noktada enaz 20 dakika sabit tutulmalıdır. Daha sonra kuyu dışı-

na alınarak, asitin cam tüpte meydana getirdiği aşınma (yeme) çizgisinden faydalanılarak kuyunun eğimi tespit edilebilir. Klinometrelerin kullanımları çok basit olmasına rağmen dezavantajı kuyunun sapma istikametini tespit edememesidir. Kuyunun sapma istikametini tespit etmek üzere Maaş Kom-pas geliştirilmiştir. Bu alette asit tüpün üst tarafında ikinci bir tüp mevcut olup, içinde jelatin ve jelatinin üstünde serbestçe yüzen bir mıknatıs iğnesi bulunmaktadır. Jelatin belli bir zaman süresi geçince donmakta ve mıknatıs iğnesini Ölçü alınan noktadaki İstikametinde sabitleştirmektedir. Bu arada asit tüpte kuyunun sapma miktarını tespit ettiği için; kuyunun hem sapma miktarı ve hem de sapma istikameti tespit edilmiş olmaktadır.

Klinometrelerin en mühim dezavantajlarından biri de, sıvıların kılcalık özelliği nedeniyle, tüp içindeki asit solüsyonunun üst yüzeyi hiç bir zaman bir düzlem halinde olmadığı için meydana gelecek olan çizgi de düz değildir. Tüpün kenarlarında yukarıya doğru bir ovali ik yapar. Dolayısıyla da hakiki eğim yüzeyinin tespiti her zaman yüzde yüz sağlanamaz (Şekil 2). Ancak, arazide pratik olarak kullanılabilen ve eğim açısının direk olarak okun-



Şekil 2. Asit tüpteki yeme çizgisi ile hakiki eğim arasındaki farklılık.

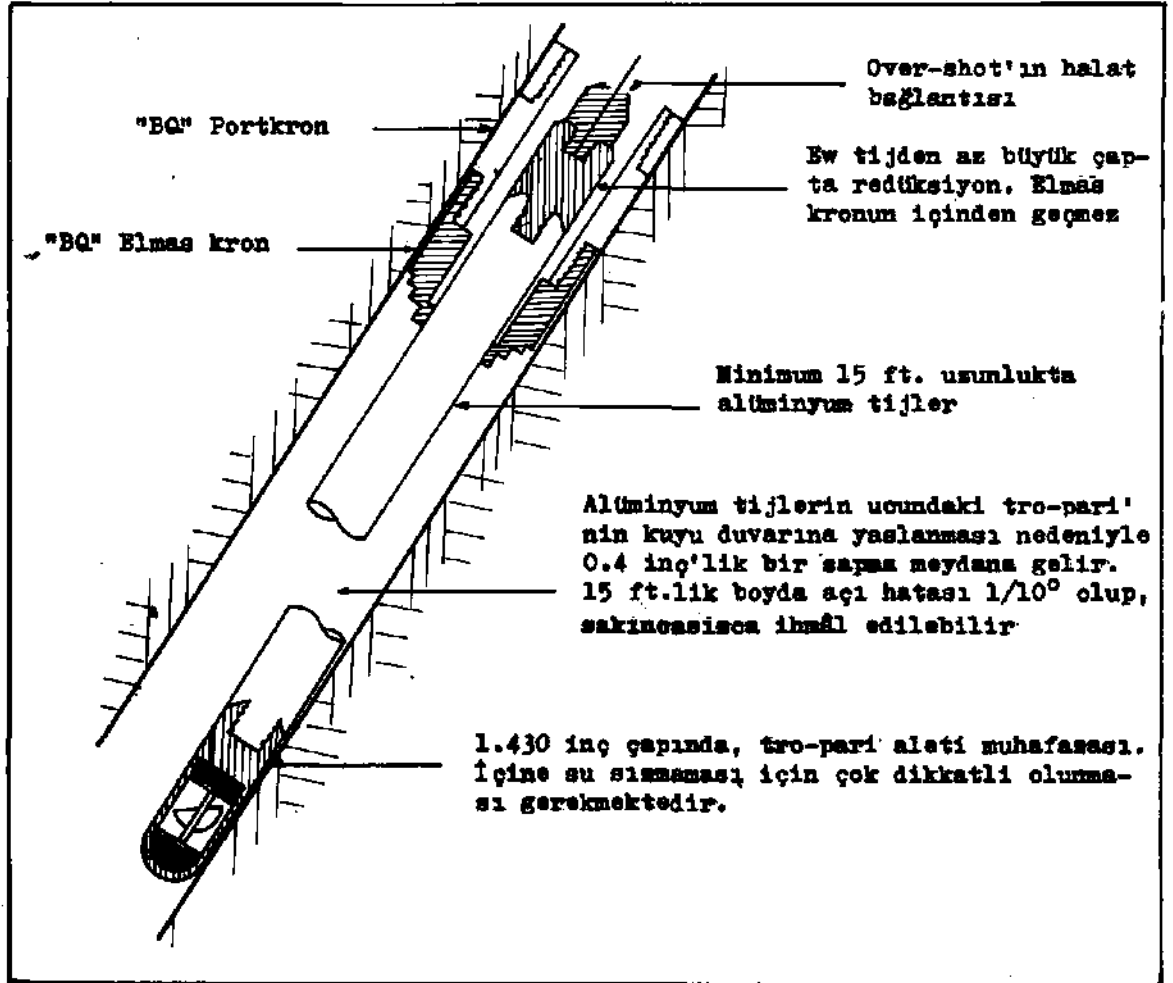
masını sağlayan Chart'lar ve The Bon Goniometer gibi aletler geliştirilmiştir.

Klinometreler 5 ayrı çapta imal edilirler; XRT, E, A, B ve N. The Thompson in-line Clinometer, en çok kullanılan klinometre olup; asit tüp, muhafaza içindeki bir gömleğin iç tarafında yer alır. İçteki gömlekle, muhafaza arasındaki boşluktan sondaj sıvısı geçebilir. Klinometre, takım dizisinin herhangi bir yerinden tıjların arasına veya karotiyerin hemen Üst kısmına bağlanarak kuyuya indirilirler, ölçü alınmadan sonra, klinometreyi dışarı almaya lüzum kalmadan sondaja devam edilebilir ve böylece ölçü almak için manevra yapmaktan ve zamandan tasarruf sağlanır.

Son yıllarda ise en yaygın olarak kullanılan aletler Tro-Pari eğim ölçme cihazlarıdır. Hassas olarak

sapma miktarları saptanabildiği gibi, aynı zamanda da sapma istikametleri tespit edilmektedir. E ve A olmak üzere iki çapta imal edilmektedirler, ölçü alınacak olan yere ya tıjların ucuna bağlanarak veya wire-I ine takımın over-shot'ına bağlanarak indirilirler. Tıjların ucuna bağlanarak indirildiği zaman, çelik tıjların pusula iğnesini manyetik olarak etkilemesine mani olmak üzere, aletin pirinç muhafazası ile çelik tıjlar arasına enaz 4,5 m uzunlukta alüminyum tıjlar bağlanarak kullanılırlar.

Wire-line takım kullanılan bir kuyuda, tıjların kuyu dışına alınmasına gerek duyulmadan, tro-pari aleti over-shot'ın ucuna bağlanarak ölçü alınabilir. AX çapındaki tro-pari muhafazası ve üstüne bağlanacak AW alüminyum tıjlar "NQ" elmas kronun içinden, EX çapındaki tro-pari muhafazası ve EW tıjlar ise BQ elmas kronun içinden geçer. (Şekil 3)te



Şekil 3. "BO" tüplerinin içinden Tro-Pari ile eğim ölçülmesi.

böyle bir pratik uygulamanın şematik çizimi görülmektedir. Tro-pari ile kuyu tabanında ölçü alınmadan önce, çelik tijlerin manyetik tesirini gidermek üzere, takım tabandan belli bir miktarda yukarı alınır ve eğim çıplak kuyuda saptırılır. Ancak, çıplak kuyunun yıkıntı yapmaması ve aletin sıkışma tehlikesi olmaması önemlidir.

## 5. KONTROLLÜ KUYU SAPTIRMALARI

Elmalı sondaj kuyuları arzuya göre saptırılabilirler. Kuyuları saptırmak için kullanılan ekipmanlara, saptırma kamaları adı verilir. Kuyuların saptırılmasını gerektiren sebepler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Açılmak istenen doğrultunun dışına kaymış bir kuyuyu tekrar saptırarak, eski doğrultusuna getirmek için.
- Bir cevher damarı veya strüktürün, tek bir sondaj kuyusundan faydalanılarak birden fazla seviyeden kesilip numune alınması ve böylece daha fazla bilgi edinebilmek gayesiyle (Şekil 4).
- Göl, nehir, deniz kıyısı veya yerüstü yapıtlarının altındaki formasyonlar veya cevher yataklarına sondaj yapılması gerektiği zaman (Şekil 4).
- Kuyu tabanında takım sıkışması meydana gelip

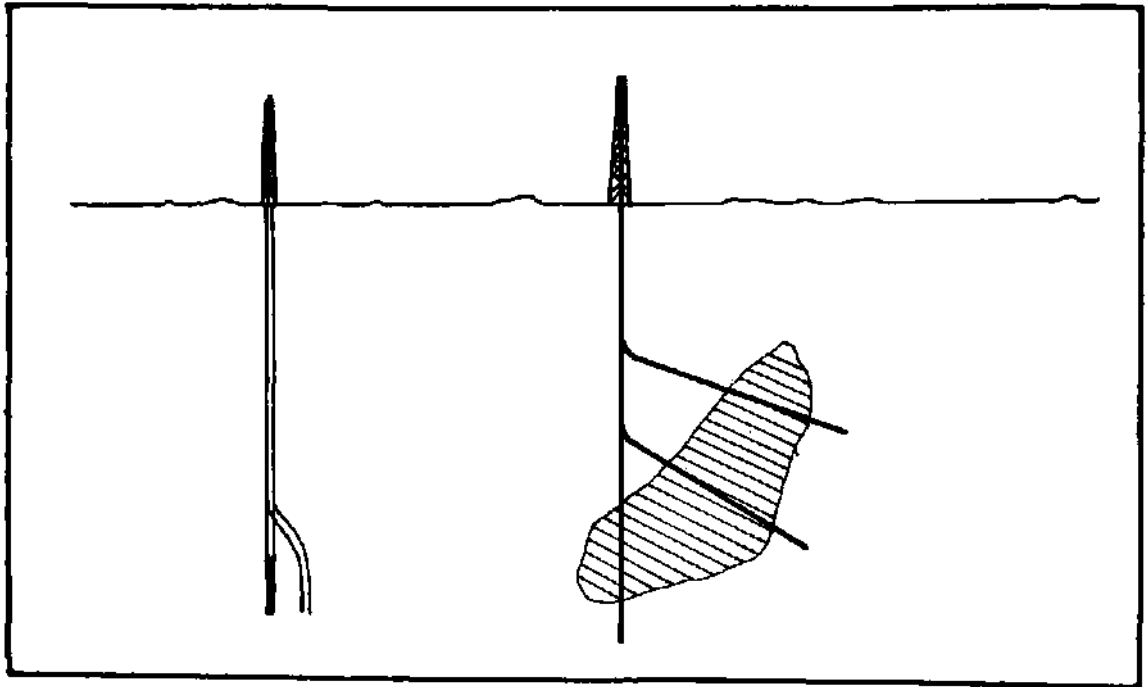
tahlisiye yapılamadığı ve sondaja devam edilmesi gerektiği zaman kuyunun saptırılarak sıkışan takımın yanından geçilmesi için (Şekil 4).

- Kuyu tamamlandıktan sonra, karot alınmayan seviyelerin üst kısımlarından saptırma yapılarak; bu seviyelerden karot alınmasını sağlamak gayesiyle.
- Laboratuvar çalışmaları için daha fazla miktarda numune gerektiğinde, kuyular tamamlandıktan sonra üst seviyelerden saptırılarak gereken zonlardan yeniden karot alabilmek için.

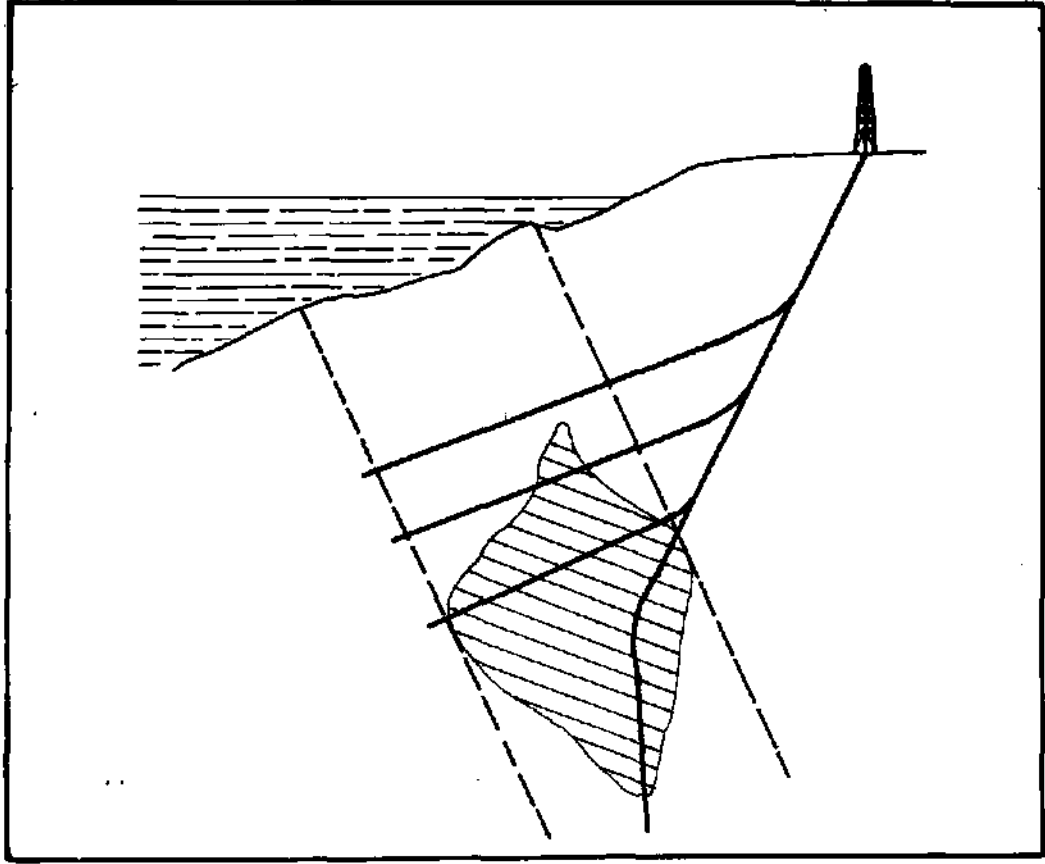
Bütün bu saydıklarımız elmalı sondaj tekniğinde, maden arama ve istikşaf sondajları yapılırken, saptırmayı gerektiren durumlar olup; petrol ve rotary sondaj tekniğindeki saptırma gayelerini içermektedir.

## 6. SAPTIRMA KAMALARI

Elmalı sondaj tekniğinde, kuyu saptırmalarında en yaygın olarak kullanılan ekipmanlar; Deflecting Wedge, The Thompson Arc-Cutter ve The Hall Rop Wedge aletleridir. Değişik kuyular için değişik çaplarda imal edilirler. Bazı kamalar sadece bir kereye mahsus olmak üzere kullanıldıkları halde, diğerleri defalarca kullanılabilirler. Diğer taraftan



Şekil 4 a. Kontrollü kuyu saptırma uygun örnekler.



Şekil 4 b. Kontrollü kuyu saptırmaya bir örnek.

bazı kamalar yalnızca saptırmada, diğerleri ise saptırmanın yanı sıra; saptırma istikametlendirmesinde kullanılabilirler.

Saptırma kamaları kullanıldığı zaman bir defada 1.5 derecelik bir sapma sağlanabilir. İkinci bir saptırma ise ancak 30.5 m (100 ft)lik bir ilerimeden sonra tekrar yaptırılabilir.

Yukarıda söz konusu edilen modern saptırma kamalarının yanısıra MTA Enstitüsü arazi çalışmalarında çokça kullanılan basit bir kuyu saptırma yönteminden bahsetmekte yarar vardır. Modern saptırma kamalarının bulunmadığı ve acilen kuyuların saptırılması gerektiği zaman kolaylıkla uygulanabilir. Yöntemi aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz (Şekil 5).

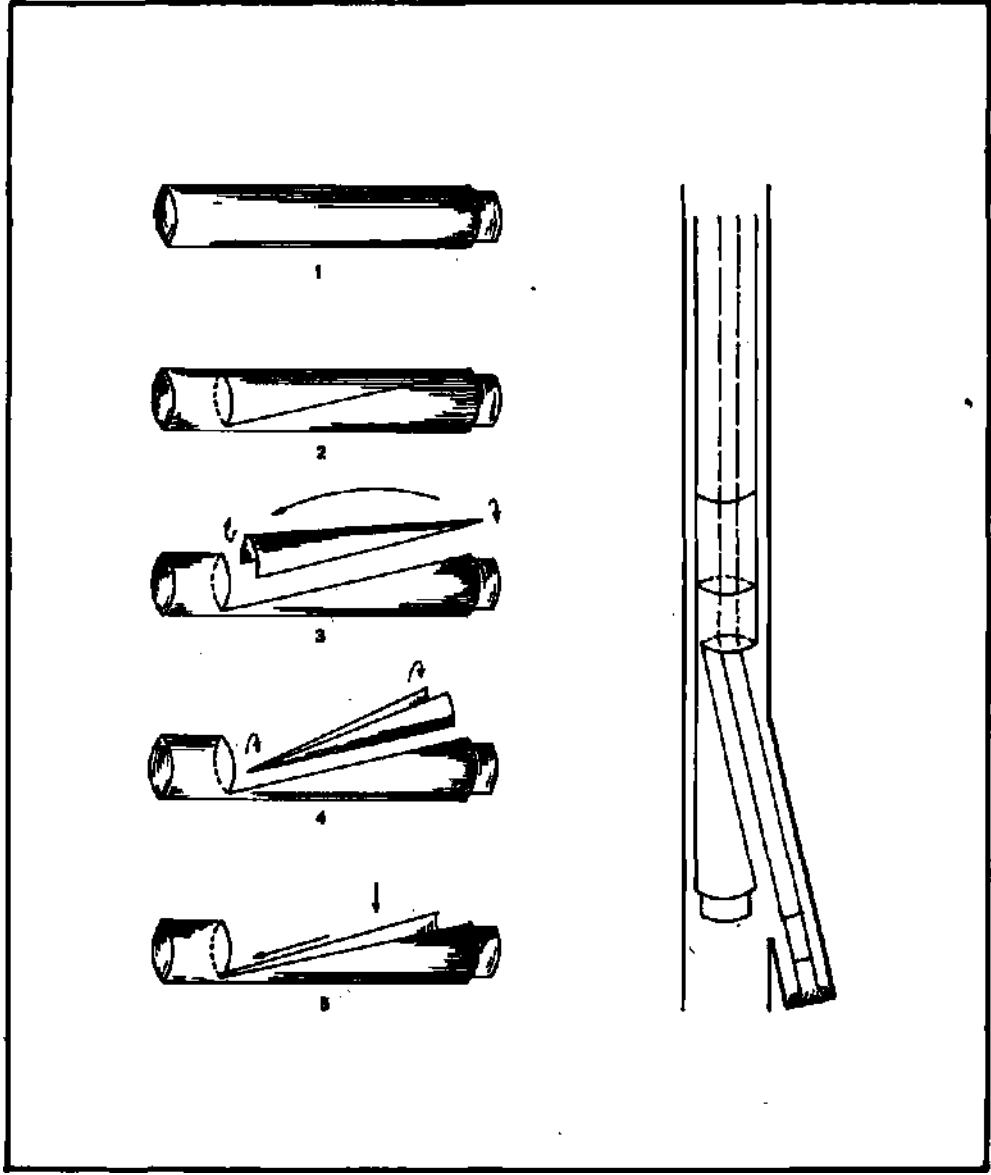
1. Saptırılacak olan kuyudaki muhafaza boruları çıkarılır.
2. Borulardan bir tanesi (Şekil 5.2) de görüldüğü gibi, kaynakla düzgün bir şekilde kesilir.
3. Kesilen parça (Şekil 5.4) de görüldüğü gibi ters çevrilerek borunun gövdesine düzgünce kaynak

edilir.

4. Hazırlanmış olan saptırma borusu en alta bağlanarak, tüm borular kuyunun saptırılması istenen noktaya indirilir.
5. Ucuna eski bir elmas kron veya vidye kron takılmış kısa boylu bir karotiyer, tijlerin ucuna bağlanarak kuyuya indirilir.
6. (Şekil 5)'de görüldüğü gibi kuyu saptırılmış olur.

Kuyu saptırmalarında kamalama aleti yerine yerleştirildikten sonra kuyu saptırılmadan önce, kamamın konum istikametinin eğim ölçü aletleri ile saptırılması gerekir.

Netice olarak söylemek gerekirse; elmaslı sondaj kuyularında sapma her kuyuda karşılaşılabilecektir (en bir olasılıktır). Sapmanın niteliği ve miktarı çeşitli faktörlere bağlı olmasına rağmen, bazı önlemlerle çok aza indirilebilir veya kamalama aletleriyle sapan kuyular düzeltilebilir. Şüphelenildiği zaman veya periyodik olarak kuyuların doğrultularının kontrolü, elmaslı sondajlarda esas unsurlardan birisi olarak kabul edilmelidir.



Şekil 5. MTA Enstitüsü'nün arazide geliştirilmiş boruyla saptırma yönteminin şematik izahı