

Araştırma Makalesi

**DİYARBAKIR SAHASINDA HİDROKARBON ARAŞTIRMASINDA ÜÇ BOYUTLU
VİBROSİSMİK YÖNTEMİ İLE VERİ TOPLAMA VE KAYNAK
PARAMETRESİNİN SEÇİMİ**

**Selection of Data Acquisition and Source Parameters in Diyarbakır Area for
Hydrocarbon Exploration by Using Three Dimensional Vibroseismic Method.**

Ahmet Yavuz TOKSOY^{1*}

ÖZ

Hidrokarbon aramalarında en çok kullanılan yöntem olan sismik yansıma yönteminde kaynak seçimi oldukça önemlidir. Dünyada sismik ekiplerin %75'i kaynak olarak vibratörü tercih etmektedirler. Vibrosismik yöntemin enerji kaynağı olarak kullandığı vibratör; yerin sismik parametrelerine bağlı olarak uygulanabilen, kontrollü bir sismik kaynaktır ve patlatmalı kaynaklara göre daha avantajlı olduğu için hidrokarbon aramalarında daha çok kullanılır. Vibratörün yere gönderdiği sinyal tarama (sweep) sinyal olarak adlandırılır ve hidrokarbon aramalarının çoğunluğunda doğrusal tarama sinyal uygulanır. Vibrosismik yöntemde tarama sinyaline ait parametrelerin seçimi veri toplamaya başlamadan önce yapılır. Çalışma sahasına en uygun ve ekonomik kayıt parametrelerini belirlemek için her sahada tarama sinyali parametreleri test çalışmaları yapılmalıdır. Bu çalışmada amacımız Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı tarafından Diyarbakır sahasında hidrokarbon araştırmasında üç boyutlu vibrosismik yöntemi ile veri toplama ve kaynak parametrelerinin test edilmesidir. Çalışma sahasına en uygun parametreler testler yapılarak belirlenmiş ve kayıt işlemine bu parametrelerle devam edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Üç Boyutlu Vibrosismik , Hidrokarbon Aramaları , Kaynak Parametre Testi , Tarama (sweep) Sinyali

ABSTRACT

Source parameter is crucial for seismic reflection method which is the most used in hydrocarbon exploration. 75% of the seismic crews in the world prefer the vibrator as a source. The vibrator that used by vibroseismic method as energy source, is a controlled seismic source which can be applied depending on the seismic parameters of the subsurface and it is more widely used in hydrocarbon exploration because of having more advantageous than exploding sources. The signal that the vibrator sends to the ground is called the sweep signal, and a linear sweep signal is mostly applied for hydrocarbon explorations. In the vibroseismic method, the selection of the parameters of the sweep signal should be applied before the data acquisition starts. Sweep signal parameters should be tested in order to determine the most suitable and economical source parameters for the study area. In this study, our aim is to test the data acquisition and source parameters for hydrocarbon research in Diyarbakır area by collecting three dimensional vibroseismic data from Turkish Petroleum. The most appropriate parameters for the study area were determined after several tests and records were continued with these parameters.

Keywords: Hydrocarbon Research, Source Parameter Testing, Sweep Signal, Three-Dimensional Vibroseismic Method

GİRİŞ

Vibrosismik; çeşitli frekanslar içeren sürekli sinüzoidal titreşimleri kontrollü olarak yaratan ve uygulayan vibratörün enerji kaynağı olarak kullanıldığı bir sismik yöntemdir (Sheriff 1990). Vibrosismik Conoco firması araştırmacıları tarafından geliştirilmesinden bu yana kara sismik çalışmalarında özellikle hidrokarbon aramalarında dünya çapında tercih edilen bir enerji kaynağı olmuştur. Vibratör enerji kaynağı, kontrol edilebilir frekans bandına sahip olması, ideal sıfır fazlı sinyal üretebilmesi ve yıkıcı olmayan bir kaynak olması nedenleriyle sismik veri toplamada geniş çaplı bir kullanım alanı bulmuştur (Başar,2007). Dinamit kaynağının kullanılmasına izin verilmeyen kentlerde vibratör kaynağı kullanılabilir. Dinamit kaynağı için kazılan kuyulara ihtiyaç kalmaması ile

¹ Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Arama Daire Başkanlığı Diyarbakır Bölge Sorumluluğu - Diyarbakır

*İlgili yazar / Corresponding author: atoksoy@tpao.gov.tr

Gönderim Tarihi: 21.11.2018

Kabul Tarihi: 22.12.2018

birlikte gelen maliyet azalması vibratör enerji kaynağının en önemli avantajlarından olmuştur ve dünyadaki sismik ekiplerin % 75'inde kullanılması vibrosismiğin önemini daha iyi vurgulanmıştır (Sakallıoğlu vd., 2012).

Sismik Veri Toplama programını tasarlamak, hidrokarbon arama amaçlı yapılan sismik veri toplama yöntemlerinde ilk adım olarak bilinmektedir. Bu tasarımın hedefi yeraltının zaman ve mesafe olarak örneklenmesidir. Veri toplama zamanını ve maliyetini en aza indirmek ve verilerin en iyi biçimde elde edilmesini sağlamak için amaca uygun ve iyi tasarlanmış bir sismik veri toplama programı yapılmalıdır. Sismik programın saha kayıt parametrelerini seçmek veri toplamadaki ikinci adımdır. Sismik verilerin veri işlem ve yorum kısmı dikkate alındığında sismik program tasarımı ve parametre seçiminin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalar bunu kanıtlamıştır.

Vibrosismik verisinde kaydedilen iz iyi tarama sinyalidir. Tabakalardan gelen yansımaların belirlenebilmesi için tarama sinyalinin kaydedilen sinyalin içinden çapraz ilişki ile çıkarılır. Böylelikle kaydedilen izler referans tarama sinyali ile çapraz ilişki (Cross correlation) işlemine sokulur. Taramanın çapraz ilişki işlemi, lineer tarama sinyalinin öz ilişkisi ile tanımlanan Klauder sinyalini yaratır (Sheriff 1990). Bu tanımlama birçok doğrusal tarama ile karakterize edilen doğrusal olmayan tarama sinyalini de kapsar. Sinyalin yer yuvarı içinde seyahati sırasında yer süzgecinin etkisi nedeniyle olduğu gibi, vibratör sisteminden kaynaklı doğrusal ve doğrusal olmayan süzgeç etkileri nedenleriyle de sinyalin genliği ve fazında değişiklikler olur.

Bu tez çalışmasında Diyarbakır çalışma sahasında vibrosismik yöntem uygulanarak tarama sinyalinin parametrelerinin test edilmesi amaçlanmış ve sonuçları tartışılmıştır. Sismik veri toplama çalışmalarında, istenilen veriye uygun olarak veri toplama için bazı faktörler dikkate alınmalıdır. Kayıt parametrelerini seçmeden önce bu faktörler hakkında detaylı çalışmalar yapılmalı ve parametreler üzerinde etkileri tartışılmalıdır. Saha kayıt parametreleri ve vibrosismik parametreler program başlamadan önce sahada yapılan testlerle belirlenir. Tarama parametreleri için detaylı test çalışmalarının yapılması elde edilecek sonuçlara sahaya en uygun , en yüksek Sinyal/Gürültü (S/G) oranına sahip, en ekonomik ve hedef seviyelerinden en iyi yansımaların kaydedilmesini sağlayan test aşamalarını içermelidir. Bu çalışmada ham veri üzerinde sonuçlar karşılaştırılarak en iyi kaynak parametreleri seçilmiştir ve yeraltında istenilen yapının özelliklerine göre en iyi sonucu veren verinin toplanması hedeflenmiştir.

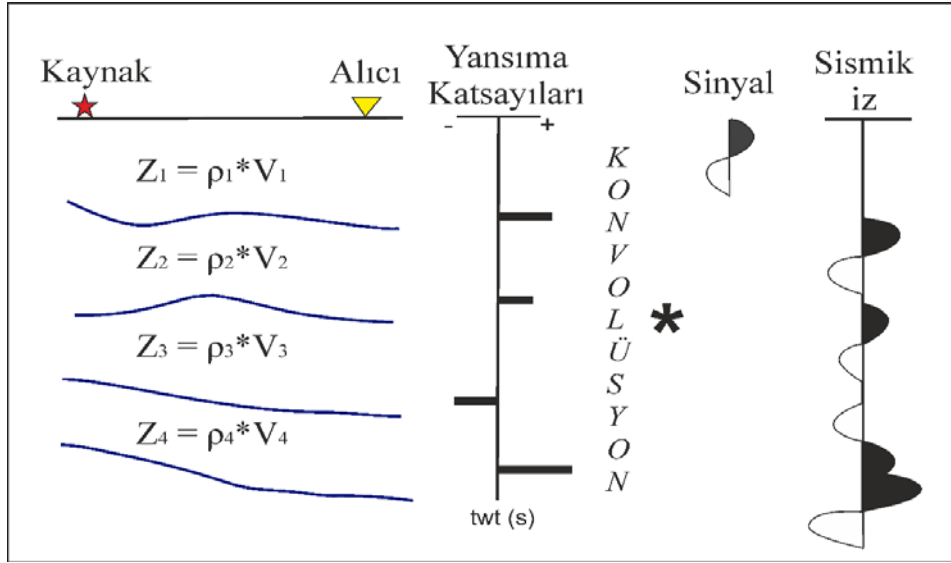
SİSMİK YANSIMA YÖNTEMİ

Yeraltı yapısı hakkında en ayrıntılı ve sağlıklı bilgi veren sismik yansımaya yöntemi jeofizik yöntemler arasında en çok kullanılan yöntemdir. Sismik yansımaya yönteminin en önemli avantajlarından birisi tek çözümlü olmasıdır. Sismik yansımaya yöntemi, özellikle petrol ve doğalgaz araştırmalarında geniş ölçüde kullanılan, yeraltı tabakalarının sınırlarını ve yapısal unsurları yansımaya kesitleri şeklinde sunan en etkili yöntemlerden birisidir ve çok maliyetli olmasına rağmen petrol aramacılığında sıkça kullanılan bir yöntemdir.

Yeraltına gönderilen sinyaller elastik dalga yayılımı teorisine göre, arayüzeylerden yansıyarak yeryüzündeki alıcılara ulaşırlar ve kayıtçılarda kaydedilirler. Yeryüzünde bu arayüzeyleri fark etmemizi sağlayan en önemli parametre, tabakalar arası akustik empedans farkıdır. Bir tabakanın akustik empedansı, matematiksel olarak hız ve yoğunluğun çarpımı şeklinde ifade edilir.

$$Z = V\rho \quad (1)$$

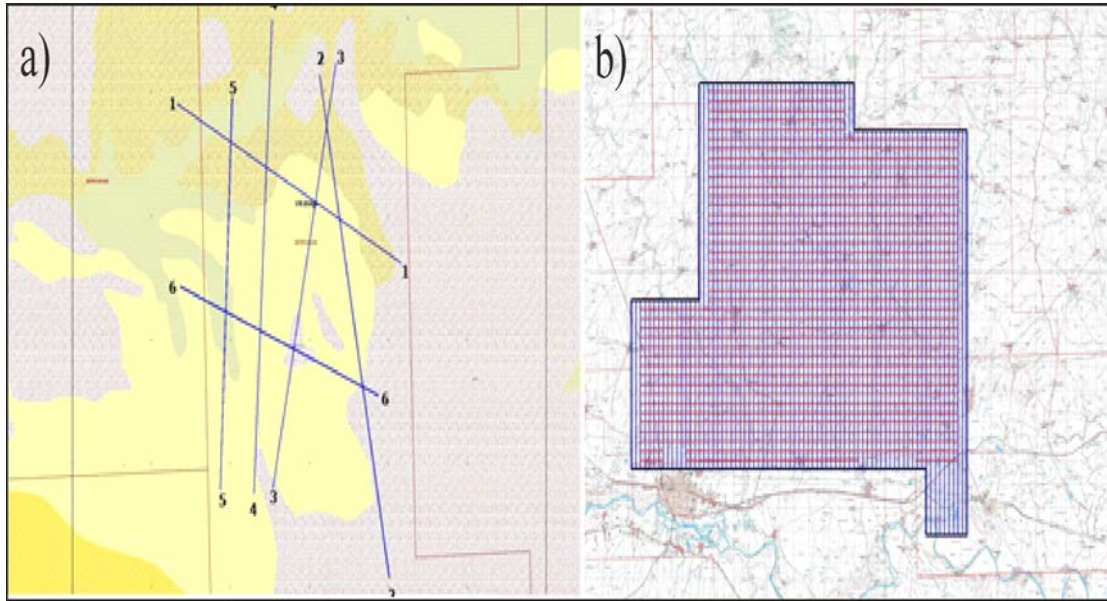
Burada; "V", Sismik hızı ve "ρ", Kayaç yoğunluğunu temsil etmektedir.



Şekil 1. Dört tabakalı yeraltı modeli için yansımaya katsayılar serilerinin gösterimi ve sismik izin elde edilmesi (AAPG Sismik yansımaya eğitimi uyarlanmıştır).

Figure 1. Demonstration of reflection coefficients series and determination of seismic signal for four layer underground model (Adapted from AAPG seismic reflection training).

Sismik yansımaya yöntemi denildiğinde, P dalgasının düşey bileşeninin kullanıldığı iki boyutlu (2B) veya üç boyutlu (3B) yansımaya sismikliği ile veri toplanması akla gelmektedir. Yansımaya çalışmalarında toplanan ham veriler, sismik veri işlem adımlarının uygulanması ile yorumlama için gerekli olan sismik kesitler elde edilir. Yansıyan dalgaların frekansları yaklaşık 20-80 Hz civarındadır. Karada yapılan sismik uygulamada haritada önceden belirlenen hatlara ait atış ve kayıt noktaları arazide belirlenir. Bu noktaların iki boyutlu (2B) olması durumunda bir hat boyunca, uygulamanın üç boyutlu (3B) olması durumunda ise harita düzleminde her iki boyutta eşit aralıklı olarak belirlenir ve alıcı-atış noktaları dik olacak şekilde alansal olarak veri toplanır (Şekil 2). Bu iki farklı boyutlarda kayıtlar arasındaki fark Tablo 1’de sıralanmıştır.



Şekil 2. a) İki Boyutlu (2B) b) Üç Boyutlu (3B) sismik yansımaya çalışmalarına bir örnek.

Figure 2. a) Two dimensional (2B) b) Three dimensional (3B) an example of seismic reflection studies.

Tablo 1. İki boyutlu ve Üç boyutlu sismik yansıma çalışmaları arasındaki belirgin farklılıklar
Table 1. Significant differences between two dimensional and three dimensional seismic reflection studies.

2B Sismik	3B Sismik
Doğrusal Sismik Profil	Alansal Profil
Kaynak Ve Alıcı Aynı Profil Üzerinde	Kaynak Hattı Alıcı Hattına Dik
Jeofon Serimi Doğrusal	Jeofon Serimi Alansal
Yeraltı Bilgisi Noktasal (Cdp)	Yeraltı Bilgisi Alansal (Bın Sıze)
İzler Aynı Açılı İle Geliyor	İzler Farklı Açılardan Geliyor (Azimuth)
Sadece Profil Boyunca Hız Analizi	Hem Profil Boyunca Hem De Profile Dik Yönde Hız Analizleri
Sadece Profil Boyunca Görünleme	In-Line , Cross-Line Ve Time-Slice Boyunca Görünleme
Doğrusal Sismik Profil	Alansal Profil

VİBROSİSMİK YÖNTEMİ

Vibrosismik; Vibratör'ün enerji kaynağı olarak kullanıldığı çeşitli frekanslar içeren sürekli sinuzoidal titreşimleri kontrollü olarak üreterek uygulayan bir sismik yöntemdir (Sheriff 1990). Özellikle hidrokarbon aramalarında çok yaygın olarak kullanılan bir yöntem olup, kara sismik çalışmalarında dünya çapında tercih edilmektedir. Vibratör enerji kaynağı da kontrollü bir kaynak olması nedeniyle günümüzde daha çok tercih edilmektedir. Vibratör sistemi ilk defa, 1952 yılında Continental Oil Company (CONOCO) tarafından geliştirilmiştir. Vibratörün yeri titreştirmesi ile gönderilen tarama sinyalinin istenilen güç ve frekansla tasarlanması, diğer sismik kaynaklara göre daha verimli, ekonomik ve çevreye dinamit kaynağından daha zararsız olması nedeniyle daha çok tercih edilen bir sismik kaynaktır.

Vibrosismik yönteminin avantajları;

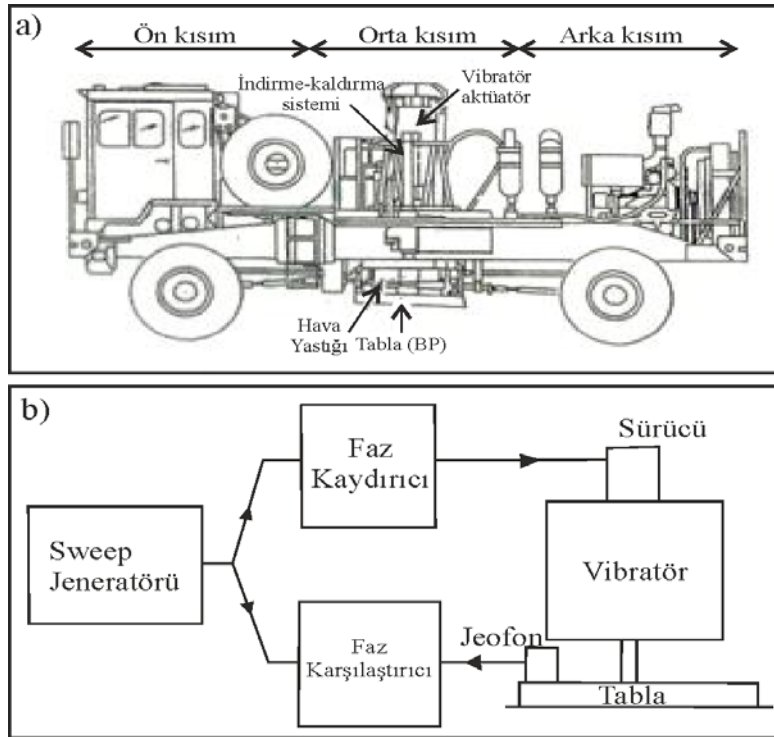
- Frekans içeriği kontrol edilebilir, kontrollü bir enerji kaynağı olması
- Maliyeti düşük ve verimliliği yüksek bir kaynak olması
- Atış noktasında fazla atış yaparak sinyal/gürültü oranı artırılması
- Herhangi bir atış probleminde tekrarlanabilmesi
- Özel koşullarda şiddeti düşürülerek sorunsuz uygulanabilmesi.
- Sahanın sinyal karakterine uygun frekanslar belirlenebilmesi
- Yerleşim yerlerine yakın bölgelerde zarar vermeden çalışabilmesi.
- Yeraltında aranan jeolojik yapıların özelliklerine göre kaynak dalgacığı kontrol edilebilmesidir.

Vibrosismik yönteminin dezavantajları ise;

- Sismik kayıtlar üzerinde yüzey ve hava dalgalarının etkili olması
- Kaynağın yüzeyde olması nedeniyle , statik düzeltmeler için düşük hız tabakası ve altındaki tabakanın hızları hakkında doğru bilgiler elde edilememesi sonucu ayrıca kuyu atışları ve rekreasyon çalışmalarına da gerek duyulması.
- Korelasyon işlemi sonucu gürültülerin etkin olması
- Engebeli arazilerde çalışmanın zorlukları olarak sıralanabilir.



Şekil 3. Vibratör sistemi ve tablası
Figure 3. Vibrator system and its table



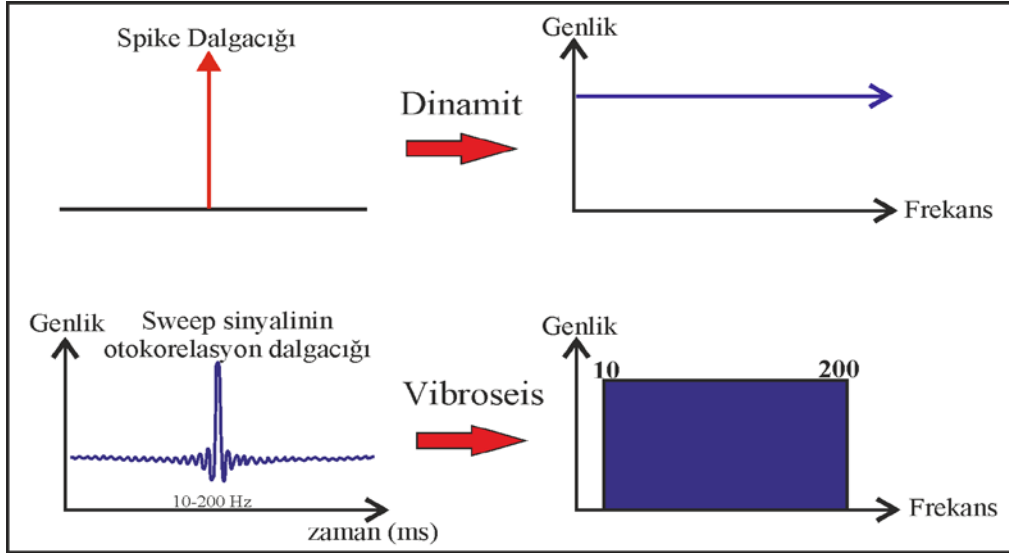
Şekil 4. a) Vibratör aracının genel görünüşü b) bazı önemli aksamaları (TPAO).

Figure 4. a) General view of the vibrator tool b) some important components (TPAO).

Tarama (Sweep) Sinyalinin Özellikleri

Dinamit kaynağı ile vibro kaynağı sinyalinin frekans bandındaki fark Şekil 8'de gösterilmiştir. Dinamit kontrollü bir kaynak olmadığından, kaynak dalgacığı bir spike fonksiyonu olduğundan, genlik spektrumu tüm frekansları içermektedir. Vibratör kaynağı ile üretilen enerjinin frekans kaynağı,

çalışma alanına uygun frekansları üretecek şekilde tasarlanabilir. Örneğin, 10-200 Hz aralığında veri toplamaya uygun frekans bandı seçilsin. Spike yerine, 10-200 Hz arasında sıfır fazlı bir dalga formu oluşturulur. Genlik spektrumu tüm frekanslar yerine, çalışmanın amacına en uygun frekansları üretebilecek kaynak parametreleri seçilebilir ve bunlar test çalışmaları ile belirlenir (Şekil 5).



Şekil 5. Frekans-zaman ortamında dinamit ve vibratör kaynak dalgacıkları ve genlik spektrumlarının karşılaştırılması (Sakallıoğlu vd ., 2012'den uyarlanmıştır.)

Figure 5. Comparison of dynamite and vibratör source wavelets and amplitude spectra in frequency-time environment (adapted from Sakallıoğlu et al ., 2012)

Doğrusal (Linear) ve Doğrusal Olmayan(Non-Linear) Tarama Sinyali

Doğrusal tarana sinyalinde frekanslar zamanla doğrusal olarak artar ve frekansların zamanla değişimi de sabit olur (Goupillaud, 1976). Şekil 9'da Doğrusal tarama örneği görülmektedir. 10 saniyelik örnekte frekans zamanla doğrusal olarak artarak 10 sn'de 10 Hz'den 200 Hz' ulaştığı yorumu yapılabilir.

Vibrosismiğin bir diğer önemli avantajı da doğrusal olmayan tarama üretebilmesidir. Hedef seviyelere uygun, yüksek ayrımlı verilerin toplanması için doğrusal olmayan tarama sinyalleri oluşturulabilir. Doğrusal olmayan tarama çeşitlerinde, vibratör tarafından gönderilen frekanslar kontrol edilip, güçleri artırılarak verideki düşey ayrımlılık geliştirilebilir.

ÜÇ BOYUTLU (3B) SİSMİK VERİ TOPLAMA VE SAHA PARAMETRELERİNİN TANIMI

Sismik verilerin toplanmasında çalışma alanının jeolojisine ve hedef derinliğine göre en ekonomik ve en uygun saha parametreleri ile toplanabilmesi için sahaya gitmeden önce, saha programını tasarlamak ve tüm bilgiler eşliğinde en uygun saha kayıt parametrelerini belirlemek gerekmektedir.

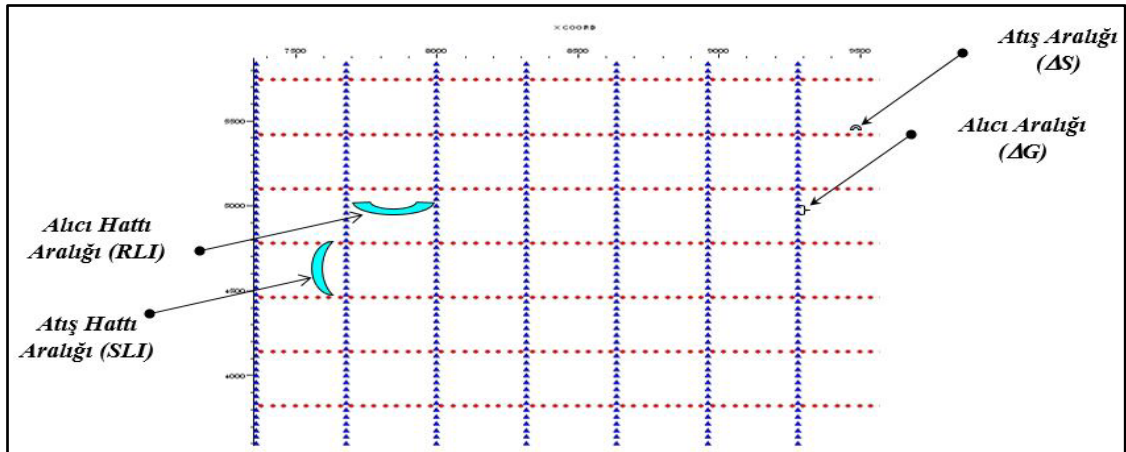
Hidrokarbon aramalarında ilgilenilen yeraltı yapısının doğası üç boyutludur (Örn.: Tuz domları, ters fay kuşakları, resifler, deltayık kumtaşları ve düzensiz tabakalı stratigrafik yapılar). 2B sismik çalışmalarda yeraltı hız alanının sadece sismik profil boyunca dağılımı elde edilirken, 3B sismik çalışmalarda profil yönüne dik yönde hız dağılımı sağlanarak 3B göç işlemi karmaşık yeraltı yapısını daha gerçekçi ortaya koymaktadır (Küçük, 2006).

Kayıt Parametreleri ve Geometrisi

Sismik veri toplama çalışmalarında kayıt uzunluğu, yansıtıcı ve saçıcı yüzeylerin migrasyon işleminden sonra sismik kesitte görünebilir şekilde kaydedilmesini sağlayacak kadar uzun seçilmelidir. Örneğin aranan hedef derinliğinin 1.5 saniyede, daha derinlerdeki temel seviyenin 2.5 saniyede olması durumunda, difraksiyon için geçen süre 500 ms, statik zamanı 100 ms ve kayıt sistemi için ilave zaman 150 ms olarak alınırsa, yeterli kayıt uzunluğu için en az 5 saniye seçilmelidir (Sakallıoğlu vd., 2012). Uzun kayıt sürelerinin vibrosismik çalışmalarda veri toplama zamanı ve maliyeti arttıracığı dikkate alınmalıdır. Günümüzde ilerleyen teknolojilerle birlikte veriler artık manyetik teyplere değil hafızası çok geniş olan hard disklere kaydedilmektedir.

3B sismik veri toplamada kaynak hatları alıcı hatlarına dik olacak şekilde alınır ve bu düzene ortogonal 3B dizaynı adı verilir. Kayıt geometrisinde kullanılan bazı terimlerin açıklaması aşağıdaki gibidir;

Alıcı Aralığı (Group Interval; GI), iki alıcı grubu arasındaki mesafe; Atış Aralığı (Shot Interval; SI), iki kaynak grubu arasındaki mesafe; Alıcı hatları aralığı (Receiver Line Interval; RLI), iki alıcı hattı arasındaki mesafe; Atış hatları aralığı (Shot Line Interval; SLI) ise iki kaynak hattı arasındaki mesafedir (Şekil 6). 3D sismikte alıcı hatlarının yönüne “In-line”, kaynak hatlarının yönüne “Cross-line” denilir. 3B sismik verisi yorumculara hem in-line ve cross-line yönlerinde düşey kesitler sağlar hem de yatayda zaman dilimleri (time slices) şeklinde kesitler sunmaktadır. Bu yatay kesitler yorumlanmış seviyeler için kontur haritalarının elde edilmesinde kullanılır.

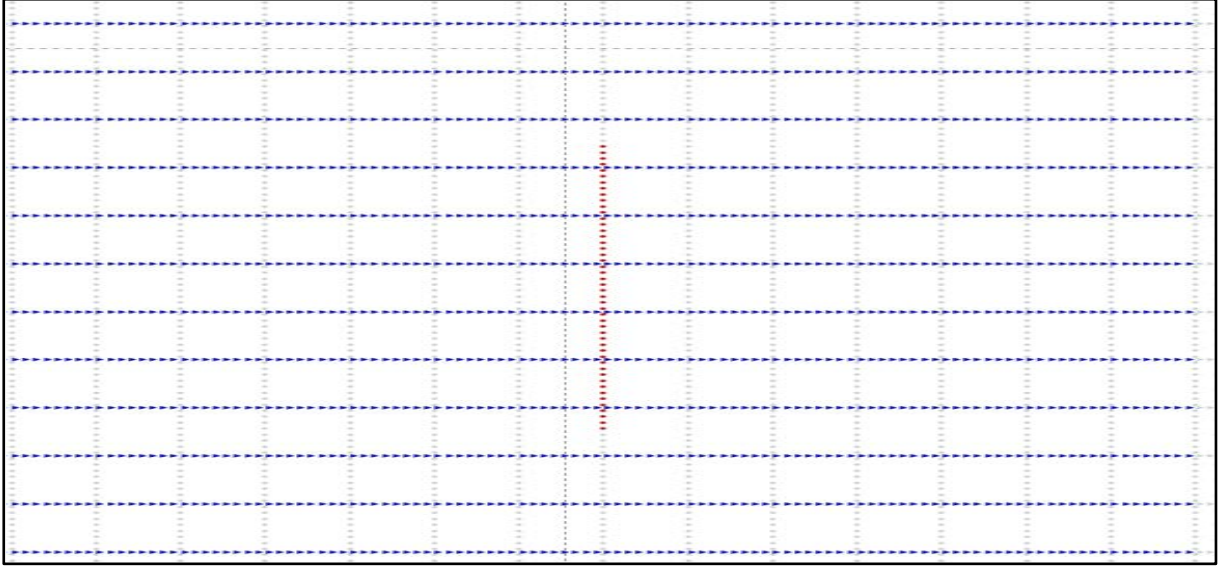


Şekil 6. Kayıt parametrelerinin 3B veri toplama düzenindeki şekli (TPAO).

Figure 6. Shape of recording parameters in 3D data collection mechanism (TPAO).

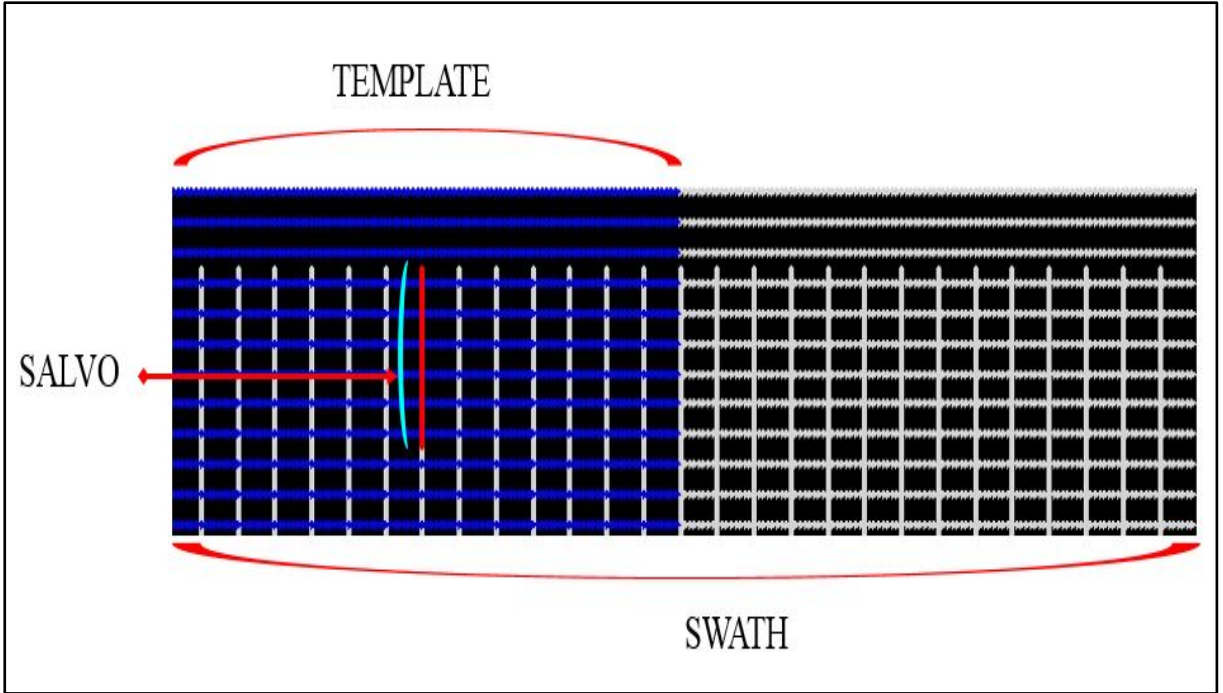
Diğer önemli terimlerden patch, 3B kayıt almaya hazır aktif kayıt kanallarının alanı olarak tanımlanır. Patch şekli genellikle birbirine paralel alıcı hatlarının oluşturduğu dikdörtgendir (Şekil 7). Patch içerisinde kaydedilmiş kaynak gruplarının oluşturduğu alan “template” olarak adlandırılır.

Kaynak ve alıcı hatlarının birbirlerine dik yerleştirilmesi sonucunda kayıt esnasında “template”in ilerleyişi dikkate alınarak hareket eden alıcı hatları grubu “swath”; aktif alıcı hatlarının merkezindeki kaynakların oluşturduğu kaynak hattına ise “salvo” denilir (Şekil 8).



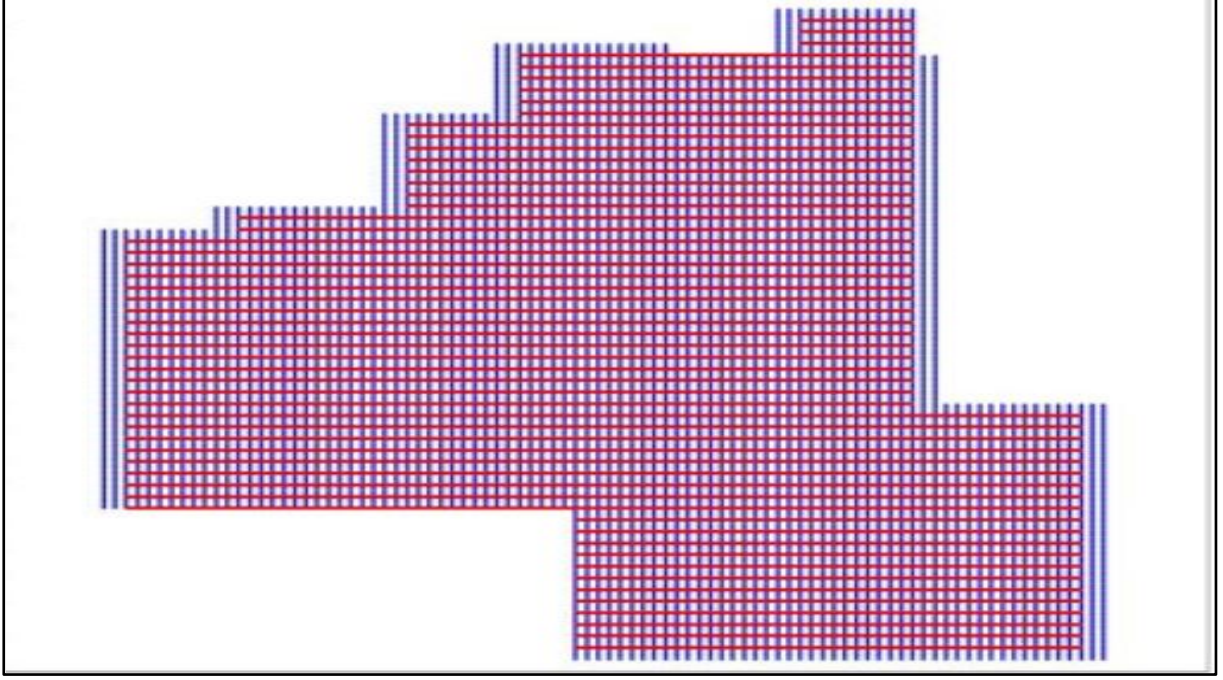
Şekil 7. Patch ve Template'in yeraltı kaplaması görüntüsü (TPAO).

Figure 7. Image of patch and template's underground coating (TPAO).



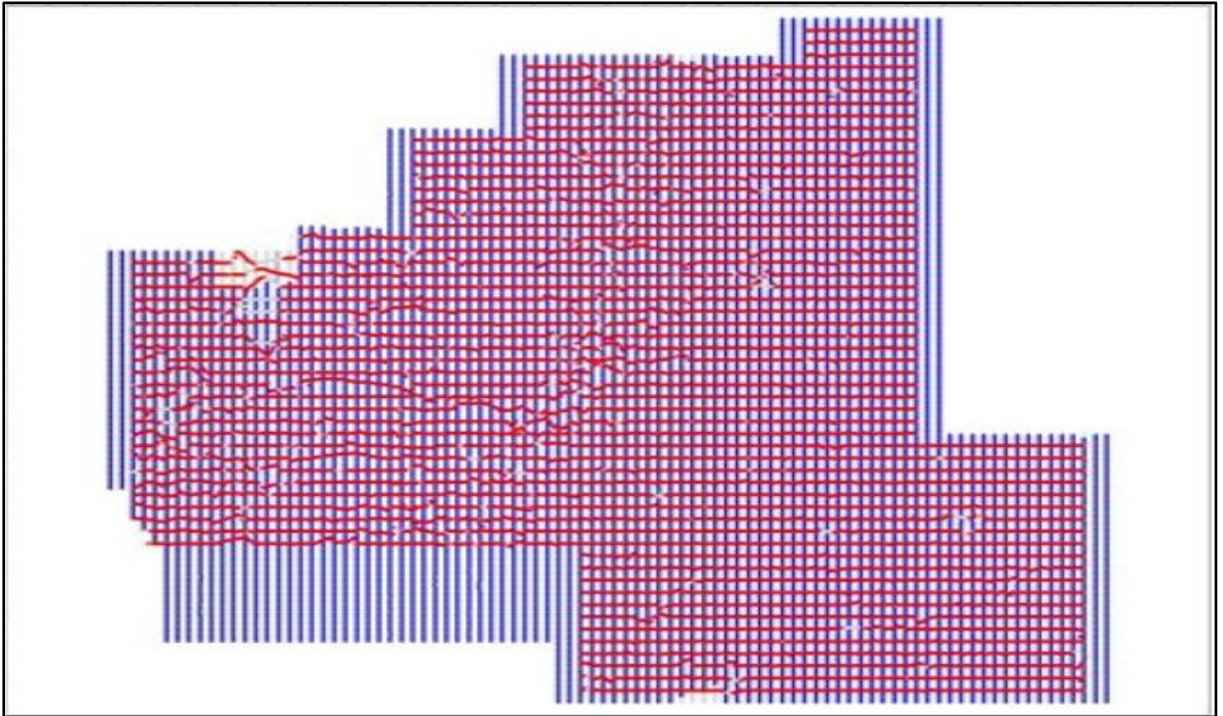
Şekil 8. Swath, template ve salvo şematik görüntüsü (TPAO).

Figure 8. Schematic image of swath , template and salvo (TPAO).



Şekil 9. 3B çalışma sahasında planlanan atış ve alıcı hatları.

Figure 9. Shot and receiver lines planned in 3D working area.



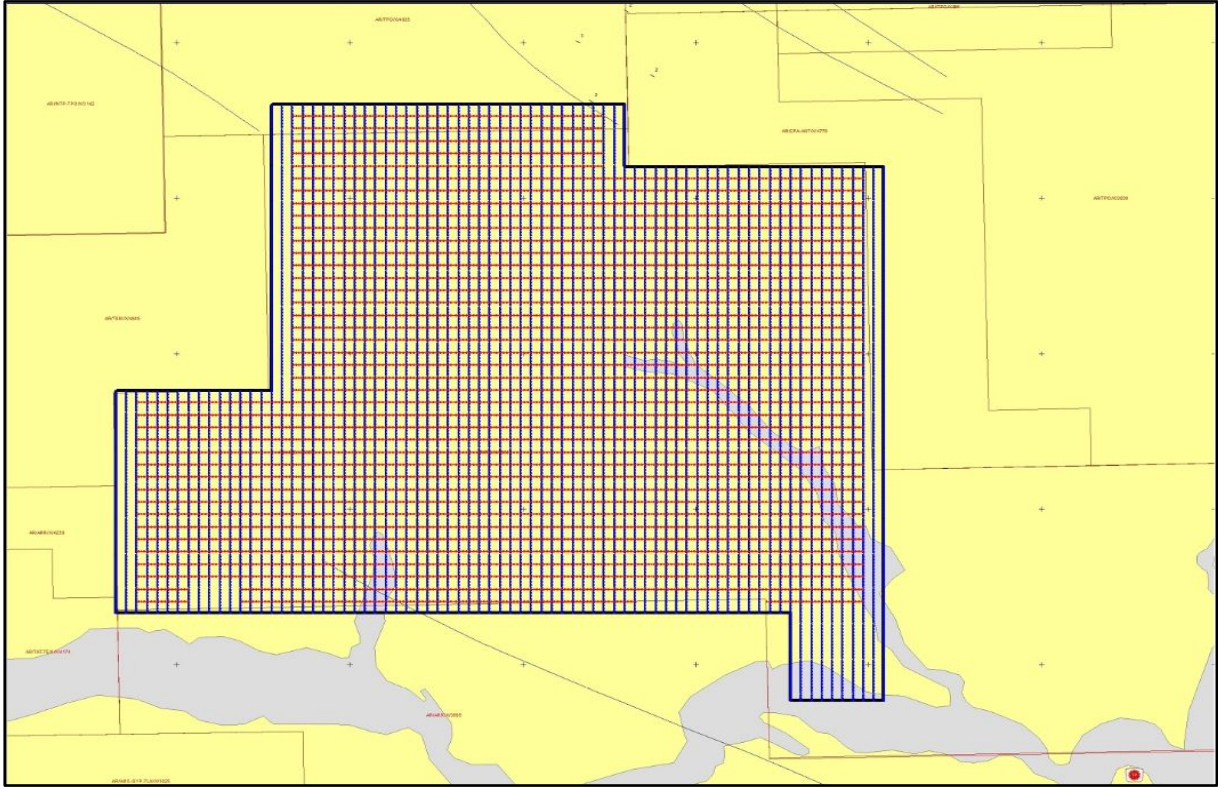
Şekil 10. 3B çalışma sahasında gerçekleşen atış ve alıcı hatları.

Figure 10. Shot and receiver lines actual in 3D working area.

ARAZİDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Sahanın Tanıtımı

3B sismik veri toplayacağımız alanın geneli kil , çakıl ve kum karışımından oluşan çok sert olmayan bir jeolojiye sahiptir (Şekil 11). Bu jeolojiye sahip alanlarda sinyalin yere iletimi daha iyi olmaktadır. Çalışmalar esnasında; kaynak olarak Türkiye Petrolleri A.O.'ya ait Sercel Marka NOMAD 65 Vibratör araçlar, Kayıt Aracında Sercel Marka 428 XL model kayıt cihazları kullanılmıştır. Çalışma sahası Diyarbakır Bölgesi'nde yer almaktadır ve tarım alanlarının çok geniş olması veri toplama çalışması performansını olumsuz yönde etkilemiştir. Özellikle buğday, mısır ve pamuk gibi ekili alanların varlığı önemli bir faktördür. Sulama kanallarının fazla olması ve yüksek gerilim hattının proje içerisinde geçmesi zaman zaman veri kalitemizi etkilemiştir. Yerleşim alanlarının çok olması da gürültü oluşturarak veri kalitesinde düşüşlere neden olmuştur.

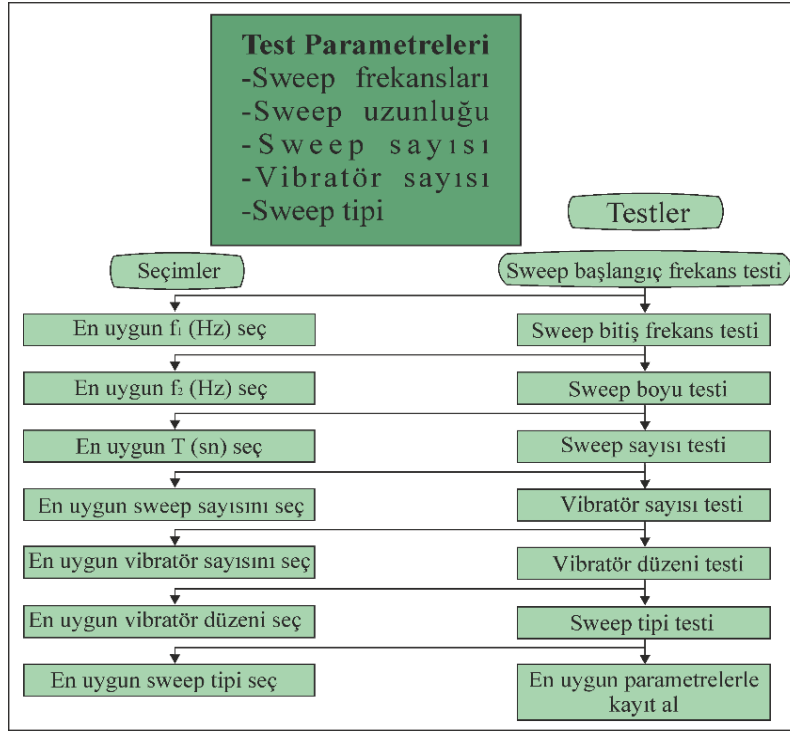


Şekil 11. Çalışma sahası.

Figure 11. Working area.

Saha Test Çalışmalarında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Vibrosismik çalışmalarında öncelik test atışları yaparak en uygun tarama sinyali parametrelerini seçmektir. Bu parametreler tarama frekansıdır. Çalışma alanlarının jeolojik özelliklerine bağlı olarak tarama sinyalinin yayını ve frekanslarının derinlikle sönümlenmesi bölgeden bölgeye değişecektir. Bu nedenle çalışma sahasına en uygun ve en maliyetsiz kayıt parametrelerini belirlemek amacıyla mutlaka her sahada tarama sinyali parametreleri saha test çalışmalarının yapılması oldukça önemlidir. Testin temel amaçları, en kısa sürede en uygun Sinyal / Gürültü oranını ve hedef seviyelerden gerekli yansımaları elde edebilecek referans sinyal parametrelerini belirlemektir. Test çalışmasının temel amacı; en iyi Sinyal/Gürültü oranını veren, hedef seviyelerinden en iyi yansımaların kaydedilmesini sağlayan ve en ekonomik kayıt parametrelerinin çalışma sahası için belirlenmesidir (Başar, 2007).



Şekil 12. Tarama parametrelerinin seçimi için test programı akış şeması (Sakallıoğlu vd.2012'den uyarlanmıştır).

Figure 12. Test schedule flow chart for selection of sweep parameters (adapted from Sakallıoğlu et al. 2012).

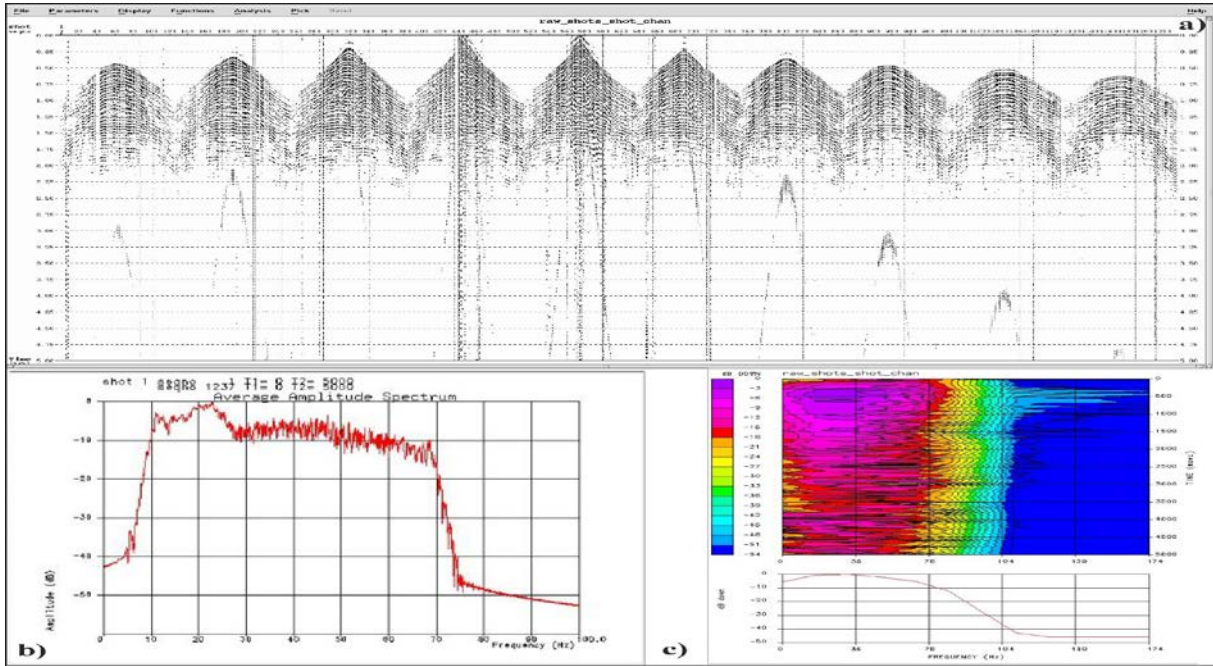
Sahada Tarama Parametreleri Seçimi İçin Test Programı

Bu tez çalışmasında veri toplama parametrelerinden alıcı aralığı 50 m, atış aralığı 50 m'dir. Alıcı hattı aralığı 300 m ve atış hattı aralığı 400 m'dir. Kayıt uzunluğu 5 sn , örnekleme aralığı da 2 msn olarak belirlenmiştir. Test çalışmaları yapılırken genellikle 4 vibratör sayısı kullanılmış, karşılaştırma için iki adet 2 vibratör sayılı sonuçlarda eklenmiştir.

Tarama başlangıç frekansı , tarama bitiş frekansı , tarama uzunluğu , tarama sayısı , vibratör sayısı ve tarama tipi gibi parametrelerin belirlenmesi için gerekli testler yapılmıştır. Çalışma sahamız için en uygun parametreler belirlenmiştir.

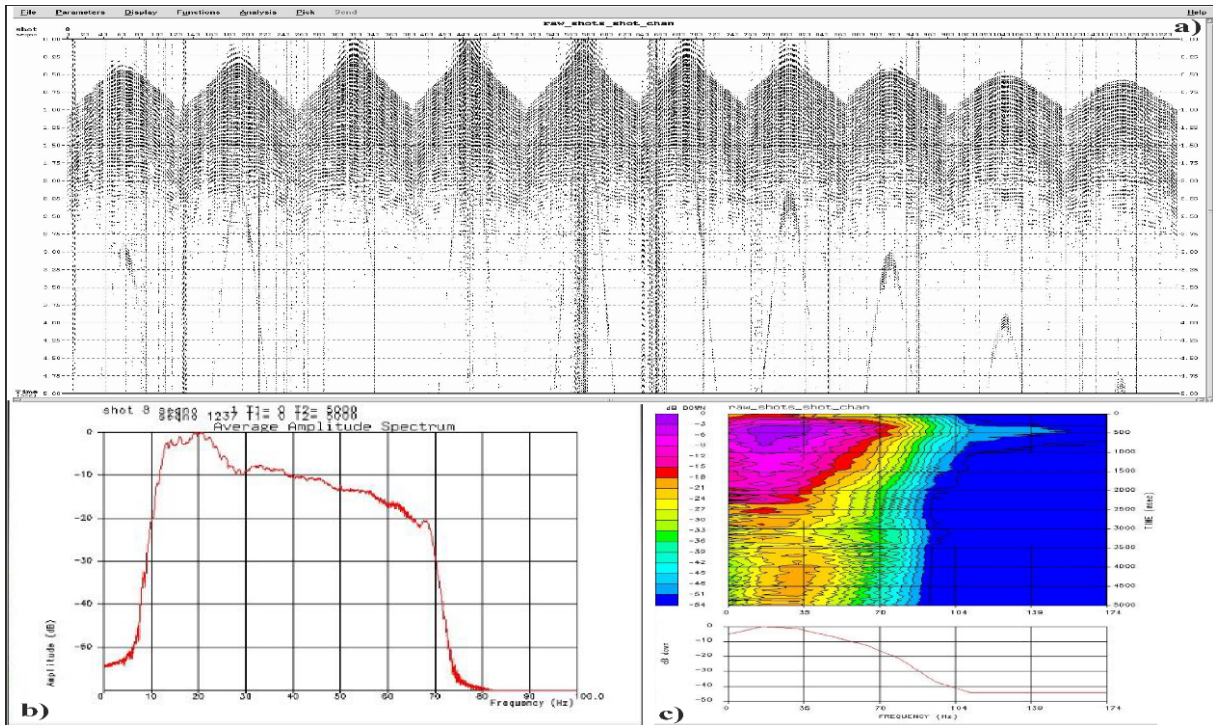
Tarama Başlangıç Frekansı Testi

Tarama başlangıç frekansı testi 8 Hz (Şekil 13) ve 10 Hz (Şekil 14) frekansları için test edilmiştir. Tarama sinyalinin bitiş frekansı 72 Hz olarak sabit tutulmuştur. 10 Hz kaydında düşük frekanslı yüzey dalgalarının genliklerinin daha az olduğu görülmüştür. 8 Hz frekansında genlik bozulması görülürken, 10 Hz frekansında derinlere daha fazla enerji yaydığı ve daha doğru bilgiler sağlayacağı düşünüldükçe tercih edilmiştir.



Şekil 13. Doğrusal tarama 8-72 Hz tarama uzunluğu 8 saniye, 4 vibro ve 4 tarama a) Ham veri
b) Amplitüt-Frekans grafiği (Frekans spektrumu) c) Zaman-Frekans grafiği.

Figure 13. Linear sweep 8-72 Hz sweep length 8 seconds , 4 vibro and 4 sweep a) Raw data b) Amplitude-Frequency graph (Frequency spectrum) c) Time-frequency graph

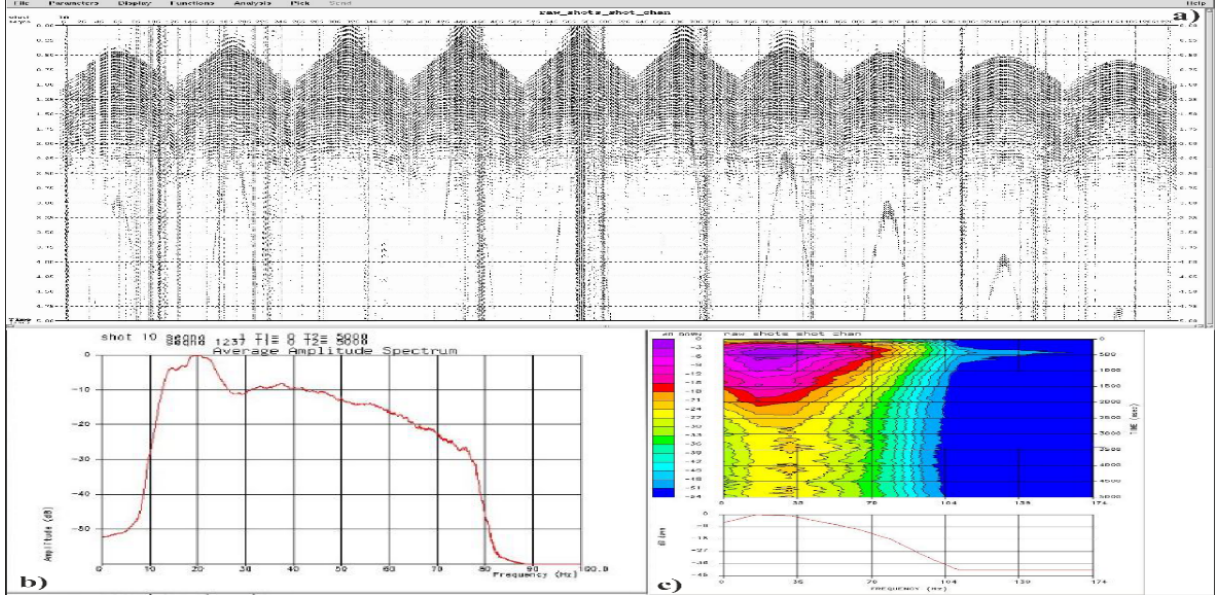


Şekil 14. Doğrusal tarama 10-72 Hz tarama uzunluğu 8 saniye, 4 vibro ve 4 tarama a) Ham veri
b) Amplitüt-Frekans Grafiği (Frekans Spektrumu) c) Zaman-Frekans Grafiği.

Figure 14. Linear sweep 10-72 Hz sweep length 8 seconds , 4 vibro and 4 sweep a) Raw data b)Amplitude-Frequency graph(Frequency spectrum) c) Time-frequency graph

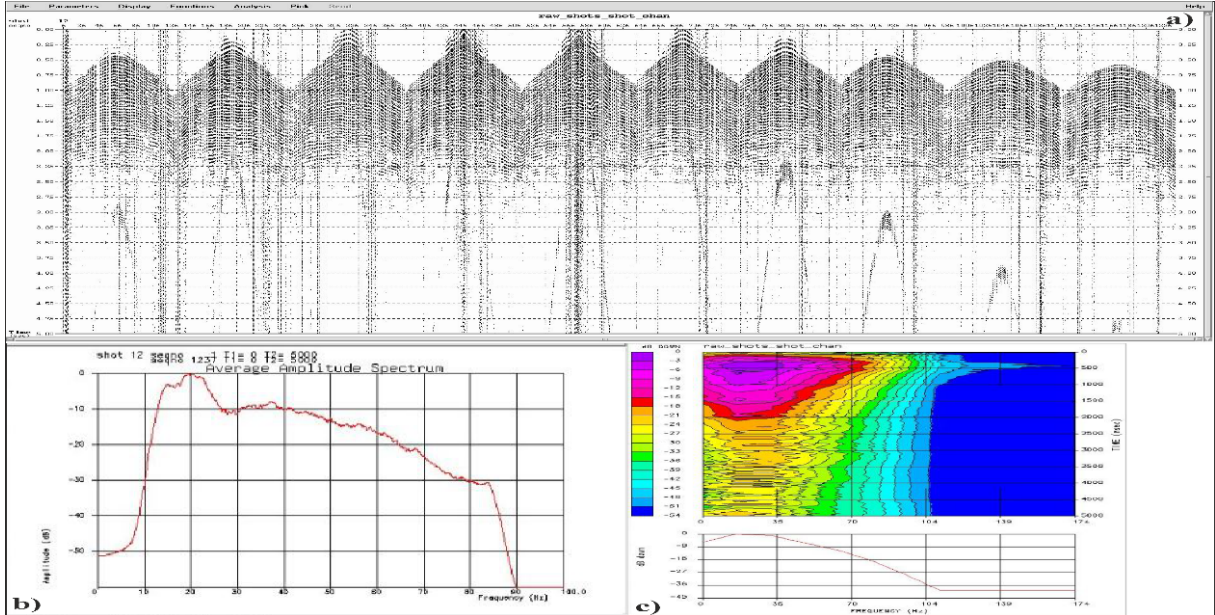
Tarama Bitiş Frekansı Testi

Tarama bitiş frekansı testi 72, 80, 88 ve 96 Hz değerleri için yapılmıştır. En uygun sonucun Şekil 14'de gösterilen 72 Hz olduğuna karar verilmiştir. 80 Hz sonucu Şekil 15'de, 88 Hz Şekil 16'da verilmiştir. Şekillerde ham saha kayıtları, frekans spektrumları ve frekans-dB spektrumları eklenmiştir.



Şekil 15. Doğrusal tarama 10-80 Hz tarama uzunluğu 8 saniye, 4 vibro ve 4 tarama a) Ham Veri b) Amplitüt-Frekans Grafiği (Frekans Spektrumu) c) Zaman-Frekans Grafiği.

Figure 15. Linear sweep 10-80 Hz sweep length 8 seconds , 4 vibro and 4 sweep a) Raw data b)Amplitude-Frequency graph(Frequency spectrum) c) Time-frequency graph

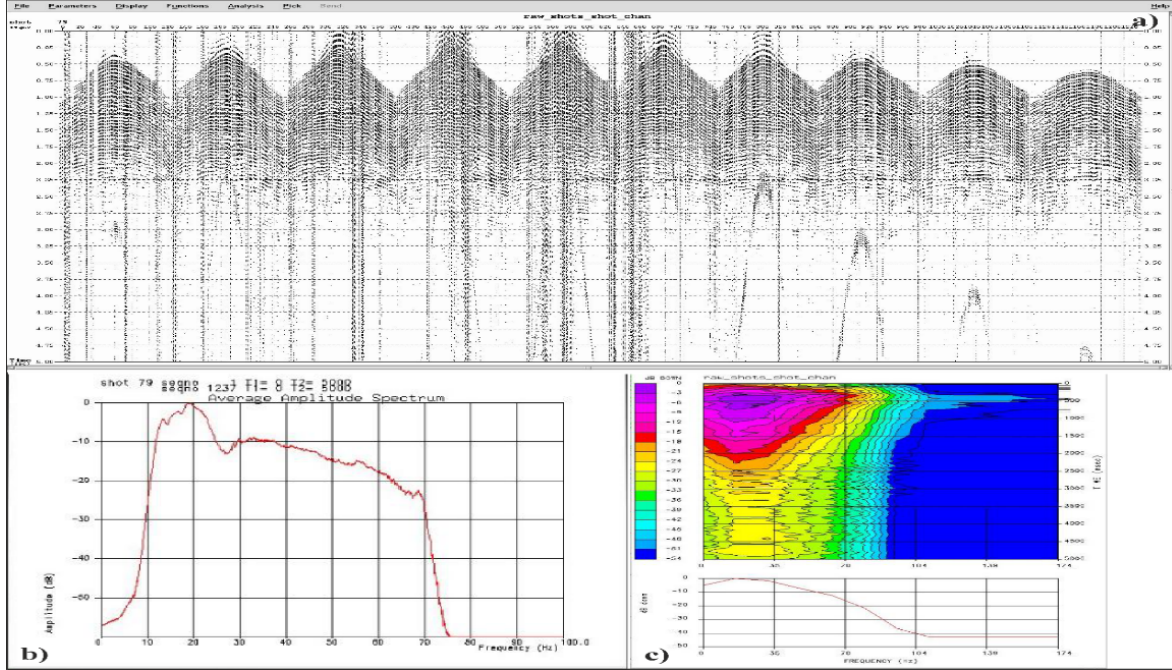


Şekil 16. Doğrusal tarama 10-88 Hz tarama uzunluğu 8 saniye, 4 vibro ve 4 tarama a) Ham Veri b) Amplitüt-Frekans Grafiği (Frekans Spektrumu) c) Zaman-Frekans Grafiği.

Figure 16. Linear sweep 10-88 Hz sweep length 8 seconds , 4 vibro and 4 sweep a) Raw data b)Amplitude-Frequency graph(Frequency spectrum) c) Time-frequency graph

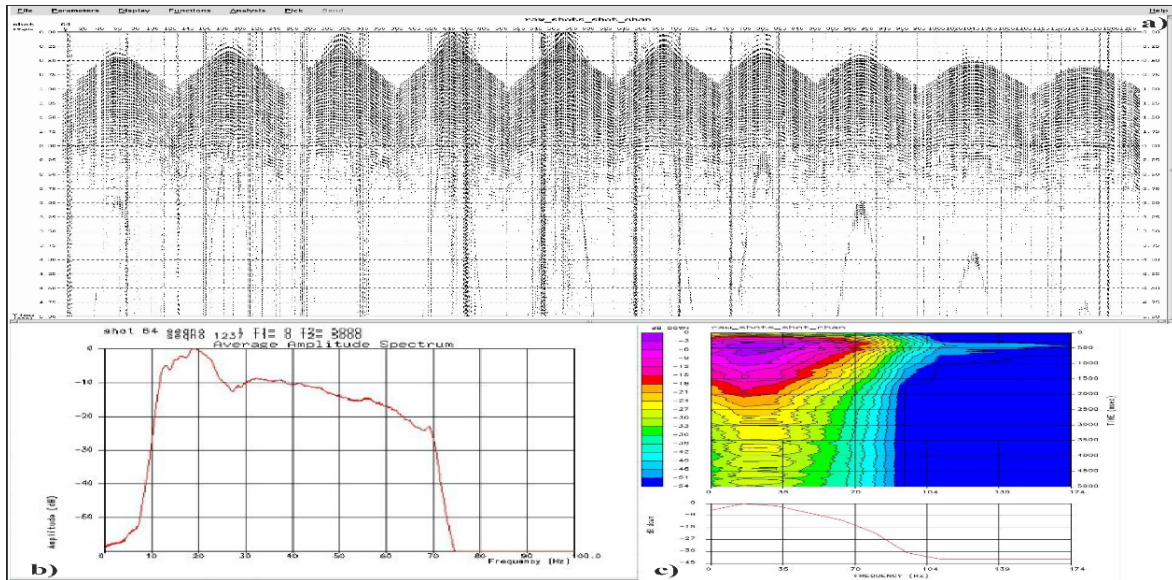
Tarama Uzunluğu Testi

Tarama uzunluğu testi 8, 10, 12 ve 16 saniyeler için yapılmıştır. En uygun tarama uzunluğu çalışma sahası için 8 saniye olarak belirlenmiştir. 8 saniye tarama uzunluğu Şekil 14’de gösterilmiştir. Şekil 17’de 10 saniye, Şekil 18’de 12 saniye ve Şekil 19’de 16 saniye tarama uzunlukları için sonuçlar verilmiştir.



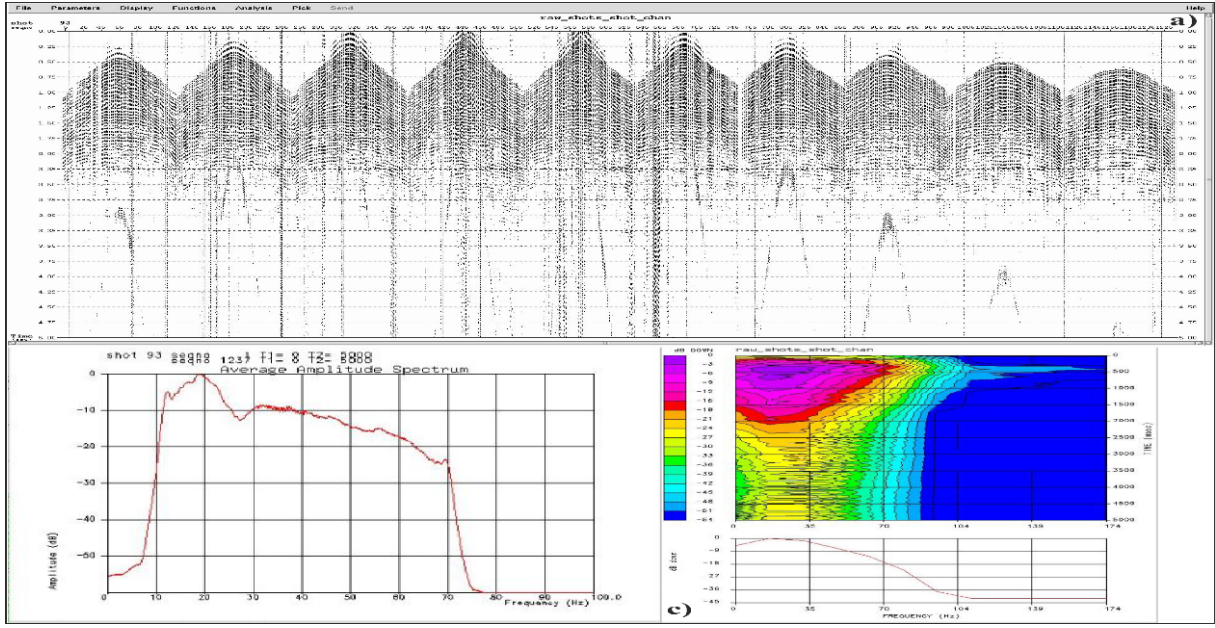
Şekil 17. Doğrusal tarama 10-72 Hz tarama uzunluğu 10 saniye, 4 vibro ve 4 tarama a)Ham Veri b) Amplitüt-Frekans Grafiği (Frekans Spektrumu) c) Zaman-Frekans Grafiği.

Figure 17. Linear sweep 10-72 Hz sweep length 10 seconds , 4 vibro and 4 sweep a) Raw data b)Amplitude-Frequency graph(Frequency spectrum) c) Time-frequency graph



Şekil 18. Doğrusal tarama 10-72 Hz tarama uzunluğu 12 saniye, 4 vibro ve 4 tarama a) Ham Veri b) Amplitüt-Frekans Grafiği (Frekans Spektrumu) c) Zaman-Frekans Grafiği.

Figure 18. Linear sweep 10-72 Hz sweep length 12 seconds , 4 vibro and 4 sweep a) Raw data b)Amplitude-Frequency graph(Frequency spectrum) c) Time-frequency graph

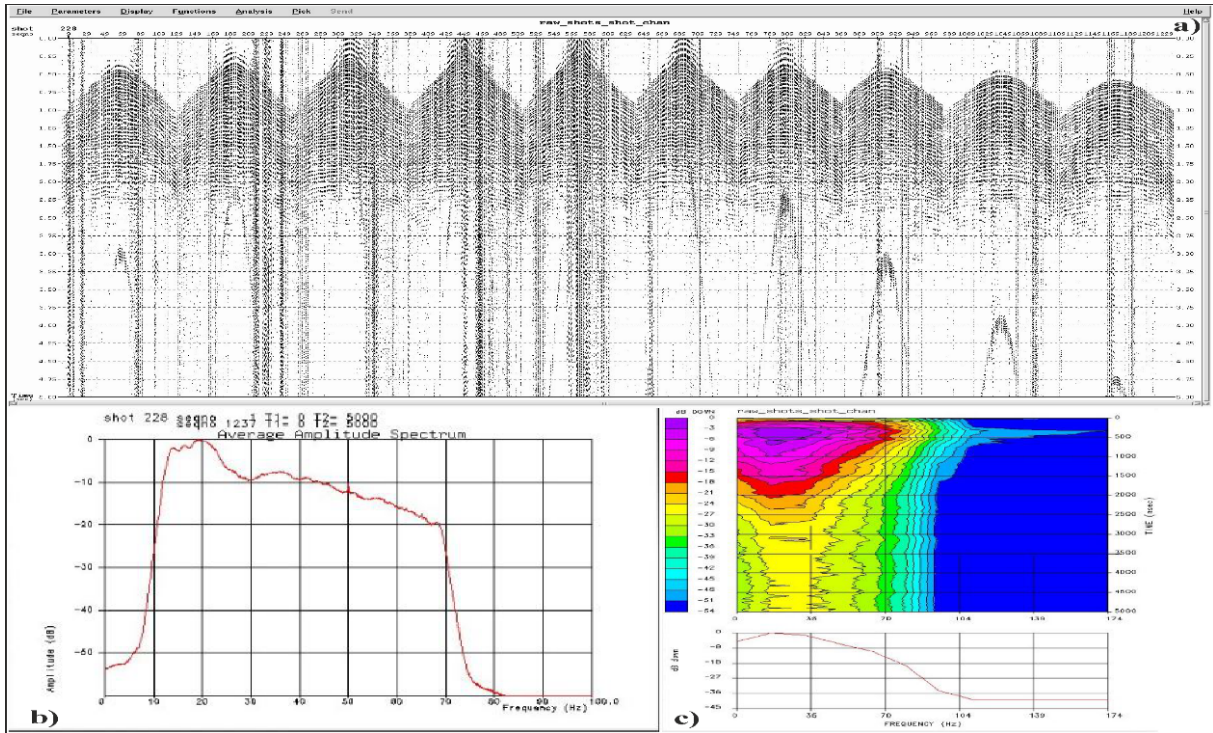


Şekil 19. Doğrusal tarama 10-72 Hz tarama uzunluğu 16 saniye, 4 vibro ve 4 tarama a) Ham Veri b) Amplitüt-Frekans Grafiği (Frekans Spektrumu) c) Zaman-Frekans Grafiği.

Figure 19. Linear sweep 10-72 Hz sweep length 16 seconds , 4 vibro and 4 sweep a) Raw data b)Amplitude-Frequency graph(Frequency spectrum) c) Time-frequency graph

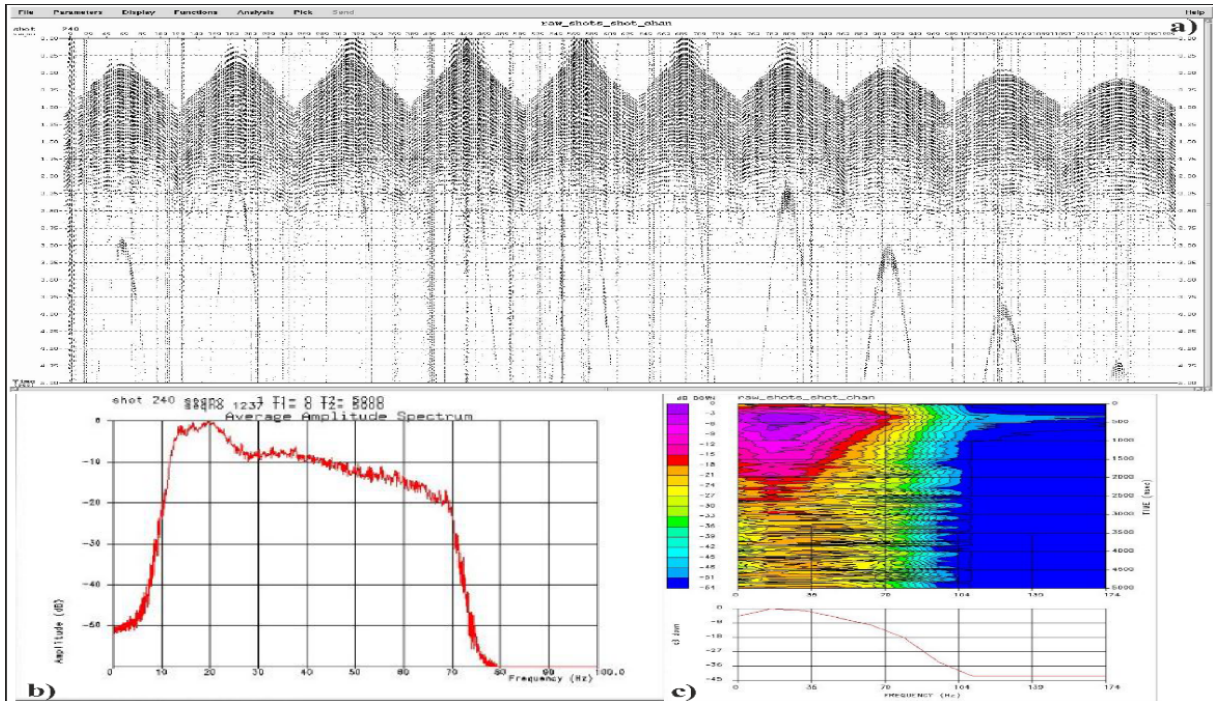
Tarama Sayısı Testi

Tarama sayısı 2, 4, 6 ve 8 tarama için test edilmiştir. Şekil 14’de gösterilen 4 tarama sayılı kayıt en uygun test sonucu olarak seçilmiştir. Şekil 20’da 2 tarama, Şekil 14’de 4 tarama, Şekil 21’de 6 tarama ve Şekil 22’de 8 tarama sayısı sonuçları da gösterilmiştir. Tarama sayısı arttıkça yüksek frekanslardaki sönümleme de artmıştır. Bu yüzden Sinyal / Gürültü oranı yüksek olan sahalarda bir kaynak noktası için birden fazla tarama uygulamak hem ekonomik olmayacak hem de önemli bir katkı sağlamayacaktır. Bu nedenle en uygun olan 4 tarama değerinden daha fazla sayıda tarama kullanılması tercih edilmemiştir.



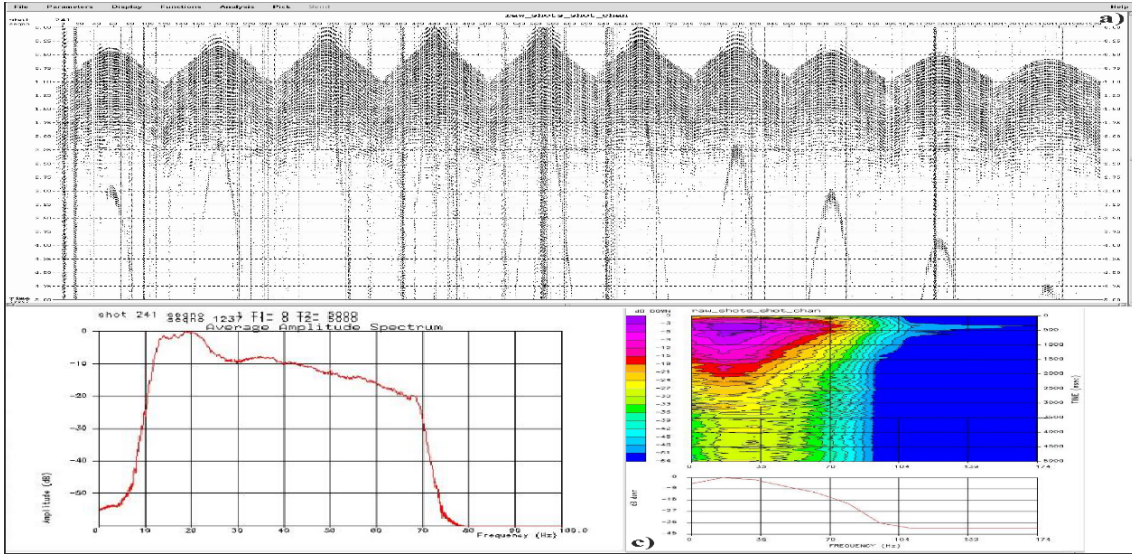
Şekil 20. Doğrusal tarama 10-72 Hz tarama uzunluğu 8 saniye, 4 vibro ve 2 tarama a) Ham Veri b) Amplitüt-Frekans Grafiği (Frekans Spektrumu) c) Zaman-Frekans Grafiği.

Figure 20. Linear sweep 10-72 Hz sweep length 8 seconds , 4 vibro and 2 sweep a) Raw data b)Amplitude-Frequency graph(Frequency spectrum) c) Time-frequency graph



Şekil 31. Doğrusal tarama 10-72 Hz tarama uzunluğu 8 saniye, 4 vibro ve 6 tarama a) Ham Veri b)Amplitüt-Frekans Grafiği (Frekans Spektrumu) c) Zaman-Frekans Grafiği.

Figure 20. Linear sweep 10-72 Hz sweep length 8 seconds , 4 vibro and 6 sweep a) Raw data b)Amplitude-Frequency graph(Frequency spectrum) c) Time-frequency graph

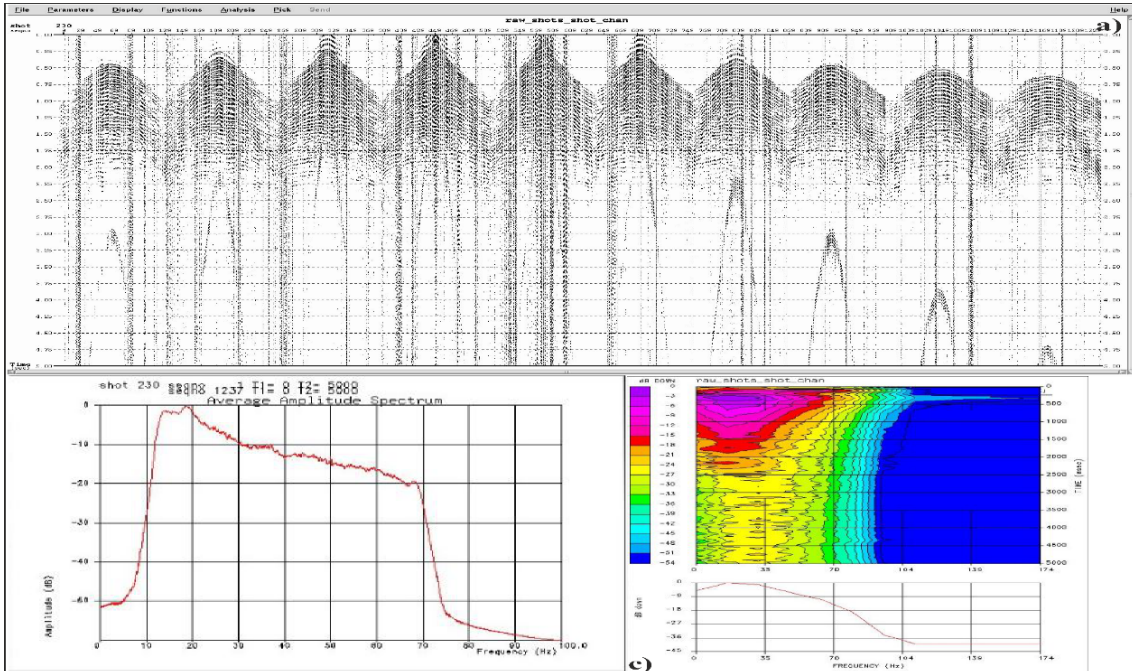


Şekil 22. Doğrusal tarama 10-72 Hz tarama uzunluğu 8 saniye, 4 vibro ve 8 tarama a) Ham Veri b) Amplitüt-Frekans Grafiği (Frekans Spektrumu) c) Zaman-Frekans Grafiği.

Figure 22. Linear sweep 10-72 Hz sweep length 8 seconds , 4 vibro and 8 sweep a) Raw data b)Amplitude-Frequency graph(Frequency spectrum) c) Time-frequency graph

Vibratör Sayısı Testi

Vibratör sayısı 2 ve 4 vibro olacak şekilde test edilmiştir. 2 vibro sayılı test sonucu Şekil 23'de verilmiştir. En uygun parametre ise yine Şekil 14'de gösterilen 4 vibro sayılı olan seçilmiştir.

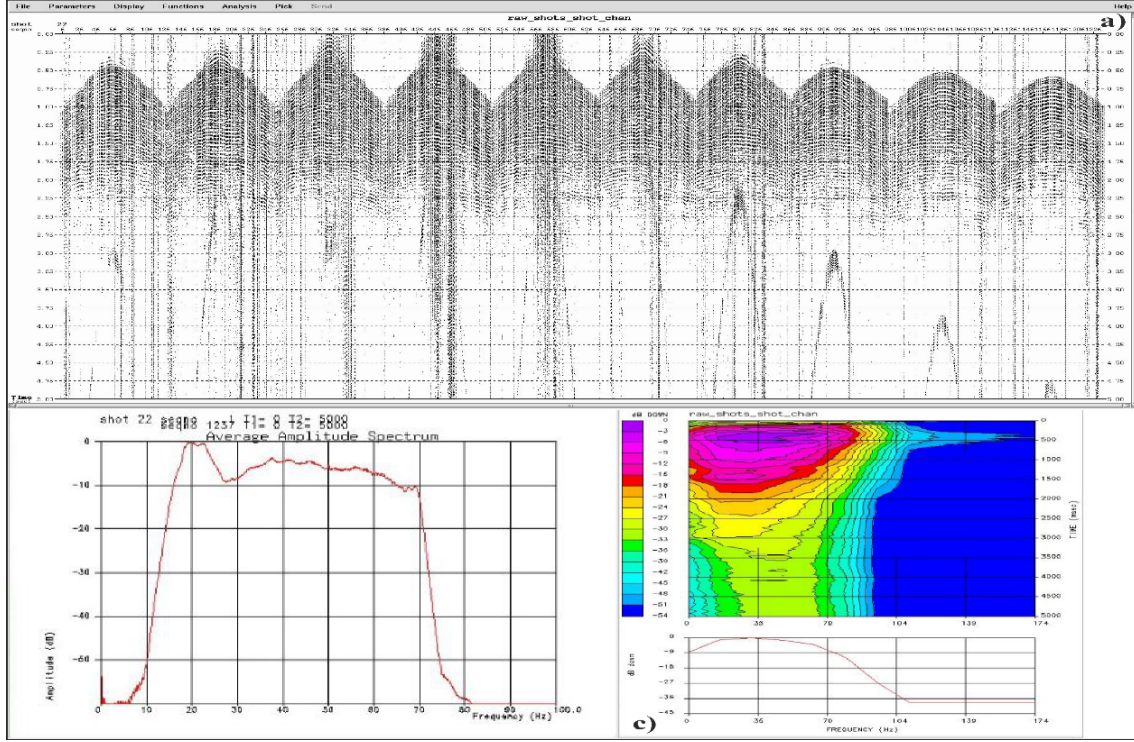


Şekil 23. Doğrusal tarama 10-72 Hz tarama uzunluğu 8 saniye, 2 vibro ve 4 tarama a) Ham Veri b) Amplitüt-Frekans Grafiği (Frekans Spektrumu) c) Zaman-Frekans Grafiği.

Figure 23. Linear sweep 10-72 Hz sweep length 8 seconds , 2 vibro and 4 sweep a) Raw data b)Amplitude-Frequency graph(Frequency spectrum) c) Time-frequency graph

4.4.6 Tarama Tipi Testi

Tarama tipi testi doğrusal ve doğrusal olmayan çeşitlerine uygulanmıştır. Doğrusal olmayan tarama tipi sonucu Şekil 24'de gösterilmiştir.



Şekil 24. Doğrusal olmayan tarama 10-72 Hz tarama uzunluğu 8 saniye, 4 vibro ve 4 tarama a) Ham Veri b) Amplitüt-Frekans Grafiği (Frekans Spektrumu) c) Zaman-Frekans Grafiği.

Figure 24. Non-Linear sweep 10-72 Hz sweep length 8 seconds , 4 vibro and 4 sweep a) Raw data b)Amplitude-Frequency graph(Frequency spectrum) c) Time-frequency graph

SONUÇLAR

Tarama parametreleri test kayıtlarının analizinde ham saha verileri karşılaştırılmıştır. Sonrasında kayıtların genlik-frekans spektrum analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada daha çok hedef seviyeler dikkate alınarak, vibratör enerjisinin hedef seviyelerde yayılımı, gerekli frekansların korunumu, yüksek S/G oranının elde edilmesi dikkate alınmıştır. Her ne kadar bu parametreler sahadan sahaya farklılıklar gösterse de, vibrosismiğin kuralları gereği kabul görmüş pratik yaklaşımlar ve sorun giderme yöntemleri aynı olmaktadır. Vibrosismik yöntemi kullanılarak toplanan veriler üzerinde kaynak parametrelerinin seçimi frekans bandı, tarama sayısı, tarama türü ve tarama uzunluğu gibi faktörler göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Aktif kanal sayımızın en yüksek olduğu bir bölgede aynı nokta üzerinde farklı test parametreleri ile atış yapılmıştır. Hedef derinliğimize uygun olacak frekans band aralıklarını belirleyerek çalışmalara başlanmıştır. Bu frekans band aralıklarına göre diğer parametreler belirlenmiştir. Örneğin , tarama uzunluğuna karar verebilmek adına, diğer parametreler sabit kalması koşuluyla 8-10-12-16 saniye tarama uzunluğuyla testler yapılmıştır.

Bu çalışmada, hedef derinliğimize uygun olacak 12 adet parametre test atışı yapılmıştır. Her bir atıştan elde edilen veriye ait ham veri kayıtları, frekans spektrumları incelenmiştir. Tarama sinyalinin bitiş frekansı daha önce bölgede yapılan çalışmalar da incelenerek 72 Hz olarak belirlenip, 8 ve 10 Hz başlangıç frekansları test edilmiştir. 10 Hz frekansının sonucu en uygun frekans olarak seçilmiştir. 10 Hz değeri sabit tutularak 72, 80 ve 88 Hz bitiş frekanslarının testi yapılmıştır. 72 Hz'den yüksek bitiş frekanslarının önemli bir katkısı gözlenmediği için en uygun bitiş frekansı 72 Hz olarak alınmıştır. Saha kayıtları ve spektrum analizlerinden 10-72 Hz sinyal bandında en faydalı bilgilerin elde edildiği sonucuna varılmıştır.

Çalışma sahası için için 8,10,12 ve 16 saniye uzunlukları test edilmiştir. Tarama uzunluğu 8 saniye veya 16 saniyede Sinyal/Gürültü oranı daha yüksek gözlemlenmiştir. 8 saniye tarama boyu daha ekonomik olacağı için bu tarama boyu çalışmada tercih edilmiştir.

Tarama sinyali frekansı 10-72 Hz, uzunluğu 8 saniye seçilmiş ve bir atış noktası için 2,4,6 ve 8 tarama sayıları test edilmiştir. Saha kayıtları arasında 4 tarama sayısından sonra çok az farklılıklar gözlenmiştir. Tarama sayısı 4 veya 8 olduğunda Sinyal/Gürültü oranının iyi sonuç verdiği ve 4 tarama kaydının yeterli ve ekonomik olacağı sonucuna varılmıştır. Çalışma sahası için vibratör sayısı testinde 4 vibro sonuçları uygun bulunmuştur. Dizin testinde çalışma sahasında daha önce yapılan en uygun dizilim düzeninin kullanılması tercih edilmiş, 1x4 doğrusal vibro düzeni uygulanmıştır.

KAYNAKLAR

BAŞAR H.S., 2007. Vibrosismik Yöntem ve Yüksek Güvenilirlikli, Ayrımlılıkli Vibrosismik Veri Toplama, Sayfa:1

GOUPILLAND P.L., 1976. Signal design in the vibroseis technique geophysics, Society of Exploration Geophysicists, 49, 06, 1291-1304.

KÜÇÜK Z., 2006. İki Boyutlu ve Üç Boyutlu Sismik Veri Toplama ve Test Atışlarının Önemi, Sayfa:29

SAKALLIOĞLU Y., GÜRELİ O., BAŞAR H.S., 2012. Vibrosismik, ,Sayfa:30-38.

SHERIFF R.E., 1990. Encyclopedic dictionary of exploration geophysics, Society of Exploration Geophysicists.

T.P.A.O., 2010. Üç Boyutlu Sismik Yöntem Sunumu

T.P.A.O., 2012. Vibrosismik Yöntem Saha Uygulamaları Sunumu

http://archives.aapg.org/slide_resources/schroeder/6/index.cfm