

PETROL ARAMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN JEOFİZİK YÖNTEMLERE GENEL BİR BAKIŞ

Nuray Alpaslan^{1*}, Derya Koca²

¹Batman Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Merkez
Yerleşke, 72060, BATMAN, nuray.alpaslan@batman.edu.tr

²Batman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Petrol Mühendisliği Bölümü, Merkez
Yerleşke, 72060, BATMAN, derya.koca@batman.edu.tr

Özet: Petrol, yer altında doğal hali ile sıvı halde bulunan ve atmosferik koşullardan etkilendiğinde de sıvı halde bulunan bir hidrokarbon karışımıdır. Kimyasal ve görünüm olarak koyu sarı, yeşil, haki, kahverengi, koyu kahverengi ve siyah olabilir. Petrol, uzun jeolojik süreçlerde karmaşık fiziksel ve kimyasal işlevler sonucunda oluşmuştur. Petrol aramalarında uzmanların ana hedefinin petrol kapanlarının saptanması olduğu açıktır. Petrol aramacılığında ilk evre, hidrokarbonların mevcut olabileceği jeolojik açıdan uygun yerleri tespit etmektir. Bu aşamada havadan ve uzaydan çekilmiş fotoğraflardan sıklıkla yararlanır. Petrol aranacak yörenin öncelikle sedimanter (çökel-tortul) kayalardan oluşması gereğinin yanı sıra, petrol oluşturmuş olması muhtemel ana kayanın, oluşan petrolün içinde birikebileceği hazne kayanın, hazne kayanın içinde petrolü kapanlayıp, kaybolmasını önleyecek örtü kayanın varlığı gibi hususlar öncelikle göz önünde bulundurulur.

Bu çalışmada, petrol aramada kullanılan jeofizik yöntemler üzerinde durulmuştur. Yer kabuğunun çeşitli fiziksel özelliklerini ölçen, başta sismik olmak üzere gravite, manyetik gibi jeofizik etütler petrol arama çalışmalarında kullanılmaktadır. Yeraltındaki hidrokarbon birikintilerini bulmak için en çok kullanılan yöntem olan sismikte; suni bir kaynaktan yeraltına gönderilen ses dalgaları çeşitli kayalardan yansyarak yeryüzüne döner ve jeofon adı verilen aletlerle kaydedilirler. Bu kayıtlar bilgisayar programları ile işlenerek yorumlanır ve muhtemel petrol birikintilerinin yerleri tespit edilir.

Anahtar Kelimeler: *Petrol, sismik, gravite*

General View of Geophysical Methods Used in Prospecting For Oil

Abstracts: Petroleum is naturally liquid form, which is found underground. It is a mixture of hydrocarbons when it is affected by the atmospheric condtions. It may seen dark, yellow, green, khaki, brown, dark brown and black as a chemical appearance. Petroleum, formed as a result of a long geological processes of complex physical and chemical functions. It is clear that, the main objective of experts is to determine qil traps in prospecting for oil. The first phase of prospecting for oil is to determine the appropriate geological places that consist hydrocarbons. In this stage prographs taken from air and space are frequently used. Prospecting for oil area must be formed from sedimentary (sedimentary-sedimentary) rocks. Also source rock must have an overplay

in order to cover the oil and to accumulate the oil. By this way it prevents to vanish the oil. This study focuses on the geophysical methods used in prospecting for oil. Geophysics measure the various physical characteristics of the earth's crust. Especially, seismic gravity and magnetic geophysical surveys are basicly used in prospecting for oil. Seismic which is the most widely used method for finding underground hydrocarbon deposits, record the sounds waves of main sources. These sound waves reflects and come back to earth. These waves are recorded by geophone .They are also processed and interpreted by computer programsin order to identify the possible locations of petroleum deposits.

Key Words: Petroleum, Seismic, Gravity

1.GİRİŞ

Petrol, yavaş bir şekilde çökelen sahalarda bitkisel ve hayvansal maddelerin depolanmasının bir sonucu olmakla birlikte, doğada bulunan kompleks bir hidrokarbon karışımı olarak tanımlanabilir. Genellikle çökel kayalar içerisinde bulunurlar. Petrolü içerisinde bulunduran bu çökel kayalar geçirimsiz kayalarla örtülmüş ya da çevrelenmişlerdir. Organik maddeler sedimentlerle birlikte ve zamanla ağırlık ve bölgesel tektonik kuvvetler sebebiyle daha derine çökerler. Bu nedenle yüksek sıcaklıkta basınçlara maruz kalarak kimyasal değişikliklere uğrarlar. Sıvı ve gazları da içeren hayli değişken ve karmaşık hidrokarbon (Karbon-Hidrojen) bileşikleri oluşur. Özellikle karakteristik yapısında gözenek ve boşluların hakim olduğu sedimanter kayalarda ki bu boşluklarda petrol su ile birlikte gömülü kalır.

Petrolün oluşmasını öğeler ve süreçler olarak ele alırsak; kaynak kayanın organik madde açısından zengin olması, bu kaynak kayanın sıcaklık ve basınç ile yeterince ısıtılması ve yeterli düzeyde gözeneklilik ve geçirgenliğe sahip bir rezervuar kaya olması, rezervuar kayayı örten geçirimsiz örtü kaya olması, bu üç kaya şeklinin kaynak kaya, rezervuar ve örtü kayanın stratigrafik olarak kapan oluşturması önemli faktörlerdir. Petrolün göçerek son olarak yerleştiği yerler kapanlar basit bir antiklinaldir. Petrol kapanları yeryüzünün bir kaç yüz metre derinliklerinde olabileceği gibi, binlerce metre derinliklerde de olabilir. Fiziksel ve kimyasal özellikler hidrokarbonların nasıl hareket ettiğini ve kapanlanmalarını etkiler.

2.PETROL ARAMALARI

Petrol, genellikle çökel havzalarında olduğundan, çökel kayalarda (sedimentler) kalın ve geniş alanları kaplayan porozitesi ve permeabilitesi uygun formasyonlarda aranabilmektedir. Büyük jeosenklinallerin kıyı bölgeleri petrol için en umutlu alanlar olarak düşünülmektedir. Dünya petrollerinin çoğunluğu Alpin kıvrımlanma ile şekillenmiş kapanlardan elde edilmektedir. Tersiyer yaşındaki formasyonların en fazla petrolü bulundurmasında ki, en büyük etkenler çoğunlukla denizel sedimanlar olması, örtü tabakalarının sağlam olması ve birçok petrol kapanları bulundurmaları olarak sayılabilmektedir. Özellikle petrol aramalarında volkanizma ve metamorfizmadan etkilenmemiş bölgelerde çalışmak, şariyajlanma diskordans gibi yapılar ile fasiyes değişikliği, merceklenme gibi stratigrafik özellikler dikkate alınmaktadır.

3. PETROL ARAMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN JEOFİZİK YÖNTEMLER

Petrol arama çalışmalarında jeolojik çalışmaları; harita belirlenmesi, stratigrafi kesitlerinin ölçülmesi, tektonik ve yapısal araştırmalar, porozite ve permeabilite tayini, yeraltı haritalarının yapılması gibi saha ve laboratuvar çalışmaları olarak sınıflandırabiliriz. Jeofizik çalışmalar ise ön etütleri manyetik ve gravite yöntemleri olmak üzere, sismik yansıma yöntemi ile birlikte sondaj ve saha geliştirme aşamasında kullanılırlar. Yerüstündeki bulgularla yeraltının durumunu ortaya koymak ve yorumlamasını yapmakla birlikte, bunun ne derece doğru olup olmadığını pekiştirmek açısından jeofizik yöntemlere gerek vardır. Jeofizik yöntemlerle, yeraltındaki petrol yapısının şekli, boyutu ve yeryüzünden itibaren derinliğini belirleme olanağı vardır. Sonuç olarak, jeofizik anomalilerle jeoloji bilgilerinin karşılaştırılmaları en sağlıklı yorumu ortaya koyacaktır.

3.1.Gravite Yöntemi

Petrol araştırmalarında gravite yöntemi, ön etüt olarak uygulanabilmektedir. Petrol aramalarında yardımcı olarak gravite ölçümlerinin uygulanması 1914'de E. de Golyer

tarafından yapılmıştır. Gravite değişimleri ile jeolojinin ilişkisi, çeşitli yoğunluğa sahip örneklerle (ki Eötvös balansı ile ölçülebilir büyüklükte gravite anomalisi üretir) antiklinal ve domların jeolojik nedenini açıklayan Hugo Boekht tarafından açığa çıkartılmıştır. Yaklaşık olarak aynı zamanlarda, E. W. Shaw gravite anomalileri ile tuz domlarının bulunabilme olasılığından bahsetmiştir. 1918'de Boeckh'in rehberliği altında, Schweydar (bir Alman) tuz yatağında başarılı ölçümler yapmıştır[1].Yerküre tekdüze bir yapıya sahip olmadığından, yüzeyindeki çekim kuvveti her yerde aynı değildir ve yerçekimi ivmesi de sabit bir değer almamaktadır. Yerçekimi ivmesindeki değişimler, yeraltındaki yapıların yoğunluk farklılıklarından, yer yüzeyinde bulunan konumdan (örneğin herhangi bir enlem değeri) ve yükseklikten (yani yerin merkezine olan uzaklık) kaynaklanmaktadır. Gravite yöntemi ile yerçekimi ivmesi (g)'nin değişimleri incelenebilmektedir.

Arama jeofiziğinin gravite yönteminde gravite anomalileri, normal değerlerden farklı olan verilerden elde edilir. Eğer yeraltında, çevresine göre farklı yoğunluğa sahip bozucu bir kütle varsa bunun etkisiyle gravite ivmesinin düşey bileşeninde küçük değişimler meydana gelir. Bu değişimler ölçülerek, gerekli düzeltmeleri yapıldıktan sonra profil veya harita verisi şeklinde gravite anomalileri elde edilir. Yerkabuğunun sığ derinliklerinde, petrol içeren jeolojik yapılar (faylar, antiklinaller, tuz domları), çevre kayalarına göre farklı yoğunluğa sahiptirler. Yoğunluk farkları ise gravite ivmesinin düşey bileşeninde küçük değişimlere neden olan bozucu kütlelerdir[2].

Gravite yönteminde, yerçekimi ivmesinin mutlak ve bağıl değişimleri gravimetre aletleri ile ölçülebilmektedir. Değişik türde gravimetreler mevcuttur. Bunlar türlerine göre, *astatik gravimetreler* ve *astatik olmayan gravimetreler* olarak sınıflandırılabilirler. Astatik olmayan *Burulma Terazisi* ilk defa Petrol Arama Etütlerinde kullanılmıştır[3]. Günümüzde gravite prospeksiyonunda modern ve pratik gravimetreler kullanılmaktadır. Bunlardan birisi olan *LaCoste-Romberg* gravimetresi Şekil 3.1'de görülmektedir. Bu alet temelde sıfır uzunlukta yay kullanılan uzun periyodlu bir düşey bileşen sismografıdır.

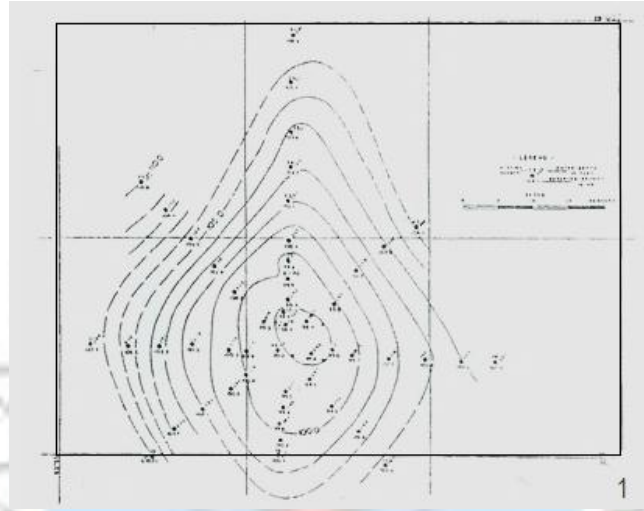


Şekil 3.1. LaCoste-Romberg gravimetresi [4]

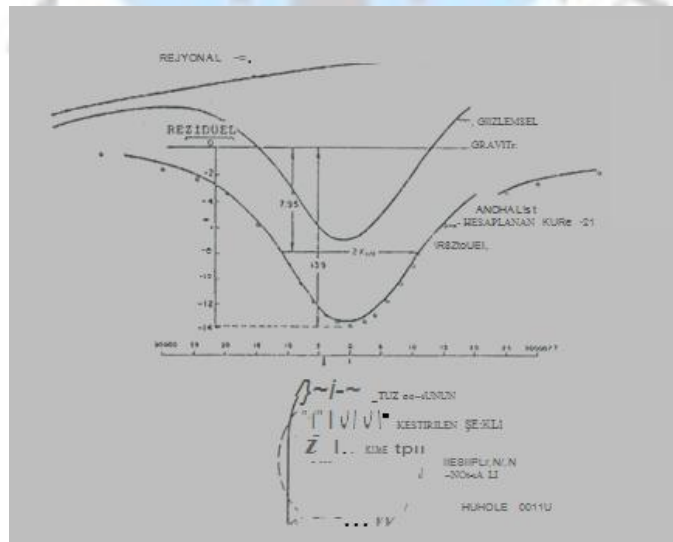
Petrol arama çalışmalarında, gravite büyüdükçe yoğunluk küçülme ve petrolün kalitesi yükselmektedir. Gravite küçüldükçe yoğunluk artmakta ve petrolün kalitesi düşmektedir. Petrol'ün kalitesi *API* denilen bir ölçme birimi ile belirlenir. *API* gravitesi yükseldikçe petrol inceler (hafifleşir) ve kıymeti artar. Gravite ölçüleri çalışılan bölgenin ve problemin büyüklüğüne bağlı olarak 10 m ve birkaç km aralıklarla yapılmaktadır. Petrol ve rejyonel ülke çapındaki büyük etüdlere birkaç km aralıklarla alınabilmektedir. Gravite yönteminin petrol etüdlüğünde kesin sonuç vermesinin ve uygulanmasının en önemli nedeni, hidrokarbon içeren yapıların komşu kayalarla yoğunluk farkı göstermesidir. Gravite yöntemi prospeksiyon amaçlı ilk kez 1920'lerde Amerika Birleşik Devletleri'nde Gulf Coast ve Meksika'da petrol etütlerinde tuz domlarının araştırılmasında uygulanmıştır. Türkiye'de ise gravite yöntemi ilk kez Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü tarafından uygulanmıştır[5]. Güneydoğu Anadolu'daki petrol etütlerinde de gravite yönteminden başarılı sonuçlar alınmıştır[6].

Petrol etütlerinde tuz domlarının belirlenmesinde gravite yönteminin önemi büyüktür. İlk keşfedilen tuz domlarından birisi ABD'nin Teksas eyaletinde Houston yakınlarındadır. Bu tuz domunun üzerinde elde edilen gravite anomalisi Şekil 3.2' de gösterilmektedir. Bu harita üzerinde AA' doğrultusunda alınan kesit ise Şekil 3.3'de görülmektedir. Yer altındaki bozucu kütle küre şeklinde düşünüldüğünde rezidüel

bileşenlerden bunun parametreleri $g_{\max} / 2$ ve $x_{1/2} = 4378$ m olarak belirlenmiştir. Tuz domunun genişliği yani kürenin yarıçapı ise 3447 m olarak elde edilmiştir. Yoğunluk farlı $\Delta\rho=0.3$ gr/cm³ olarak alınmış ve tuz domunun üst yüzeyinin yeryüzünden olan derinliği $4378-3447=931$ m dir[7]. Humble(Harris County,Texas) tuz domunun Bouguer anomali haritası Şekil 3.4'de görülmektedir[8].



Şekil 3.2 Meksika Körfezin'ndeki tuz domu üzerinde elde edilen Bouguer anomali haritası[7].



Şekil 3.3 Humble tuz domunun gravite anomali haritasında AA' profili boyunca alınan kesit[7]



Şekil 3.4.Humble(Harris County,Texas) tuz domunun Bouguer anomali haritası. Noktalar ölçü istasyonlarını göstermektedir[8].

Gravite yönteminde anomalilerin yorumunda, jeofizikçileri en çok ilgilendiren parametre, anomaliye neden olan kayacın yoğunluğudur. Bir bölgede açılmış olan kuyulardan alınan kayaç örnekleri ile, yine bu kuyularda alınmış yoğunluk loglarından elde edilecek yoğunluk değerleri bize ortamın gerçek yoğunluk değerini verebilmektedir. Kayaçların yoğunluklarını etkileyen faktörler; kayacı oluşturan tanecik yoğunluğu (density), gözeneklilik (porozite) ve gözeneklerdeki sıvı faktörleridir. Petrolün yoğunluk değeri 0.60-0.90 gr/cm³ değişim aralığındadır [6]. Gravite yönteminde yoğunluk değerlerini saptamak için, çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlar; Laboratuvar ölçüleri, Yoğunluk loğları, Nettleton yöntemi olarak ele alınabilmektedir.

Herhangi bir noktada yapılan gravite ölçümlerine düzeltmeler uygulandıktan sonra sadece yer altındaki yoğunluk değişimlerinden etkilenen Bouguer anomalisi elde edilir ve,

$$\Delta g_B = \Delta g_{ölç} \pm 0.811 \sin 2\theta \pm (0.3086 - 0.04191\rho)h + \Delta g_T \quad (1)$$

bağıntısı ile verilir.

Burada θ , etüd alanının enlemini; x , baz enleminden olan uzaklığı (km); ρ , referans düzlemi ile ölçü noktasının arasında kalan bölgenin yoğunluğunu; Δh , yüksekliği göstermektedir.

Bouguer anomalisinin doğru olarak hesaplanabilmesi için yukarıda bahsedilen yoğunluk yöntemlerinden biri olan ‘Nettleton Yöntemi’ uygulanmaktadır. Yöntemde, çalışma alanı dışında bir vadiyi veya tepeyi dik kesen profil boyunca ölçü alınarak, bu ölçülere yoğunluk değerleri için yükseklik düzeltmesi uygulanabilmektedir[6].

Gravite yönteminde petrol etütlerinde noktanın yükseklik ve koordinatları takeometrik olarak bulunur. Bunun için belli bir nirengiden kalkılıp ölçü noktaları belirlendikten sonra diğer bir nirengiye bağlantı yapılır. Böylece takeometrik olarak noktaların yükseklik ve koordinatları hesaplanır. Eğer hesaplar için nirengi değerleri haritadan alınmış ise, noktalardaki koordinat hatası ± 15 m, yükseklik hatası da ± 0.50 m civarında olmaktadır. Sonuç olarak takeometrik ölçümler sonunda yapılacak hata enlem düzeltmesinde ± 0.013 mgal ve yükseklik düzeltmesinde ± 0.100 mgal olacaktır[5].

3.2.Sismik Yöntemler

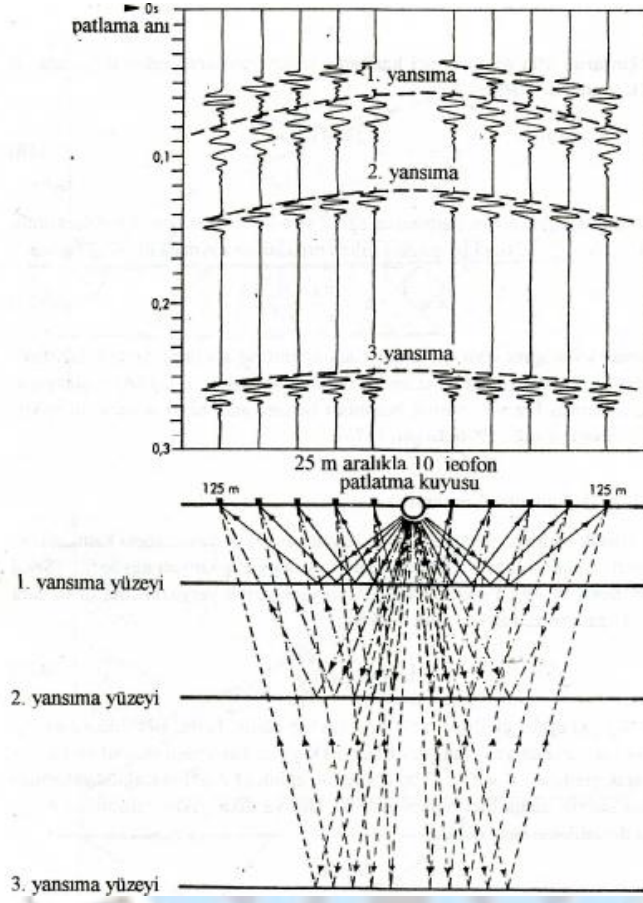
Sismik yöntemler yapay olarak oluşturulan sismik dalgaların yer altındaki jeolojik tabakaların durumlarını saptamada, yer yapısını araştırmada kullanılan, ve elastik dalgaların yer içerisinde yayılması ile ilgili fiziksel prensiplerine dayanan yöntemlerdir. Bu düzen içerisinde temel olarak kaydedilen parametre, enerji kaynağından yayılan dalgaların ve alıcılara gelmesi için geçen zamandır. Sismik yöntemler, kaynaktan yayılan sismik dalgaların takip ettiği ışın yollarına göre Sismik Yansıma (Reflection), Sismik Kırılma (Refraction) olmak üzere iki genel bölüme ayrılır. Genel olarak petrol arama çalışmalarında sismik yansıma görüntüleme de kullanılmaktadır. Sismik yansıma yöntemi yer altını görüntüleyebilmek ve ayrıntılı stratigrafik kesitlerin elde edilmesinde kullanılmaktadır, yansıma çalışmalarında amaç; yerin bozucu yüzeylerine ulaşım yansıyıp geri dönen sismik dalgaları kaydetmektir.

Sismik yansıma yönteminde kaynaktan çıkıp derinlerdeki katmanlı ortam sınırlarından yansıyıp dönen dalgaların geliş-gidiş zamanı kaydedilir(Şekil 3.5) Farklı uzaklıklardan yansıyarak yeryüzündeki jeofonlara ulaşan dalgaların zaman-uzaklık denklemi,

$$t_x^2 = t_0^2 + \frac{x^2}{v_1^2} \quad (2)$$

olup $t = f(x)$ eğrisi bir hiperbol elde edilir.

Sismik Yansıma Yöntemi çalışmalarını; arazide sismik verilerin toplanması, bu verilerin arazide kalite kontrol işlemine tabi tutulması, düşük (sinyal / gürültü) oranı olan sahalarda Sinyal/Gürültü oranını artırıcı parametre tayini ve modelleme çalışmalarının yapılması, verilerin ofiste bilgisayar ortamında veri toplama amacına uygun olarak 2B/3B tabi tutulması ve verilerin yorumlanması şeklinde özetleyebiliriz. Sismik verinin işlenmesinden ve sismik kesitin hazırlanmasından sonraki süreç sismik kesitin yorumlanmasıdır. Sismik kesit x ve t nin bir fonksiyonudur. Sismik kesitin yorumlanmasında çeşitli yer modellerinin vereceği sismik cevapları doğru tanımlamak oldukça önemlidir.

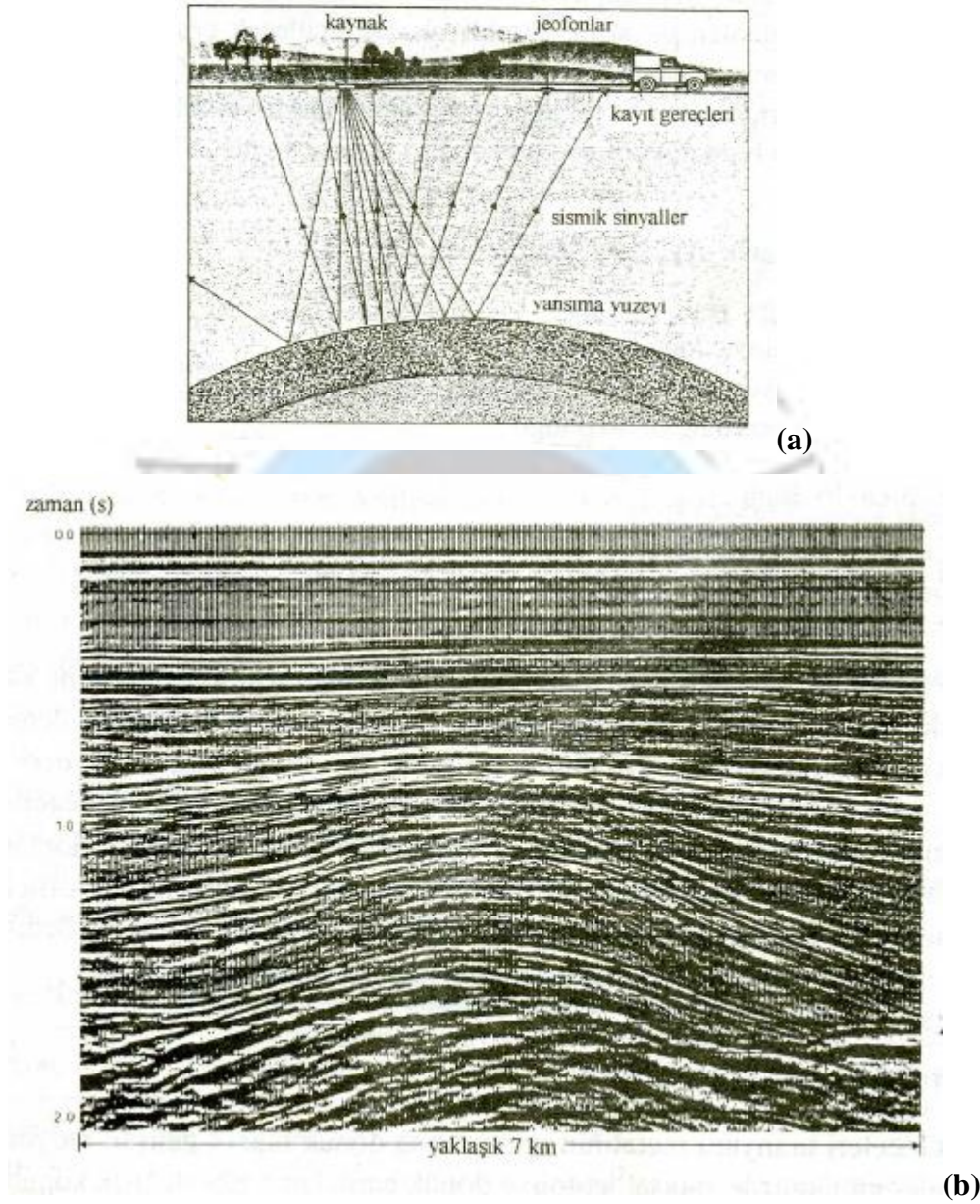


Şekil 3.5. Çok yatay katmanlı ortamda (altta) yansımış ışın yolları ve (üstte) yansımış dalgaların sismik kayıtlar üzerindeki görünüşü[9].

Burada, sismik modelleme yaparak doğru yoruma ulaşmak daha kolaylık sağlamaktadır. Diğer önemli işlem ise Sismik Migrasyon(Göç); gözlem noktalarına göre kaydedilen bir verinin yansımaya noktalarına göre yeniden düzenlenmesidir[10]. Sismik kesitin yorumuna başlamadan önce, olayları gerçek derinlik ve yerlerine taşımak amacı ile yapılmaktadır.

Sismik yansımaya yöntemi, belirli bir doğrultu boyunca çok sayıda patlama yaparak ve bu dalgaların birçok jeofondaki kayıtlarını yanyana koyup çizerek yeraltının ayrıntılı bir görüntüsü elde edilebilmektedir. Şekil 3.6a'da arazideki kayıt düzeni, sismik ışın yolları ve Şekil 3.6b'de antiklinal biçiminde bir yapı üzerinde sismik yansımaya kayıtları

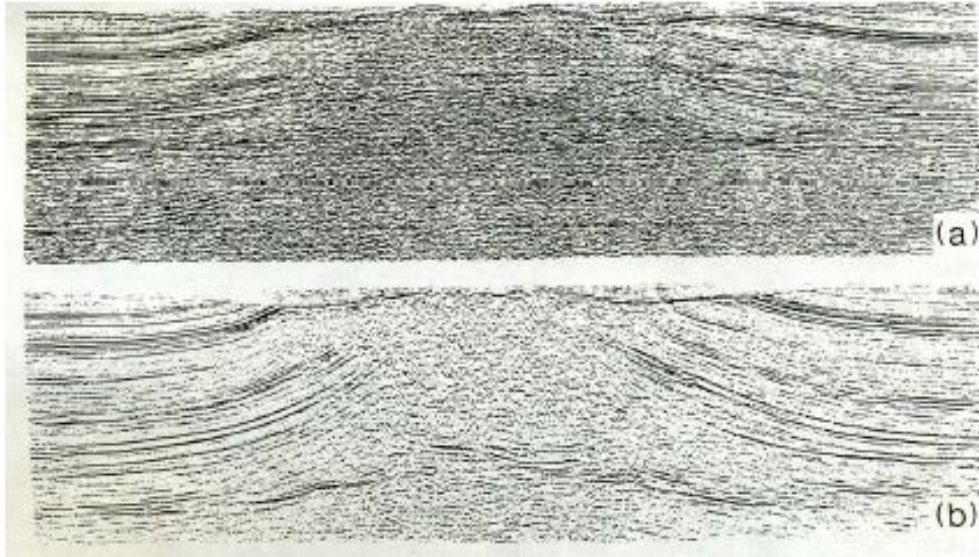
görülmektedir. 0.8 s’de üst katmandan gelen güçlü yansıma dikkati çekmektedir. Şeklin ortasında 1.2 s’deki yatay yansıma petrol kapanındaki gaz-su sınırındadır[11].



Şekil 3.6. a) Antiklinal biçiminde arazideki kayıt düzeni, sismik ışın yolları, b)Antiklinal biçiminde bir jeolojik yapı üzerinde alınmış sismik kayıt örneği[11].

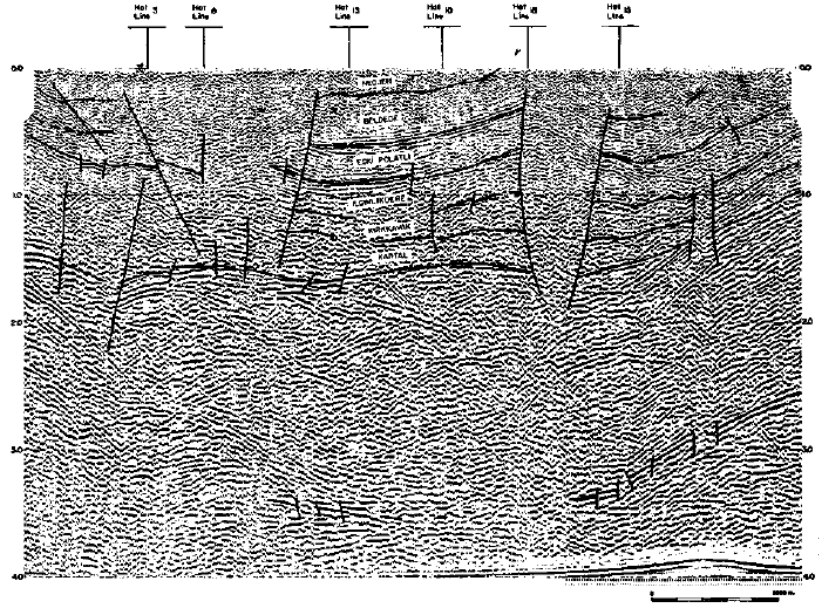
Sismik görüntüleme yolu ile yer altındaki gömülü faylar, deniz altında kalan faylar ve petrol tuzaklayan jeolojik yapılar belirlenebilir. Antiklinal, fay (fault) ve tuz domu (salt

dome) yapısal tür kapanlardır. Şekil 3.7’de bir tuz domu üzerinde kaydedilmiş sismik bir kesit görülmektedir.



Şekil 3.7. a) Bir tuz domu üzerinde kaydedilmiş sismik kesit b) Bazı veri işlem teknikleri ile temizlenmiş, yeraltı yapısını daha iyi yansıtan sismik kesit[12].

Haymana Petrol Etütleri çerçevesinde Ankara'nın güneybatısında Polatlı-Haymana yöresinde sismik yansıma çalışmaları yapılmıştır. İnceleme alanında elde edilebilen sismik yansıma kesitlerinde en iyi izlenebilen seviye, içerdiği bol fosilli kumtaşı, kireçtaşlan nedeniyle hazne kayaç olabilme niteliğine sahip Mestrihtiyen yaşlı Beyobası formasyonunun üst sınırı olmuş ve zaman kontur haritası hazırlanarak yorumlanmıştır. Çalışma alanının batı bölümünde ise, sismik verilerde, güneydekinin kapanımının tam olarak kuzeydekinin ise büyük ölçüde izlenebildiği iki çukurluğun varlığı saptanmıştır(Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Ankara Polatlı-Haymana yöresinde petrol etütleri kapsamında çalışmalar sonucunda elde edilen sismik yansıma kesiti [13].

4. SONUÇLAR

Yirminci yüzyılın başlarında , özellikle petrol ve doğal gaz yataklarının araştırılması amacıyla jeofizik yöntemlerde büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Günümüzde de halen süren bu gelişmelerin en önemli özelliği de gözlem(arazi ölçüleri), veri-işlem ve yorum aşamalarında yüksek duyarlılığın sağlanması amacıyla yöneliktir. Petrol ve doğal gaz etütlerinde, sadece petrol ve doğal gaz içerebilecek jeolojik yapılar(fay, antiklinal, senklinal, tuz domu vb.) jeofizik yöntemlerle araştırılabilmektedir.

Yerüstündeki bulgularla yeraltının durumunu ortaya koymak ve yorumlamasını yapmak açısından jeofizik yöntemlere ihtiyaç vardır. Jeofizik yöntemlerle, yeraltındaki petrol yapısının şekli, boyutu ve yeryüzünden itibaren derinliğini saptama olanağı vardır.

5.KAYNAKLAR

- [1]Orbay,N,Özçep,F., Jeofizik ve tarihsel Gelişimi,İstanbul Üniversitesi,Mühendislik Fakültesi,Jeofizik Mühendisliği,2002
- [2]Oruç, B., 2012.Teori ve Örneklerle Gravimetri,Kocaeli,2012,Sy-77
- [3]Ateş,A.,2004, Gravite ve Manyetik Yöntemler Uygulamaları Ders Notları, Ankara Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği,Sy-15

- [4]Telford, W. M., Geldart, L. P. and Sheriff, R. E. 1990. Applied Geophysics, Cambridge: Cambridge University Press.
- [5]Erden , F. 1979 , Uygulamalı Gravite , MTA Yayını , Sy-81-82
- [6]Kenar,Ö.,1998,Gravite ve Manyetik Prospeksiyon,Kocaeli,1998,Sy-18-20-21,102-103
- [7]Nettleton, L.L(1957).Gravity survey over a Gulf Coast continental shelf mound, Geophysics,vol.22,630-642
- [8]Nettleton, L.L(1962).Gravity and magnetics for geologists and seismologists, Bull. Am. Assoc.Pet. Geol., vol.46,1815-1838
- [9]Bartels,J ve Angenheister,G.,1969.Geophysics.Fischer Bucherei,Berlin
- [10]Kurtuluş,C.,2010.Sismik Araştırmalar Teori ve Uygulama,Sy-340
- [11]İlkişik,O,M.,1996,Jeofiziğe giriş, İstanbul Üniversitesi,Fakülte Yayın No:97,Üniversite Yayın no:3965,Sy-110-111
- [12]Yılmaz,Ö.,1991.Interpretive evaluation of migrated data.(Unpublished Report) Western Atlas Int.,London.
- [13]Turgay I,M ve Kurtuluş,C.,1985.Polatlı Yöresinde Yapılan Sismik Yansıma Çalışmaları,MTA

