

SİSMİK PROGRAMLARIN ÖNERİLMESİ VE PARAMETRE TAHMİNİ

SEISMIC ACQUISITION PROPOSAL AND DESIGN PARAMETERS ESTIMATION

Atila Sefünç*

*TPAO Genel Müdürlüğü, Arama Daire Başkanlığı, 06520 Ankara

ÖZ

Herhangi bir bölgenin hidrokarbon olanaklarını ortaya koymak için jeolojik ve jeofizik verilerin toplanmasında zorunluluk vardır. Hidrokarbon arama amaçlı yapılan yansımali sismik yöntemde ilk adım, belirlenen amaca uygun sismik veri toplama programını dizayn etmektir. Veri toplamadaki dizaynın esası ise yeraltının zaman ve uzaklıktaki örneklenmesidir.

Önerilecek sismik program mevcut jeolojik ve jeofizik veriler dikkate alınarak önerilmelidir. Öncelikle sismik program önerilecek alanın yüzey jeolojisinin iyi çalışılması gerekmektedir. Tektonik trendler ve yüzey formasyonları dikkate alınarak önerilmelidir. Eğer çalışma alanında gravite-manyetik veya sismik veriler mevcutsa bu verileri de değerlendirerek sismik program önerilmelidir. Pratikte karşılaşılan yanlış program dizaynı ve kayıt parametreleri seçimi sonucunda, sismik yorumda birçok sorunla karşılaşılır.

Bu yüzden jeolojik ve jeofizik verileri birbiriyle korele ederek önerilecek sismik programlarla daha doğru yeraltı bilgisine ulaşabilir.

Anahtar Kelimeler: Sismik program, sismik parametre, sismik datum, sismik veri toplama.

ABSTRACT

In order to outline the hydrocarbon opportunities of a region, gathering the geophysical and geological data is vital.

The first step of the seismic method for the hydrocarbon exploration is to design the data acquisition program. The foundation of that acquisition is the modeling of subsurface time and distance. The surface geology must be studied carefully before a seismic program is suggested. The suggestion need to cover the tectonic trends and formations on surface. If gravity-magnetic data or seismic data are available, the seismic program must include such data. Incorrect program design and wrong data acquisition parameters will cause various problems in seismic interpretation.

Therefore, correlation of geological and geophysical data will give correct subsurface data with the seismic program.

Key Words: Seismic program, seismic parameter, seismic datum, seismic data acquisition.

Sismik Programları Önerilmesi

1.GİRİŞ

Amaca uygun ve projelendirilmiş bir sismik program, veri toplama maliyeti ve zamanını minimuma indirirken, verilerin en doğru şekilde elde edilmesini sağlayacaktır.

Sismik programlama yorumun ilk aşamasıdır. Bu açıdan dikkate alındığında önemi büyüktür. Sismik programların mutlaka o programı değerlendirecek yorumcular tarafından önerilmesinde fayda vardır. Bunun yanında önerilen sismik programların sahaya uygulanmasında meydana gelecek değişikliklerin bizzat sahaya gidilerek yorumcu tarafından görülmesi yoruma katkı sağlar.

Veri toplamadaki ikinci adım ise hazırlanmış olan sismik programın saha kayıt parametrelerini seçmektir. Sismik verilerin veri işlem ve sismik yorumu dikkate alındığında sismik programın düzenlenmesi ve saha kayıt parametre seçiminin önemi daha da artmaktadır.

Veri toplama çalışmalarında, kayıt parametrelerini seçmeden önce, uygulanacak parametreleri etkileyen faktörler belirlenmelidir. Belirlenen faktörleri dikkate alarak seçilecek olan parametreler daha kaliteli veriler elde edilmesini sağlayacaktır. İyi dizayn edilmiş ve sahada test edilerek seçilen saha kayıt parametreleri ile toplanmış sismik veriler bu sorunların üstesinden gelecek, hem veri-işlem hem de yorum aşamasında oldukça faydalı bilgiler sağlayacaktır.

2. SİSMİK PROGRAMLARIN ÖNERİLMESİ VE DİZAYNI

Sismik program önerilecek çalışma alanının jeofizik parametrelerinin saptanması için yüzey jeolojisinin, tektonik modelin ve genel tabaka eğimlerinin bilinmesinde büyük yarar vardır. Sismik programlar önerilmeden önce daha doğru ve kaliteli sismik veri elde etmek isteniyorsa elimizdeki mevcut tüm jeolojik ve jeofizik veriler kullanılmalıdır. Sismik veri toplama çalışmaları ve önerilen sismik program-

lar sahadan sahaya, amacına göre farklılıklar gösterir. Her sahada sürekli geçerli olabilecek sismik parametreleri hazırlamak olanaksızdır.

2.1 Sismik programlarda kullanılan veriler

Sismik program hazırlanırken programın gerçekleşeceği sahaya ait mevcut tüm verileri kullanmak gerekir. Bu veriler gravite-manyetik haritaları, geçmişte yapılmış zaman veya derinlik haritaları, saha hakkında hazırlanmış jeolojik veya jeofizik raporlar, topografya haritaları, saha civarındaki yol haritaları, hava fotoğrafları, yüzey jeoloji haritası, sismik kesitler, kuyu-yüzey hız bilgileri (VSP, Checkshot ve sonik hız bilgileri) ve sahada yapılmış eski şarj-derinlik test çalışmalarıdır.

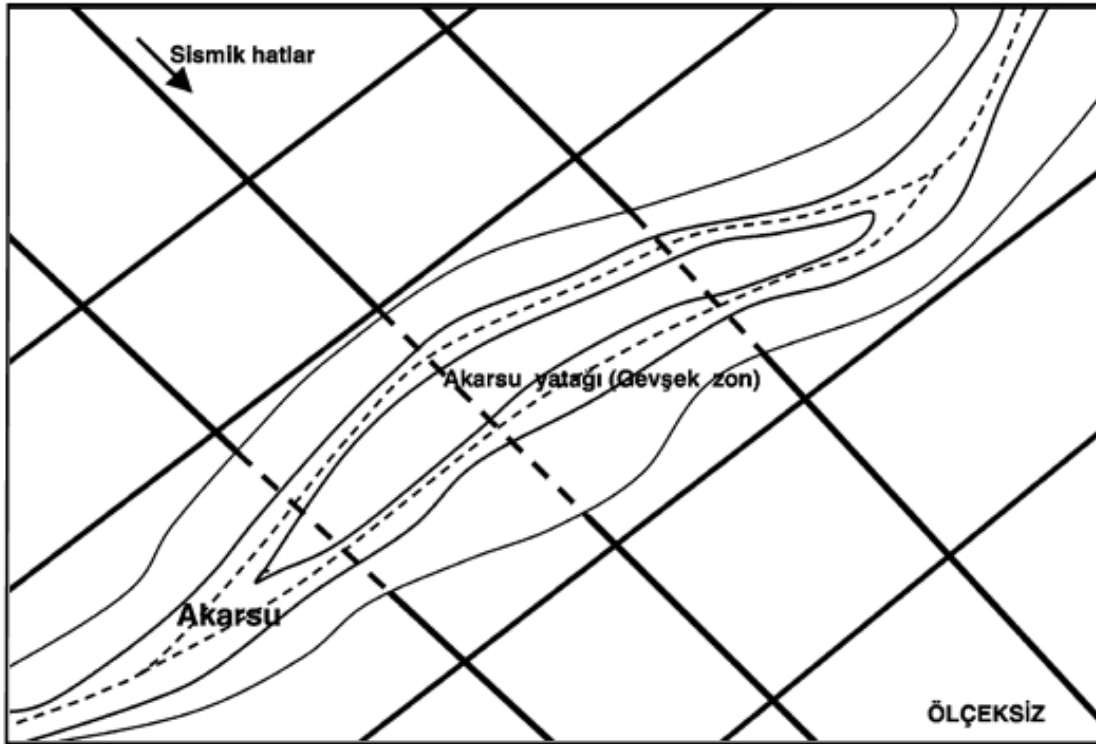
Sismik programlar değişik haritalar üzerine işlenerek program hakkında ön yorumlar yapılabilir. Önerilen sismik programın gerçekleştirilebilirliği, olası sorunları (topoğrafik, yüzey jeolojisi, orman, akarsu, askeri alanlar, vb.) harita üzerinden saptanarak program üzerinde değişiklikler yapılabilir. Bu amaçla kullanılan haritaları;

- Sismik lokasyon ve topoğrafik haritalar
- Yüzey jeoloji haritaları ve uydu fotoğrafları
- Gravite-Manyetik haritaları
- Sismik zaman veya derinlik haritaları olarak sıralamak mümkündür.

2.1.1 Sismik lokasyon ve topografya haritaları

Genelde 1/50 000 ölçekli sismik lokasyon haritaları üzerine sismik programlar çizilir. Daha sonra önerilen sismik program 1/ 25 000 ölçekli topografya haritalarına aktarılır ve haritaların topografya açısından yapılabilirliği sahada incelenir.

Sismik program önerilen yerlerde sarp topografya, nehirler, yerleşim merkezleri, otobanlar, askeri alanlar, orman, bataklıklar, vb, nedenler ideal olarak önerilen sismik programın gerçekleştirilmesini engelleyebilir. Bu du-



Şekil-1. Sismik program içerisinde sinyal/gürültü oranını olumsuz etkileyen akarsu ve çevrelerinde oluşan gevşek zonlar. Figure- 1. The loose zone in a seismic program that effects signal/noise ratio in a negative way placed around the river and river bank.

rumda topografin yapacağı ön arazi gezisiyle sismik hatlarda meydana gelen değişiklikler sismik yorumcuyla yeniden gözden geçirilmelidir.

Ülkemizde yaygın olarak bulunan akarsu ve dere yatakları sismik kaliteyi olumsuz yönde etkiler. Bu yüzden sismik hatlar akarsuların en dar olduğu alanlardan geçecek şekilde önerilmelidir. Genelde nehir yatağını kesen hatlar önerilirken eski akarsu yatağının yanal genişliğinin kaliteyi olumsuz etkileyeceği de dikkate alınmalıdır (Şekil-1). Bu tür sahalarda dinamit yerine enerji kaynağı olarak vibronun kullanılması sinyal/gürültü oranını artıracaktır.

2.1.2 Yüzey Jeoloji haritaları ve uydu fotoğrafları

Önerilen sismik programın 1/50 000 ölçekli yüzey jeoloji haritası üzerine taşınması sismik hatların üzerinden geçeceği yüzey for-

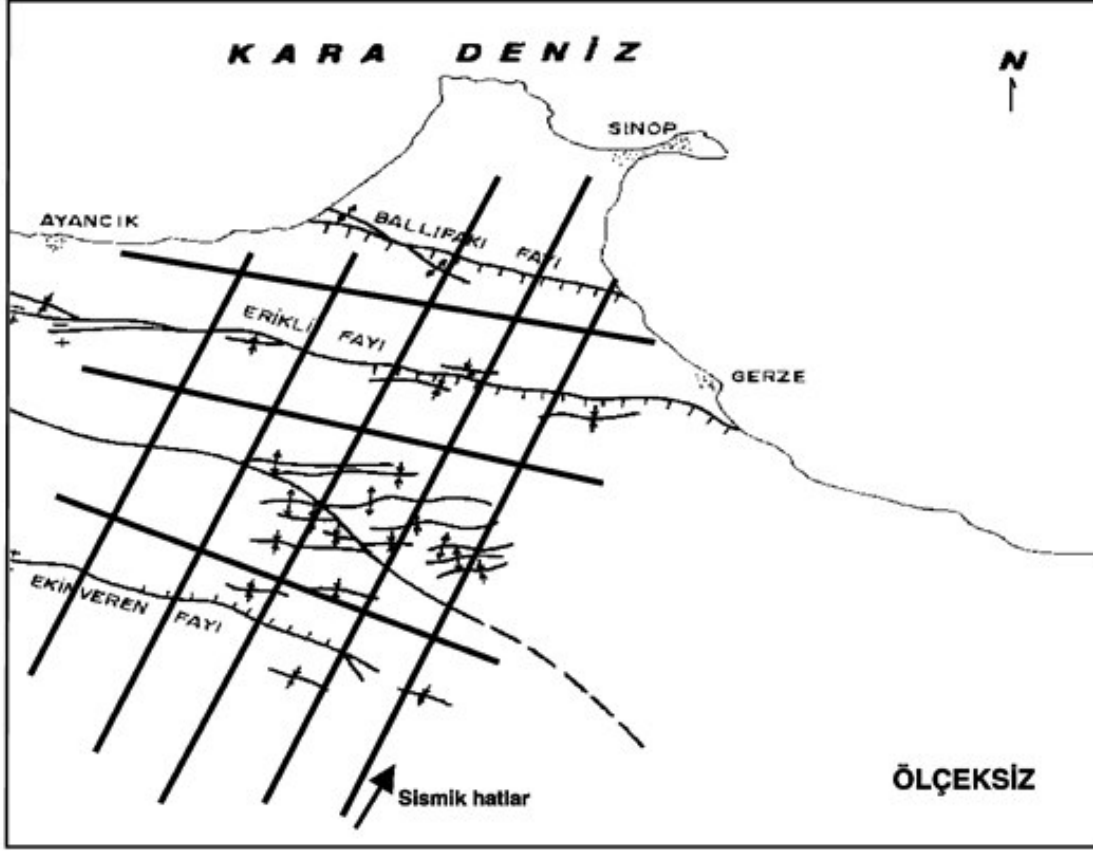
masyonları ve yüzeydeki tektonik (antiklinal, senklinal ve faylar) trend hakkında bilgi verir. Sismik hatlar tektonik trendlere dik olmalıdır (Şekil-2). Yeraltındaki hedefimizi oluşturan kıvrımların yüzeydeki kıvrım trendleriyle uyumlu olması halinde yüzeydeki trendlere göre sismik hatların çizilmesinde bir sakınca yoktur.

Sonuç olarak eğer çalışma alanımızda yeraltı kıvrım trendleri yüzey kıvrımlarıyla uyumlu ise yüzey jeoloji haritasından önerilecek program ideal olacaktır.

2.1.3 Gravite-Manyetik haritaları

Gravite ve manyetik anomali haritaları yüzeyin örtülü olduğu alanlarda ve örtülü basenlerde (çöl ve alüvyonla kaplı sahalarda) sismik programın önerilmesine büyük katkı sağlar. Gravite (Bouguer) haritaları ile yeraltındaki alçalım ve yükselim alanları tanımla-

Sismik Programları Önerilmesi



Şekil-2. Yüzeysel jeoloji haritasındaki tektonik trende uygun sismik program önerisi.

Figure-2. An example of a seismic program proposal which is suitable for the tectonic trends on the geology map.

nabilir. Manyetik anomali haritaları ile basen-
de yer alan malzemenin niteliği (sedimanter,
volkanik vb.) hakkında fikir yürütülebilir. (Şe-
kil-3a, b)

Sismik program önerilecek saha iki tektonik
fazda oluşmuş ise yüzeysel jeolojisi harita-
sından elde edilen güncel kıvrım trendine uy-
gun sismik program hazırlamak yanıltıcı ola-
bilir. Bu yüzden yüzeye bağımlı sismik prog-
ram çizilmesi yorumu olumsuz etkileyecektir.
Bunun için önerilecek sismik programa yar-
dımıcı olacak şekilde yeraltı tektoniği ve kıvrı-
mları hakkında yaklaşım sağlayacak olan
Bouguer haritaları kullanılmalıdır. Örneğin yü-
zey jeolojisinde yer alan yükselim ve alçalım
trendleri ile gravite anomali haritasındaki yük-
selim ve alçalım alanları birbiriyle korele edil-
melidir.

Bouguer haritalarından elde edilen (genel-
de 4 km'lik) rezidüel Bouguer haritaları üzeri-
ne yüzeysel jeolojisinde yer alan kıvrım ve faylar
konularak tektonik trendin daha doğru saptan-
ması mümkündür (Yüksel,1999). Eğer
gravite ve yüzeysel kıvrımları birbiriyle uyumluy-
sa yüzeysel jeolojisine bağlı olarak hazırlanacak
sismik programın ideal olduğu düşünülebilir
(Şekil-4a). Ancak yüzeydeki jeoloji kıvrım
trendi ile gravite arasında farklılık varsa gravi-
tede saptanan tektonik trende uygun sismik
program hazırlanmalıdır (Şekil-4b).

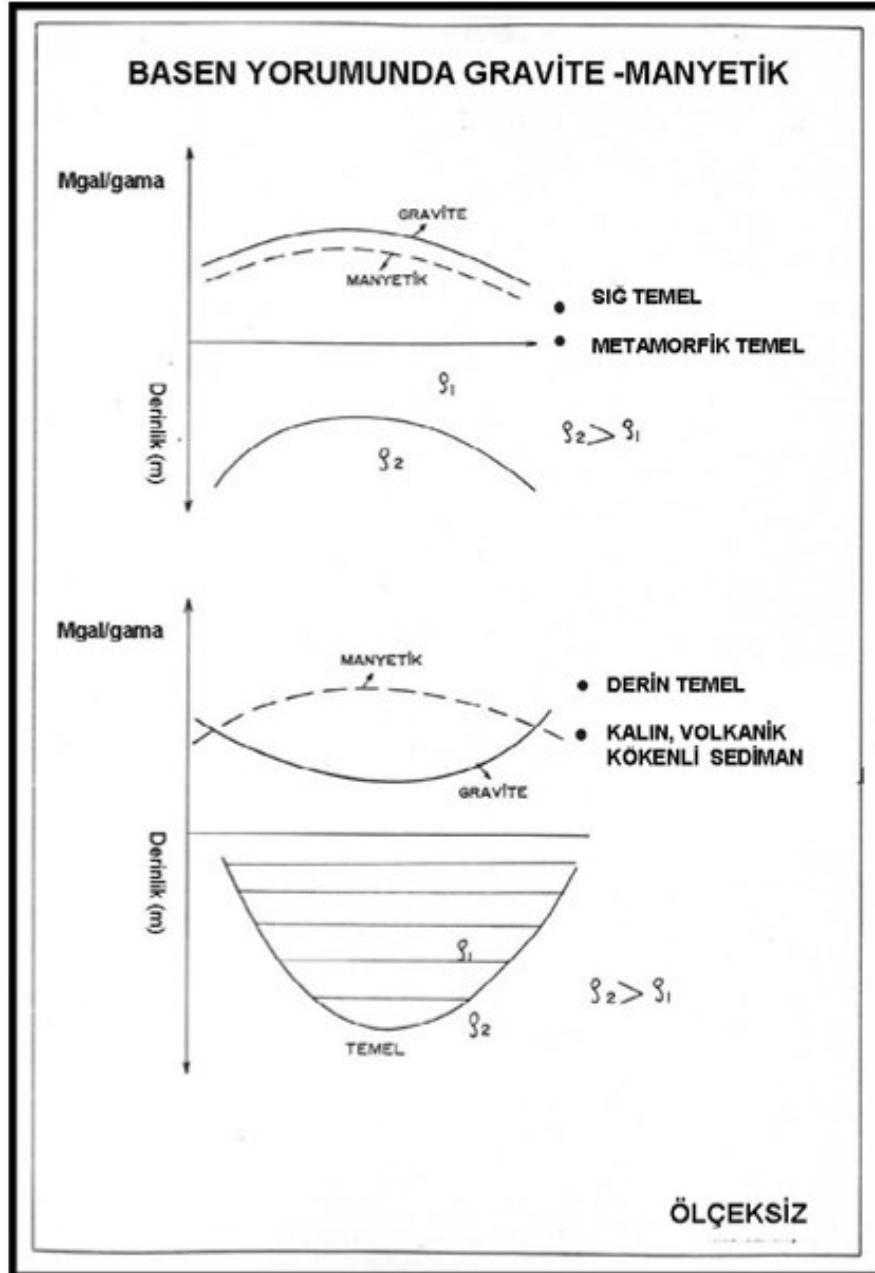
2.1.4 Sismik zaman ve derinlik haritaları

Sismik program önerilen sahada geçmişte
yapılmış yeraltı zaman ve derinlik haritalarının
mevcut olması önerilecek sismik programın

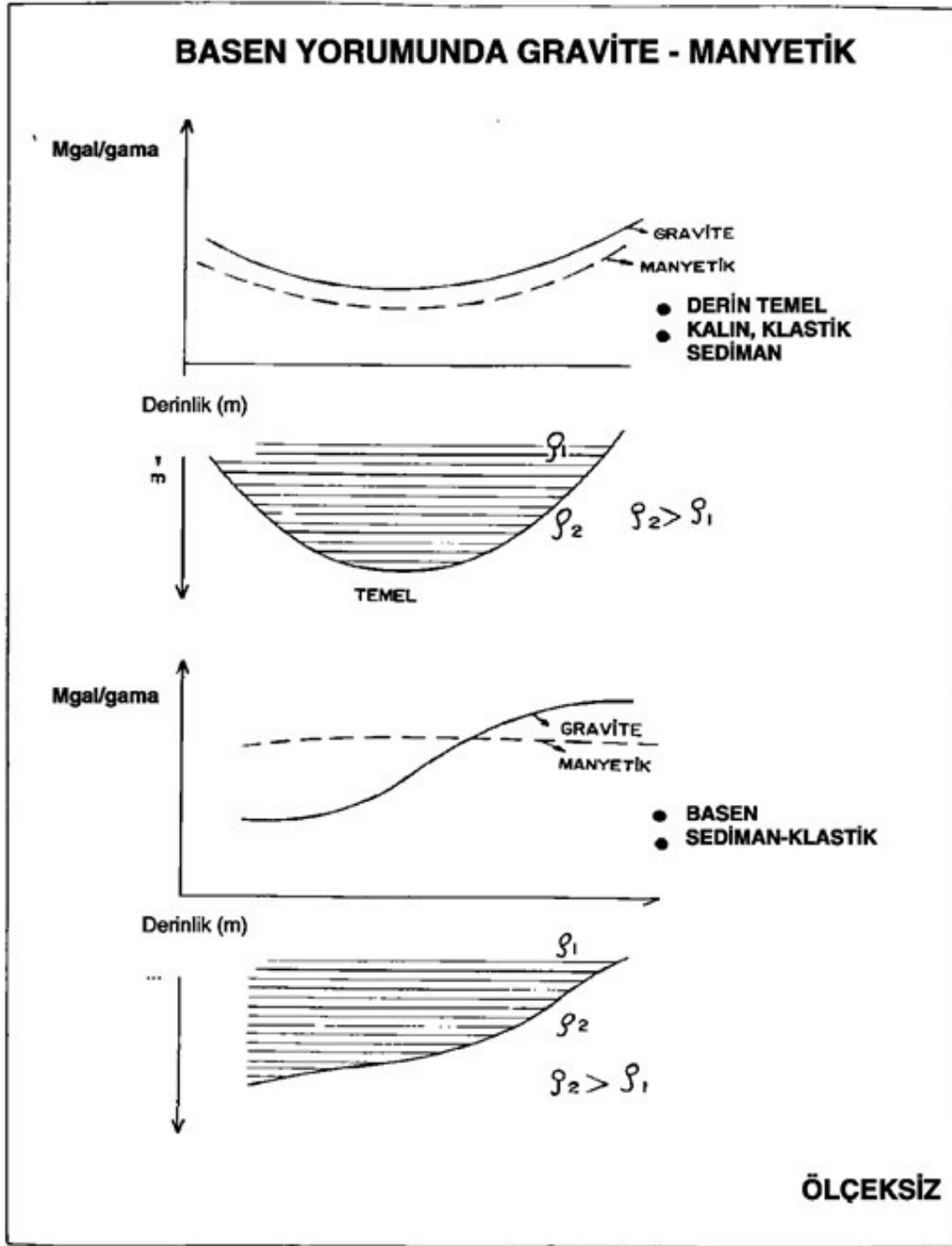
daha doğru ve amaca yönelik olmasını sağlar. Bu tür programlar detay programlar olup genelde ikincil arama ve üretim sahalarında uygulanır.

3. SİSMİK PROGRAM TÜRLERİ

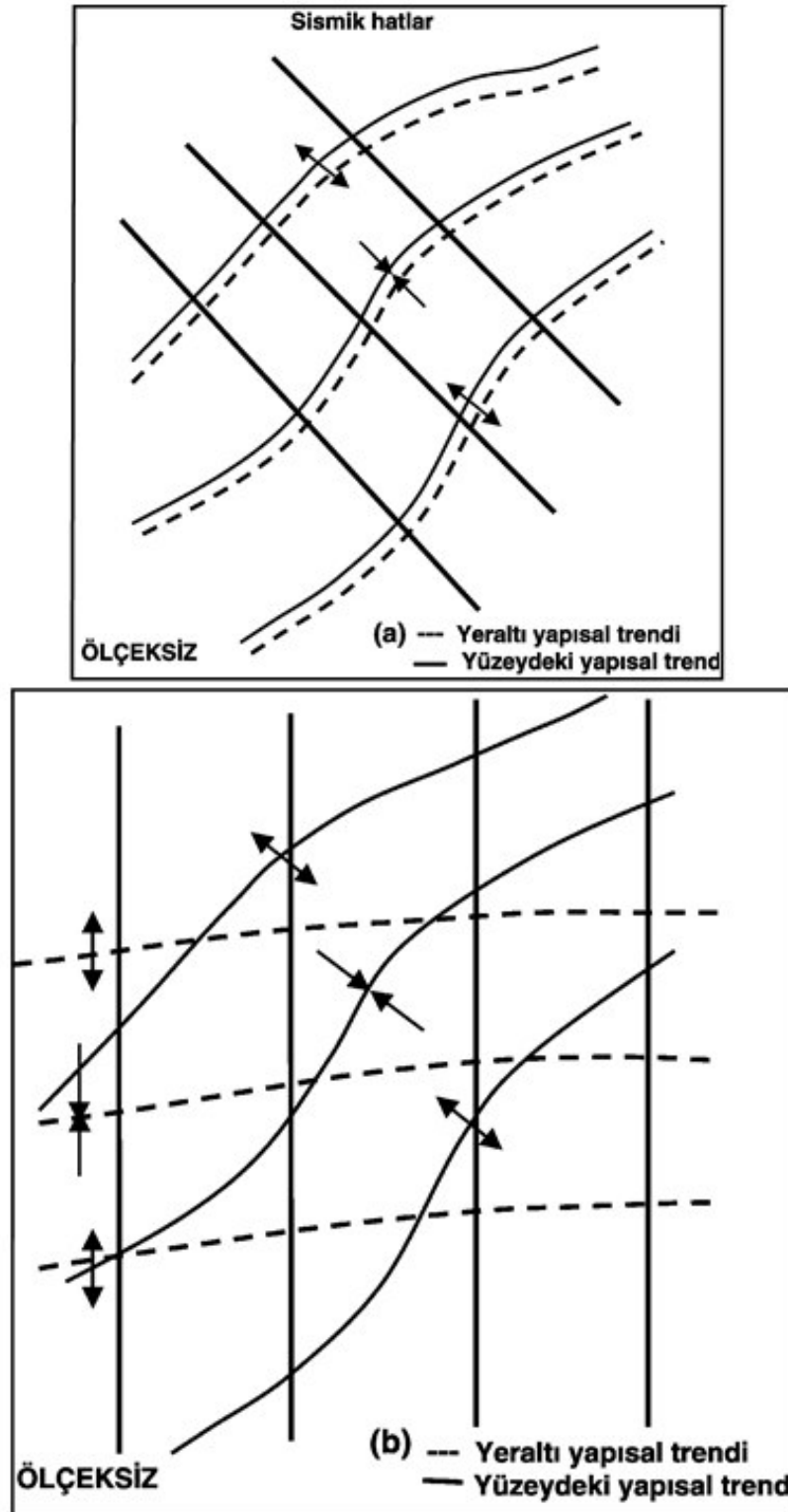
Eski sismik hatlara sahip çalışma alanlarında değişik gridlerde sismik programlar önerilebilir. Ancak sismik veri toplamanın maliyetini dikkate alarak en doğru ve yararlı sis-



Şekil-3a. Gravite ve Manyetik anomalilerden rejyonel basen yorumu.
Figure-3a. Regional basin interpretation from gravity and magnetic anomalies.



Şekil-3b. Gravite ve Manyetik anomalilerden rejyonel basen yorumu.
Figure-3b. Regional basin interpretation from gravity and magnetic anomalies.



Şekil- 4a-b. İlgilenilen yapısal trendlere göre önerilen sismik profiller.
Figure-4a-b. Proposed seismic profiles considering structural trends that are concerned.

Sismik Programları Önerilmesi

mik programı önermek başlıca amaç olmalıdır. Sismik grid iki boyutlu iki boyutlu (2-B) rejyonel ve detay iki boyutlu, üç boyutlu (3-B) sismik program olmak üzere ikiye ayrılır.

Rejyonel sismik grid genelde hiç sismik hattın olmadığı ve herhangi bir yeraltı jeoloji bilgisine sahip olunmayan alanlarda tercih edilmektedir.

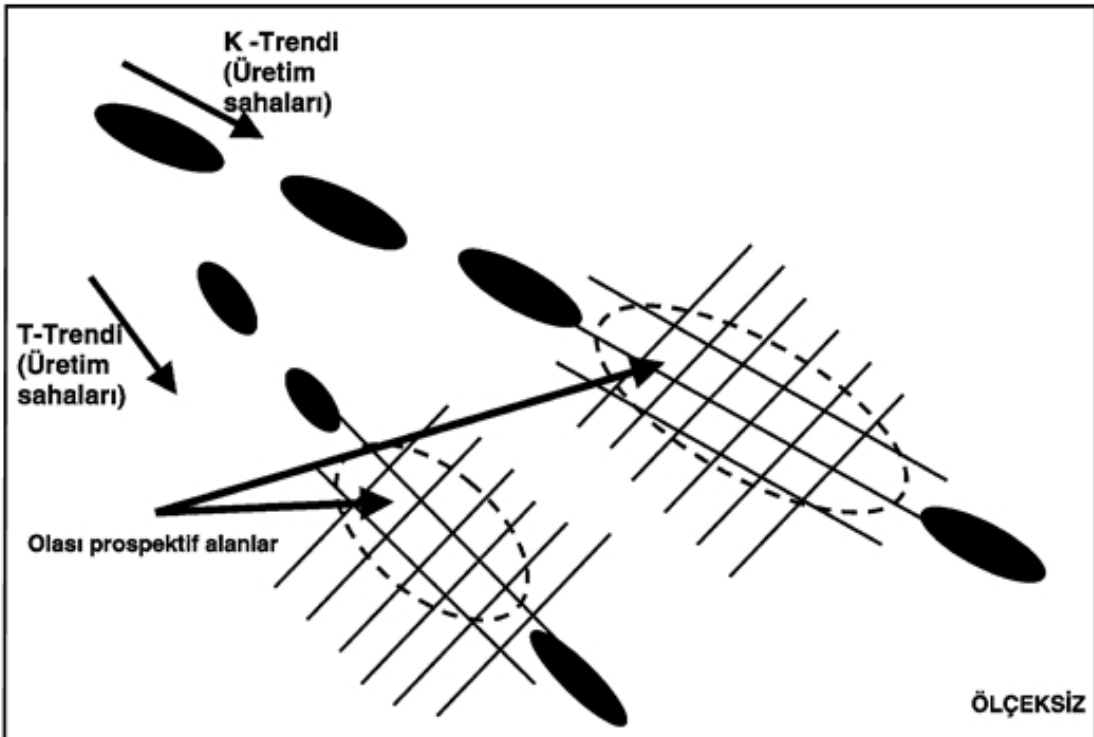
Rejyonel sismik programlar sonrasında saptanan yükselim trendleri üzerinde yarı detay sismik program uygulanır. Bunun sonucunda saptanan yapılar iki boyutlu veya üç boyutlu detay sismik program uygulanabilir.

3.1 Rejyonel sismik program

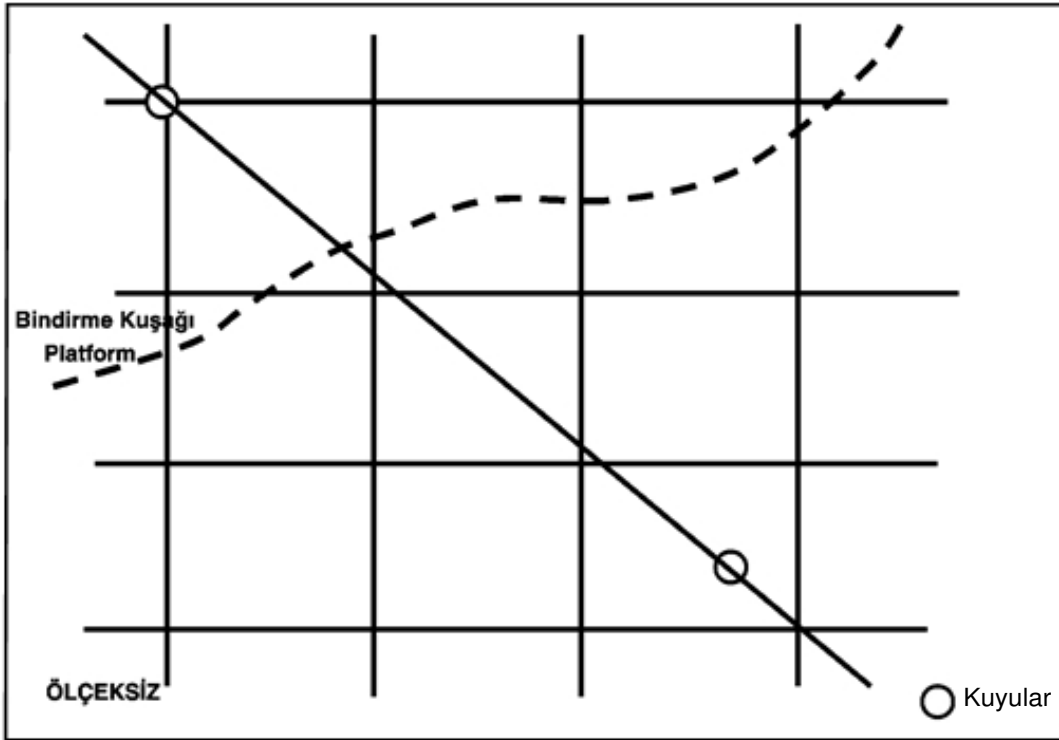
Rejyonel sismik programlar genelde iki amaç için önerilir. Birincil amaç sismik verinin hiç olmadığı ancak jeolojik olarak hidrokarbon potansiyeli olan alanların genel durumunun (tektonik, basen yapısı, vb.) saptanması için önerilir. Ayrıca üretim sahalarının devamı olarak düşünülen trendlerin hidrokarbon po-

tansiyelini ortaya çıkarmak için rejyonel programlar önerilmelidir (Şekil-5).

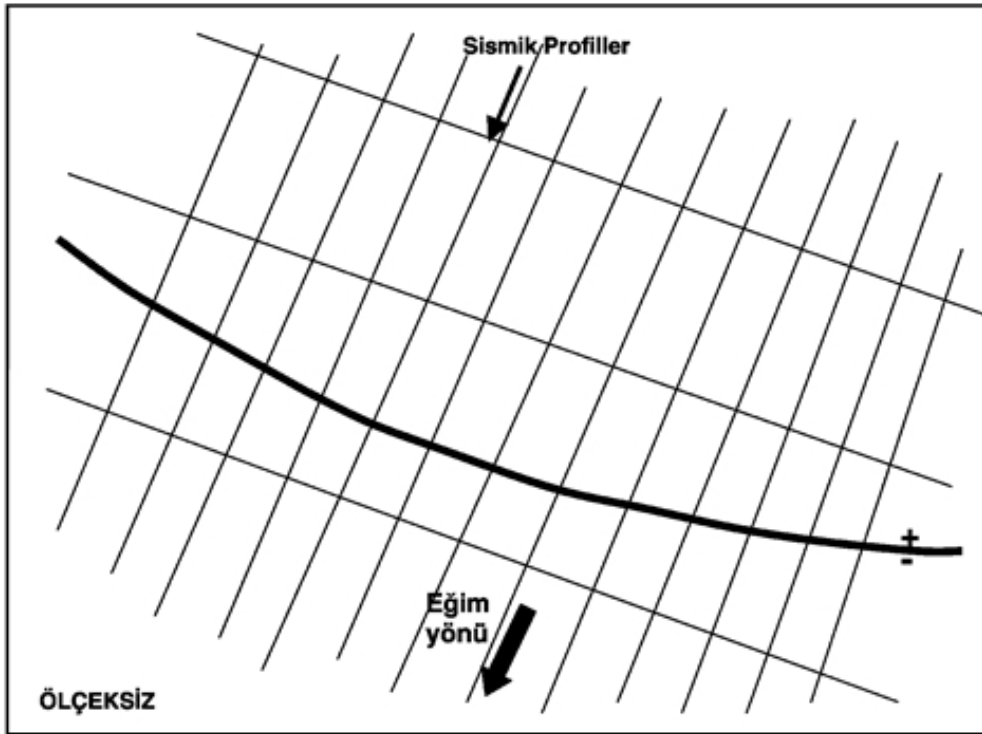
İkincil amacı da stratigrafik ve tektonik değişimleri saptayarak bölgesel jeolojik yoruma katkı sağlamaktır. Örneğin bindirme kuşağından platforma jeolojik bilgi taşımak amacıyla rejyonel sismik hatlar önerilir. Bu sismik hatların daha önce açılmış, mümkünse tüm formasyonları kesen kuyuların üzerinden geçirilmesinde ayrıca fayda vardır. Bu tip hatlarla formasyonların devamlılığını, genel tektonik mekanizmayı ve olası basenleri saptamak mümkündür. Rejyonel hatlar kilometrelerce uzunlukta (30-40 km) olabilir. Hatlar arası ise yaklaşık olarak 2.5-10 km veya 10 km' den daha büyük olabilir. Genelde kare grid uygulanır (Şekil-6). Ancak tektonik trendler hakkında bilgimiz varsa örneğin tabakaların eğim trendini biliniyorsa dikdörtgen rejyonel grid tercih edilmelidir (Şekil-7). Çünkü sismik kalite genelde eğim yönündeki hatlarda, eğime dik hatlara nazaran çok daha iyidir.



Şekil-5. Hidrokarbon aramalarında trend ilişkisi.
Figure-5. Trend relationship in hydrocarbon exploration.



Şekil-6. Rejyonel bir sismik prgramda kare grid ve kuyu bağlantısı.
Figure-6. Square gridding and well connection on regional seismic program.



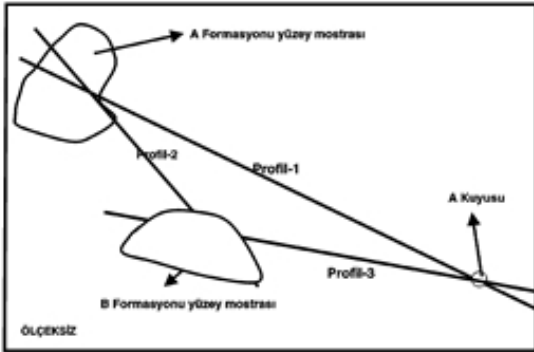
Şekil-7. Eğim yönü belli olan sahada sismik grid uygulaması.
Figure-7. Seismic gridding application on the evident slope direction known zones.

Sismik Programları Önerilmesi

Sismik program önerilen alanlarda kuyu bilgisi yoksa sismik programlar yüzey mostralarına kadar uzatılmalıdır. Böylece jeolojik bilgiler sismik kesitlere taşınarak çalışma alanı hakkında ön yorum yapılabilir. (Şekil-8).

3.2 Detay sismik programlar

Rejyonel sismik program ile saptanan olası prospektif alanların detaylandırılması amacıyla detay sismik program önermek için mevcut rejyonel sismik hatlardan prospekti

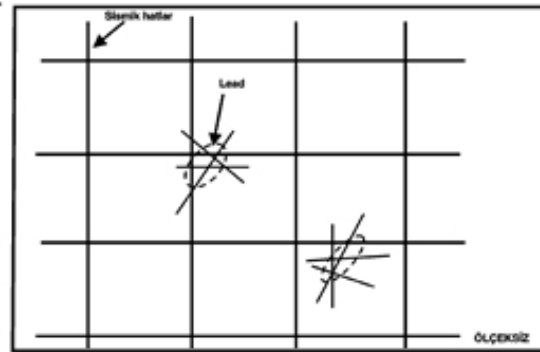


Şekil- 8 Rejyonel sismik programlar yüzey mostralarına veya mevcut kuyulara mutlaka bağlanmalıdır.
Figure-8 Regional seismic programs must be connected to the surface geological outcrops and existent wells.

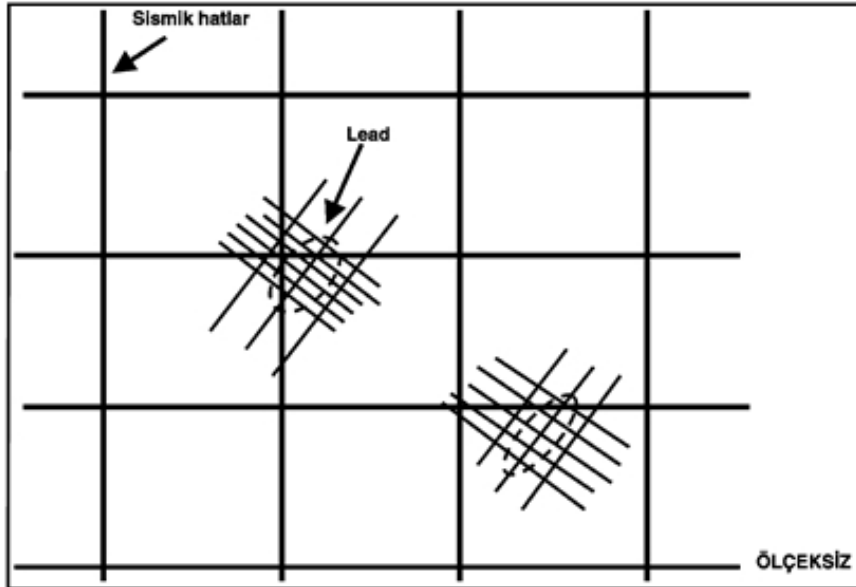
ve hedef seviyeyi içeren gidiş-geliş zaman (TWT) haritaları yapılması gerekmektedir. Rejyonel hatlardan saptanan olası yapılar üzerine trende uygun detay sismik programlar önerilmelidir (Şekil-9a, b).

3.2.1 İki boyutlu yarı-detay sismik

Bu aşamada sahanın genel yorumu yapılmış olur ve ilgilenilen yapıların genel özelliklerinin ilk defa ortaya konulması sonucunda yarı-detay sismik program önerilir. İki boyutlu



Şekil- 9a. Rejyonel hatlar sonrasında saptanan leadler üzerine önerilmiş düzensiz detaylı 2 Boyutlu sismik program.
Figure-9a. Irregular detailed 2-D seismic program which is proposed after regional lines on proposed.



Şekil- 9b Rejyonel hatlar sonrasında saptanan lead'ler üzerine önerilmiş düzenli detaylı 2 boyutlu sismik program.
Figure-9b Regular, detailed 2-D seismic program which is proposed on after regional lines proposed.

Sismik Programları Önerilmesi

sismik hatların arası, prospektin boyutlarına ve konumuna bağlı olarak 1-4 km arasında değişir.

3.2.2 İki boyutlu detay sismik

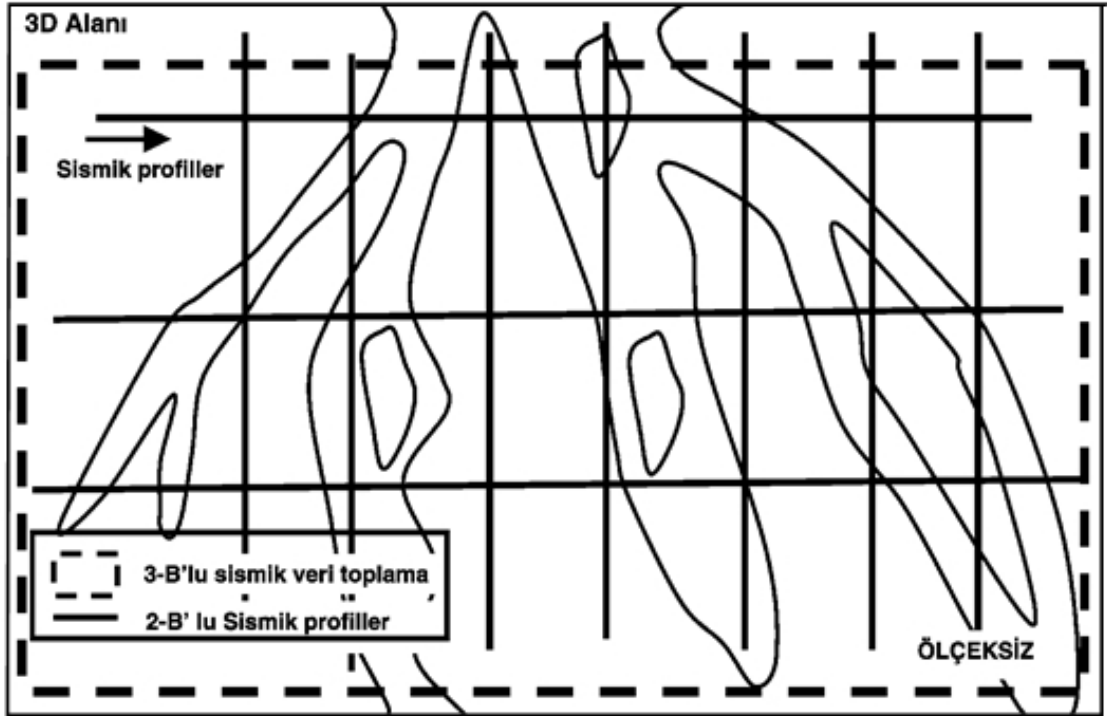
İlgilenilen yapıların konum ve özelliklerini daha iyi saptamak amacıyla önerilir. Detay sismik çalışmalarının sonrasında genelde kuyu önerisi yapılır. Bu çalışmalarda hatlar arası 0,5-2 km arasında değişir. Ancak son yıllarda iki boyutlu detay sismik uygulaması yerini üç boyutlu sismik yöntemine bırakmıştır. Teknolojide meydana gelen gelişmeler (kayıt aletleri ve arazi ekipmanları vb.) Üç boyutlu sismik verinin ekonomik maliyetini düşürerek yaygın olarak kullanılmasına neden olmuştur (Hoffswelle, 1987).

3.2.3 Üç boyutlu sismik

Genel olarak hidrokarbon keşfi yapıldıktan sonra uygulanan bir yöntem olmasına karşın son yıllarda gelişen teknolojinin neden olduğu düşük maliyetler nedeniyle arama safhasında da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. 2 boyutlu sismik veri toplamanın neden olduğu üçüncü boyut gürültülerinin eliminasyonunda, bilhassa üç boyutlu kompleks jeolojik yapıların (tuz domları, şariyaj kuşakları, resifler ve stratigrafik kapanlar vs.) daha iyi tanımlanmasında üç boyutlu sismik veri toplama büyük katkı sağlar. (Şekil-10).

4. SİSMİK YANSIMA VERİLERİNİN İNDİRGENMESİ

Sismik yansımaya yönteminin özellikle karalardaki uygulamalarında jeofon noktalarının



Şekil-10. Stratigrafik kanal ve delta sistemlerinin tanımlanmasında mutlaka 3 Boyutlu sismik uygulanmalıdır.
Figure-10. 3D seismic must be applied in determination of the stratigraphic channel and deltaic system.

Sismik Programları Önerilmesi

ve atışın aynı yatay düzlem üzerinde olmayışından ileri gelen topografya etkisi vardır. Sadece bu etkiden bazı jeofonlara yansıma dalgası daha erken veya geç gelecektir. Örneğin yer içinde bir yatay tabakada yansımalar gözlenmiş olsun; eğer jeofon noktaları inişli çıkışlı bir arazi üzerinde ise kayma zamanı (normal move out-NMO) düzeltilmesinden sonra elde edilen zaman-uzaklık eğrisi yatay tabaka yerine jeofon noktalarının topografyasına uygun bir biçimde görülür. Eğer jeofon noktalarının topografyası ve yüzeye yakın yerlerin hızları bilinirse bu tür topografyadan ileri gelen etkiler hesaplanabilir. Diğer bir etken de yeryüzüne yakın daha gevşek zonların düşük hızından doğan atışa ve jeofon noktalarına bağlı farklılaşmalardır. Bu etkinin giderilmesine "düşük hız tabakası düzeltmesi" denir. Eğer topografya ve düşük hız düzeltmesi beraber kullanılırsa statik düzeltme elde edilir.

Sismik varış zamanları yukarıda değinilen etkilerden arındırmak için bir yatay düzleme indirgenir. İndirgeme düzlemine "datum" denir. Bu indirgeme düzlemi bütün atış ve jeofon noktalarından aşağıda ve düşük hız tabakasının altındadır. Düzeltmeler bütün atış ve jeofon noktalarının bu düzleme indirgenmiş olmasını sağlayacak biçimde hesaplanırlar (Ergin, 1961).

Genel olarak çalışma alanı içinde topografik haritadan maksimum ve minimum kot değerleri tespit edilir. Daha sonra bu kot değerlerinden ortalama bir değer seçilerek o bölge için geçerli olan sismik datum belirlenir. Sismik datum belirlenirken çalışma alanı içinde atılmış eski sismik hatların datumu ile çevrede yer alan diğer hatların datumlarına uygun olmasına dikkat edilir. Datumun topografyaya yakın seçilmesi ve buna bağlı olarak yakın yüzey hız modelinin ortaya çıkarılması, statik düzeltmesinin doğruluğunu artırır. Statik uygulamasında oluşan hatalar, sismik kesitte hatalı yorumlara neden olur. Sismik kesitlerde yansımaların devamlılığını bozar ve gerçeğe

olmayan fay oluşumlarına neden olur (Coffe-en,1984)

Sismik kesitlerdeki statik ve dolayısıyla dinamik problemleri azaltmak için uygulanan diğer uygulama da, "kalıntı statik düzeltmesi" dir. Bu işlem yansıma sinyalleri arasında matematiksel benzerlik aranarak, zaman farklarının bulunup giderilmesini kapsar. Veri işlem merkezlerinde uygulanır. Yararlı bir uygulama olmasına karşın stratigrafik yorumlarda önemli yan etkileri olabilir (Çoruh,1984).

4.1. Sismik Datumun seçilmesinde dikkat edilecek hususlar

Sismik datum, yorumcu tarafından belirlenir. Bu belirlemede dikkat edilmesi gereken önemli noktalar vardır;

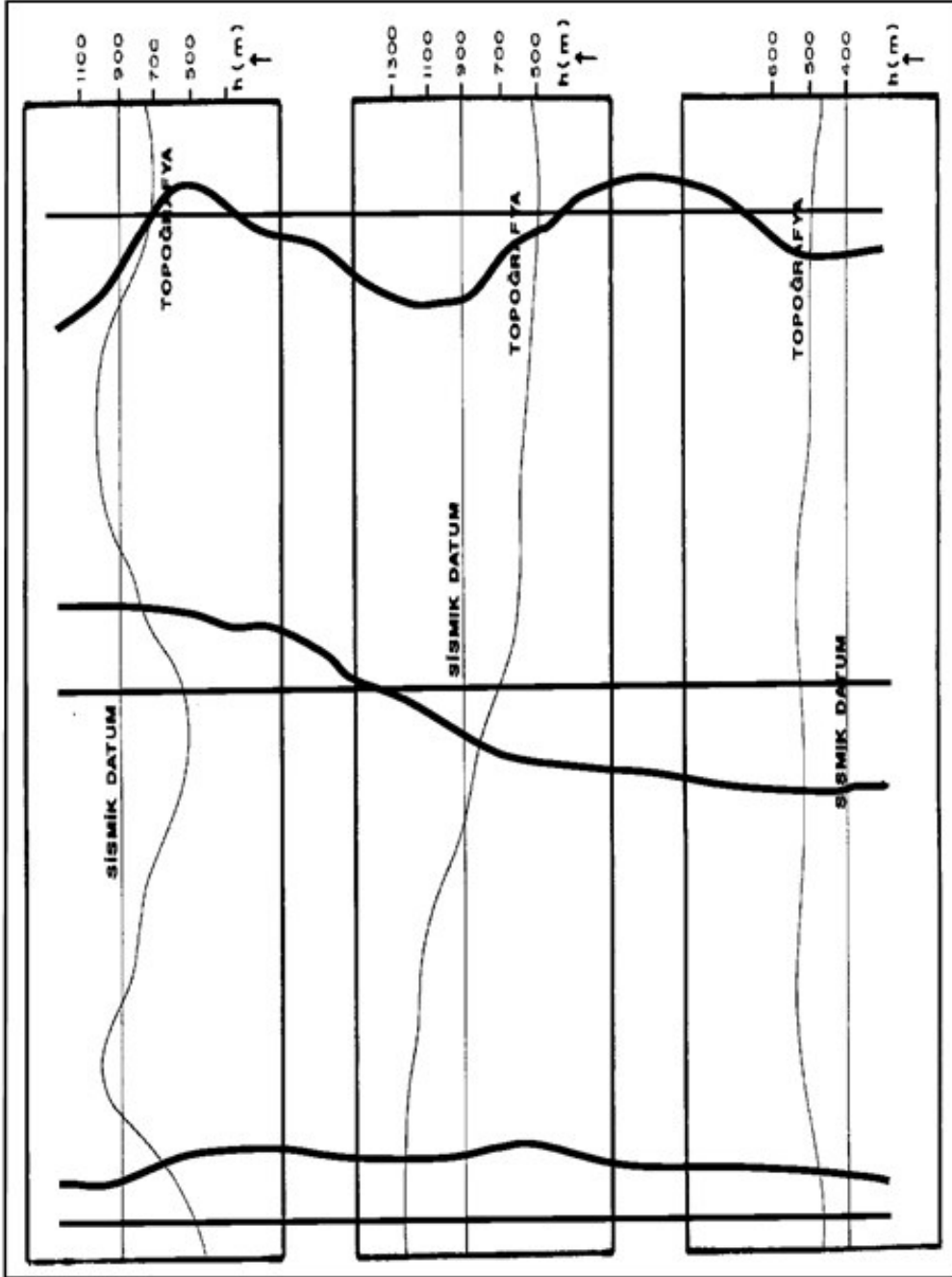
a) Sismik datum mutlaka topografyaya yakın seçilmelidir. Topografya ile datum arasındaki fark fazla olmamalıdır. Farkın fazla olması statik düzeltme hızının belirlenmesinde sorun çıkarabilir. Bu yüzden farkın yaklaşık 50-100 m arasında olması, up-hole ve refraksiyon uygulamalarında (Up-hole kuyu maliyeti, refraksiyon serim boyu açısından) kolaylık sağlar (Şekil-11).

b) Topografyanın çok değişken olduğu bir bölgede yapılan sismik hattın saha statikleri, genellikle iki değişik datum için hesaplanabilir ve uygulanabilir. Birincisi düz bir datum için ikincisi eğik veya değişken bir datum için. Değişken datum ortak açılım ortası varsayımına aykırı olduğundan bu yöntem sakıncalıdır. Düz bir datum kullanıldığında ise hat boyunca herhangi bir tabakadan gelen yansımalar aynı hiperbol eğrisini gösterebilir bile hat boyunca t0 zamanları değişeceğinden NMO hızını hat boyu değiştirmek gerekecektir (Baysal,1984).

Bu sorunun giderilmesi için yapılan çalışmalar sonucunda sismik datum önemini yitirmektedir. Bu uygulamada V0 ve V1 ortalama hızları tanımlandıktan sonra V0 hızı ile düşük hız zonunun tabanına kadar inilir, burdan to-

pografyaya kadar V1 hızı ile çıkılarak sismik kesitin datumu gerçek topografya olur. Böylece düşük hız zonu etkisi topografyaya bağlı olarak giderilir (Yılmaz, 2005).

c) Eski hatlarda datum-topografya arasında aşırı fark olan hatlarda yeniden sismik datum seçilerek reproses yapılmasında fayda vardır.



Şekil-11. Sismik datumların topoğrafyaya göre konumu.
Figure-11. Position of seismic datums with respect to topography.

Sismik Programları Önerilmesi

5. SİSMİK PROFİLLERİN YERLEŞTİRİLMESİ VE YÖNÜ

Sismik profilleri program haritasına yerleştirmeden önce çalışma yapılacak sahanın yeraltı tektoniği, yüzey jeolojisi, aranan yapıların tipi ve özellikleri belirlenip sahanın eğim yönü ve eğime dik doğrultuda yönleri belirlenmelidir. Yönü belli olan sahada iki boyutlu sismik çalışma yapılacaksa, ilgilenilen yapıların özelliklerini detaylandırmak için eğim yönündeki profiller arası birbirine yakın olmalıdır. Eğim yönüne dik yönden atılan hatlardan iki önemli bilgi sağlanır. Birincisi, eğim yönündeki profiller birbirine bağlanır ve aralarında sismik korelasyon yapılır. İkincisi ise bazı sahalarda eğimin yönü derinlik veya doğrultunun ani değişimi ile değişkenlik gösterir. Bu durumlarda eğim yönündeki hat ile buna dik yöndeki hat arasındaki farklılıklar açık bir şekilde belirlenemeyebilir. Bu yüzden yeraltının daha sık ve doğru örneklenmesi için üç boyutlu

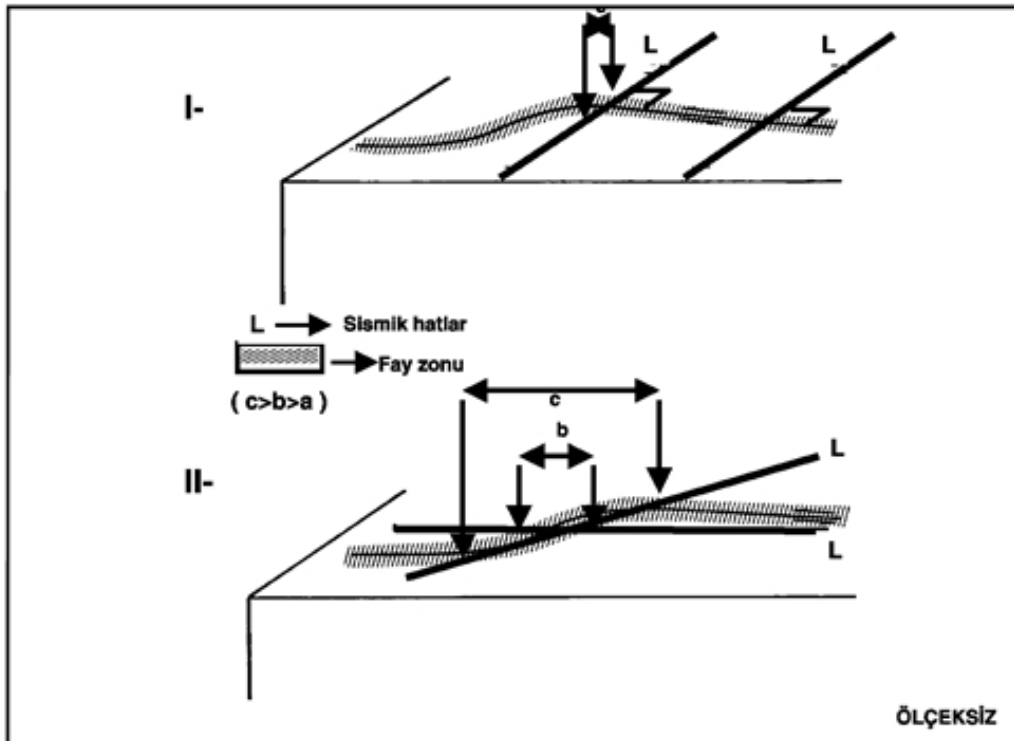
sismik veri toplamanın daha faydalı olacağı kesindir.

5.1 İki boyutlu sismik profillerin önerilmesinde dikkate alınması gereken faktörler

a) Fayların detaylı araştırılmasında çoğu zaman sismik profiller faya dik yönde yerleştirilir. Sismik profillerin yeraltı yapısına göre yerleştirilmelerinde çoğu zaman tercih edilen yön, eğim yönüne paralel olandır. Böylece, yeraltındaki yapının özelliklerini belirleme olasılığı artar. Eğim yönüne paralel hatlar migrasyon işlemi daha doğru çalıştığından yapıların özellikleri daha net ve doğru tanımlanır.

Eğim yönüne açılı grid aralığı olan oblik sismik profiller düzensiz migrasyona ve hatalı yoruma neden olur (Şekil-12). Aynı zamanda açılı hatlar ile yapılacak olan sismik yorumda ciddi sorunlar ile karşılaşılır.

b) Yapıların eğimine açılı olarak atılmış profiller, üçüncü boyut ve bu boyuttan gelen



Şekil-12. Sismik profillerin fay zonunu dik veya açılı kesmesi.

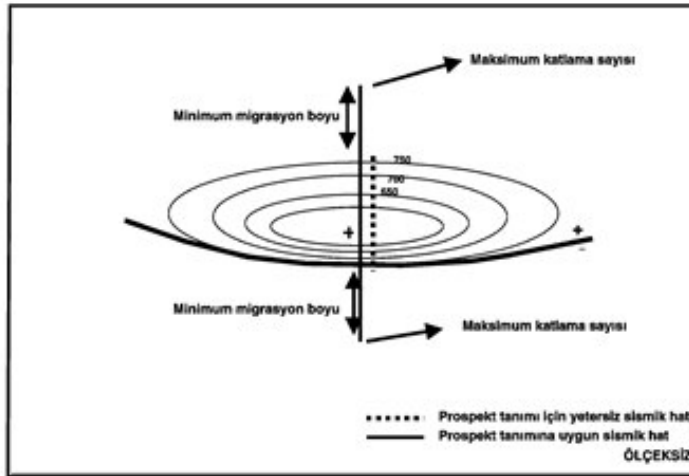
Figure-12. Perpendicular or oblique seismic profiles crossing fault zones.

kırılma-saçılma bilgilerini kaydedeceklerdir. İki boyutlu sismik kesitlerde oldukça yanlış yorumlamalara sebep olan üçüncü boyuttan gelen yansımalar ancak üç boyutlu veri toplama sonucu elde edilmiş verilerin, üç boyutlu migrasyon işlemine tabi tutulması ile giderilmektedir. Yapıların eğimine açılı profiller ancak kuyular arası bağlantı amacıyla atılmalıdır (Şekil-6).

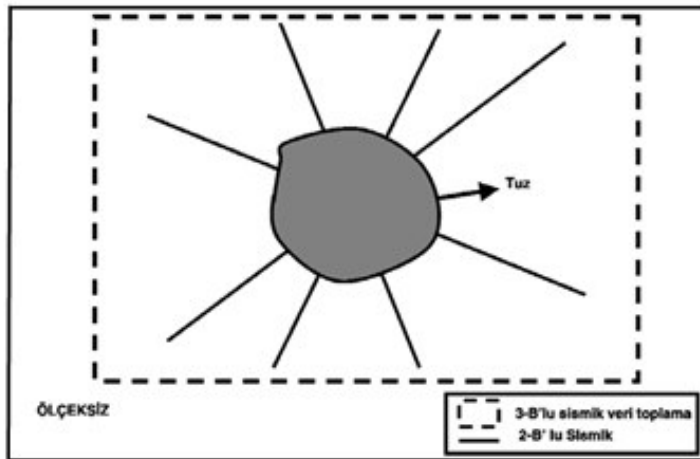
c) İlgilenilen yapıların rejyonel jeoloji ile olan ilişkisini ortaya koymak için yeteri kadar uzun profiller atılmalıdır. Kısa atılmış profillerin migrasyon işlemi sonucunda aranan yapıların bilgilerinin sismik kesitte toplanmadığı

gözlenebilir. Bu tür olumsuzluklarla sismik program önerilirken çok sık karşılaşılr. Böyle bir durumda saha jeofizikçisi projeyi uyarlamalı ve yapılabilecek hataların teknik ve ekonomik yönlerini anlatmalıdır (Şekil-13).

d) Dairesel özelliği olan yapıların (tuz domu veya çeşitli yönlerde eğimli yapılar) detaylandırılması ve güvenli yorumu radyal olarak atılacak 2 boyutlu profiller veya 3 boyutlu sismik çalışmalar ile gerçekleştirilebilir. Ancak 3 boyutlu yapılar üzerinde atılacak iki boyutlu sismik profiller fazla bir kazanım sağlamayaçağından 3 boyutlu sismik veri toplanmalıdır (Şekil-14).



Şekil-13. Prospektlerin tanımı için önerilen sismik profillerin konumları.
Figure-13. Positions of seismic profiles that are proposed to determine prospects.



Şekil-14. Tuz domlarının tanımlanması için kullanılan sismik profiller.
Figure-14. Seismic profiles that are used to determine salt doms.

Sismik Programları Önerilmesi

e) Ormanla örtülü alanlarda çevreye zarar vermeden mevcut orman yollarını kullanarak kırıklı profiller atılabilir.

f) Sismik yorumda (özellikle fay korelasyonlarında) ve haritalanmasında sorun yaratacak olan profil gridlerinden kaçınılmalıdır (Şekil-15).

6. İKİ BOYUTLU SİSMİK VERİ

TOPLAMADA ÖN ÇALIŞMALAR

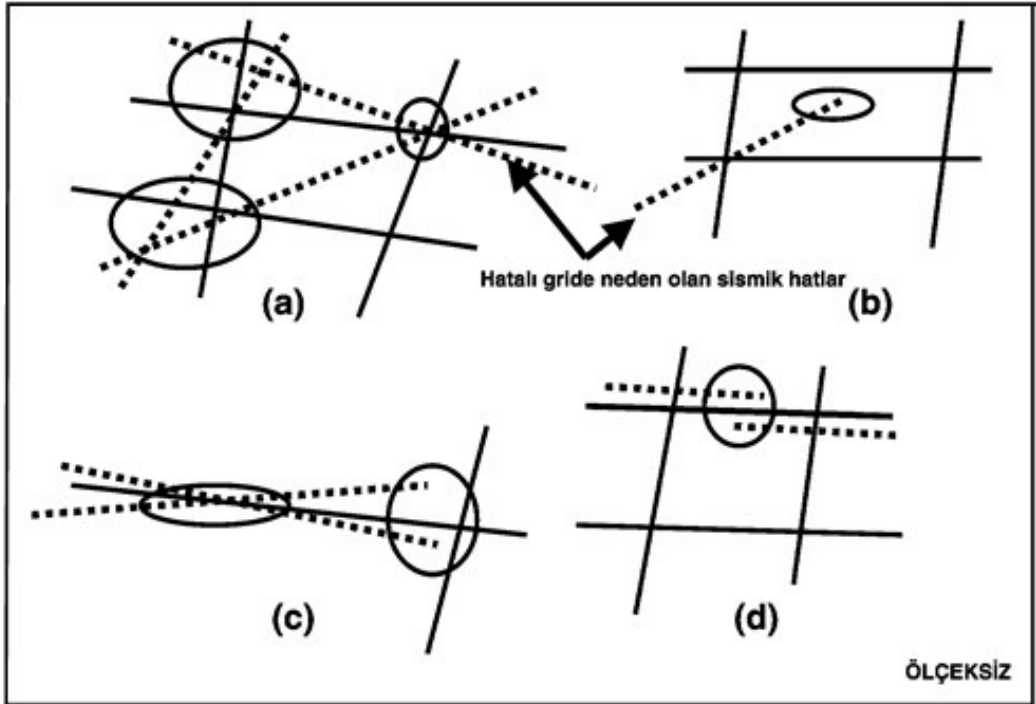
İki boyutlu sismik veri toplama dizaynındaki temel uygulamalar üç boyutlu veri toplama çalışmaları için yapılan hazırlıklarda da geçerlidir. Sismik veri toplamada maliyetin yüksek olması nedeniyle arzu edilen sismik kaliteyi elde etmek için program dizaynına ve parametre seçimine daha fazla önem verilmelidir. Serim boyu (en uzak ve en yakın offset), dinamik miktarı, vibratör gücü, sweep tipi, örnekleme aralığı, kayıt filtreleri, jeofonlar, katlama sayısı ve minimum migrasyon boyu

önemli kayıt parametreleridir (Sakallıoğlu,1992).

6.1 Saha kayıt parametrelerinde dikkate alınması gereken faktörler

6.1.1 İlgilenilen yapıların tipi ve özellikleri

Hedef seviyelerdeki jeolojik yapıların tipi ve özellikleri çözüm bekleyen sorunların başında gelmektedir. Bu sorunu ancak seçeceğimiz parametrelerle çözmeye çalışırız. Eğer yapı geniş bir antiklinal ise yansımaların yanıl yönde devamlılığını sağlayacak parametreleri seçmeliyiz. Eğer hedef seviye stratigrafik ise (ince bir kum merceği, kamalanma veya küçük bir faya yaslı kapan ise) bu durumda sismik yanıl ayırım gücünün önemi artmaktadır. Bu koşullarda sismik veri toplama çalışmalarına başlamadan önce yapılacak çalışmanın yapısal mı yoksa stratigrafik amaçlı mı olduğuna bakılarak parametre seçimi yapılmalıdır.



Şekil-15 Sismik yorumda ve haritalamada sorun yaratan sismik gridler.

Figure-15 Seismic grids that cause problems in seismic interpretation and mapping.

6.1.2 En sığ ve en derin hedef seviyeler

En sığ ve en derin hedef seviyeleri belirlemek kolay gibi görünse de, bazen beklenmeyen jeolojik seviyelerin konumu bizi olumsuz etkileyebilir. Örneğin Wrench (oblik) fay sistemlerinin yaygın olduğu sahalarda fayın her iki tarafında hedef olan formasyonun derinliği farklı olabilir. Bu tür durumlarda en derin hedefe göre parametre seçilmelidir.

6.1.3 Sığ ve derin hedeflerde ortalama sismik hızlar

En sığ ve en derin hedef seviyelerdeki ortalama hızları belirlerken sahada daha önce açılmış kuyu hız bilgilerinden ve sahada daha önceden yapılmış sismik kesitlerin yığıma (stack) hızlarından faydalanabiliriz. Hedef seviyeler için belirlenen hızlar; uzak-yakın açılım, grup aralığı ve jeofon düzeni gibi parametrelerin saptanmasında önemli parametrelerdir.

6.1.4 Hedef seviyedeki en büyük eğim

Hedef seviyelerin en büyük eğimi; grup aralığı, migrasyon işlemi için en kısa profil boyu, profilin yönü ve kayıt geometrisi açısından oldukça önemlidir. Eğimler genellikle daha önceki sismik kesitlerden ve kuyu eğim loglarından hesaplanarak tanımlanabilir.

6.1.5 Enerji kaynağı

Kara sismik aramalarında genelde iki çeşit enerji kaynağı kullanılır. Bunlar dinamit ve vibrosismiktir. 1980'li yıllara kadar yaygın olarak kullanılan dinamit 1980 sonrasında yerini vibrosismik çalışmalara bırakmaya başlamıştır. Teknolojide meydana gelen gelişmelerde vibronun kullanılmasını yaygınlaştırmaktadır.

Enerji kaynaklarının içinde vibrosismik yöntemi dinamitten ayıran en önemli özelliği impulsif olmamasıdır. Belirli bir süre belli frekans aralığının üretilmesi özellikleriyle impulsif enerji kaynaklarından ayrılır. Ayrıca giriş sinyalinin yere ileten vibratörlerin hareketli olu-

şu, saha uygulamasında etkinliği ve çabukluğu en önemli özelliğidir. Sinyal/Gürültü oranının artırılmasında enerji kaynağı düzeni de alıcı düzeni kadar etkin olarak kullanılmaktadır. Buna rağmen enerji kaynağı seçiminde belirleyici olan yüzey formasyonu ve hedef derinliktir. Bu seçimde;

a) Geniş dere ve nehir yatakları, yüzeyin konglomera veya kalın alüvyon tabakası ile kaplı olması halinde enerji kaynağı olarak vibrosismik seçilmelidir. Çünkü bu tip yerlerde açılan kuyuların sondaj zorluğu nedeniyle sığ olması ve dinamitin düşük hız sonu içinde kalması yüzey dalgasına neden olacağından sinyal/gürültü oranı düşük olacaktır.

b) Yüzeyin yüksek hızlı formasyonlarla (kireçtaşı, bazalt, allokton, vb.) kaplı olduğu alanlarda her iki enerji kaynağı da kullanılabilir. Formasyonların kalınlığı ve jeolojik özelliği enerji kaynağını belirlemede önemli bir etkidir. Örneğin kalınlığı 300m.' den fazla olan allokton, bazalt ile kaplı alanlarda enerjinin derinlere gitmesi için derin kuyu yüksek şarj (dinamit) tercih edilir. Yüzeyin kireçtaşı, Bazalt ile kaplı olduğu alanlarda formasyon kalınlığının 300 m'nin altında olması halinde vibrosismik alansal enerji kaynağı olma özelliği dinamite sismik kaliteyi artırıcı üstünlük sağlar. Enerji kaynağı seçiminde yapılan çalışmanın ekonomik boyutu da dikkate alınmalıdır.

6.1.6 İstenen düşey ve yatay ayrımlılık

Yansımali sismik yöntemde yanal ve düşey ayrımlılığın yüksek olması istenir. Öncelikle ilgilenilen yapı tipinin (prospektin) saptanması gerekir. Arama yapacağımız yapı tipi;

a) Yapısal ise; yansımının devamlılığının önemi büyüktür.

b) Stratigrafik ise; yatay ve düşey ayırım gücüne ihtiyaç vardır. Hedef derinliği sığ ise; yatay ve düşey ayrımlılık için şarj miktarı ve grup aralığının önemi büyüktür. Düşük şarj (düşük miktarda dinamit veya vibroda geniş sweep frekans bandı) ile üretilen yüksek fre-

Sismik Programları Önerilmesi

kanslar ile sığ seviyeler için yatay ayırım gücü-
ne ulaşılabilir. Düşey ayırım gücü için yüksek
şarj kullanımına ihtiyaç vardır. Ancak yüksek
şarj ile frekans düşer. Bu durumda ancak derinlerde yer alan yapısal kapanları tanımlanabilir.

Ayırım gücünü etkileyen faktörler;

- Sismik enerji kaynağının frekans içeriği, -
- Düşük hız zonunun kalınlığı,
- Yüzey litolojisi (bazalt, kireçtaşı vb.), -
- Statik uygulamaları (yığma etkisi), -
- Sahadaki en büyük eğim

6.1.7 Sismik gürültüler

Gürültü problemlerinin önemli bir kısmını saha parametreleri ile elimine etmek mümkündür. Sinyal/Gürültü oranı verideki ayırım gücü ile ilişkilidir. Yüksek şarj miktarları, katlama sayısının artırılması, kısa grup aralığı ve derin atış kuyuları, çeşitli gürültü problemlerini çözmeye ve sinyal/gürültü oranını arttırmada oldukça önemli rol oynarlar. Sahadaki uygulamanın yanında veri işlem merkezlerinde de uygulanan proseslerle sinyal/gürültü oranı artırılabilir.

6.1.8 Maksimum serim boyu

Maksimum serim boyu hedef seviyenin derinliğinden daha büyük olmalıdır. Maksimum kabul edilebilir serim boyu hesaplanırken tabakaların eğimi, yapısal durumu, grup aralığı ve frekans bandı dikkate alınması gerekli faktörlerdir.

Maksimum serim boyu arazide sismik etüdü başlanmasından önce olası jeolojik model üzerinde modelleme yapılarak saptanabilir.

6.1.9 Maksimum katlama (fold) sayısının elde edilmesi

İlgilenilen yapı üzerinde ve diğer hatlarla olan kesişme noktalarında yeterli katlama sayısının olması zorunludur. Çünkü yeterli katlama sayısı sismik hatlarla olan korelasyonu-

nun ve migrasyon işleminin doğru olmasını sağlar. Lokasyon haritası üzerine önerilen sismik profiller maksimum katlamaya ulaşan noktalara göre çizilmelidir. Bu durumda simetrik (split- spread) kayıt geometrisi ile atılacak sismik hatların lokasyon haritasında çizilmiş olan bölümlerinin her iki ucuna, hattımızda önerilen katlamanın yarısı kadar atış eklenir. Örneğin katlama sayısı 60 ise hattın her iki ucuna $60/2=30$ adet atış eklenir. Off-end atış düzeninde ise, iterek ilerleme durumunda hattın geri ucuna , çekerek ilerleme durumunda ise , programdaki hattın ileri ucuna katlama sayısı kadar atış ilave edilir (Ak,1989).

Ayrıca yapı üzerinden geçen hatlar için yeterli minimum migrasyon boyu dikkate alınmalıdır.

6.1.10 Saha şartları ve lojistik sorunları

Sahanın lojistik şartları, topografyası, yüzey jeolojisi saha parametrelerini etkiler. Zor saha şartlarında konvansiyonel sismik ekipmanlardan farklı olarak portatif ve pratik kullanımı olan ekipmanlar da düşünülmeli ve saha parametreleri bunlara göre düzenlenmelidir.

Eğer arazi şartları çok zor ise portatif, daha pratik, kolay kuyu delme (sığ kuyular) yöntemlerine başvurulur. Fazla engebeli alanlarda arzu edilen jeofon düzeni uygulanamayabilir. Sahanın kötü şartları nedeniyle bazen profil yönü, profiller arasındaki uzaklık, katlama sayısı, kayıt geometrisi gibi önemli parametreler istenilen şekilde dizayn edilemeyebilir.

SONUÇLAR

Hidrokarbon arama amaçlı yapılan yansımali sismik yöntemde ilk adım; belirlenen amaca uygun sismik veri toplama programını dizayn etmektir. Veri toplama çalışmalarında, kayıt parametrelerini seçmeden önce, uygulanacak parametreleri etkileyen faktörler belirlenmelidir. Belirlenen faktörleri dikkate alarak seçilecek olan parametreler daha kaliteli

veriler elde edilmesini sağlayacaktır. Yanlış parametre seçimi sonucunda yapılacak olan yanlış yorumun sonrasında açılacak olan kuyunun veya kuyuların maliyeti oldukça yüksek olacaktır. Bu yüzden eldeki tüm jeolojik ve jeofizik verileri kullanarak önerilecek sismik programın doğru yoruma katkısı büyük olacaktır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın oluşmasında edindiğim bilgiler ve deneyimlerim için 1980 yılından 2005 yılına kadar bizi eğiten ve yetiştiren TPAO Arama grubu ve Jeofizik operasyonlar müdürlüğüne teşekkür ederim.

NOT: Bu makalede anlatılan hesaplamalar için gerekli formüller, kaynakçada belirtilen kaynaklardan temin edilebilir.

KAYNAKLAR;

- Ak, A., 1989, Sismik saha uygulama esasları, TPAO Arama Grubu Jeofizik Kalite Kontrol Ünitesi.
- Baysal, E., 1984, Sismik veri işlem, TPAO yayını.
- Coffeen. J.A., 1984, Interpreting Seismic Data.
- Çoruh, C., 1984, Yansımali sismikte temel kavramlar, TPAO yayını.
- Ergin, K., 1961, Uygulamalı jeofizik, İ.T.Ü yayınları.
- Hoffshwelle, J. W., 1987, Laying out seismic program. Geophysics: The leading edge Of exploration, April.
- Sakallıoğlu, Y., 1992, İki boyutlu (2-B) sismik program dizaynı ve saha kayıt parametrelerinin seçimi, TPAO kurs notları.
- Yılmaz, Ö., 2005, Seismic data analysis for interpreter, TPAO kurs notları.
- Yüksel, S., 1999, Uygulamalı Gravite- Manyetik kurs notları, TPAO kurs notları.