

## MADENCİLİK VE JEOLJİDE JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

Dr. Emin İLHAN

Jeofizik araştırmalar, yani arz fiziğinin yatakların aranmasına tatbiki, petrol, maden ve yeraltı su aramalarında gittikçe önem kazanmaktadır. Ancak, Jeofizik metotların faydası ve değeri hakkında birbirine zıt olan fikirlere raslanır. Bu metodu faydalı görmeyen bazı muhafazakâr meslekdaşlarımız yanında, jeofiziğın adeta yeraltı aramaların yerine geçebileceğini inananlarda vardır.

Gravimetri, manyetometri, elektrik resistivite, sismik gibi çeşitli jeofizik metotların her biri muayyen jeolojik şartlar altında ve muayyen sınırlar içinde müspet neticeler verebilir. Ancak 1 - hangi metodun hangi jeolojik yapılarda tatbik edilmesinin mümkün olacağı; 2 - her metodun muhtelif jeolojik şartlar altında hangi sınırlar arasında bir neticeye varabileceği; 3 - jeofizik neticelerin, etüt sahasının jeolojik özelliklerine göre nasıl değerlendirilebileceği bilinmesi ve 4 - Jeofizik çalışmalardan önce, mmtakanın jeolojik etüdü yapılmış olmalıdır.

Muhtelif imkânlar ve sınırlar göz önünde tutulduğu takdirde, maden, sü ve jeoloji aramalarında jeolog ve madenci muhtelif jeofizik metotlardan geniş ölçüde faydalanabilir.

Bu makale, Türkiye'de yapılan bir çok çalışmalardan, elde edinilmiş olan neticelerden ve jeolojik bakımdan Türkiye'ye benzeyen bazı yabancı memleketlerde yayınlanmış olan bilgilerden istifade edilerek hazırlanmıştır. Muhtelif jeofizik metotların tatbik imkânları ve bazı jeolojik şartlardan ileri gelebilen

güçlükler münakaşa edilecektir. Bu mak-satla bu gün genel arama işlerinde kullanılan önemli metotları, çalışma usulleri, tatbik sahaları ve sınırları teker, teker gözden geçirilecektir. Sondaj Kontrolü için sondaj Kuyularında veya cevher araması için yer altı imalâтта tatbik edilen ayrı bir tertibatı isteyen özel jeofizik metotlarından burada bahsetmiyoruz.

### MUHTELİF JEOFİZİK METOTLAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Jeofizik metotların prensibi.

Yukarıda işaret edildiği gibi, kısaca «jeofizik» denilen metotlar, arz fiziğinin jeolojik ve maden aranmasına tatbik edilmesinden ibarettir. (Gravimetri ve manyetometri metodlarında gibi) kürei-arzın kayaç kabuğunun üst kısmından gelen veya (Sismik ve resistivite metotlarındaki gibi) kayaç kütlelerine yollanan ve oradan geri dönen fiziksel kuvvetlerde vukuagelen değişiklikler ölçülür. Ölçülerin maksadı, kayaç kütlelerindeki strüktürel «anomali» Ierin tesbitidir. Görülen anomaliler jeolojik yönden değerlendirilir.

Bundan, önemli olan üç sonuç çıkar.

1. Jeofizik çalışmalarda, bir maden veya petrol yatağının veya bir yeraltı su seviyesinin mevcudiyetini doğrudan doğruya gösteremez; sadece bir yatağın veya bir su seviyesinin teşekkül etmesine elverişli olan jeolojik şartların mevcut olup olmadıklarını gösterir. Meselâ, jeofizik etüdü neticesinde «müspet» görülen bir yapıda bir petrol veya su seviyesinin

bulunması şart değildir; fakat «menfi» görülen bir yapıda fazla bir şey beklenemez.

2. Jeofizik etüt, müstakil olarak bir şey ifade etmez; yani jeolojik etüdün ve, yeraltı aramanın yerini alamaz. Gravimetrik veya manyetometrik haritalar gibi jeofizik haritalar, yeraltı jeolojik ve yeraltı strüktür haritaları değildirler. Jeofizik neticelerin daima jeolojik bakımdan ve jeolog tarafından değerlendirilmesi icap etmektedir. Jeofizik etüd, ileride yapılacak yeraltı aramalarına (yeraltı imalât, sondaj) ancak yol gösterir.

3. Bir netice alabilmek için, etüd edilecek arz kısmını teşkil eden kayaç kütleleri, birbirinden farklı olan fiziksel kuvvetleri yaymalı veya gelen kuvvetleri muhtelif şekilde geri göndermelidirler. Yani kayaç kütleleri kesafet, ağırlık, manyetik çekme, elektrik akımlara karşı mukavemet gibi fiziksel özelliklerinde birbirinden farklı olmalıdırlar. Mütecanis olup hiç bir fiziksel farkı göstermeyen kütlelerde hiç bir jeofizik metot netice veremez.

Jeofizik metotların tarihçesi.

Takriben 1900 yıllarında bazı jeofizik metotlar bilimsel araştırmalar için geliştirilmeye başlanmıştır. Ayrıca, tabii olan bazı jeofizik olaylar da aynı maksatla kullanılmaya başlanmıştır.

Meselâ bugünkü gravimetrik aletlerin dedesi olan «gravite pendülleri» ile okyanus tabanları, kıvrılmış orojen sahaları ile kıvrılmamış olan kratojen sahaları arasındaki ağırlık ve gravite farkları tesbit ve bu yolda modern tektonik nazariyelerin fizik temel bilgileri temin edilmiştir. Klâsik olmuş bu çalışmalar esnasında, büyük kayaç kütlelerinin üst üste yığılmış olmasına rağmen Alp kıvrım zonlarının ağırlığının kıvrılmamış olan kratojen zonlarına nazaran çok düşük oluşu öğrenilmiş ve kıvrım

zonlarında arz kabuğunun daha ince oluşu anlaşılmıştır. Büyük Macaristan Ovasında, Tisza Nekri boyunca şeddelerde sebebi anlaşılamayan yükselme ve alçalmaların müşahede edilmesi ve neticede bir kaç büyük subaskını olaylarının vukubulması üzerine, Macar fizikçi Eötvös'ün icat ettiği «torzyon terazisi» ile bütün ova ölçülmüş, Tersiyer havzasının subasmanında bir çok tektonik yükselme ve çukurların buldukları, şeddelerde kot değişmelerinin bu tektonik yapılara tesadüf ettikleri, yeni tektonik hareketlerin halâ devam ettikleri tesbit edilmiştir.

Aşırımızın başında modern ve hasas sismograf aletleri servise konulduktan sonra deprem dalgalarının, yer kabuğunun muhtelif kayaç kütlelerindeki yayılma tarzı takip edilmeye başlanmış ve kabuğun derin kısımlarının yapısı hakkında bu yolda bir çok yeni bilgiler elde edilmiştir. Küçük patlamalardan ileri gelen suni dalgaların muhtelif ref leksyon ve refraksiyon şekillerinden istifade eden bugünkü sismik metodlar, bu deprem çalışmalarının sayesinde geliştirilmiştir.

Bugün yeraltı petrol, maden ve su aramalarında, yani mahdut sahalarda, mahdut derinliklerde ve mahdut sınırlar içinde tatbik edilen en önemli iki jeofizik metodun (gravimetri ile sismik), ilk önce dünya ölçüsünde araştırmalarda tatbik edilmiş olan usullerden ileri gelmiş olması, metodların hasasiyet değeri bakımından önemlidir.

## GRAVİMETRİ

### Genel bilgi

Gravimetri metodu, muhtelif kütlelerin ve muhtelif kesafetlerin gösterdikleri gravite (ağırlık) çekiminden istifade ediyor. Ölçüler, eskiden «pendül ve «torzyon terazisi» ile yapılmıştır. Şimdilik ise daha hasas olan «gravimetre»ler kullanılır. Aramalarda, ölçülen gravitasyon sa-

hasının farkları ve değişiklikleri kullanılır. Gravite çekimi «milligal» olarak ölçülür. Gravimetrik haritalarda görülen münhaniler, milligal değeri aynı olan kayaç zonlarını gösteren «izogal» çizgileridir. Bu çizgiler, gravimetrik değerinin çoğalmasını veya azalmasını, gravimetrik «pozitifleri» ile «negatifleri» işaret ediyorlar.

Gravimetride, arztan gelen fiziksel kuvvetler yeryüzünde ve endirekt ölçülür. Ölçülen değer, üst, üstte bulunan muhtelif kütlelerden gelen tesirlerin bir toplamıdır. Bu toplamda, yeryüzüne daha yakın olan kütlelerin tesiri fazla, derin kütlelerden gelen tesirler daha azdır. Bundan, ölçülerin müstakil olarak hiç bir şey ifade edemedikleri anlaşılır. Bütün iş, jeolog ile jeofizikçi tarafından müştereken yapılan değerlendirilmelere bağlıdır. Değerlendirilme için, etüd sahasını teşkil eden veya mevcut oldukları tahmin edilen muhtelif kayaç kütlelerinin takribi sırası ile takribi kesafeti bilinmelidir. Yani sahanın yeraltı jeolojik yapısı hakkında bazı bilgiler ve fikirler mevcut olmalıdır. Etüd sahası civarında daha önce açılmış olan bir sondajın bulunması, jeofizik ölçülerin değerlendirilmesini kolaylaştırır. Yukarıda izah edilen durumdan dolayı, yapılan gravimetrik ölçülerin muhtelif şekillerde değerlendirilmesi mümkün olabilir: Bazen, aynı sahanın bir birinden farklı olan iki veya üç izogal haritaları çizilebilir. Böyle bir halde bilinen veya tahmin edilen genel tektonik yapıya en fazla uymakta olan harita tercih edilebilirse de yeraltı aramaları yapacak olan jeolog ve mühendis, bu haritaların gösterdikleri muhtelif imkânları göz önünde tutarak hareket etmelidir.

Morfolojik bakımdan fazla arızalı olan sahalarda, röliyefin tesirine dikkat edilmelidir. Arazide görülen kayaçların kesafetine göre, gravimetrik neticelerde «arazi tashihleri» yapılır. Bu tashihlerin tayini yapan eleman tecrübeli olmalıdır.

Gravimetrik çalışmalar teknik bakımdan kolaydır. Oldukça mukavim olan alet araba ile veya insan sırtında taşınabilir. Yani araçların girmedikleri sahalarda da gravimetri yapabilir. Alet bir eleman tarafından kullanılabilir. Diğer bütün jeofizik metotlarda olduğu gibi, ölçü istasyonlarının rakımını ve koordinelerini tesbit eden ve haritaya geçiren bir topoğrafik ekip lâzımdır. Çalışmalar için 1 : 25 000 haritalar yeterlidir. Gravimetrik etütler az personel (ve araçlar) ile kısa zamanda ve nisbeten az bir masraf ile yapılabilirler.

#### Ölçülen değerlerin jeolojik manası

Arazi ölçülerine dayanarak hazırlanan gravimetrik harita ve kesitler, gravite çekimi yüksek veya alçak olan saha kısımlarını gösterirler. Bir sahanın gravite çekiminin yüksek oluşu («pozitif») jeolojik bakımdan üç şekilde izah edilebilir: 1 - Sahayı teşkil eden kütlelerin birinde kesafeti ve ağırlığı yanal olarak arttırmıştır (yanal litolojik ve fasiyes değişimleri) 2 - Sahayı teşkil eden kütleler arasında kesafeti ve ağırlığı fazla olan bir kütle adese şeklinde gelişmiştir (lâv veya cevher kütleleri; ağır kayaç çakıllarından müteşekkil olan konglomeralar). 3 - Derinde bulunan, kesafeti ve ağırlığı fazla olan bir kütle (meselâ bir havzanın subasmanı) fay bloku veya antiklinal şeklinde yükselmiştir. Kütlenin bu kısmının yeryüzüne daha yakın olmasından dolayı, gravite çekiminin toplamı üzerindeki tesiri de fazladır.

Gravite çekimi düşük («negatif») olan saha kısımlarının durumunda buna müvazî bir şekilde izah edilebilir: 1 - Bir yeraltı kütlelerin kesafeti ve ağırlığı yanal olarak azalmıştır (meselâ ağır bir sediman yanal olarak tüfe geçmiştir). 2 - Ağır bir kütle (meselâ havza subasmanı) bir çukuru veya senkline teşkil ediyor. Kütle ile yeryüzü arasındaki mesafenin fazla olmasından dolayı, çukurdaki kütlelerin

yeryüzündeki çekimi azalmıştır. 3 -, Kesafeti ve ağırlığı fazla olan bir sediman kütlesi (meselâ ağır ve kesafeti fazla olan bir gre serisi) altında bulunan kesafeti ve ağırlığı düşük olan bir kütle (meselâ bazı şist ve kristalin şistler) bir yükselme yapar. Yükselme üstünde ve flanklarında ağır sediman örtüsü aşınmıştır. Ağır örtünün tesiri azalmış, yeryüzüne daha yakın olan bir seviyeye yükselmiş olan hafif taban kütlelerinin tesiri fazla olmuştur. Neticede gravite çekiminin toplamı bu yükselme üzerinde de düşük olur.

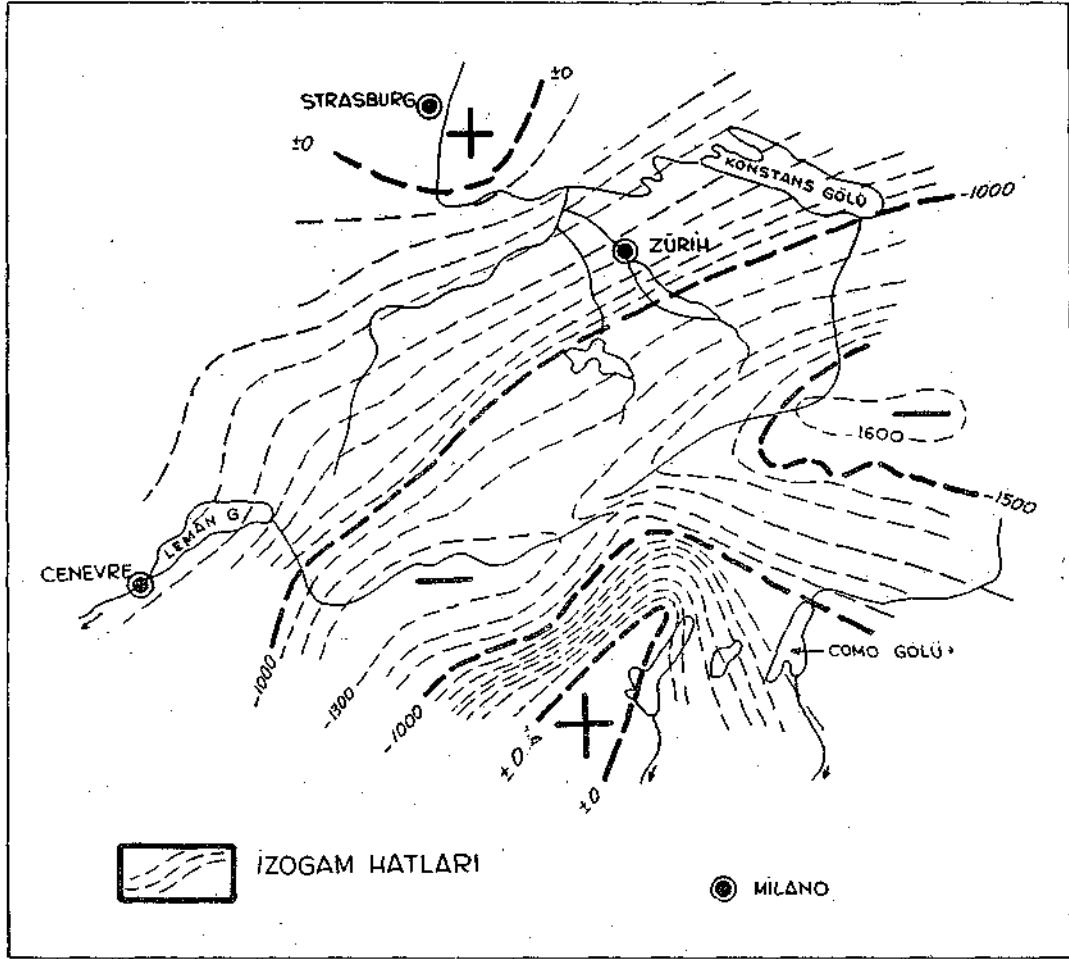
Bundan, bir gravimetrik pozitifin ve negatifin jeolojik manasının daima aynı olmadığı anlaşılır. Kesafeti ve ağırlığı daha az olan kütleler altında, kesafeti ve ağırlığı fazla olan kütlelerin bulunması hâlinde, bir gravimetrik pozitif daima bir tektonik yükselmeye; bir gravimetrik negatif ise daima bir tektonik alçalmaya tekabül eder. Böyle bir durum, normal bir «havzasal» yapıyı gösteren sahalarda mevcuttur: Sediman kütleleri altında metamorfik veya plütonik olan bir subasman kütlesi bulunur. Fakat aksi olarak, sediman örtüsü ağır, subasman (bazı şist ve kristalin şistler gibi) hafif olduğu taktirde, gravimetrik pozitif bir alçalmaya, negatif ise bir yükselmeye tekabül eder (Şekil 2). Bir pozitifin ille bir tektonik yükselmeye, bir negatifin ille bir tektonik çukura tekabül etmesi şart değildir. Gravimetrik haritalarda görülen pozitif ve negatiflerin jeolojik bakımdan doğru değerlendirilebilmesi için, üst, üstte bulunan kütlelerdeki kesafet ve ağırlık dağılışının ana hatları, bilhassa havzasal sahalarda sediman dolgusunun tabanı olan kütlelerin ağır veya hafif olmaları bilinmelidir.

Orojenik kıvrılma zonlarında arz kabuğunun incelmesinin neticesinde gravite çekiminin azalması, Anadolu için önemlidir. Anadolu'da güney ön. çukurT

luktan (Siirt\* Diyarbakır, Gaziantep, Hatay bölgelerinden ve Akdeniz'den) kıvrımlara, kuzeye doğru ilerledikçe derin kütlelerden gelen gravite çekimi azalır; kuzeyde, kıvrımlardan Karadenize yani kuzey ön çukurluğa doğru gidilince, çekim tekrar, yükselmeye başlar (Şekil 1). Bundan, Anadolu kıvrımlarının dış kısımlarında ölçülen bir gravimetrik değerde derin subasman payının fazla, kıvrımlarının iç kısımlarından elde edilen bir değerde daha az olduğu anlaşılır. Yani kıvrımların iç dış kısımlarında görülen, meselâ +100 milligal olan iki değer jeolojik ifadesi aynı değildir.

#### Tatbik sahaları ve imkânları

Gravimetri metodunun tatbik imkânları yukarıda verilen bilgilerden anlaşılır. Normal havzasal bir yapı gösteren sahalarda yani kesafeti ve ağırlığı nisbeten düşük olan (meselâ Neojen kum, gre ve marnları) bir kütle altında kesafeti ve ağırlığı fazla olan (meselâ Mesozoik kalker ve dolomiti, eski metamorfik kayalar) kütleler bulunduğu taktirde, gravimetri ile yeraltı strüktürlerinin (yükselme ve alçalmaların) mevcudiyeti tesbit edilebilir. Lâv ve magmatik kayalar gibi ağır kütlelerin civarından ayrılması da mümkün olur. Ancak, gravite çekimi indirekt ölçülüğünden ve ölçü toplamının birbirinden ayrılması bazen mümkün olmıyan muhtelif tesirlerin altında bulunduğundan dolayı, gravimetrik étudier sadece bir yeraltı yapının genel hatlarını, meselâ yeraltı yükselmelerinin ve alçalmalarının mevcudiyetini gösterebilirler, fakat yapının detaylarını işaret edemezler. Meselâ bir gravimetrik pozitifini teşkil eden izogal hatları, yeraltı yükselmesinin münhanileri değildirler; izogal hatlarının ufak tefek çıkıntıları, yükselmenin çıkıntılara (burunlarına) tekabül etmezler. Kısaca, bir gravimetrik harita, bir yeraltı kontur haritası değildir.



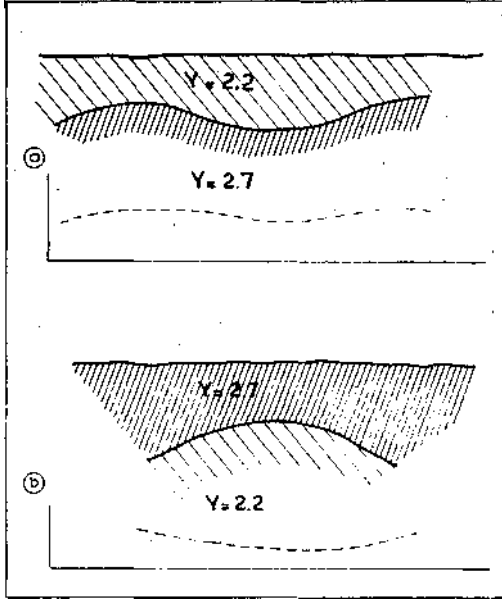
Şekil 1 - İsviçre Âlplerinin izogam (Gravite) haritası (A. Heim'e göre) Kuzey ve güney ön çukurluklardaki pozitif değerlere karşılık, kıvrım bölgesinin değerleri negatiftir. Bu gravite düşüklüğü, kıvrım alanındaki derin tabanın (arz kabuğunun), Ön çukurluğuna nazaran ince olduğunu gösterir.

Bundan başka, kütleler arasındaki kesafet ve ağırlık farkları fazla oldukları takdirde, fay hatları gayet bariz bir şekilde, izogal hatları arasında, boyuna bir sıkışma olarak görünür.

Gravimetrik etüdlere nisbeten az masrafla ve kısa bir zamanda yapılması mümkün olduğundan dolayı, bu metot bilhassa geniş sahalarda ilk jeofizik taranması için çok elverişli ve faydalıdır. Bu taranma esnasında sahanın genel yeraltı yapısı tesbit edilir; belirtilmiş olan strüktürler bundan sonra daha teferuatlı neticeler veren bir metot (meselâ sismik) ile tetkik edilir. Meselâ Irak'ta güneyde

Kuveyt sınırı ile kuzeyde Kerkük havzası, arasında yeni petrol imkânları arandığı zaman, genç birikintiler ile tamamen örtülü olan bu sahada ilk önce bir gravimetrik taranma yapılmış ve Basra civarında önemli bir pozitif tesbit edilmiştir. Pozitif sahasında sonradan yapılmış olan sismik etüt, burada iki geniş tektonik yükselmenin mevcut olduğunu göstermiştir. Bugün yılda 12 milyon ton petrol veren Zübeyir havzası bu yöre keşfedilmiştir.

Bugün gravimetri metodu ön planda petrol vs yeraltı su aramasında, yani yeraltı strüktürlerin ve kapalı havzaların



Şekil - 2

- Yoğunluğu az olan bir kütle altında yoğunluğu fazla olan bir kütle: Gravimetrik kesit (ve harita), ağır kütlelerin yükselmesi ve alçalmasını gösterir.
- Yoğunluğu fazla olan bir kütle altında yoğunluğu daha az olan bir kütle: Gravimetrik kesit, derin kütlelerin yükseldiği yerde bir gravite azalmasını gösterir. Ki, yoğunluk dağılımına dikkat edilmediği takdirde, yanlışlıkla derin kütlelerin bir yükselmesi diye değerlendirilebilir.

tesbiti için kullanılır. Bu maksatla ölçülen şebekelerde istasyon aralığı 500-600, ilkel etütlerde 1000-1200 metredir. Ölçülen hatlar öyle tanzim edilir ki, her  $\text{km}^2$  ye (detay etütleri) veya iki  $\text{km}^2$  ye (ilkel etütler) bir ölçü istasyonu düşer.

*Maden aramasında* da gravimetreden faydalanabilmek için bazı teşebbüsler yapılmıştır. Metodun bu işe tatbik edilebilmesi için 1 - Cevher ile civarındaki kayalar arasında önemli bir kesafet ve ağırlık farkı olmalı ve 2 - Cevher ince damar veya küçük adese şeklinde değil, fakat toplu bir şekilde bulunmalıdır. Mesela gravimetrenin kromit aramalarında bazı müspet neticeler verdiği, K. Ergin'in bir yayınından anlaşılır (Muğla civarı). Bu nevî étudier için istasyon şebekesi, bölgesel aramalara na-

zaran çok daha kesif olmalıdır. Ölçülen çekimin derinliği az olan kütlelerden geldiğinden dolayı, morfolojinin tesiri fazla olur ve metod ancak morfoloji bakımından fazla arızalı olmıyan yerlerde bir netice verebilir. Burada da gravimetri ancak bir cevher kütlelerinin bulunduğunu gösterir, fakat kütlelerin şekli hakkında bilgi veremez.

Gravimetri ile yeraltı strüktürlerinin (meselâ bir havza tabanının) derinliğinin veya bir kütlelerin kalınlığının tesbiti mümkün olup olmayacağı halâ bir müAakaşa konusudur. Mevcut bir sondajdan hareket edilerek gravimetrik değerlerin yardımı ile derinlikler takribi bir şekilde enterpole edilebilirler. Direkt bir bilgi olmadıkça da, çok tecrübeli bir jeofizikçinin derinlikleri tahmin edebileceği iddia edilirse de, bu hususta meselâ Trakya'da tamamen yanlış neticelere varılmıştır. Gravimetrik bilgilere dayanarak derinlik ve kalınlık tahminleri yapılmamalıdır.

## MANYETOMETRİ

Genel bilgi

Kürreiarzın dış kabuğundaki muhtelif jeolojik kütleler, arzın manyetik sahasına tesir ederler. Manyetometri bu tesirlerden istifade ediyor, yani gravimetrideki gibi burada da arz kabuğundan gelen kuvvetler ölçülür ve ölçü toplamı da muhtelif tesirlerden müteşekkildir. Genel olarak burada da yeryüzüne yakın olan kütlelerin tesirleri daha şiddetli, derin olanların ise daha zayıftır. Manyetik kuvvetler «gamma» olarak ölçülür. Manyetometrik haritalarda görülen «izogam» hatları, manyetik değeri aynı olan sahaları sınırılıyor. Manyetometre aletleri oldukça basit ve mukavim olup bir kişi tarafından kullanılabilir.

Havadan manyetometri usulü, yani manyetik kuvvetlerin uçaktan ölçülmesi, ilk olarak 1936 da Rusya'da tatbik edilmiş; Harp esnasında denizaltıların tesbiti

için geliştirilmiş ve bugün geniş ölçüde bilhassa demir ve petrol aramalarında bir rekonesans metodu olarak kullanılır. Ölçülerin küçük yerel tesirlerden uzak olan bir seviyede yapılmakta olduklarından dolayı, arz kabuğunun yerel arızalarından gelen gaynmuntazam tesirler bertaraf edilir ve ölçülerin mütecanis olmaları temin edilir. Bu metot ile günde 750 -1500 km. profil yapılabilir. Yani uçak kullanılmasından ileri gelen fazla masrafa karşılık olarak büyük bir zaman tasarrufu temin edilir.

Metodun iyi , netice vermesi, etüd mırıtakasında manyetik olan kütlelerin bulunmasına bağlıdır; ki bunlar, içinde demir veya demirli mineraller bulunan kayalardır. Ön planda diyabaz, bazalt gibi «bazik» mağmatitler fazla manyetikler; fakat bu nevi kayaların aşınmasından ileri gelen malzemeden müteşekkil olan klastiklerin manyetik tesiri de oldukça önemli olabilir. Genel olarak, bazik mağmatitler, «asitik» mağmatitlerden ve sedimanlardan fazla; gre ve şeyi, dolomitten ve kalkerden fazla manyetikler. Jeolojik devirler boyunca küreiarzın manyetik kutuplarının yer değişiklerinden dolayı, çok eski devirlere ait olan kayaların (Prekambrien, Kambrien) «manyetik doğrultusu», daha genç olan kütlelerin doğrultusundan farklı olabilir. Yanlış neticelere varılmaması için, böyle mmtakalarda ilk önce «eski» kayaların manyetik doğrultusu tesbit edilmelidir. Demir yatakları ile içinde demir veya demirli mineraller fazla bulunan muhtelif cevher yataklarının manyetik tesiri de yüksektir.

Az manyetik olan sediman kütleleri ile kapalı alan sahaların subasmanı fazla manyetik olduğu takdirde, subasman yükselimleri (ve bununla beraber üstündeki sediman yükselmeleri) pozitif sahalardan; subasman çukurları negatif sahalardan olarak haritalarda görünürler.

Demir aramak maksadiyle Anadolu'

nun bazı bölgelerinde M.T.A. tarafından yaptırılmış ve yayınlanmış olan havadan alınmış manyetometrik haritalar ( ), etüd sahalarının genel tektonik yapısının ana hatlarını oldukça bariz ve doğru bir şekilde göstermektedirler. Manyetometrik çalışmaların genel prospeksiyon için faydalı oldukları bundan anlaşılır.

Manyetometrinin tatbik sahaları

Ucuz olup kısa zamanda netice veren bu usul ekseriyetle gravimetrik etütler ile birlikte ve gravimetre istasyonumdan istifade edilerek tatbik edilir. Bu şekilde bazı gravimetrik neticelerin hakikî mahiyetinin aydınlanması da mümkün olur.. Meselâ bir gravimetrik pozitifin bir manyetometrik pozitive tekabül ettiği takdirde, gravimetrik pozitifin sebebi olan tektonik yükselmenin bazik bir mağmatik kayaktan ibaret olması, gravimetrik pozitive bir manyetik negatifin tekabül ettiği takdirde, yükselmenin şist, kalker, dolomit gibi malzemeden müteşekkil olması muhtemeldir.

*Petrol ve yeraltı su aramalarında* manyetometri, gravimetri ile birlikte veya müstakilen kullanılır. Tektonik yapısı havzasal ve tabanı mağmatitlerden veya bu nevi kayalardan ileri gelmiş olan kristalin şistlerden müteşekkil olan sahalarda bu metot ile tabanın tektoniği ve bununla beraber petrol veya yeraltı sularının toplanmasına elverişli olan yapıların tesbiti mümkün olur. Meselâ Alp-lerin, subasmanı kristalin ve mağmatik kayalardan ibaret olan ön çukurluğunun Avusturya kısmında tabanın bütün reliyefi bu usul ile çıkarılmıştır. *Yeraltı su aramalarında* bu metot ile meselâ Kuzey Afrika ve İspanya'da iyi neticeler elde edindikleri, 1952 Milletlerarası Jeoloji Kongresi yayınlarından anlaşılır.

*Türkiye'de* bilhassa Orta ve Batı Anadolu'nun subasmanı kristalin ve mağ-

matik kayalardan ibaret olan Tersiyer ve Neojen havzalarında bu metot ile iyi neticelerin temin edilebileceği tahmin edilir.

*Maden Aramalarında* bu metot onyedinci asırdanberi kullanılmaktadır; ilk önce, demir yataklarının pusula üzerindeki tesirinden istifade edilmiştir. Divrik civarında bir demir madenin bulunabileceği, aletleri ile bazı manyetik anomalikler müşahede etmiş olan demiryolu mühendisleri tarafından ilk olarak işaret edildiğini de hatırlatalım. Cevherin demir muhteviyatının fazla ve civarındaki serpantinlerin manyetik tesirinin düşük olduğu takdirde manyetometri ile kromit yataklarının tesbitinin mümkün olduğu, K. Ergin tarafından gösterilmiştir (1952). Havadan yapılan manyetometrik etütler M.T.A. tarafından *demir aramasında* kullanılmıştır. Havadan manyetik pozitif olarak tesbit edilmiş olan sahalarda bilahare prospektörler tarafından gözden geçirilir. Sahalarda pozitifin sebebi olabilen bir mağmatik kayacın bulunmadığı veya böyle bir kütlelerin mevcudiyetinin jeolojik bakımdan mümkün görülmediği takdirde, pozitifin sebebi ekseriyetle demir olan bir maden yatağı olmalıdır.

Gravimetri gibi, manyetometri de sadece kütlelerin mevcudiyeti hakkında bilgi verir, yoksa yatağın şekli veya derinliğini göstermez. Gravimetrik çalışmalar için Önemli olan kayaç kesafetleri tablo 1 de gösterilmiştir.

## ELEKTRİK METOTLAR

### Genel bilgiler

Bu metotlar, muhtelif kayaç kütle ve tabakaların elektrik akımlarına karşı gösterdikleri mukavemetinden «resistivité» ve akımları geçirme kabiliyetinden («conducteur» kabiliyeti) istifade ediyorlar.

Bu metotlarda bir elektrodun yarımını ile bir elektrik akımı toprağa veri-

li ve kayalarda dolaştıktan sonra başka bir elektrotta devirdaimle ölçülür. Şimdiye kadar burada izah edilmiş olan jeofizik metotlardan farklı olarak; direkt olarak ölçülebilen bir kuvvet yer yüzünden arz kabuğuna yollar ve geri dönünce tekrar ölçülebilir. Elektrik metotlar prensip itibariyle iki gruba ayrılır: ölçülen akım 1 - Kayaç tabakalarından dikey veya çapraz olarak geçer («resistivite metodu») veya 2 - Tabakalar içinde ve tabakalara paralel olarak yayılır («telürik metot»). Kayaçların akıma karşı gösterdikleri mukavemet «ohm/metre» olarak ölçülür ve buna göre resistivite harita ve kesitleri hazırlanır. Diğer bazı jeofizik metotlardan farklı olarak elektrik metotları çok az derin olan seviyelerin yoklanması için de kullanılabilirler (mesela temel etütleri veya çok sığ olan su ve maden seviyeleri için) Bazı kayaların resistivitesi tablo 1 de gösterilmiştir).

Metodun derinlik kapasitesi, alıcı ile verici elektrotlar arasındaki mesafe ile fazlalaşır. Aletler, prensip itibariyle akımı üreten bir jeneratör (veya akümülatör), iki elektrod, akımı ölçen galvanometreler ve lüzumlu olan kablolardan ibarettir. Bilhassa sığ derinlikler için kullanılan alet basit ve bir insan tarafından taşınabilecek kadar küçüktür.

Gravimetri ve manyetometriden farklı olarak, elektrik metodları, yoklanan seviyelerin derinliğini de oldukça sarıh bir şekilde gösterirler; bilhassa birkaç yüz metreden fazla olmayan derinliklerde.

### Resistivite metotlarının tatbik sahaları

Bir mm takanın, resistivitesi birbirinden farklı olan kayaç kütlelerinden müteşekkil olduğu takdirde, elektrik metotları yeraltı jeolojik strüktürleri ve fayları iyi bir şekilde göstermektedirler. Mesalâ Güney İtalya'nın Bradana çukurluğunun telürik metod ile yapılmış olan yeraltı strüktür haritasının doğru olduğu, sismik



TABLO - 1

Çeşitli kayaç cins ve formasyonlarının fiziksel özellikleri, (çeşitli yayınlardan derlenmiştir).

<i>Yaş ve Litoloji</i>	<i>Elektrik resistiaite ohm/metre</i>	<i>Yoğunluk</i>	<i>Hız metre/saniye</i>
Miosen marn, kil, kum aratabakaları	5 - 50	2,24 - 2,49	2600 - 4400
Miosen konglomerası	—	—	3700 - 4000
Eosen-Üst Kretase flişi	50 - 300	2,40 - 2,65	3300 - 5000
Kretase-Jurasik kumlu ve marnlı kalker	50 - 500	2,52-2,70	3500 - 6900
Mesozoik; kesif kalker ve dolomit	—	2,58 - 2,70	5000 - 6000
Paleozoik; şist, grauvak.	300 - 1500	2,65 - 2,73	4500-5000
Kristalin kayaçlar	300 - 1500	2,65 - 2,73	3500 - 5900
iri çakıllar	1000 - 3000	—	—
Çakıllar	500 - 1000	—	—
Kum, gre	300 - 600	} 2,2 - 2,5 }	2700-4.700
Killi kum	200 - 400		} 2000 - 4300
Kumlu kil	200 - 300		
Kil	100 - 250	—	—
Marn	150 - 200	2,3	2500 - 3500
Andezit	150 - 200	—	—
Anhidrit, alçı, dolomit, tuzlu formasyonlar	yüksek	2,2 - 2,8	5000 - 7000

çalışmalardan ve sondajlardan anlaşıl-  
mıştır.

Resistivite metotları bugün petrol, su ve maden aramalarında kullanılır. *Petrol aramalarında*, gravimetri ve manye-  
tometri gibi umumî tarama ve istikşaf-  
larda tatbik edilir. Sığ seviyelerde (yani  
derinliği birkaç metre ile birkaç yüz  
metre olan kütlelerde) basit aletler ile  
çok iyi neticelerin elde edildiğinden do-  
layı, resistivite bugün bilhassa *yeraltı su*  
ve *maden aramalarında* kullanılır; (su ara-  
malarında: meselâ geniş ölçüde Kuzey  
Afrika, İspanya ve İtalya'da.)

Su seviyelerinin, bilhassa tuzlumsu  
ve tuzlu suların resistivitesinin, taban ve  
tavan kayaçlardan farklı olduğundan  
dolayı, bu metot strüktürel bilgilere ilâ-  
veten su seviyeleri ve tuz muhteiyatı  
hakkında direkt olarak bazı bilgiler ver-  
rir. Cevher kütleleri de bu şekilde belli  
olurlar. Buna mukabil, petrol ve tabî

gaz seviyelerinin özel bir ' resistivitesi  
yoktur; yani petrol aramalarında sadece  
strüktürel bilgi temin edilir. Resistivite  
usulünün Türkiye'de bilhassa yeraltı su  
ve maden aramalarında iyi neticeler ve-  
rebileceği tahmin edilebilir. Çok sığ sevi-  
yelere de tatbik edilebileceğine göre, bu  
metottan linyit aramasında da faydalanı-  
labileceği muhtemeldir (damar tabanı  
veya tavanında resistivitesi karakteristik  
olan bir tabakanın bulunduğu taktirde).

Diğer jeofizik metotlardan farklı  
olarak çok sığ seviyelerde de iyi netice-  
ler verdiğinden dolayı, bu metod temel  
ve zemin etüdlerinde, sağlam zeminin  
derinliğinin ve gevşek örtünün kalınlığının  
tesbiti için kullanılır. Meselâ sağlam ze-  
mine varabilmek için gerekli olan hafri-  
yatın veya yekûn hafriyatın yüzde kaçın-  
nın gevşek araziden ve yüzde kaçının  
kayadan ibaret olacağıının hesaplanması  
mümkün olur. Hem böyle etütler için

kullanılan aletler gayet basit ve oldukça ucuzdurlar.

**Metot :** Genel olarak gayrıfennî bir usul, hattâ dalavera olarak vasıflandırılan fakat bazan müspet neticeler vermiş olan «çubuk» veya «bagette» ile su ve maden arama teşebüsleri burada işaret edilmiştir. Hava kütlesi ile arz kabuğu arasında çok hafif elektrik akımlarının mevcut oldukları; yeraltı su seviyeleri, cevher kütleleri ve bilumum resistivitesi birbirinden farklı olan kayaç kütleleri üstündeki sahalarda bu akımların değişmekte oldukları; fakat sinir sistemi normal olan insanların bu akımları ve değişikliklerini hissetmedikleri tesbit edilmiştir. Sinirleri çok hassas olan insanların bu akımları ve değişikliklerini hissettikleri ve «çubuk» olayının belki bu şekilde izah edilmesi mümkün olabileceği düşünülebilir. Bu takdirde bu olaylar bir nevi «tabii resistivite metodu» olarak kabul edilmelidir.

#### •SİSMİK METOTLAR

Genci bilgi

Bilindiği gibi, jeofizikçi ve jeologlar, deprem dalgalarının yardımı ile arz kabuğunun derin yapısı hakkında bilgi temin etmeye çalışmışlardır. Sismik metotlar, bu çalışmalardan doğmuşturlar. Bir patlamadan ileri gelen dalgaların arz kabuğu içindeki yayılma şekli ve zamanı tesbit edilir ve bu yolda yeraltındaki yapılar hakkında bilgi edinilir. Muhtelif kayaç kütlelerinin «hız fonksiyonu» yani dalgaların kayaçlardan geçme hızı bilindiği takdirde, yeraltı yapısından başka muhtelif kütlelerin derinliği ve kalınlığı da tesbit edilebilir. Bu usulde de (elektrik metotlardaki gibi); direkt olarak ölçülebilen bir fiziksel kuvvet yeryüzünden arz kabuğuna yollar.

Sismik çalışma sırasında sığ bir sondaj kuyusunda tahallül örtüsü altında mütecanis zeminde (ki kaya olmak şart değildir) muayyen bir miktar patlayıcı

madde patlatılır. Patlama tarafından meydana gelen, arz kabuğunda yayılan ve muayyen kayaç seviyeleri tarafından geriye atılan (reflekte edilen) dalgalar, patlama yeri civarında muayyen mesafe ve muayyen sayıda konulan «jeofon» lara gelirler. Bir nevi mikrofona olan bu aletler mekanik dalgalar olan sarsıntıları elektrik dalgalar halinde bir kaydetme aletine (sismografa) ulaştırmaktadırlar. Bu yolda temin edilen sismogramlardan, dalgaları geri çeviren «reflektör» seviyelerinin tektonik yapısı ve derinliği hesaplanır.

Mahallî şartlara göre bu tertibatta bir çok değişiklikler yapılabilir. Meselâ çok arızalı olan ve sondaj arabasının giremediği sahalarda patlama yerüstünde de yapılabilir; fakat bu takdirde çok fazla patlayıcı maddenin kullanılması icab eder. Metodun denizde tatbik edilmesi de mümkündür. Patlama su yüzünden bir iki metre arasında yapılır ve jeofonlar da oraya yerleştirilir. Mevcut olan motor ve balıkçı gemilerinden istifade edilerek Türkiye'de deniz sismik çalışmaları mahdut ölçüde iskenderun Körfezi ve Mersin ile Silifke açıklarında yapılmış ve iyi neticeler alınmıştır.

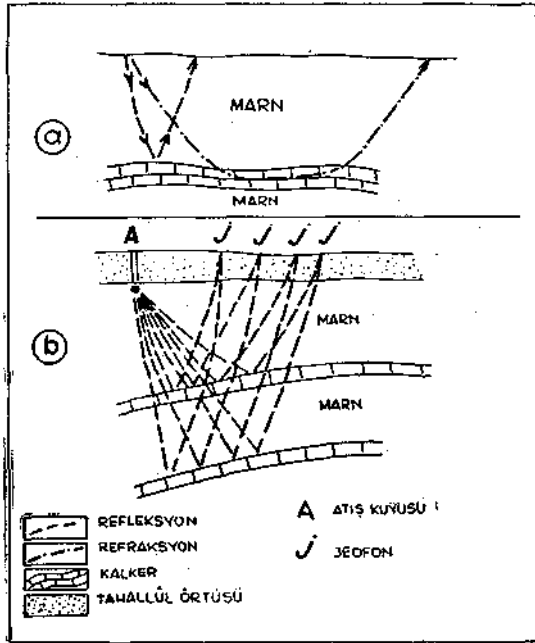
Sismikte kullanılan ölçü ünitesi «metre/saniye» dir, yani dalgalar tarafından bir saniyede katedilen mesafedir. Buna göre hazırlanan «izokron» harita ve kesitleri muhtelif reflektör seviyelerinin derinliğini «m/s» olarak yani dalgaların atış noktasından reflektör seviyesine gidiş ve oradan jeofona dönüş zamanı olarak gösterir. Harita ve kesitler, muhtelif reflektör seviyelerinin yeraltı yapısını gösteren yeraltı strüktür harita ve kesitleridir; ancak, derinlikler «metre» olarak değil, «zaman» olarak işaret edilir. Dalgaların geçtikleri kayaç kütlelerinin hız fonksiyonu tesbit edildiği takdirde, «zaman harita ve kesitleri», «derinlik harita ve kesitlerine» çevrilebilir. Hızın fonksiyonu civarda bulunan

bir sondaj kuyusunun tabanında yapılan «hız atışları» ile ölçülür veya bölgeyi teşkil eden kayaların ortalama hızından hesaplanır.

Sismik metod iki şekilde tatbik edilir : 1 - «Refleksyon metodund a» muayyen kayaç kütlelerinin yüzünden geri gelen dalgalardan istifade edilir. 2 - «Refraksyon metodu» ise bir kayaç külesine girip, tabakalanmaya paralel olarak yayılan ve uzak bir yerden dönen dalgaları kullanıyor, ikinci metod, geniş ölçüde rekonesanslar ve hızı yüksek olup büyük derinliklerde bulunan kütlelerin etüdü için tatbik edilir; dalgalar geniş bir sahada yayıldıklarına göre, bu metod çok arızalı olan sahalarda da faydalı olur: Sondaj aletinin girebildiği yerlerde atış yapılır ve dalgalar arızalı sahaya konulan (zaten portatif olan) jeofonlar ile kaydedilir.

#### Tatbik imkânları

Sismik çalışmalar için bir kamyon üzerinde monte edilmiş sondaj aletleri jeofonlar, kaydetme aletleri gibi geniş



Şekil 3 - Sismik refleksyon ve refraksyon çalışmalarının prensipi.

bir tesisat ve kalabalık bir personel lâzımıdır; patlayıcı maddelerin muhafazası ve kullanılması ayrı bir derttir. Sismik, jeofizik arama metotların en pahalı olanıdır. Diğer taraftan, en hasas olan metottur. Sismik, direkt ölçüler ile çalışıyor; diğer metotlardan farklı olarak, sismik harita ve kesitler - zamanlar mesafelere çevirildiği takdirde - doğrudan doğruya yeraltı strüktürleri göstermektedirler. Bundan dolayı, sismik normal olarak ancak mahdut sahalarda detay etütleri için kullanılır. Başka bir usul, tercihan gravimetri ile yapılan bir ilkel tarama esnasında tesbit edilmiş olan enteresan ve ümit verici olan saha kısımlarının özellikleri sonradan sismik ile tesbit edilir.

Sismik bugün ön planda petrol aramalarında ve bazı önemli hallerde su aramalarında da tatbik edilir. Bu metod direkt olarak bir petrol veya su seviyesini değil, ancak böyle bir seviyenin meydana gelmesine elverişli olan tektonik yapıları gösterebilir. Türkiye'de bu metod petrol aramalarında geniş ölçüde kullanılır. Sismiğin maden aramasında kullanılmasına dair, yayınlarda fazla bilgi yoktur. Daha ziyade tabaka halinde olan kütleler iyi reflektör olduklarına göre, masif, filon veya adese şeklinde olan cevher kütlelerinin aranmasında bu metodun tatbik edilebilmesi için herhalde fazla uğraşmak gereklidir. Pahalı olan bu usulün bu yolda kullanılması muhtemelen iktisadî değildir. Çok sık, yani dalgaların gidiş dönüş zamanı çok kısa olan seviyelerde iyi bir netice vermediğinden dolayı, kömür aramasında sismik pek tatmin edici değildir.

Sismiğin müspet neticeler vermesi, etüd sahasının birbirinden farklı olan bir hız fonksiyonunu gösteren kütlelerden müteşekkil olmasına bağlıdır. Hız fonksiyonu aynı olan kütleler de bir dalga refleksiyonu olamaz. Ayrıca, sismik dalgaların yokedilmeden muhtelif ka-

yaç kütlelerinden geçmesi gereklidir. Meselâ kaim nehir taraçaları gibi karışık bir örtü veya etüd sahasını kaplıyan kalın ve kesif bir kalker kütlesi dalgaların gidip gelmelerini güçleştirir. "Kalın bir killi veya marnlı kütle altında bulunan kalker, dolomit, kristalin kayaç gibi sert bir kütle, ideal bir reflektördür.

Fay ve fay zonları dalgaların normal yayılmasına mani olmaktadır; bu nevî tektonik arızalar sismik kesitlerde «karışık zon» şeklinde görünür; dalgaların faylar tarafından gayrimuntazam bir şekilde atılmasından ileri gelen, ekseriyetle hiperbolik olan «difraksiyon» çizgileri bu arızalar için karakteristiktir.

Refleksyonların yeryüzüne zayıf bir şekilde döndükleri veya hiç dönmedikleri hallerde, çalışma tertibatında yapılan değişiklikler ile bazan müspet neticelerin temini mümkün olur: dalgaların kuvvetlendirilmesi için patlayıcı madde miktarının artırılması; patlama enerjisinin yeryüzüne doğru yayılmaması için patlayıcı madde üzerine konulan bir çimento tapası ile kuyunun kapatılması; jeofon sayısının ve yerleşme tertibatının değiştirilmesi v.s. gibi bazı hallerde dalgaların bir manyetofon bandına alınması ve komplike bir elektro-manyetik alet olan «play - back» tesisinden geçirilmesi faydalı olur: Aynı kuyu ve jeofon tertibatı ile tekrarlanmış olan atışlardan edinilen neticeler bu usul ile birleştirilir, zayıf dalgalar kuvvetlendirilir; dalgalar muhtelif parazit tesirlerinden ve «yankılardan» ayıklanırlar.

Fazla uğraşıldığı takdirde, çok kötü ve gayrimüsaait olan jeolojik şartlar altında da sismikten iyi neticeler alınabilmektedir. Meselâ, Avusturya'da, Kuzey Alplerin ön çukurluğundaki şariyaj cephesi boyunca ve altında uzanan kütlelerden, gerek şariyaj naplarını teşkil eden fliş sahasında ve gerekse de şariyaj altında bulunan tersiyer «molasse» serilerinde - kristalin subasmanına kadar - çok iyi ne-

ticeler alınmıştır; şariyaj düzlemi, molasse ve fliş kütlelerinin tektonik yapısı iki kütle arasındaki tektonik diskordans ve kristalin tabanının reliyefi gayet bariz bir şekilde gösterilmiştir. Ancak, sonra açılmış olan derin sondajlar tarafından doğrulanmış olan bu neticelerin edinilebilmesi için bazan bir atış noktası ile bir hafta uğraşmıştır.

#### Yanlışlık kaynakları

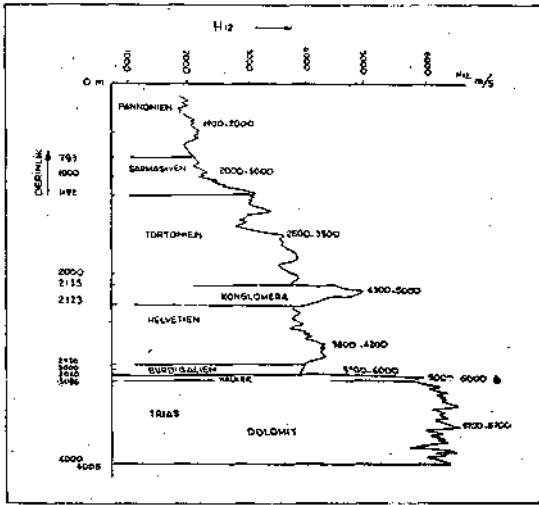
Gravimetrik ve manyetometrik metotlarla temin edilen jeofizik bilgiler, kontrol edilmesi mümkün olmayan muhtelif tesirlerden müteşekkildir ve bir yeraltı jeolojik yapıyı direkt olarak göstermezler. Bundan dolayı, değişen jeolojik şartlardan ileri gelebilen bazı anormal tesirler fazla zararlı değildirler. Fakat sismik, çok hassas olan ve yeraltı yapılar ile derinliklerini direkt olarak gösteren bir metottur. Buna göre, beklenmeyen ve anormal olan jeolojik tesirler, çalışmalarını yanlış neticelere sevk edebilirler. Bu hususta göz önünde tutulması gerekli olan, bazı acı tecrübeler esnasında tesbit edilmiş bulunan bir kaç faktörü işaret edelim.

#### Hız Değişmeleri

Bir yeraltı kütlede yanal bir litolojik değişikliğin bulunması meselâ killi bir kayanın kalkere, ince bir grenin iri bir konglomeraya geçmesi veya iki kütle arasında adese şeklinde bir ara kütleinin yer alması, ortalama hız fonksiyonunun değişmesine sebep olur. Hızı değişik olan kütle altında bulunan bir reflektörden gelen dalga, civarına nazaran değişik kütleden daha hızlı veya daha yavaş geçer, katettiği yol daha kısa veya daha uzun gibi görünür. Litolojik değişikliğin bilinmediği veya böyle bir ihtimal göz önünde tutulmadığı, yani sahadan alınan bütün metre/saniye değerlerinin aynı ortalama hız fonksiyonuna göre metreye çevirilmesi halinde, reflektörün değişik kütle altın-

daki kısmı daha yüksek veya alçak gibi görünecektir; kütlelerin burada bir antiklinal veya senklinal yaptığı zannını uyaracaktır. Bu hususta tipik olan bir vaka Adana havzasında müşahade edilmiştir: Havzayı dolduran Neojen serisinin üst kısmı olan gre-kum-marn münavebesinde muayyen bir sahada üstü örtülü arazide, görünmüyen kalın bir konglomera ara kütlesi vardır (muhtemelen eski bir nehir deltası). Konglomeranın hızı çok yüksek olduğundan dalgalar bu

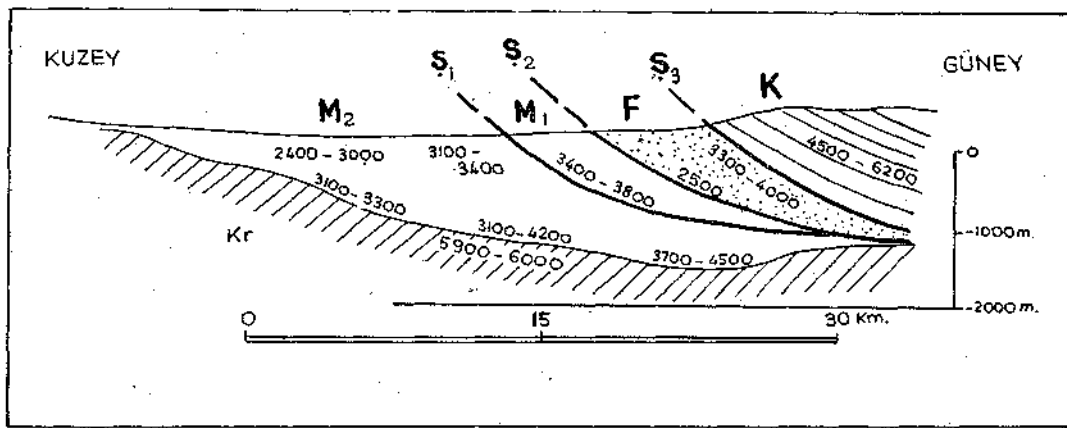
kütleden çok büyük hızla geçmiş ve neticeden reflektör seviyesi burada yükselip bir antiklinal teşkil etmiş gibi görünmüştür. Halbuki, hesaplara göre takriben 3000 m. derinlikte beklenen reflektör seviyesinin burada en az 5000 m. de bulunduğu, sonradan yapılmış olan sondajdan anlaşılmıştır. Daha önce bilinmeyen ve ancak sondajla tesbit edilmiş olan konglomera kütlesi bu yanlışlığın sebebidir.



Şekil 4 - Viyana Havzası, Âdaklaa petrol sahasında Neojen tabakalarında derinlik ile hız fonksiyonunun artması.

Kil ve marn gibi plâstik olan kütlelerin kalınlığı ve derinliği fazlaşınca ortalama hızın da çoğaldığı, Viyana Havzası ve Alplerin ön çukurluğundaki Tersiyer serilerinde müşahade edilmiştir. Meselâ Viyana havzasının kum aratabakalı Miosen marnlarında derinlik ile hız fonksiyonu arasında aşağıdaki irtibat tesbit edilmiştir :

Derinlik metre	hız fonksiyonu metre/saniye
790- 1190	2000-3000
1190- 2320	2600 - 3900
2320 - 3000	3600 - 4200



Şekil 5 - Avusturya Alplerinin ön çukurluğunda ve Şariyaj cephesinde sismik hız değişimleri.

Tersiyer Molasse'da derinliğe doğru hız artışı; sariye edilmiş olan fliste şariyaj yüzeyine doğru hız alması (hız, metre/saniye olarak gösterilmiştir): Kr-Kristalin tabanı; K-Kalker Alplerinin napları; F-Fliş napları; M-Sariye edilmiş Molasse; M<sub>a</sub>-Yerinde olan Molasse; F-Brix v.s. ye göre

Buna benzeyen müşahedeler ön çukurluğu dolduran kumlu marn serilerinde de yapılmıştır :

*Tersiyer kütesinin Alt Helvetiende Bördigalien'de yekûn kalınlığı: metre hız: metre/saniye hız: metre/saniye*

500 - 1200	2400 - 3000	3100 - 3300
1270 - 1400	3100 - 3400	3100 - 4000

Her iki sahada kütleler içinde yanal veya dikey bir litolojik değişiklik yoktur. Hız artışı, ancak fazla kalınlığa paralel olarak artan tazyik ve yükün tesiri altında meydana gelen bir sıkışma ve kesifleşme ile izah edilebilir; yani kaim killi - marnlı kütleler ile doldurulmuş olan havzalarda hakiki kalınlık ve derinliklerin, sismik rakamlardan fazla olabileceği anlaşılır. Böyle havzalarda yapılan ilk aıama sondajlar tahminlerden derin olabileceklerine göre gerekli tedbir alınmalıdır. Bu nevi şartlar bizde Adana ve Trakya havzalarında mevcuttur. Her iki havzada killi - marnlı serilerin yekûn kalınlığı 4000 metreyi geçer.

Eğim ve tektonik olayların tesiri

Dik eğimli kütlelerde ve bazı tektonik olayların tesiri altında hız fonksiyonunun değişebileceği, Avusturya'da yapılmış bazı yayınlardan anlaşılır. 1-Şariyaj düzemleri boyunca ve bu düzlemlere yakın olan sahalarda hız fonksiyonu göze çarpan bir şekilde azalmaktadır; meselâ fliş kütlelerinde normal 4200 m/s olan ortalama hız, büyük şariyaj düzlemlerine yakın olan sahalarda 2500 m/s ye kadar azalır. 2-Dik, meselâ 50 dereceden fazla eğimli olan kütlelerde tabakalara paralel olarak yayılan dalgaların hızı, dikey olarak geçen dalgalara nazaran fazladır. 3-Çok karışık ve sık bir şekilde kıvrılmış olan kütlelerde hız gayri-muntazam bir şekilde çoğalıp azalmaktadır. Bir jeolojik strüktürün derin kısımlarının daha dik eğimli ve daha karışık kıvrılmış olmasından yansılıklar meydana gelebilirler.

Reflektörlerin korelasyonu

Her reflektör seviyesi sismogramda birer dalga çizgisine tekabül eder, fakat bazı fiziksel ve jeolojik sebeplerden dolayı, bu çizgi genel olarak devamlı olmayıp, kesik hatlardan müteşekkildir. Refleksyonların sismogramlarda görülen ve dalga fazları ile ilgili olan bazı özellikleri vardır. Refleksyonlar kuvvetli oldukları takdirde, tecrübeli bir jeofizikçi bu özelliklerin yardımı ile muhtelif reflektörlerden gelen refleksyonları ayırtebilir ve sismogramda kesik bir şekilde görülen reflektör seviyelerini birbirine bağlayabilir. Sismolojik özellikler belli olmadıkları takdirde, kesik reflektörlerin bağlanması güç olur ve bazı yanlışlıklar meydana gelebilir. Bilhassa dikey atımı fazla olan bir fayın iki tarafındaki reflektörlerin korelasyonu bazan. mümkün olmaz. Bu takdirde rekorların yukarıda zikredilmiş olan «play - back» usulü ile ayıklanması faydalı olabilir.

Temiz ve bariz refleksyonların temin edilmediği hallerde, sismik çalışmaların yanlış neticelere varabilecekleri, yukarıdan verilen bilgilerden anlaşılır.

«Viferosismik»

Normal sismik çalışmalarda kuvvet kaynağı olarak patlayıcı maddelerin kullanılması, metodun en büyük külfetidir. Tatbik edilmesine yeni başlanmış ve gelişme halinde bulunan «Vibrosismik» metodunda, kuvvet kaynağı olarak bir kamyon üzerine monte edilmiş bir nevi şahmerdan ile toprağa vuran ağır bir çelik kütle ve alıcı alet olarak çok hassas jeofonlar kullanılır. Bu metod ile meselâ Almanya'da alınmış olan ilk neticeler teşvik edicidirler. Ancak, muhtelif jeolojik şartlar altında bu metodun tesir sahasının derinliğinin genişliğinin ne olabileceği hakkında henüz fazla bilgi yoktur. Bu yeni metodun, hiç olmazsa mahdut olan seviyeler ve sahalarda normal sismik metodun yerini alması mümkündür.

### MUHTELİF PROBLEMLER

Jeofizik metotların tatbiki ile ilgili olan bazı pratik problemlerin burada gözden geçirilmesi faydalı görünür.

Jeofizikçi ile jeolog arasında işbirliği zarur-  
reti

Yukarıda verilen bilgilerden iki sonuç çıkar : 1-Ana hatları jeologlarca tesbit edilmiş bulunan yapıların takibi ve jeologlarca tahmin edilen yeraltı strüktürlerin veya yatakların tesbiti, jeofizik aramaların esas hedefidir. 2-Pratik çalışmalar için, jeofizik donelerin jeologlarca değerlendirilmesi zarurîdir. Bundan, jeofizikçi ile jeolog arasında sıkı bir işbirliği ve sıkı bir temasın şart olduğu anlaşılır. Bu hususta bilhassa aşağıdaki gerçekler göz önünde tutulmalıdır.

1. Jeofizik etütler jeologlarca gösterilen sahalarda yapılacağına göre, jeofizik çalışmaların genel programının jeologlar tarafından tesbit edilmesi zaruridir.

2. Jeofizik arazi çalışmaları esnasında ön planda bilinen veya tahmin edilen yeraltı strüktürlerine dikey olan kesitler ölçülür. İkinci planda yapılara paralel olan bağlantı kesitleri yapılır. Buna göre, yapılara dikey olan kesit hatlarının da jeologlar tarafından işaret edilmesi lüzumludur.

3. Ölçü değerlerinin mümkün olduğu kadar mütecanis olmaları için ölçülen kesit hatlarının mümkün olduğu kadar düz olmaları şarttır. Meselâ yol durumuna uygun olarak zik - zak hatlarından müteşekkil olan bir kesidin bazı kısımları strüktüre dikey, bazıları ise çarpaz veya paralel olur. Yandan gelen tesirleri sebebiyle ölçü değerleri mütecanis olmayabilirler; bu, bilhassa sismik çalışmalar için muteberdir. Arazi güçlüklerinden dolayı tesbit edilen kesit hattından ayrılmak, sahanın durumunu bilen jeologun müsaadesine bağlı olmalıdır.

4. Elde edilen jeofizik bilgilerin jeolojik, yani strüktürel manasını, ancak jeolog tesbit edebilir.

5. Jeologlara sormadan hazırlanan bir jeofizik etüd programı, başlangıcından itibaren bozuk sayılabilir. Jeologun işbirliği olmadan yapılan bir değerlendirilmenin hiç bir değeri yoktur.

6. Jeofizik études bir müteahhit firmaya verildiği takdirde, müteahhidin jeofizikçilerinin, araştırmacının jeologları kadar etüd mıntakası hakkında bilgi sahipleri olmadıkları da unutulmamalıdır.

Jeofizik ile jeoloji arasında gerekli olan işbirliğinin temini için muhtelif tedbirler alınır. Meselâ, «jeofizik şubesi» bulunan bir çok kurullarda, jeofizik baş mühendisi baş jeologa bağlıdır; jeofizik çalışmalar, baş jeolog tarafından murakabe edilir.

Muhtelif şekillerde değerlendirilmesi mümkün olan jeofizik neticeler

Bir çok jeofizik etüd neticelerinin muhtelif şekillerde değerlendirilmesinin mümkün olduğu, daha önce izah edilmiştir. Bu, ölçülen fiziksel kuvvetlerin kısmen meçhul olmalarından ileri gelmekte ve tabii sayılmalıdır. Meselâ ortalama kesafet değeri değiştirilince, bir gravimetrik haritanın manzarası tamamen değişebilir. Genel olarak her biri kısa mesafelerde takip edilebilen sismik reflektör seviyeleri muhtelif şekillerde birbirine bağlanabilirler. Bu hususta bilhassa aşağıdaki kaidelere riayet etmelidir.

1. Bir jeofizik etüdü neticeleri harita ve kesitlerde bazan birbirinden farklı olan iki, hattâ üç veya dört şekilde gösterilebilir. Nihaî değerlendirilmede ve nihaî raporda, bütün değerlendirilme imkânı ve şekillerinin gösterilmesi gereklidir. Nihai raporu hazırlayacak jeolog, her ihtimali ve imkânı jeolojik yönden münakaşa etmeli, hangi ihtimalin jeolojik

bakımdan daha sağlam olduğunu işaret etmelidir. Bütün ihtimallerin ancak birini seçip diğerlerinden bahsetmemek tamamen yanlıştır.

2. Çeşitli jeolojik ve teknik sebeplerden dolayı, muhtelif rekorlar arasında boşluklar olabilir. Muayyen yerlerden sismik refleksyonlar gelmeyebilir veya gravimetrik ve manyetik ölçüler bariz bir netice vermeyebilir. Rekorlar bundan dolayı münferit kesik kısımlardan müteşekkil olabilirler ve muhtelif kısımların birbirine bağlanması bazan mümkün olmaz. Böyle hallerde rekorların sunî bir şekilde bir birine bağlanması, yani rekorların «güzelleştirilmesi» tamamen aldatıcı bir tedbirdir. Bu nevî kifayetsizlikler açıkça gösterilmelidir. İş sahibi, bazı zaruretlerden dolayı noksan kalmış kısımları bilmeli ve görmelidir. Noksan kalan bu bilgilerden doğabilecek rizke (bir sondajın boşa çıkması veya bir arama galerisinin neticesiz kalması) ya razı olur ya da ilâve etütler, icap ederse sirüktür sondajları yaptırır.

#### NETİCE

1. Muhtelif fiziksel olaylara dayanan çeşitli jeofizik arama metotları vardır. Metotların her birinin ayrı tatbik imkânları ve sınırları vardır. Her metodun kullanma ve netice verme imkânları etüd

sahasının jeolojik yapısına ve sahayı teşkil eden kayaç kütlelerinin fiziksel özelliklerine bağlıdır. Tatbik imkânları ve bu imkânların sınırları bilindiği ve arama sahasının jeolojik özelliklerine uygun olan bir metod seçildiği takdirde, çeşitli jeofizik metotlar petrol, maden ve yeraltı su aramaları için fevkalâde faydalı olabilirler. Meselâ Yugoslavya'da şimdiye kadar keşfedilmiş olan 34 petrol sahasının 6 sı, yani % 8 i jeoloji; 11 i, yani % 32 si gravimetri ve 15 i, yani % 44 u sismik ile tesbit edilmiştir.

2. Son zamanlarda önem kazanmış olan Libya ve Büyük Sahra petrol yatakları ile kuzey Holanda ve Kuzeydeniz tabîî gaz yataklarının kısa bir zamanda geliştirilmesi, ancak jeofiziğin sayesinde mümkün olmuştur. Bilhassa kalkınmakta olan memleketlerin yeraltı değerlerinin kısa zamanda geliştirilmesinde jeofiziğin rolü büyük olabilir.

3. Jeofizik çalışmalardan tam faydalanabilmek için, jeofizik ile jeoloji arasında sıkı bir işbirliği kurulmalı; jeofizik programı jeologlarca tesbit edilmeli; jeofizik çalışmalar jeologlar tarafından müştereken yapılmalıdır.

4. Türkiye'de jeofizik metotlardan yalnız petrol'da değil, fakat maden ve yeraltı su aramalarında da geniş ölçüde faydalı ve gerekli olan elemanlar yetiştirilmelidir.

#### B İ B L İ Y O G R A F Y A

- 1 — BEDİZ, P.I., Jeofizik usullerle kromit araştırmaları. M.T.A. Dergisi, 14, 1949.
- 2 — BEDİZ, P.I. ve SAGOÇI, H.F., Petrol aramalarında jeofizik usulleri. M.T.A. Dergisi. 12, 1947.
- 3 — BRIX, F.E. v.s., New results of exploration in the Molasse Zone of Lower Austria. Tebliğler, VI ci Evrensel Petrol Kongresi, Frankfurt, 1963.
- 4 — DİKER, S., Türkiye'de rejyonel gravimetrik ve manyetometrik etütler ve petrol imkânları. M.T.A. Dergisi, 4, 1958.
- 5 — DİZİOĞLU, M. Y. Orta Anadolu'da bilhassa elektrikli jeofizik usuller ile yeraltı suyu araştırmaları. M.T.A. Dergisi, 12 1953.



- 6 – EGERAN, N., Jeofizik, I, II, III. M.T.A, 3, Dergisi 1937. 12, 1937, 12, 1938.
- 7 – Evrensel Jeoloji Kongresi, 19 cu Toplantısı, «Comptes Rendus», Kısım 9: Contribution de la Géophysique à la Géologie. Muhtelif makalalar. Cezayir, 1954.
- 8 – ERGİN, K., Gravity and magnetometer surveys for chromite ore deposits in Turkey, (7) altında gösterilen «Comptes Rendus» de.
- 9 – LOKMAN, K., Trakya Jeofizik çalışmalarımız. M.T.A. Dergisi, 4, 1938.
- 10 – M.T.A. (isimsiz), Maden Kaynaklarının kıymetlendirilmesi hakkında havadan istikşaf programı, M.T.A. Yayınları, 108-110, 1962.

