

Petrol Aramalarında Jeofizik Usulleri

Yazanlar : Jeofizik mühendisi: Pertev İ. Bediz
Jeofizik mühendisi : Hilmi F. Sagoçi

Hulâsa:

Bu mütalâa memleketimizde petrol arama işlerine istikamet verebilir ümidiyle yazılmıştır. İçindekiler başlıca üç kısma ayrılır. İlk iki kısımda, petrol aramalarının, jeofizik usullerden istifade etmeden yapılmaması lüzumu izah edilmiştir. Bu bahisle alâkadar statistikler grafiklerle gösterilmiştir.

ikinci kısım daha teknik bir meseleye temas eder. Burada, muayyen jeolojik şerait için en elverişli jeofizik usulünün seçiminde rolü olan faktörler münakaşa edilmiş ve jeoloji ile jeofiziğin nerelerde ve nasıl işbirliği etmeleri icabettiği mülâhaza edilmiştir.

Tarihçe :

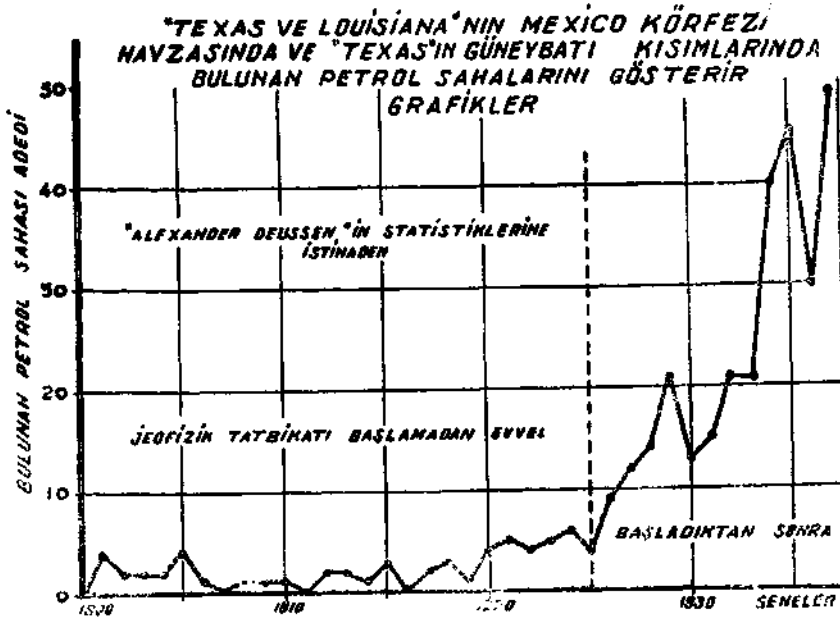
I — Memleketimizde henüz yeni başlayan jeofizik faaliyetlerinin muvaffakiyetli neticeler vermesi, bu faaliyetlerin zaman zaman şurada veya burada yapılan ve birbiriyle alâkası olmıyan bir takım hareketler olarak kalması ile değil bilâkis bunların bir gayeye varmak için çizilmiş geniş bir programın cüzü'leri olmaları ile kabildir.

Fazla tafsilâta girmeden söylenecek olursa, muhtelif madenlerin mevkilerini ve petrol birikintilerini ihtiva eden strüktürleri bulmak jeofizik usullerinin gayesini teşkil eder. Bu herkesçe bilinen bir şeydir. Fakat bizce henüz tamamen kavranmamış olan nokta tatbikî jeofiziğin petrol aramalarında oynadığı rolün ehemmiyetidir. Kısa bir tarihçe bu ehemmiyetin tebarüzünde çok faydalı

olacaktır. Örnek olarak, ondokuzuncu asrın ortalarındanberi petrol araştırmalarına yeni usuller getiren ve zamanla bu usulleri tekâmül ettirip en verimli bir şekle sokan Amerika'yı alıyoruz.

Amerika'da ilk petrol aramaları satıh jeolojik tezahüratı bulunan yerlerde başladı. Bu tezahüratın tabiî menbalar, tabiî gaz ve petrol sızıntıları, petrolle bulaşmış aflörmanlar, parafinli topraklar katı asfaltlar ve çamur volkanları gibi muhtelif şekilleri vardır. Dünyanın büyük petrol sahalarının hemen hepsinde bu gibi satıh tezahüratı bulunur. Gerçi bu tezahürat petrolün mevcudiyetine işaret ederse de hiç bir zaman petrolün miktarı hakkında bir fikir vermez. Bu sebebledir ki bunların civarında yapılan sondajlardan bazıları kazandı ve bazıları kaybetti. Fakat muhakkak surette kazanan bir şey varsa o da petrol jeolojisi oldu. Yapılan sondajlar sayesinde jeologların malûmatı genişledi ve netice olarak bu ilmin belkemiği vazifesini gören antiklinal nazariyesi meydana geldi. Böylece, rüsubî (sédimentaire) yatakların teşkil ettiği strüktürler harta üzerinde tesbit edilmekle, sistematik petrol aramaları yeni bir safhaya girdi.

Satıh jeolojisine istinaden idare edilen faaliyet 1920 sıralarında bir haddi azamiye vardıktan sonra her geçen günle ehemmiyetinden biraz daha kaybetti. Bu normal ve mantıkî bir inkişaftı. Bakir bir sahada, henüz bulunmamış strüktürleri satıh araştırmaları ile bul-



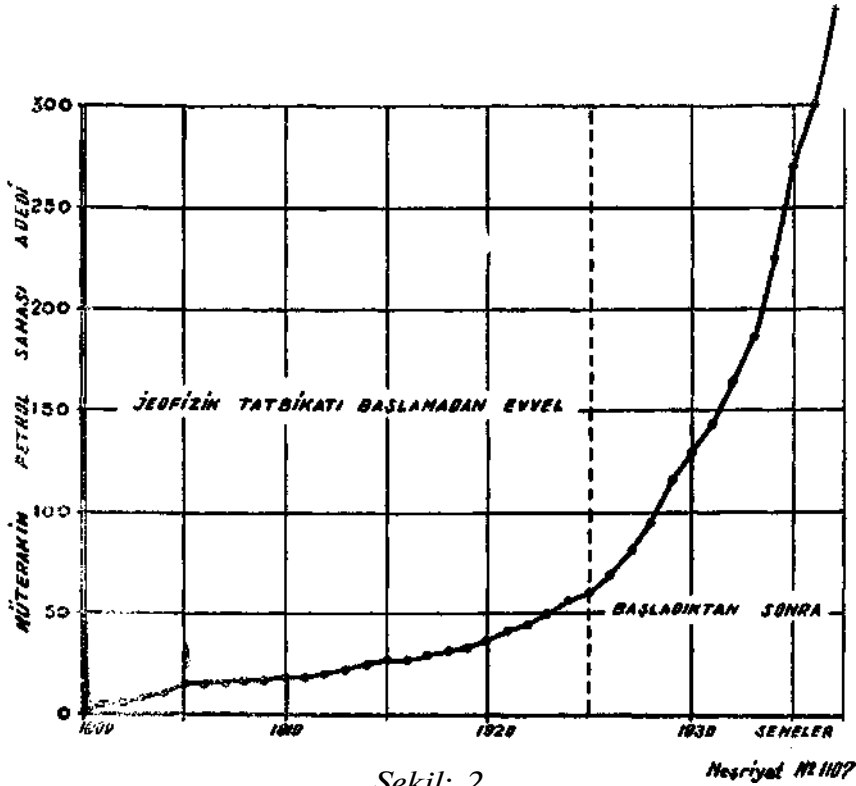
Şekil: 1

manın yüksek bir ihtimali (probabilite) vardır. Halbuki aynı havza baştan sona kadar araştırılıp elekten geçirildikçe henüz bulunmayan satıh strüktürü miktarı gittikçe azalır ve bu usullerle petrol bulmak imkânları da hiçe doğru yaklaşır. Bu sebepler dolayısıyla yer yüzündeki tezahürler ve strüktürler ile petrol bulmaya uğraşmak -petrol jeologlarını gün geçtikçe daha az tatmin edebildi ve bunlar nihayet arzın derinliklerindeki strüktürleri tesbite baş vurdular.

ilk önceleri, sondaj yapılmış olan mıntakalarda sondaj kuyularından toplanan numuneler sayesinde müş'ir seviyelerin (marker horizon) vücuda getirdiği strüktürler bulundu. Tabîî olarak, bu usul ancak sondaj kuyuları açılan sahalarla münhasır kalıyordu. Sonraları karotajlar çok derin olmıyan strüktürlerin araştırılmasında kullanıldı. Lâkin bütün bu müddet zarfında gittikçe daha derin tabakalardan petrol istihsal edilmeye

başlanması ve tabakalar derinleştikçe de "karotajlar" vasıtasıyla yapılan araştırmaların çok pahalıya mal olması petrolcuları yeni bir mesele karşısında bıraktı: derinlerde bulunan strüktürleri sondaj yapmadan tâyin edebilmek. Jeofizik usulleri işte bu meseleye bir çare hal olarak meydana geldi. Böylece jeofiziğin tatbikiyle petrol aramalarında adeta bir rönesans vücuda geldi; hem başka usullerle sezilmesi kabil olmıyan sahalar meydana çıktı, hem de başka usullerle toplanmış malûmata jeofizik sayesinde yeni malûmat ilâve edilerek sahaların bulunma fiyatlarını indirecek kolaylıklar, kestirme yollar bulundu.

II — Petrol endüstrisi için tatbikî jeofiziğin ne mühim bir nimet olduğunu izah etmekte, şekil (1 - 6) da görülen grafikler, şüphesiz ki gayet kısa, toplu, fakat belîğ vasıtalar olacaktır. Bunlar üzerinde biraz duralım. Yek nazarda grafiklerin hepsi jeofizik tatbikatından



Şekil: 2

Neşriyat № 1107

evvelki ve sonraki devirleri mukayese etmektedir (*).

Umumiyetle mukayese esasları muhtelifdir.

- 1 — İstihsal edilen petrol miktarına göre.
- 2 — Bulunan petrol sahalarına göre.
- 3 — Maliyet fiyatlarına göre.

- a) Bulunan petrol sahası başına
 - b) İstihsal edilen petrol vahidi başına
- istihsal edilen petrol miktarı bulunan sahalarla azalıp çoğaldığından birinci ve ikinci esaslara dayanarak yapılan

mukayeseler aşağı yukarı muvazi neticeler verir. Bu sebeple grafikler sadece bulunan petrol sahaları adedi için çizilmiştir. (Şekil 1 - 2) Amerika'da, Texas ve Louisiana eyaletlerinin Meksika Körfezi (Gulf Coast) mıntakasında 1900 senesinden 1937 ye kadar bulunan petrol sahalarının ⁽¹⁾ adedini göstermektedirler.

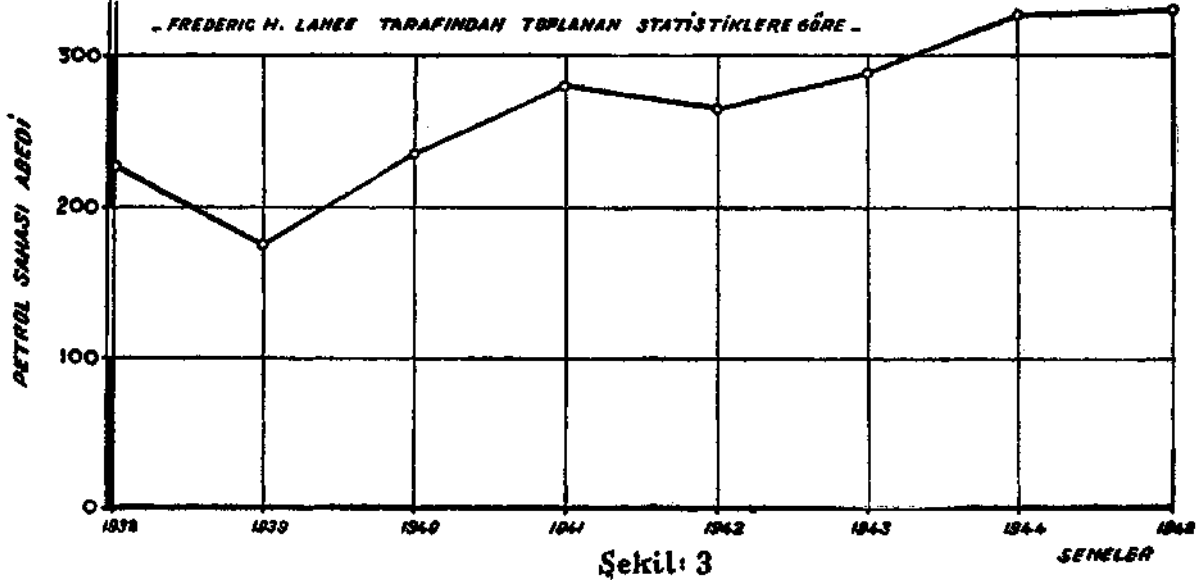
"Alexander Deussen"⁽²⁾ in istatistiklerine istinaden hazırlanan bu grafiklerden ikincisi, birinci şekillerdeki herhangi bir seneye ait adedi evvelki senelerdekilerine ilâve etmek suretiyle, yani adetleri seneden seneye teraküm

(*) Gerçi 1924 den evvel jeofizik usullerininin birçokları biliniyordu; lâkin bunların sistematik olarak geniş mikyasta tatbikine o sene içinde başlandı, ve o senenin sonlarına doğrudur ki ilk hayret verecek derecede muvaffakiyetli neticeler alındı. Bu yüzden grafiklerde jeofizik tatbikatının başlangıç noktası olarak 1925 senesi seçilmiştir.

(1) Burada petrol sahasından maksat, ekonomik kıymette, hiç değilse bir petrol kuyusunu ihtiva eden sahalaradır.

(2) Alexander Deussen. Discoveries. Geophysics (1938) vol. III, s. 177-197.

**AMERİKANIN 17 EYALETİNDE 1938 SENESİNDENBERİ
BULUNAN PETROL SAHALARININ ADEDİNİ
GÖSTERİR GRAFİKLER**



Şekil: 3

ettirmek suretiyle yapılmıştır. Dikkate şayan nokta, 1925 e kadar bulunan saha miktarının çok az oluşudur. Halbuki bu tarihten itibaren, yani jeofizik ilminin petrol aramalarında kullanılmasına başlandıktan sonra, bu miktar çok büyük bir sür'atle yükselmek istidadını göstermiştir. Aradaki büyük farkı yüzde yüz olarak jeofiziğe hamletmek şüphesiz ki doğru olmaz. Gerek jeolojide ve sondaj işlerinde meydana gelen teknik tekâmül gerekse arama işlerine verilen ehemmiyet ve bu sebeple araştırma yapan ekip miktarının artması bu inkişafa yardım etmiştir. Lâkin elimizdeki istatistikler, bu inkişafın bilhassa jeofizik usullerinin tatbiki neticesi olarak elde edildiğini gösteriyor.

Şekil 3 ve 4 1938 den 1945e kadar olan devirde Amerika'nın (17) eyaletinde ⁽³⁾ bulunan saha adetlerinin ⁽⁴⁾ grafikleridir. «Frederic H. Lahee» ⁽⁵⁾ nin istatistiklerine istinadehen bu grafiklerden ikincisi yine teraküm suretiyle yapılmıştır.

Görülüyor ki 1945 senesine kadar saha miktarı hâlâ yükselmek istidadını muhafaza etmektedir. Grafiklerde tebarüz ettirilmiyen bir noktaya da temas etmek icabeder. 1938 senesinden 1946 ya kadar geçen zaman zarfında, büyük rezervleri olan geniş sahaların adedi azalırken küçük sahaların adedi süratle yükselmiştir. Buna sebep de jeofizik usullerinin, diğer arama usullerine nazaran çok yüksek bir ayırdetme ve sezme

(3) Bahsedilen eyaletler şunlardır: Alabama, Arkansas, California, Colorado, Illinois, Indiana, Kansas, Louisiana, Michigan, Mississippi, Montana, Nebraska, New Mexico, Oklahoma, Texas, Kentucky ve Wyoming.

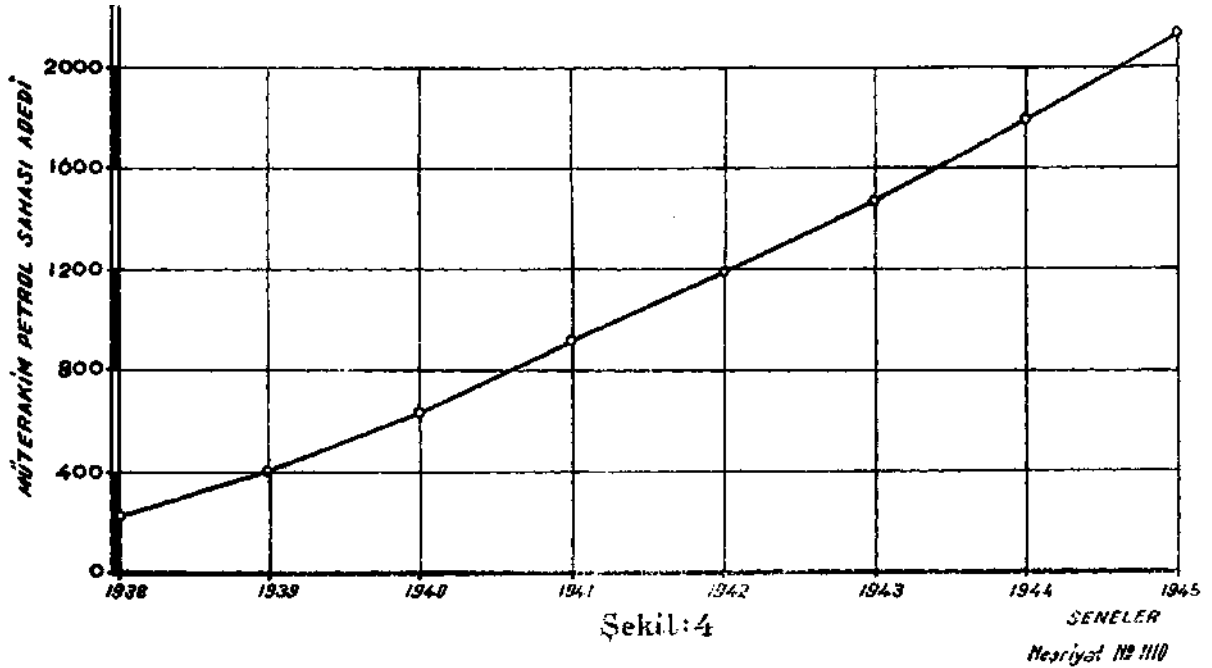
(4) Rezervleri 1 milyon varilden az olan sahalardan, 50 milyon varilden fazla rezervi olan sahalar kadar bütün sahalar bu adede dahil edilmiştir. Bir Amerikan varili 120 litredir.

(5) Frederic H. Lahee. Exploratory Drilling statistics. Bull. A.A.P.G. Vol. 29 (1945 s. 1531-1592).

kudreti olması ve başka usullerle sezilmesi kabil olmıyan küçük strüktürlerin jeofizik sayesinde tesbit edilebilmesidir.

Şekil 5 de görülen ve "W. Pratt" ⁽⁶⁾ ın istatistiklerine istinadeden grafik, beş senelik devirlerde vasatî olarak, muhtelif arama usullerinin, bütün arama usullerine nispetle yüzde kaç teşkil ettiğini tebarüz ettirmektedir, dikkat edilecek olan şey 1921 le 1925 arasında hemen hiç kullanılmıyan jeofizik usullerinin 1931 - 1935 senelerinde en ön safa geçmiş bulunmalarıdır.

«Şekil 6 »ya gelince, burada 1938 den 1944 e kadar muhtelif usullerle toplanmış malûmat sayesinde yapılan sondajların yüzde kaçında petrol bulunduğu tesbit edilmiştir. Şekil 3 ve 4 te olduğu gibi Amerika'nın 17 eyaleti için Frederic H. Lahee⁽⁷⁾ tarafından neşredilen istatistiklere dayanan bu grafiğe nazaran, denilebilir ki ilmî usuller arasında jeofizik umumiyetle jeolojiden daha isabetli neticeler vermiş, ve bu iki ilmin iş birliği ettiği sondajlarda da yüzde olarak en yüksek verimler elde edilmiştir.

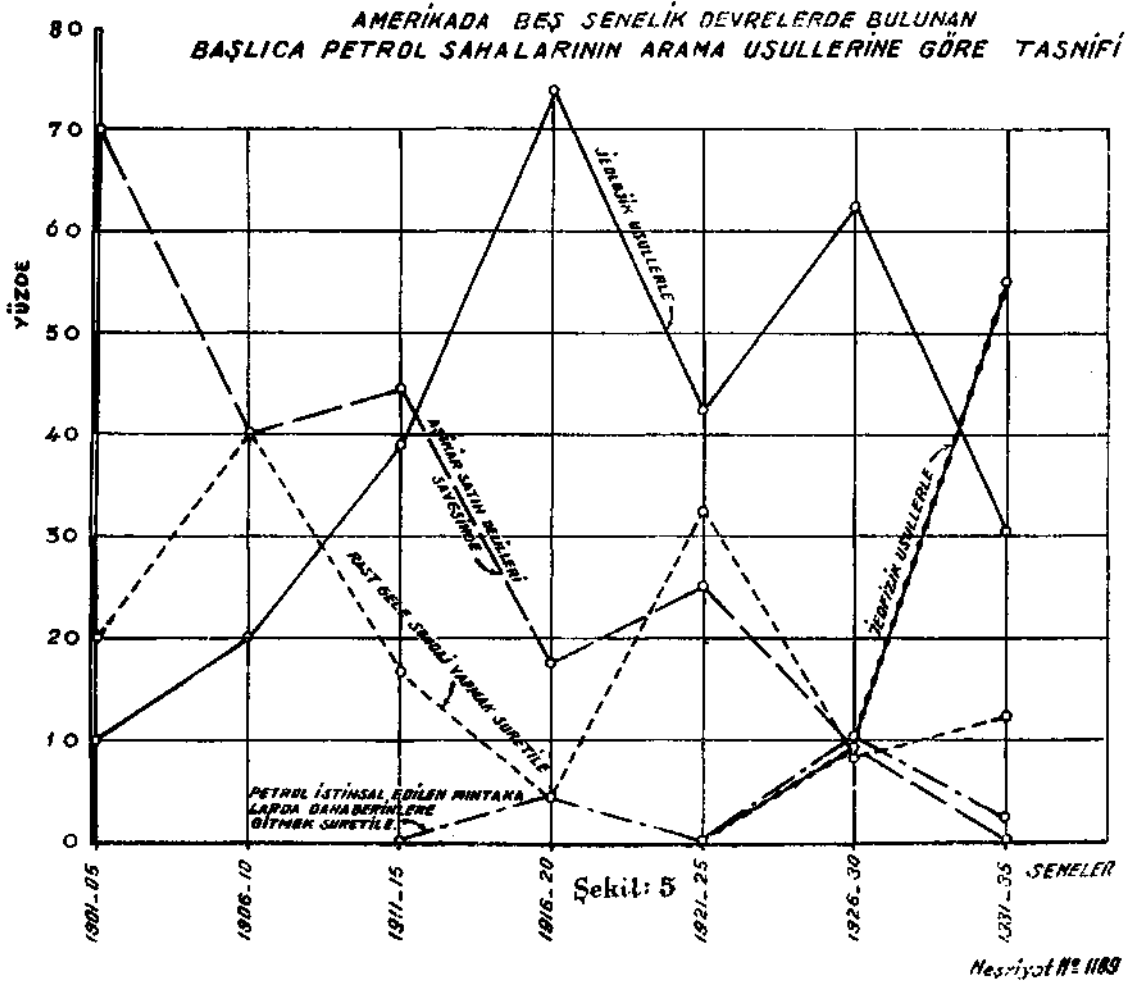


Maliyet fiyatı mukayeselerine gelince, jeofizik usulleriyle bulunan sahaların maliyet fiyatları tabiidir ki daha aşağı olacaktır. Zira, bu usullerin yalnız isabet dereceleri yüksek değil aynı zamanda, kendileri de nispeten ehvendir. Aşağıdaki birkaç misal jeofizik usullerinin ne kadar ekonomik olduğunu çok açık bir surette tebarüz ettirir: Meksika körfezi havalisinde 1901 den 1923 e kadar

tatbik edilen bir arama programında bulunan tuz höyüklerinin sonuncusu 20.000.000 dolara mal olmuştur. Bu programda yalnız jeolojik mütealelara istinaden karotaj yapılmıştı. Halbuki 1927 ile 1928 arasında «Geophysical Research Corporation» tarafından aynı mın-takada yapılan aramalarda sismik refaksiyon usulüyle 9 ay zarfında 11 höyük bulunmuştu. Vasatî olarak bunların

(6) W. E. Pratt. Discovery Rate in oil Finding. Bull. A. A. P. G. Vol. 21 (1937) s. 700

(7) Frederic H. Lahee. Exploratory Drilling statistics Bull. A. A. P. G. Vol. 29 (1945 s. 1581 - 1592).



her birinin maliyet fiyatı 50,000 dolar civarındadır. 1935 ten 1938 e kadar sadece sismik refleksyon usulü sayesinde Meksika körfezi civarında bulunan 100 kadar petrol sahasının da vasatî fiyatı 140.000 dolardır.

Petrol aramalarında jeofiziğe verilen ehemmiyetin yalnız Amerika'ya inhisar ettiği fikrinin uyanmaması için "Anglo-Iranian Oil Co. Ltd." in Direktörü J.A. Jameson tarafından "Petroleum Press Service" (8) te neşredilen ve M.T.A. mecmuasının 1/33 sayısında terceme edilen

bir makaleyi okumak kâfidir zannındayız.

Bütün yukardaki tahlil ve mukayeselerden çıkarılacak bir tek netice vardır: Tatbikî jeofizik sayesinde hem başka vasıtalarla bulunması kabil olmıyan petrol sahaları bulunabilir, hem de başka usullerle meydana çıkarılabilecek sahalardan daha az masrafla elde edilir; bu sebepler dolayısıyla jeofizik usulleri her ciddi petrol arama programının tamamî bir parçası olmalıdır.

(8) J. A. Jameson. Science and the Discovery of Oil Fields. Vol. XI (1944). No. 10 s. 147 -149.

III — Jeofiziğin elzem olduğunu kabul ettikten sonra, geriye, hangi jeofizik usulünün, nerelerde ve hangi şerait altında en müessir olacağı ve en isabetli neticeler vereceği meselesinin münakaşası kalır.

Denilebilir ki, zamanımızda, pozitif bir petrol arama programı üç esas safhadan geçer:

A — Hazırlama Devresi. Ekseriyetle aramalara yerel (local) ve bölgesel (regional) jeolojik malûmat toplamakla başlanır.

Bundan başka, bataklıklar, dağlar ve daha başka topografik hususiyetler, iklim şartları ve mevcut yollar da tesbit edilir. Bütün bu hazırlıkların gayesi petrol bulunması ihtimali olan sahaları kabaca bir elemek ve jeofizik usulleri için bir dereceye kadar elverişli olacak mın-takaları ayırdetmektir.

Yukarda (şekil 6) hakkında izahat verilirken jeoloji ile jeofiziğin işbirliği ettiği yerlerde en verimli neticeler alındığı bahis mevzuu olmuştu. Bu işbirliği arama programlarının işte ilk hazırlama safhalarında başlar; zira biraz ilerde görüleceği gibi, bu safhalarda toplanan jeolojik malûmat tatbik edilecek jeofizik usulünün seçiminde en mühim faktörlerden birini teşkil eder.

B — Bir Jeofizik Usulünün Seçimi ve Tatbik Edilmesi . Hergangi bir jeofizik usulünün seçiminde âmil olan faktörler her memleketin ekonomik yapısına (bünye), ve bilhassa petrol işlerinde rekabet bulunup bulunmadığına göre değişir. Memleketimiz için bu faktörlerin başlıcaları şöylece sınıflandırılabilir.

1 — Üzerinde çalışılan arazinin coğrafi ve fizyografik karakteri ve seçilen usulün bu arazide tatbik kabiliyeti.

2 — Aranılan strüktür cinsi.

3 — Arazi hakkında evvelce toplanmış malûmat ve jeofizik aramalarının ne maksatla yapıldığı.

4 — Zaman faktörü.

5 — Elde mevcut usuller, fiyat farkları ve jeofizik usulleri için bütçede ayrılmış miktar.

6 — Jeofizik usulleriyle alınan neticelerin kıymeti.

Tabîî, yukarda sıralanan faktörler birbirlerinden keskin sınırlarla ayrılmış değil, bilâkis birbirleriyle yakından yakına ilgilidirler. Bunun için, ekseriyetle birçoklarını bir arada münakaşa etmek lüzumu hasıl olur.

Coğrafi ve fizyografik karakterlerin oynadıkları rol hemen aşikârdır. Buna birkaç misal verelim. Fazlaca dağlık olan mıntakalarda topografik tas-hihler(terrain corrections)anlaşılmıyacak kadar karışık bir mahiyet alması yüzünden, torsyon terazileri (torsion balance) bu gibi arazide kullanılamaz. İklim şartlarının hiç değilse seçilen usulün teferuatı üzerinde tesiri vardır. Meselâ, çorak havzalarda sismik usullerin tatbiki için uzak mesafelerden su getirebilmek imkânlarını hazırlamak lâzımdır.

Muhtelif esaslara göre, jeofizik usulleri birçok sınıflara ayrılmıştır. Son zamanlarda stratigrafik ve strüktürel rezervuarların relatif kıymetlerinin münakaşası petrol jeologlarını en çok meşgul eden meselelerden biri olmuştur. Bu meselenin ehemmiyetini gözönünde tutarak, jeofizik usulleri şöylece iki büyük kısma ayrılabilir.

1 — Strüktürel usuller.

2 — Stratigrafik usuller.

Hakikati halde, sondajlar hariç tutulacak olursa, sismik refleksiyon usulü yegâne strüktürel usuldür.

Strüktürel bir usulün karakteristik vasfı muhtelif tabakalara olan derinlik ve diferansiyel derinliklerin tâyini suretiyle

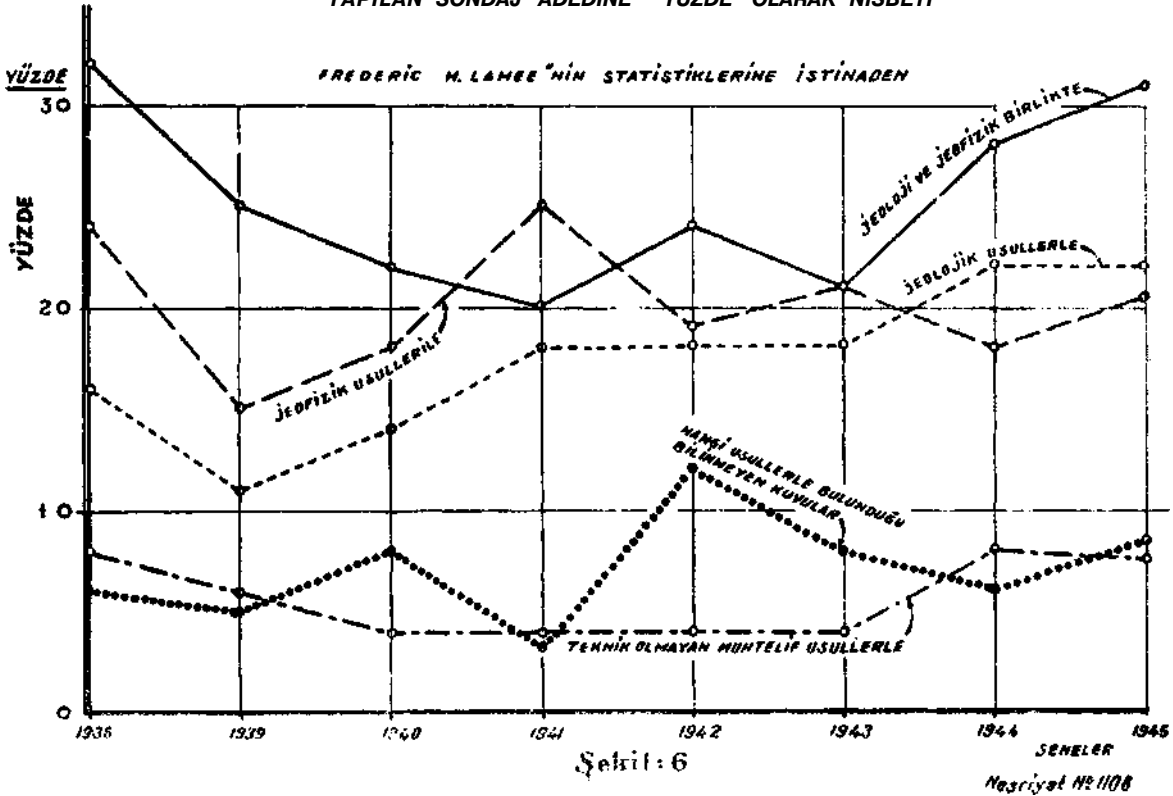
petrolün bulunmasına elverişli strüktürleri tesbit etmesidir.

Refleksiyon sismografi sayesinde toplanan donelerle, üç boyutlu hartalar çizilir. Bu donelerin rasat (observation) hataları diğer bütün jeofizik usullerindekinden daha küçüktür. Demek oluyor ki, sismik refleksiyon sayesinde alınan neticeler en dakik ve en emin neticelerdir. Bundan başka, bu usulün en büyük meziyeti, sondaj sayesinde bile varılamıyan derinliklerde strüktürler hakkında malûmat verebilmesidir. Şimdiye kadar on bin metrede ve hattâ daha derinlerde, bulunan tabakalardan refleksiyonların alındığı görülmüştür. Denilebilir ki, refleksiyon usulünün yeğâne kusuru doğrudan doğruya petrolün kendini tespit edememesidir. Yani

refleksiyon sismografi ile strüktürler bulunur fakat bunların içinde petrol olup olmadığı söylenemez.

Stratigrafik usuller umumiyetle iki boyutlu hartalar verirler, yani aranan strüktürün kaç metre derinlikte bulunduğu ve kaç metre irtifai (relief) olduğu hakkında malûmat vermezler. Bunlar magnetik, elektrik, jeoşimik ve gravitasyon usullerinden ibarettir. Bu listeye refraksiyon yelpazesi (fan) usulü de ilâve edilebilir. Bir strüktürün yayımını ve takribi sınırlarını tayin etmek bu usullerin hepsine has bir karakterdir. Derinlik hakkında malûmat vermemeleri ve tespit ettikleri sınırların takribî olması yüzünden bu usuller, ancak, detaya ehemmiyet vermeksizin, umumî tanıma gayesi ile yapılan aramalarda (reconnaissance survey) kullanılır.

AMERİKANIN 17 EYALETİNDE ARAMA USULLERİNE GÖRE PETROL VEREN KUYULARIN YAPILAN SONDAJ ADEDİNE YÜZDE OLARAK NİSBETİ



Ekseriyetle stratigrafik usuller arzın natürel kuvvet sahalarından istifâde ederler. Meselâ, magnetik usullerde arzın magnetik sahası, gravitasyon usullerinde yer çekimi, ve P. S. (Polarisation spontanée) usullerinde de yeraltında sülfidlerin oksidasyonu sayesinde meydana gelen natürel elektrik ceryanları kullanılır. Natürel sahaların ne istikamet ne de şiddeti kontrol edilebilir ve bu kuvvet sahalarının satıhta ölçülen kıymetleri bölgesel değişmeler (regional variation), aranılan yerel strüktürler ve aranılan strüktürle alâkası olmıyan satıh gayrimütecanislikleri tarafından icra edilen tesirlerin toplu neticesidir. Bu tesirleri birbirinden ayırdetmek imkânsızlığı ve kuvvet sahalarının kontrol edilmemesi yüzünden, natürel kuvvet sahalarından istifade eden usullerin ayırdetme kudretleri (resolving power) nispeten küçüktür. Halbuki ekseri strüktürel usullerde artifisyel kuvvet sahaları kullanılır. Artifisyel sahaların hem istikamet hem de şiddeti kontrol edilir, ve arzu edilmıyen tesirler (satıh gayrimütecanisliklerinden mütevellit tesirler vesaire) izale edilebilir. Netice olarak strüktürel usullerin büyük ayırdetme kudretleri vardır.

Şunu da ilâve edelim ki, stratigrafik usullerin birçokları bazan strüktürel meselelere tatbik edilir. Fakat büyük rasat hatalarının bulunması ve müessir oldukları derinliğin ekseriyetle küçük olması yüzünden, stratigrafik usuller bu sahada, kıymet itibariyle, strüktürel usullerin ayarına varamazlar. Elektrik usulleri, stratigrafik usuller içinde, strüktürel meselelerin halline en elverişli olanlardandır. Buna rağmen, elektrik usullerinin bile derinlik tâyininde kullanılmasını tahdit edici birçok sebepler vardır. Meselâ her stratigrafik usulde

olduğu gibi, elektrik usullerinde de bir strüktürün satıhta tesbit edilen tesiri bir kütle tesiridir (mass effect); derinlikten ziyade strüktürün ölçü mıntakası dahilinde kalan müessir hacminin bir tabiidir. Sonra, hemen satıhta bulunan küçük yanal gayrimütecanislikler, derinlerde bulunan büyük strüktürel değişmeler mikyasında tesirler gösterebilir. Ekseriyetle varılan derinlikler elektrotlar arası uzaklığının sabit bir kesri olarak kabul edilir. Halbuki elektrik usullerinin teorisinde, muhtelif arz tabakalarının (rölatif) kondüktiviteleri hakkında ve yanal kondüktivite değişmeleri hakkında bir takım kolaylaştırıcı ipotezler yapılır. Şu halde, muayyen bir mıntakada bile varılan derinlik, elektrotlar arası uzaklığının sabit bir kesiri olarak kalmıyabilir. Bütün bunlardan maksat şudur: Stratigrafik usuller çabukluk ve ehvenlikleri sayesinde, ilk tanıma etütleri için biçilmiş kaftandır. Fakat strüktürel meselelere tatbik edilince, hem fiyatları yükselir, hem süratlerinden kaybederler ve hem de strüktürel usullerle alınan neticeleri hiçbir zaman veremezler. Netice itibariyle, stratigrafik usuller geniş ve detaysız malûmat toplamak üzere yapılan umumî etütlerde, strüktürel usuller ise bir strüktürün tam ve detaylı bir şekilde tesbitinde kullanılmalıdır.

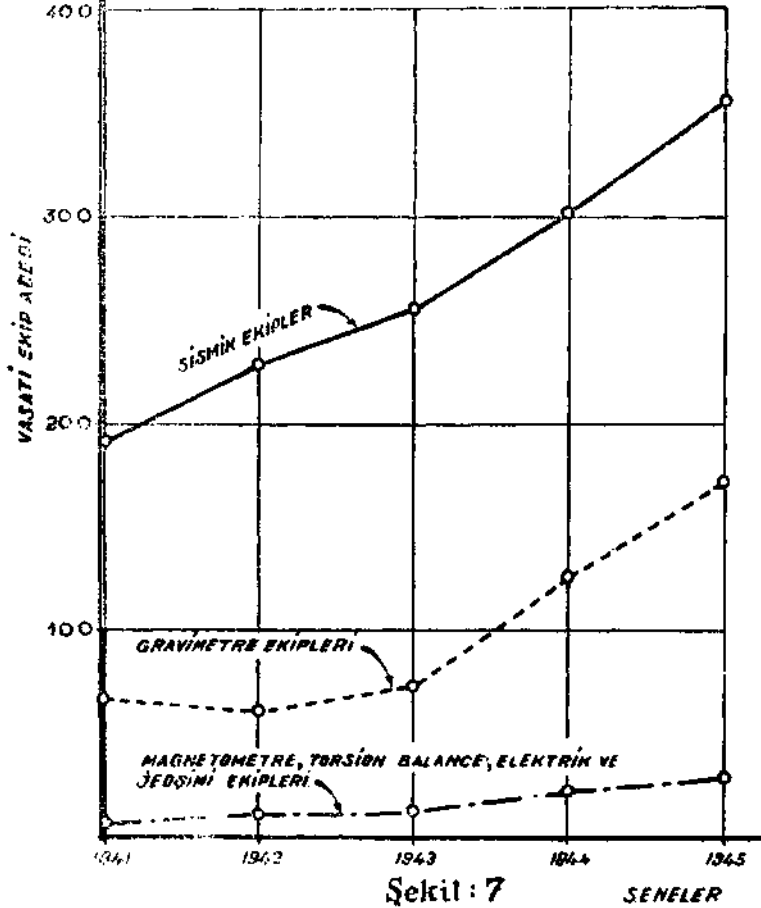
Aranılan strüktür cinsinin tatbik edilecek jeofizik usulünü seçmekte oynadığı rol birçok kimseler tarafından münakaşa edilmiştir (9). Biz bir fikir verebilmek için sadece birkaç misal kaydedelim. Magnetik usuller gömülü erüptiv sırtların ve erüptiv daykların tesbitine elverişlidir. Gravimetrik usuller daha fazla gömülü tuz höyüklerine, antiklinlere, faylara tatbik edilir. Yoğun

(9) Heiland. C. A. Geophysical Exploration. Prentice Hall, Inc. 1940

Jakosky, J. J. Exploration Geophysics. Timemirror Press. 1940

Netletton, L. L. Geophysical Prospecting For Oil. Mc Graw Hill Inc. 1940.

**AMERİKADA 1941 SENESİNDENBERİ ÇALIŞAN
JEOFİZİK EKİPLERİ**



Nesriyat N° III

(dense) taban kültelerinin vücuda getirdiği yükselmeler, gravimetrik usuller için ideal bir tatbik sahası teşkil eder.

Elektrik usulleri satha yakın strüktürlerin araştırmasında müessir olmaktadır. Bilhassa fayların tesbitinde, yanıl kondüktivite değişmelerine çok hassas olan eltran (electrical transients) usulleri muvaffakiyetli neticeler vermektedir. Şimdiye kadar elektrik usulleri madencilikte petrol sahasında olduğundan daha iyi neticeler vermiştir. İstikbalde, jeoşimik usuller gibi bu usullerin de adesî

petrol birikintilerinin ve stratigrafik sebeplerle meydana gelmiş olan petrol sahalarının bulunmasında ehemmiyet kazanmaları kabildir, fakat petrol araştırmalarında henüz geniş mikyasta muvaffakiyet gösterememişlerdir.

Sismik refraksiyon usulleri takriben on sene evveline kadar, jeofizikte işgal ettikleri mevkiî hemen hemen refleksi-yon usullerine terketmiş bulunuyorlar. Bununla beraber, tuz höyüklerinin yan-larını ve daha buna benzer dik yatımlı strüktürleri tesbit etmek gibi bazı hususî

haller halen refraksiyon usulleri için çok elverişli bir tatbik sahası teşkil ederler.

Refleksiyon usulleri bugün petrol aramalarında en çok kullanılan usuldür. Heiland'ın ⁽¹⁰⁾ statistiklerine göre çizilen şekil 7, Amerika'da, muhtelif seneler zarfında sahaya çıkmış olan jeofizik ekiplerinin vasatî adedini gösterir. 3 numaralı grafikte sismik ekiplerin adedi, 2 numaralı grafikte gravimetre ekiplerinin, 1 numaralı grafikte de bütün diğer usullerle çalışan ekiplerin adedi görülmektedir. Bunlarda ilk göze çarpan şey, sismik ekiplerin bütün diğer usullerde kullanılan ekiplerin mecmuundan çok daha fazla olduğudur. Sismik ekipler içinde refraksiyon usulünü tatbik edenler küçük bir yüzde teşkil ederler. Bu hakikat gözönünde tutulacak olursa, refleksiyon usulünün petrol aramalarında en çok kullanılan jeofizik usulü olduğu açık bir şekilde meydana çıkar.

Refleksiyon usulü hem umumî malûmat toplamak için yapılan etütlerde hem de, hemen her nevi strüktürü en detaylı bir surette tesbit etmekte kullanılabilen çok fleksibl bir usuldür. Monoklinler, antiklinler, höyükler, taraçalar, faylar gömülü granit sırtları gibi en mühim strüktürler hep sismik refleksiyon sayesinde bulunup meydana çıkarılabilir. Şunu da ilâve edelim ki, sismik refleksiyon usulleri her derde deva değildir. Stratigrafik birikintiler, adesî formasyonlar, çok dik yatımlı strüktürler, pek fazla faylı mıntakalar ve refleksiyon veren tabakaların mevcut bulunmadığı mıntakalar bu usullerin tatbik edilemeyeceği bazı hususî hallerdir.

Arazi hakkında evvelce toplanmış malûmata gelince, yukarda da bahse-

dildiği gibi, bu malûmatın bir usulün seçilmesinde çok büyük rolü vardır. Strüktürleri detaye bir şekilde tesbit etmek için işe hemen strüktürel bir usulle başlamanın, çok pahalıya mal olmak itibariyle, yanlış bir hareket olduğu tecrübe ile sabittir. İşe evvela jeoloji sonra da stratigrafik usullerle başlamak icabeder. Bu sayede arazinin petrol ihtiva etmesi imkân olmıyan mühim bir kısmı ayrılır ve elimine edilir. Bu kısımların detaye etüdü için harcanması lâzım gelen para tasarruf edilmiş olur.

Demek oluyor ki, umumiyet itibariyle bir mıntaka hakkında kâfi derecede, jeolojik ve stratigrafik usullerin tatbikiyle elde edilmiş umumî ve kaba malûmat varsa o mıntakada detaye strüktürel usuller kullanılmalı, üzerinde hiç bir malûmat toplanmamış olan arazide ise, işe umumî jeoloji ve jeofizik tanıma etütleri ile başlanmalıdır.

Evvelce toplanmış jeolojik malûmatın seçilen jeofizik usulünün teferruatı üzerinde de tesiri vardır. Meselâ, sismik refleksiyon usulü kullanılacak olan bir bölgede, yatımı iki derece civarında olan ve keskin refleksiyonlar veren, muntazam ve devamlı yatakların mevcudiyeti biliniyorsa, orada eşleme usulü (correlation shooting) kullanılır. Devamlı refleksiyon seviyeleri yerine süreksiz adesî formasyonların veya yatımları birkaç dereceden yukarı olan tabakaların mevcudiyeti biliniyorsa, yatırım usulü (dip shooting) tatbik edilir (bu usullerin izahından, yazımızın kısalığı dolayısıyla sarfı nazar edilmiştir).

Rekabetin mevcut olmadığı memleketlerde bile zamanın mühim bir kıymeti vardır. Bu sebeplerledir ki T. B. (torsion balance) usulü yerini çok daha seri olan gravimetre usulüne terketmiştir.

(10) Heiland, C. A. «Geophysical Activities in 1945 and the Geophysicists'Part in the War» Mining and Metallurgy. Vol. 27, No. 470. s. 109-114.

Sûrat bakımından da en doğru yol evvelâ geniş bir tanıma etüdü yapmak, sonra arazinin en elverişli görülen kısımlarını strüktürel bir usulle inceden inceye elemektir.

Bütçesinde jeofizik için ayda ancak birkaç bin lira ayırabilen bir şirket veya müessese, magnetometri gibi ayırdetme kudreti çok zayıf olan ve derinlik kontrolü bulunmayan, süratli ve ucuz bir usulle iktifa etmek mecburiyetindedir. Bütçelerini çok daha geniş tutanlar sismik refleksiyon usulü gibi en emin neticeler veren bir usul kullanabilirler. Harp gibi hususî hallerde, her ne bahasına olursa olsun, petrol bulmak mevzuubahis olunca, tabiidir ki ne fiyatın ne de bütçenin, bir jeofizik usulünün seçiminde hiç bir rolü kalmaz.

Fiyatlar zamanla ve tatbik şartlarına göre değişirse de denilebilir ki, umumiyetle magnetometre usulü en ucuz olanıdır. Sonra elektrik ve gravimetre usulleri, en sonra da sismik usuller gelir.

Herhangi bir usulle elde edilen fiziksel donelerin kıymeti, tekabül ettikleri jeolojik strüktür bakımından, ne kadar kolaylıkla ve ne derece açık bir şekilde tefsir edilebildiklerine tabidir.

Magnetometre ile alınan neticelerden jeolojik strüktür istidlal etmek ancak hususî hallerde kabildir. Gerçi petrol ihtiva eden tabakaların vücuda getirdiği strüktürler magnetik reaksiyon verirler, lâkin bu reaksiyonlar daha başka bir çok sebeplerin neticesi olabilir, çünkü magnetik reaksiyonlar, doğrudan doğruya rüsubî yatakların teşkil ettikleri strüktürlerden ziyade taban kayalarındaki değişmelerle ilgilidir. Sondaj yapılmış olan yerlerde bilinen strüktürler üzerinde reaksiyon örnekleri almak, yine aynı sahada yapılacak magnetometri neticelerinin tefsirini çok kolaylaştırır.

insaflı davranacak olursak, magnetometre ile alınan malûmat emin değildir ve başka usullerle toplanan malûmat ile itmam edilmelidir.

Gravitasyon usullerinin ayırdetme kudreti magnetometre usullerinininkinden daha yüksek olmakla beraber neticelerin tefsiri bakımından bunlarda da bir muğlaklık vardır. Her şeyden evvel aynı fiziksel neticeleri birbirinden ayrı birkaç şekilde tefsir etmek kabildir. Sonra derinlik kontrolü azdır ve derin olaylarla sığ olayları tefrik edebilmek güçtür. Bu güçlüklerle misal olarak tuz höyükleri üzerinde alınan neticeleri gösterelim. Bir tuz höyüğü, satha kâfi derecede yakın olursa, tepesini kaplayan yoğun örtü kültesinin (cap rock) tesiri sayesinde bir yer çekimi maksimumu elde edilir.- Tabii burada, höyüğün yoğun kültelerle kaplı olduğunu farzediyoruz, aksi takdirde bir minimum elde edilir. Halbuki, höyük derinde olursa örtü kültesi bulunsa da, bulunmasa da, alman netice bir minimumdur. Bundan başka, satıhta görülen tesirler, bu tesirleri meydana getiren strüktürlerle konsantrik olmayabilir. Yani alınan reaksiyonlar tam strüktürün üzerinde gözükmiyebilir.

Bütün bunlara rağmen, gravitasyon usulleri, petrol işlerinde, kabaca yapılan ilk tanıma araştırmalarında en çok kullanılan ve en muvaffakiyetli neticeler veren stratigrafik usullerdir.

Elektrik usullerinin, gravitasyon usullerine nazaran daha kuvvetli derinlik kontrolü vardır. Fakat rasat hataları çok daha büyük ve nüfuz ettikleri derinlik çok küçüktür. Bu sebepler dolayısıyla elektrik usulleri petrol aramalarında şimdilik ancak yerüstüne yakın olan strüktürlerin tesbitinde kullanılır.

Sismik refraksiyon usulü, fiyatların nüfuz edilen derinlikle artması ve derinliklere gittikçe strüktürlerin bulunma

imkânlarının azalması noktai nazarından elektrik usulleri ile aynı seviyededir. Refraksiyon yelpazesi (refraction fan) usulü ile alınan neticelerin tefsiri gayet kolaydır. Buna mukabil, devamlı profiller tâyin eden usullerle alınan neticeleri tefsir etmek, bilhassa refleksiyon usullerinin tefsiri ile kıyas kabul etmiyecek kadar güçtür. Buna başlıca sebep muhtelif yollar takibeden elâstik dalgaların aynı uzaklık - zaman (time - distance) grafiklerini verebilmeleridir.

Neticelerinin tefsiri en kolay ve en açık olan usul, şüphesiz ki sismik refleksiyon usulüdür; zira refleksiyon profilleri aşağı yukarı jeolojik maktalara tekabül eder.

Yukarda bir jeofizik usulünün seçimi hakkında yazılan şeyler şöylece hü-lâsa edilebilir. Her hususî hal için en elverişli bir usul vardır. Bir arama programının muvaffakiyeti bu usulün seçilmesine bağlıdır. Bununla beraber, umumiyetle geniş mikyasta yapılan tanıma etütleri için gravitasyon usulleri,

detaye strüktür tâyinleri için de sismik refleksiyon usulü en elverişli olanlardır.

c — Jeofizik Usulleriyle Toplanan Fiziksel Donelerin Jeolojik Strüktür Bakımından Tefsiri. Arama programının bu safhasında, jeoloji ile jeofiziğin ne suretle ve ne dereceye kadar işbirliği etmeleri icabettiği meselesi jeologlarla jeofizikçiler arasında uzun zamandanberi bitip tükenmez münakaşalara sebep olmuştur. Kanaatimizce, fiziksel doneler evvelâ, jeolojinin müdahalesi olmadan, sadece jeofizik görüşü ile izah ve tefsir edilmeli; bunu takiben jeolojik ve jeofizik malûmat birleştirilerek, strüktürel tefsirler yapılmalıdır. Tabîi, jeofizik usulleri ile toplanan malûmat, yalnız başlarına izaha kâfi gelmiyorsa, daha baştan jeolojik malûmatın yardımına başvurmak çok büyük bir kolaylık temin eder.

Petrol arama programlarının muvaffakiyeti, yukarda sözü geçen bir takım faktörlere tabidir. Memleketimizde de ciddî bir programa, bu noktaları nazarı itibara alarak, başlanılmasını temenni ederek yazımıza nihayet veriyoruz.

