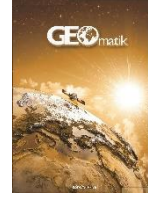




GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



Madencilik Çalışmalarında Sismik Veri Toplama ve Ölçme Tekniklerinin Kullanılabilirliğinin Analizi

Atınc PIRTI^{*1}, Hüseyin Edip ÖZDEMİR², Ramazan Gürsel HOŞBAŞ¹

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

²TPAO Şirketi, Ankara, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Sismik Veri Toplama
GNSS
Enerji
Topoğrafya

ÖZ

Günümüzde yeraltındaki madenleri keşfetmek amaçlı yapılan, sinyal gönderilerek yansıyan bu sinyaller üzerinden yapılan yorumlama analiz çalışmalarına sismik çalışma adı verilir. Sismik Yansıma Yöntemi, yapay şekilde üretilen sismik enerjinin yer içinde sismik dalgalar şeklinde, tabaka ara yüzeylerinden yansıması ve kayıt edilen yansımaların sinyal analiz tekniklerine göre işlenip yeraltını gösteren sismik kesitler haline getirilmesidir. Sismik yansıma yöntemi günümüzde çeşitli amaçlar için kara ve denizde uygulanmakla birlikte en önemli uygulama alanı petrol ve doğalgaz kaynaklarının bulunmasıdır. Sismik Yansıma Yöntemi iki boyutlu veya üç boyutlu şekilde uygulanabilir. İki boyutlu sismik uygulamalarda sadece bir alıcı kablosu kullanılır. Bir hat boyunca toplanan sismik verilerden veri-işlem sonrasında yeraltını gösteren sismik kesitler elde edilir. Üç boyutlu sismik uygulamalarda birden fazla alıcı kablosu ve birden fazla sismik kaynak kullanılır. Sismik veriler yeraltında bir hacim içerecek şekilde toplanır ve veri-işlem sonrasında sismik küp adı verilen veri kümesi oluşturulur. Yeraltı jeolojisinin doğru tarifi ancak doğru kayıt edilecek koordinat verisi ile mümkün olabileceğinden; denizlerde yapılan sismik arama faaliyetlerinin son teknoloji ürünü ölçme aletleri ile gerçekleştirilmesi ve karada yapılan sismik faaliyetlerin ileri derece teknolojide ölçüm cihazları kullanılarak yapılması önem taşımaktadır. Karada yapılan sismik arama çalışmalarında ormanlık sahalarda ruhsat alımı, topoğrafya ölçüm çalışmaları, Hafriyat ve toprak işleri çalışmaları ve zarar-zıyan tespit çalışmaları harita grubu faaliyet alanına girmektedir. Maden arama amaçlı yapılan sismik çalışmalarda, kullanılan ölçme yöntemleri, yapılan ölçüm değerlerinin kontrol edilmesi, sonuç koordinatlarının hassas bir şekilde belirlenmesi ve özellikle yükseklik değerlerinin doğru tespiti; maden arama faaliyetlerinde önem arz etmektedir.

Seismic Data Acquisition in Mining Exploration and Analysis of Using Surveying Techniques

Keywords

Seismic Data Collection
GNSS
Energy
Topography

ABSTRACT

Today, signals are used to explore underground mines. Seismic works include the interpretation and analysis of reflected signals. Seismic Reflection Method is the propagation of artificially generated seismic energy in the form of seismic waves, its reflection from the layer interfaces and the processing of the recorded reflections according to signal analysis techniques and transforming them into seismic sections showing underground. Seismic reflection method is currently being applied for various purposes at land and sea, but the most important application domain is oil and natural gas exploration. The Seismic Reflection Method can be applied as two dimensional (2D) or three dimensional (3D). In 2D seismic applications, only one receiver cable (streamer) is used. With seismic data collection along a line, seismic sections are obtained that show underground data after data processing. In 3D seismic applications, multiple receiver cables and multiple seismic sources are used. The seismic data are collected so as to include a volume in underground and a data set is created called seismic cube after data processing. In these seismic works, we will examine the importance of the surveying applications. Since the accurate description of the underground geology can only be achieved with the correct coordinate data, it is important that seismic exploration activities at sea are carried out with the latest technology navigation devices. In the seismic exploration works carried out on the land, obtaining licence in forested areas, topographic surveying works, dozer works, damage and lost determination works are parts of geomatic activities. The measurement methods used in seismic works for mining exploration, the verification of the measurement results, the precise determination of final 2D coordinates and especially the correct determination of heights are important in mining explorations.

*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster (APA)

{atinc@yildiz.edu.tr} ORCID ID 0000-0001-9197-3411
{ozdemirh@tp.gov.tr} ORCID ID 0000-0001-6289-6015
{ghosbas@yildiz.edu.tr} ORCID ID 0000-0002-3189-7696

Pirti, A, Özdemir, H, Hoşbaş, R. (2020) MADENCİLİK ÇALIŞMALARINDA SİSMİK VERİ TOPLAMA VE ÖLÇME TEKNİKLERİNİN KULLANILABİLİRLİĞİNİN ANALİZİ. Geomatik, 5(3), 160-171, DOI: 10.29128/geomatik.614862

1. GİRİŞ

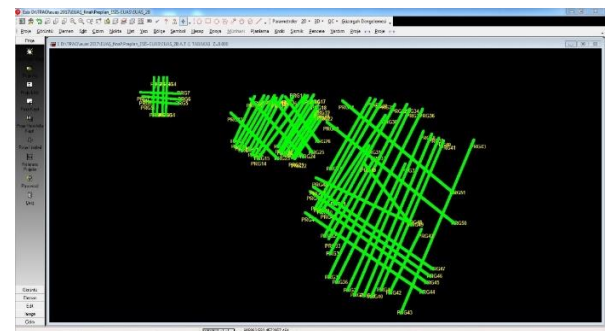
GPS en eski GNSS (Küresel navigasyon uydu sistemleri) sistemidir. ABD ordusuna hidrografik inceleme ve jeodezik ölçüm yapmak için kullanılmıştır. Global Navigation Satellite System veya GLONASS, Rusyanın küresel navigasyon sistemidir. GLONASS 1993 yılında 2 yörüngede 19130 km yükseklikteki 12 uydu ile faaliyete geçmiştir. Şu anda yörüngede toplam 27 uydusu vardır. GALILEO, Avrupa Birliği Ajansı tarafından bir araya getirilen Avrupa Birliğinin GNSS topluluğu ve Avrupa GNSS Ajansı tarafından işletilmektedir. Galileo, sivil ve ticari kullanım için küresel navigasyon sistemidir. Tamamen konuşlandırılmış Galileo sisteminde şuanda 30 operasyonel uydudan 22 si yörüngededir. Galileo, 2016 dan itibaren erken operasyon yeteneği sunmaya başlamış olup ve 2020 de tam kapasite operasyonel kabiliyete ulaşması beklenmektedir. BDS, Çin BeiDou Uydu Navigasyon Sistemi, yörüngesinde 22 operasyonel uyduya sahiptir ve toplam 35 uyduyu kapsayacak şekilde programlanmıştır. BeiDou nun BeiDou-1 ve BeiDou-2 olmak üzere iki ayrı takımı vardır. BeiDou-1 aynı zamanda ilk nesil olarak bilinen üç uydudan oluşan bir gruptur. 2000 yılında faaliyete geçti. BeiDou-1 2012 nin sonunda hizmet dışı bırakılmıştır. BeiDou-2, sistemi ikinci nesildir. 2011 yılında yörüngedeki 10 uydudan oluşan kısmi bir takım çalışmasıyla faaliyete geçmiştir. Gelecek nesil BeiDou-3 ve BDS-3 uydusu Mart 2015 te başlatıldı. Ocak 2018 itibariyle dokuz BDS-3 uydusu piyasaya sürülmüştür. BeiDou-3 ün 2020 sonuna kadar tamamen işlevsel olması bekleniyor. QZSS, japonyanın uydu konumlandırma araştırma ve uygulama merkezi tarafından halen yapım aşamasında olan bölgesel uydu navigasyon sistemidir. Planlara göre, QZSS takımı 4 ü zaten yörüngede olan 7 uyduya sahip olacaktır. QZSS nin, Asya-Okyanusya bölgesinde son derece hassas ve istikrarlı konumlandırma hizmetleri sunmaktadır. IRNSS, Hindistan bölgesel uydu navigasyon uydu sistemidir. Hindistan Uzay araştırma teşkilatı tarafından başlatılan ve işletilen IRNSS, Hindistanı ve 1500 km ye kadar uzanan bölgeleri kapsamaktadır. GNSS'in jeodezik ölçmelerde kullanılması sonucunda farklı hassasiyette konum bilgisi sunan birçok ölçme yöntemi geliştirilmiştir. İlk kullanılan GNSS ölçme yöntemlerinde (statik ve kinematik ölçme yöntemleri) konum bilgisi elde edebilmek için arazide toplanan verilerin çeşitli GNSS yazılımları ile değerlendirilmesi gerekmektedir. Ancak bu durum arazide ölçü anında anlık konum bilgisi gerektiren uygulamalar için problem oluşturmaktaydı. Bu yüzden gerçek zamanlı olarak konum bilgisi sunabilen ölçme teknikleri araştırılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalar için öncelikle DGNSS (Diferansiyel GNSS) adı verilen bir ölçme yöntemi geliştirilmiştir. Ancak, DGNSS tekniğinin jeodezik amaçlı çalışmalar için doğruluğu ve hassasiyeti yeterli olmadığından dolayı yapılan yeni araştırmalar neticesinde kod gözlemleri yerine taşıyıcı dalga faz gözlemlerinin kullanılması; konum

hassasiyetini oldukça artırdığı tespit edilmiştir. Yapılan uygulamalarda artık kısa zamanda yüksek doğruluklu konum belirlenmesine olanak sağlanmıştır. Bu gelişmeler ışığında öncelikle Klasik RTK (Real Time Kinematik) tekniği ardından da Ağ-RTK (Network RTK) tekniği geliştirilmiştir. Ağ-RTK tekniğinin ortaya çıkmasıyla birçok ülkede sürekli gözlem yapan sabit GNSS istasyonları (CORS-Continuously Operating Reference Station) kurulmuştur. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) tarafından gerçekleştirilen petrol, doğalgaz, kömür, jeotermal enerji vb. enerji kaynaklarını arama faaliyetleri kapsamında yapılan sismik çalışmaların nasıl gerçekleştirildiği ve bu sismik çalışmalarda kullanılan haritacılık faaliyetlerinin aşamaları genel olarak anlatılmıştır. Yeraltı jeolojisinin açık tarifi ancak doğru ölçülen koordinat verisi ile mümkün olabileceğinden; çalışmanın gerektirdiği doğrulukları karşılayan güncel ölçme donanımları gereklidir. Sismik çalışmalarda hassas bir şekilde ölçüm yapılması gereklidir, yapılan ölçüm değerlerinin kontrolü ve özellikle yükseklik değerlerinin doğru tespiti; maden arama çalışmalarında önemli olduğu için bu elde edilecek koordinat değerlerinin hassas bir şekilde kontrolü amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında TPAO Arama Daire Başkanlığı Jeofizik Operasyonlar Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen 2 Boyutlu (2B) sismik arama çalışması ve petrol arama amaçlı 3 Boyutlu (3B) sismik arama faaliyetleri hakkında genel bazı temel bilgiler verilmiştir. Bu kapsamda maden arama çalışmalarında uygulanan haritacılık faaliyetleri genel olarak açıklanmıştır (İlhan ve Akın 2016, TPAO 2018, Öncel 2016, Özdemir ve Baratan 2017).

2. MADENCİLİK ÇALIŞMALARINDA SİSMİK VERİ TOPLAMA

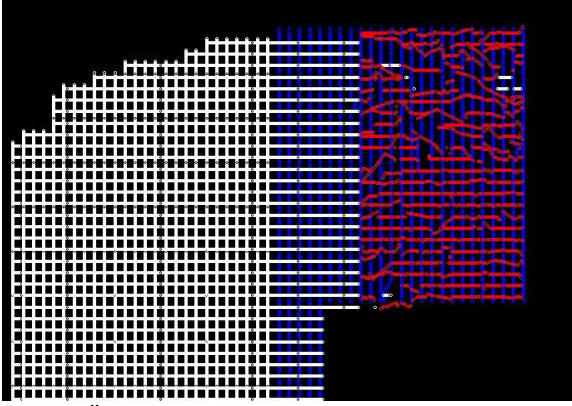
Sismik Veri Toplama Çalışması: Hidrokarbon rezervinin tespiti için sismik yansıma yöntemiyle yeraltı kesitlerinin çıkartılması amacıyla yapılan çalışmalardır (Şahin ve Karakılçık, 2012; İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).

İki Boyutlu Sismik Veri Toplama: Yeraltı katmanlarının iki boyutlu olarak kesitinin çıkartıldığı, atış ve jeofon noktalarının tek bir doğrultuda dizildiği sismik veri toplama yöntemidir (Şekil 1).



Şekil 1. İki Boyutlu Sismik Çalışma

Üç Boyutlu Sismik Veri Toplama: Yeraltı katmanlarının, üç boyutlu olarak kesitinin çıkartıldığı, atış noktalarının belirli bir doğrultuda dizildiği ve birbirine paralel hatlardan oluştuğu ve jeofon noktalarının da atış noktalarına dik olan birbirine paralel hatlar üzerinde işaretlendiği ve belirli bir alanı kaplayan sismik veri toplama yöntemidir (Şekil 2).



Şekil 2. Üç Boyutlu Sismik Çalışma

Neden 3 Boyutlu Sismik? İki boyutlu sismik çalışmalarda yer altı hız alanının sadece sismik profil boyunca dağılımı elde edilirken, üç boyutlu sismik çalışmalarda profil yönüne dik yönde hız dağılımı da sağlanarak üç boyutlu görüntü işlemi karmaşık yer altı yapısını daha gerçekçi ortaya koymaktadır.

Enerji Kaynağı: Yer altındaki katmanlardan yansıyan sinyallerin oluşmasını sağlayan araçlardır. Bunlar sismik dinamit veya vibro araçlarıdır. Vibrolar, atış noktalarında yer altına giden ses sinyallerinin oluşmasını sağlayan donanımlardır. Kullanım alanları petrol, doğal gaz ve termal su kaynaklarıdır (Şekil 3).



Şekil 3. Vibro

Dinamit: Sismik çalışmalarda kullanılan etkin bir enerji kaynağıdır. Minimum fazlı sismik sinyal oluşturur. Frekans içeriği kontrol edilemeyen bir kontrolsüz enerji kaynağıdır. Enerjisi ısı ile değişmediğinden çölden kutuplara kadar her yerde kullanılır. Yüksek bir patlama hızına sahiptir (5800-6300 m/s). Enerjiyi mümkün olduğunca yer içerisine gönderebilmek için kuyu derinlikleri düşük hız tabakasının altında olmalıdır (Şekil 4).



Şekil 4. Sismik Dinamit

Enerji kaynağı seçiminde bazı hususlara dikkat edilmelidir. Üretilen sinyal hedeflenen derinliğe ulaşabilmelidir ve hedef derinlikteki gerekli çözünürlük sağlanabilmelidir. Sinyal gürültü karakteristiği, uygulanabilirlik ve maliyet seçimine dikkat edilmelidir (Şekil 5).



Şekil 5. Vibro ve Sondaj

Jeofon: Yer altı katmanlarının kesitlerinin çıkartılması amacıyla katmanlardan yansıyan sinyallerin alınmasını sağlayan, yerin mekanik hareketini elektrik sinyaline dönüştüren ve toprağa çakılan yaklaşık 10 cm boyundaki metal-plastikten oluşan alıcıdır. Jeofon noktası ise jeofonların çakıldığı noktalardır (Şekil 6).



Şekil 6. Jeofon Noktası

Atış (Kaynak) Noktası: Sinyal oluşmasını sağlayan kaynağın bulunduğu noktadır.

Sismik Hat: Üzerinde sismik veri toplama çalışmasının yapıldığı semti ve uzunluğu bilinen doğrultudur.

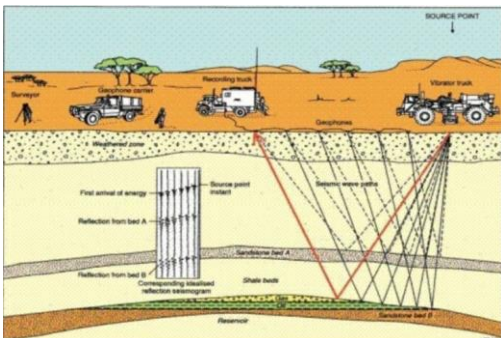
Yanal Offset: Atış veya jeofon noktasının sismik hat üzerinde bulunduğu konumdan, hattın doğrultusunda; hattın sağına ya da soluna yapılan konumlandırma dır.

İleri/Geri Offset: Atış veya jeofon noktasının, sismik hat üzerinde bulunduğu konumdan ileride ya da geride bir konumda konumlandırılmasıdır.

Recorder: Sismik arama çalışmaları esnasında jeofondan gelen sinyallerin, nokta koordinat değerlerinin ve bu verilere ilişkin tüm bilgilerin toplandığı ve depolandığı kayıt sistemidir (Şekil 7 ve 8).



Şekil 7. Recorder



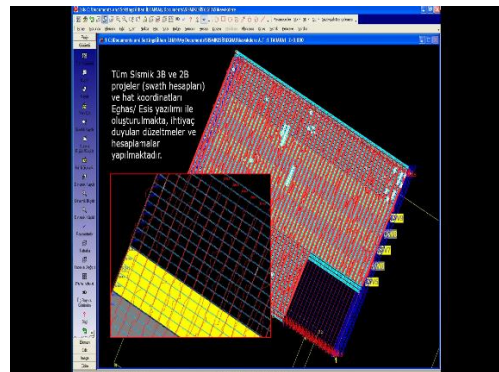
Şekil 8. Sismik Çalışma Özeti

2.1. Harita Mühendisliği Faaliyetleri

Harita mühendisliği, ülkenin gereksinim duyduğu her ölçekteki haritaların üretimini, araziye ilişkin küçük/büyük tüm projelerin etüt ve uygulamalarını gerçekleştiren bir meslek dalıdır. Haritalar ve harita mühendislik hizmetleri tüm yatırım ve mühendislik hizmetlerinin alt yapısını oluşturur. Sözgelimi: kent planlaması ve imar planı için gerekli kent haritaları, imar planı uygulamaları, parselasyon planları, kadastro haritaları, kamulaştırma planları, arazi toplulaştırma planları, maden haritaları, topoğrafik haritalar harita mühendislerinin yönetim ve denetiminde gerçekleşir. Karayolu, demiryolu, sulama, tünel ve benzeri mühendislik projelerinin etütlerinde ve projelendirilmelerinde, bu projelerin araziye uygulanmasında (aplikasyon), yol, su, kanalizasyon gibi belediye teknik hizmetlerinin proje ve yapımlarında harita mühendisliği meslek dalının yoğun bir işlevi vardır (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).

3. KONUM ÖLÇMELERİ

Sismik ve gravite işlerinde her türlü haritacılık işlerinin yürütülmesi takibi ve bu faaliyetlerin daha hassas ve ekonomik bir şekilde yapılmasının sağlanması için ekipman ve çalışma yöntemlerinin araştırılması ve geliştirilmesi planlanır. Sismik iki boyutlu ve üç boyutlu projelerin, belirlenen sahalardaki hat güzergâhları Eghas/Esis programında oluşturulur ve swath bazında koordinatları hesaplanır. Sismik iki boyutlu ve üç boyutlu projelerine ait hat güzergâhlarının topoğrafya üzerinde istikşafı yapılır ve gerekli düzenlemeler uygulanır, aplikasyon için gerekli nirengi ağı kurma çalışması yapılır. GNSS dönüşüm parametresi için TUTGA ve nirengilerde statik ölçü yapılır. Sismik çalışma sahasında, projelerin topoğrafya üzerine aplikasyonları yapılır. Tüm iki boyutlu ve üç boyutlu sismik projeler (Swath hesapları) ve hat koordinatları Eghas/Esis yazılımı ile oluşturulmaktadır. Ayrıca ihtiyaç duyulan düzeltmeler ve hesaplamalar bu program aracılığıyla gerçekleştirilir (Şekil 9), (Şahin ve Karakılıç, 2012; İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017 TPAO 2018).



Şekil 9. Eghas/ Esis Yazılımı

Sismik çalışmalar yapılmadan önce TUTGA (TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI) ve Nirengi noktalarında GPS ölçümleri yapılarak, çalışma sahasında ihtiyaç duyulan nirengi ağı hassas bir şekilde tesis edilir (Şekil 10).



Şekil 10. Nirengi ve TUTGA Noktaları

Çalışması yapılacak sismik hatlara ait jeofon ve atış noktaları, GNSS ile RTK (Real Time Kinematik) yöntemi kullanılarak; hassas bir şekilde araziye applike edilir (Şekil 11).



Şekil 11. Jeofon ve Atış Noktalarının Aplikasyonu

Gravite ölçülerinin yapılması amacıyla, sismik gravite ekibi kurulmuştur. Gravite ekibi görev olarak gravite ve manyetik baz noktalarının ölçülmesi, koordinatlandırılması ve kroki ile röperlenmesi faaliyetlerini yürütür. Ayrıca çalışma yapılacak gravite hattı üzerindeki gravite noktalarının koordinatlarının, GNSS aracılığıyla tespit edilmesi ve manyetik değerlerinin okunması faaliyetlerini gerçekleştirir (Şekil 12).



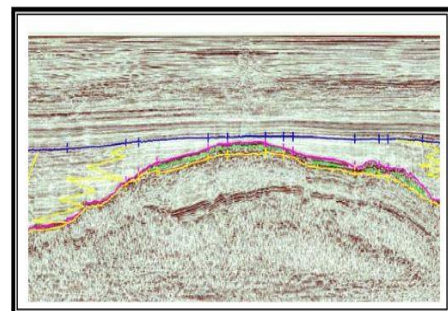
Şekil 12. Gravite Çalışması

3.1. Deniz Sismik Çalışmalarında Güzergâh Ölçmeleri

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) 1954 yılında, ülkemizin hidrokarbon zenginliklerini

keşfetmek, sondaj yaparak bu zenginlikleri ülkemize kazandırmak, üretimini ve pazarlamasını yapmak amacıyla kurulmuş olan ve kurulduğu günden bu yana hizmet veren bir kamu kurumudur. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), kendi bünyesinde kurmuş olduğu arazi ekipleri ile yoğun bir şekilde yürütmüş olduğu kara sismik çalışmaları yanında, ülkemizin kara suları içerisinde petrol ve doğalgaz arama çalışmaları kapsamında, geçmiş yıllarda Doğu, Orta ve Batı Karadeniz'de İki Boyutlu (2B) ve Üç Boyutlu (3B) deniz sismik çalışmaları yürütmekte olup her geçen yıl bu çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından tarihimizde yeni alımı gerçekleştirilecek, arama sondaj gemisiyle her yıl Karadeniz'de iki, Akdeniz'de iki olmak üzere denizlerimizde aktif sondaj faaliyetlerinde bulunulacaktır. 2005 yılı içerisinde, Karadeniz'de yapılan 2B Deniz Sismik çalışmaları çerçevesinde güzergâh ölçmeleri, ölçme donanımı ile ölçmelerin yapılması ve ölçme sonuçlarının değerlendirilmesi ele alınacaktır. Geçmiş yıllarda yapılmış çalışmalara ek olarak, petrol ve doğalgaz arama programları kapsamında 2005 yılı içerisinde Batı ve Orta Karadeniz sahaları içerisinde deniz sismik çalışmaları yürütülmektedir. Ayrıca 2017 yılında yapılmış olan Ordu_3D programı güzergâh ölçmeleri, ölçme donanımı ile ölçmelerin yapılması ve ölçme sonuçlarının değerlendirilmesi kapsamındadır (URL1, URL2, URL3, URL4, URL5, İlhan ve Akın, 2016).

Deniz sismik veri toplama çalışmalarında navigasyon biriminin uygulamaları, bu çalışma bünyesinde kullanılan navigasyon cihazları ve yazılımları, navigasyon ölçmelerinin deniz sismik veri toplama çalışmasına ve sonuçlarına ne gibi etkisinin olduğu anlatılmaya çalışılmıştır. Petrol ve doğalgaz gibi hidrokarbon potansiyellerinin araştırılması, tespit edilmesi ve geliştirilmesi amacıyla kullanılan sismik yöntemler, karalarda olduğu gibi günümüz bilim ve teknolojisinde kaydedilen ilerlemeler sayesinde denizlerde de uygulama alanı bulmuştur. Yeraltı jeolojisinin doğru tarifi ancak koordinat verisi ile mümkün olabileceğinden denizlerde yapılan sismik arama faaliyetlerinin son teknoloji ürünü navigasyon aletleri ile gerçekleştirilmesi önem taşımaktadır. Elde edilen tüm sismik ve navigasyon verilerinin değerlendirilmesi sonucunda aşağıda görülen sismik kesitler elde edilir (Şekil 13).



Şekil 13. Sismik Kesit

Bu çalışmaların yapılması amacıyla, TPAO tarafından deniz sismik çalışmaları için gerekli cihazlarla donatılmış ve bu tür sismik çalışmalar için özel olarak Dubai’de Polarcus adlı jeofizik şirketi için 2011 yılında inşa edilen Barbaros Hayrettin Paşa gemisi, 2013 yılında sismik ve petrol, doğal gaz araştırmalarında kullanılmak üzere Türkiye tarafından satın alınmıştır (Şekil 14).

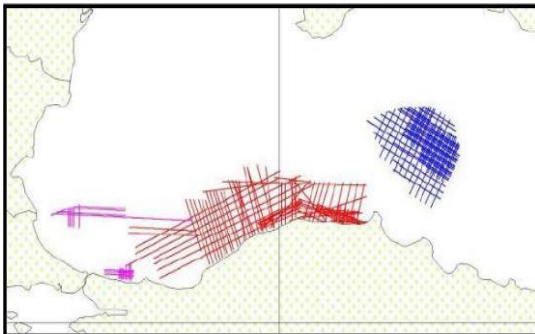


Şekil 14. Barbaros Hayrettin Paşa Gemisi

4. UYGULAMA

4.1. Deniz Sismik Çalışmasının Yapılışı

Deniz sismik çalışması öncesinde, hedef jeolojik yapıyı belirtecek profiller; projeyi hazırlayan birim tarafından ön çalışma ile oluşturulur ve çalışma sahasının harita üzerindeki konumları belirlenir. Sismik çalışma, harita üzerindeki konumları belirlenen hatların uygulama esnasındaki yapılış sırası ve yönü; navigasyon birimi tarafından belirlenerek programa ait hatlar üzerinde (Şekil 15) ve önceden belirlenmiş parametrelerin, ilgili donanım ve yazılımlarda uygulanarak hat boyunca sismik, navigasyon, gravite ve manyetik verilerinin toplanması şeklinde yürütülmektedir. Çalışma sahasına ait parametrelere bağlı olarak her atış noktasında, kaynak (gun) patlamalarının meydana getirdiği, önceden belirlenmiş şiddetteki ses dalgalarının yer altı tabakalarından geri dönen yansımaları “streamer” üzerindeki alıcılar tarafından önceden belirlenmiş süre kadar toplanır ve aynı anda tüm sistemin koordinatları GNSS noktası referans alınarak hesaplanır. Sonucunda da kayıt edilir. Kayıt edilen tüm sismik ve navigasyon verileri, gemide bulunan veri işlem birimleri tarafından programa ait sismik kesitlerin çıkarılması için işlenir (Öncel 2016, Akça 2005, TPAO 2018, İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).



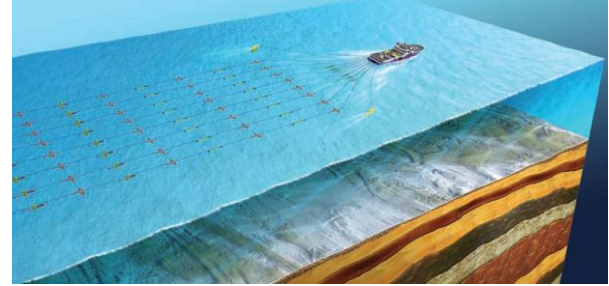
Şekil 15. 2005 Yılı Karadeniz Sismik Çalışma Programı

Sismik veri toplama açısından önemli olan ve çalışma boyunca belirli doğruluklarla korunması zorunlu olan; bir kısmı navigasyon birimi tarafından sürekli kontrol edilen ve takibi yapılan proje parametreleri ile kullanılan jeodezik ve datum dönüşüm parametreleri aşağıda Şekil 16 da özetlenmiştir.

	SİĞ DENİZ / SHALLOW WATER	DERİN DENİZ / DEEP WATER
Veri toplama şekli	2D tek streamer / tek kaynak	2D tek streamer / tek kaynak
Atış aralığı	25m	37.5m
Kaynak Ölçüsü	1,700 inç küp/2000 psi	3,560 inç küp/2000 psi
Kaynak (gun) derinliği	6 m, +/- 0.5m	6 m, +/- 0.5m
Streamer / Grup Aralığı / Kanal Sayısı	6000m / 12.5 m / 480 kanal	7200 m / 12.5 m / 576 kanal
Streamer derinliği	7 m, +/- 1m	7 m, +/- 1m
Compass (pusula) sayısı	22	26

Şekil 16. Sismik Parametreler

Kısaca, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Jeofizik Operasyonlar Müdürlüğü olarak denizlerde doğal kaynak olup olmadığını öğrenmek için sismik çalışma yapılmaktadır. Sismik çalışma yapabilmek için yerin altına sinyal yollayan bir kaynak, bir de yerin bu sinyale verdiği cevabı kayıt eden alıcılara ihtiyaç vardır. Aşağıda Şekil 17 de bu kaynak ve alıcılar gösterilmiştir.



Şekil 17. Sismik Kaynak ve Alıcılar

Şekil 17 de görülen gemiye bağlı ve en yakın olan altı tane hat kaynak grubunu temsil etmektedir. Aynı şekilde gemiye bağlı ve en arkadaki sekiz tane kablo da alıcı grubunu temsil etmektedir. Alıcılar bu kabloların içerisinde bulunmaktadır. Yanlardaki sarı cisimler ise door diye adlandırılmaktadır. Görevleri ise kablolar arası gerekli uzaklığı sağlamaya yardım etmek ve akıntıların kabloları olan etkisini azaltmaktır. Sismik çalışma yapabilmek için bu kablo ve gunların belli bir düzende olması gerekmektedir. Söz konusu bu gereklilikler projeden projeye değişebilmektedir.

4.2. Navigasyon Sistemi

Navigasyon sistemi, geminin ve tüm diğer sistemlerin koordinatlandırılması için gerekli olan GNSS, gyrocompass, birdcompas cihazları ve tüm verilerin değerlendirilmesini ve navigasyon

hesaplamalarının yapılmasını sağlayan; deniz sismik veri toplama çalışmalarında navigasyon amaçlı kullanılan özel bir yazılım olan ORCA ile birlikte uydulardan alınan ham GNSS verilerinin değerlendirilerek sonuç koordinatlarının hesaplanmasını sağlayan; bütün uydu ve GNSS bilgilerinin gösterildiği FUGRO firmasına ait STARPACK paketi setinden oluşmaktadır. ORCA, ‘streamer’ in (içerisinde ses dalgalarını algılayan alıcılar bulunan özel bir kablo) şeklinin ve derinliğinin istenen durumda olup olmadığı kontrolü ve istenen değerlerde kalmasının sağlanması, sapma açısının takibi, kaynak (gun) derinliğinin istenen değerde olup olmadığı takibi, kaynak patlamalarının istenen basınç değerlerinde olup olmadığı izlenmesi, patlama zamanlarının belirlenmesi ve ne kadar gecikme ile patladığının takibi, geminin istenen hat üzerinde ve istikamette hareketinin sağlanması, bu ölçme işlemlerinin kalite kontrolünün sağlanması; standard sapmalarının rakamsal ve grafiksel olarak gösterilmesi işlemlerinin yürütülmesini sağlayan ve diğer sistemlerle uyumlu çalışan bütünleşmiş bir sistemdir. Gemideki GNSS anteninin bulunduğu nokta diğer tüm koordinat hesaplamaları için referans alınır. Tüm gemi, kaynak, streamer ve kuyruk şamandırasının (tailbuoy) offset değerleri çalışma başlamadan önce navigasyon sistemine girilir. Her kaynak patlamasında kaynak (gun), streamer alıcı konumları ve kuyruk şamandırasının konumu, önceden sisteme girilen offset değerleri, gyro okumaları, streamer üzerine belirli aralıklarla sabitlenmiş ‘bird compass’ okumaları ve kuyruk şamandırası üzerinde bulunan RTK-GNSS ölçmeleri yardımıyla hesaplanır ve kayıt edilir. 3D çalışmalarında bunlara ek olarak CMX, CTX ve Digifin acoustics mesafe ölçmeleri kullanılır (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).

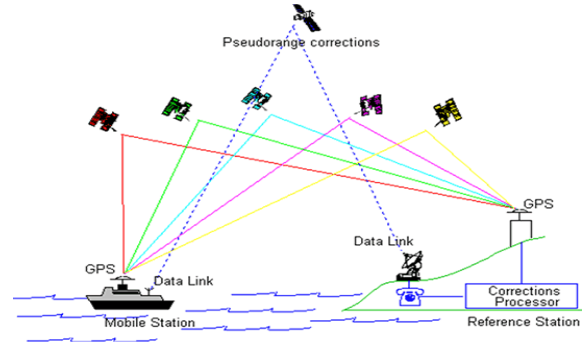
Sistemi oluşturan her bir bileşen aşağıda kısaca açıklanmıştır.

4.3. Navigasyon Donanım ve Yazılımları

4.3.1. DGNSS sistemi (Diferansiyel GPS Sistemi)

Sistem uydulardan aldığı taşıyıcı faz ve kod sinyalleri ve dünyanın farklı bölgelerinde bulunan düzeltme istasyonlarından aldığı düzeltme sinyalleri yardımıyla metre altı bir doğrulukla bulunduğu konumu belirler. Bu yöntemde, RTK metodunda olduğu gibi koordinatı bilinen bir noktaya kurulmuş bir referans alıcısına ihtiyaç vardır. Bu alıcı, ilk olarak uydularla arasındaki mesafeyi ölçer. Bilindiği üzere bu ölçüler hatalıdır; uyuyla alıcı arasındaki gerçek mesafeyi temsil etmez. Referans alıcısı ölçüm yaptıktan sonra kendi bilinen koordinatlarını kullanarak uydular ile kendi arasındaki mesafeyi hesaplar. Bu hesaplama gerçek mesafe olarak kabul edilir. Ölçüm yapılan mesafe ile hesaplama yapılarak bulunan mesafeyi toplar, sonucunda hata miktarı yani düzeltme olarak kabul eder. Bu düzeltmeler her bir uydu için ayrı ayrı hesapladıktan sonra GEO

uydulara yollanır. Aşağıdaki Şekil 18 de bu durum açıklanmıştır (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).



Şekil 18. DGNSS Sistemi

Bu metodun doğruluğu genelde 1 m civarındadır ama desimetre seviyesine de ulaşılabilir. Ayrıca referans alıcısına olan uzaklığı arttıkça doğruluk düşer; çünkü hata kaynakları (özellikle iyonosfer ve troposfer) referans alıcısının olduğu yerle bizim olduğumuz yeri aynı miktarda etkilemez. Ayrıca çözüm yapabilmemiz için en az 4 tane aynı uyduya ölçüm yapılması gerekir. Eğer referans alıcıyla aramızdaki mesafe fazlaysa bu koşul sağlanabilir. Bunu çözmek için, farklı yerlerde olan iki tane referans alıcısı kullanılır. Şimdi bu düzeltmeler bedava mı geliyor; nasıl geliyor bunları cevaplamak gerekir ancak bunu gemiyi gerçek zamanlı koordinatlandırmak için kullanılan ikinci ve son yöntem olan PPP yöntemini açıkladıktan sonra anlatmakta fayda vardır.

XP+G2 → PPP metoduyla çalışır.

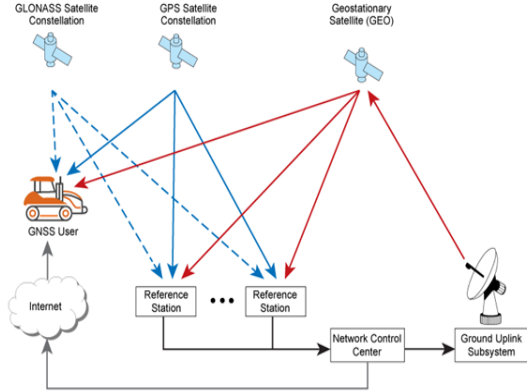
HP+L1 → DGNSS metoduyla çalışır

Dört farklı servis kullanılmasındaki amaç, herhangi bir serviste aksaklık olursa diğerlerinin yedek olarak bulunması düşünülmüştür. Aslında bu servislerin sadece biriyle geminin bulunduğu yerin koordinatları hesaplanabilir. Böylece gemi çalışma hatları üzerinde ilerleyebilir; ancak herhangi bir serviste sorun olduğunda diğer servisin devreye girmesi düşünülmüştür.

4.3.2. PPP Metodu

PPP metodunda özel bir referans GNSS alıcısına ihtiyaç yoktur. Genel bir koordinatı bilinen noktalara kurulmuş GNSS alıcı ağı vardır. Bu alıcı ağı, uyduların hassas konum ve saat bilgilerini hesaplar. Bu hesaplamalar, daha sonra GEO uydulara yollanır. Navigasyon birimi olarak bu hassas uydu konum ve saat bilgileri ile uydulara yapılan ölçüde, var olan uydu konum ve saat hataları elimine edilir. Diğer hatalar da modelleme ya da farklı frekanslarda yapılan ölçülerin lineer kombinasyonu ile elimine edilir. Sonuç olarak cm seviyesinde bir konum doğruluğuna ulaşılır. Ancak bunun için convergence time isminde belli bir süre gerekir. Geminin gerçek

zamanlı konumunu hesaplamada bu en doğru yöntemdir (cm mertebesi). Aşağıdaki Şekil 19 da PPP metodu özetlenmektedir (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).



Şekil 19. GNSS Düzeltme Servisi ile PPP Yöntemi

Bunların ikisi PPP metodu, diğer ikisi ise DGPS metodu için düzeltme yollarıdır. Bu servisler:

4.3.2.1. Starpack.G2

PPP metodunu kullanır. GNSS uyduları için uyduların hassas konum ve saat bilgileri gelir. Bunlar Fugro'nun kendi GNSS ağı kullanılarak hesaplanır.

4.3.2.2. Starpack.XP

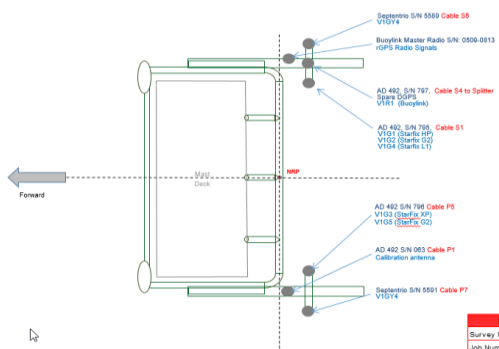
PPP metodunu kullanır. GNSS uyduları için uyduların hassas konum ve saat bilgileri gelir. Bunlar NASA'nın GNSS ağı kullanılarak hesaplanır.

4.3.2.3. Starpack.HP

DGNSS metodunu kullanır. GNSS uyduları için DGNSS düzeltmeleri gelir. Bu düzeltmeler iki frekans için gelir.

4.3.2.4. Starpack.L1

DGNSS metodunu kullanır. GNSS uyduları için DGNSS düzeltmeleri gelir. Tek frekans için gelir. Bu servislerden gelen düzeltmeleri hangi GNSS antenin aldığını ve bunların nerede olduğunu aşağıdaki Şekil 20 görebiliriz.



Şekil 20. DGPS Düzeltme Servisleri

Düzeltilmelerin nasıl alındığı yukarıda anlatılmıştır; hesaplamaların nerede yapıldığı incelenecektir.

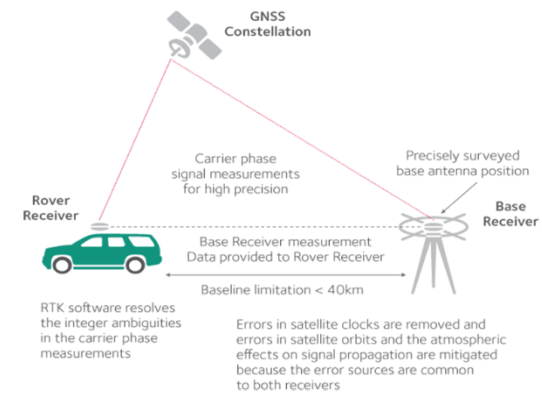


Şekil 21. GNSS Alıcısı

Geminin, gunların ve tailbuoyların nasıl koordinatlandırıldığı yukarıda anlatılmıştır, şimdi ise alıcıların nasıl koordinatlandırıldığı anlatılacaktır. CMX çift yönlü akustik ölçüm yapan ünitedir. Daha önce tanıtılan Compass Bird'ten gelen compass ölçü, Digifin'den gelen tek yönlü (sadece alan) akustik ölçü, CTX'ten gelen akustik ölçü, RTK-GNSS ölçüleri gemi koordinatı referansımızdır (Şekil 21). Akustik RTK-GNSS'e, RTK-GNSS'de gemi koordinatına bağlanmaktadır. ORCA programı, bu gelen ham dataları kullanarak atış anındaki alıcı ve kaynak koordinatlarını hesaplamaktadır (İlhan 2012, Özdemir 2017).

4.3.3. RTK Metodu (Sismik Gemide RTK)

Bu metodun kullanılabilmesi için koordinatı bilinen bir noktaya kurulmuş GNSS alıcısı gereklidir. Ayrıca cm seviyesinde doğruluk için bu alıcıyla aramızdaki mesafenin maksimum 10 km olması gerekir. Bu mesafeyi 100 km'ye kadar çıkarılabilir ancak bu durum birden çok referans alıcısının bulunmasını gerektirir. Aşağıdaki Şekil 22 kullanılarak sistemin nasıl çalıştığı anlatacak olursak; referans alıcı uydularla yaptığı faz ölçülerini geziciye yani rover'a yollar. Rover kendi ölçüsünden referans alıcıdan gelen ölçüyü çıkarttığı zaman vektörü olarak kendi ile referans alıcı arasındaki rölatif vektörü hesaplamaktadır. Eğer bu rölatif vektöre bilinen noktanın koordinatı uygulanırsa aracın koordinatları elde edilmiş olur. Ancak denizde referans alacağımız koordinatı bilinen sabit GNSS alıcısı olmadığından ve karanın çok uzak olmasından dolayı RTK metodunu gerçek zamanlı geminin koordinatını bulmak için kullanamamaktayız (Şekil 22).

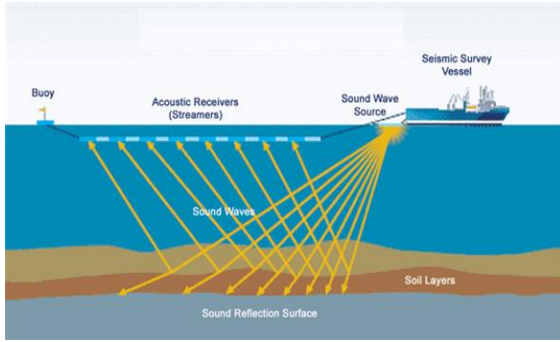


Şekil 22. RTK Yöntemi

Ancak RTK metodu, sistemde olan gunlar (daha önce gunlarda tek frekanslı GNSS alıcısı olduğu belirtilmişti) ve tailbuoyların gemiye olan rölatif uzaklıklarını ve semt açılarını bulmak için kullanılır. Tailbuoy'un ne olduğu kısaca anlatıldıktan sonra bu hesaplamaların nasıl yapıldığı anlatılacaktır (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).

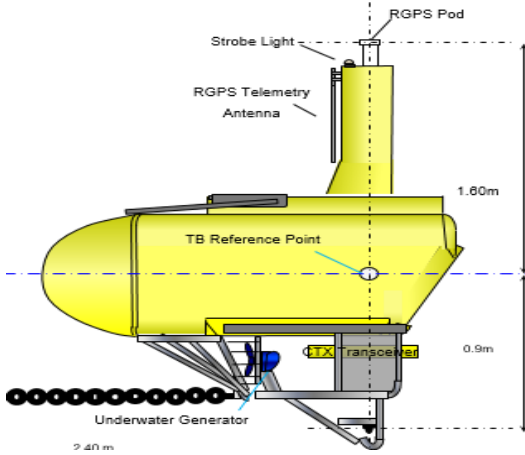
4.3.3.1. Tailbuoy

Tailbouy her streamerın sonuna bağlanmış, denizde batmayan insansız deniz aracı olarak düşünülebilir. Aşağıdaki Şekil 23 de sistemdeki yeri görmektedir (Şekil 23 de buoy olarak yazılmıştır).



Şekil 23. Tailbuoy-1

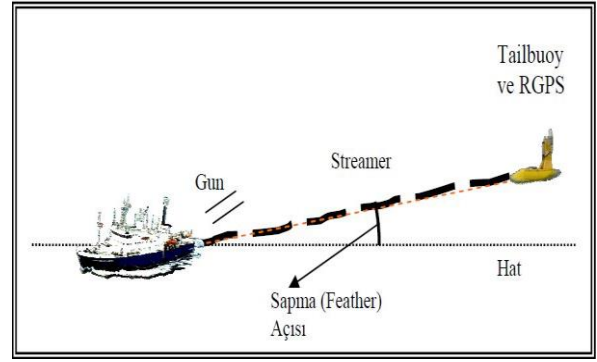
Tailbuoy'ların kullanılma amacını inceleyelim. İlk olarak streamerların batmamasına yardım etmektedirler. İkinci olarak da alıcılarımızın konumlarını belirlemede kullanılmaktadır. Aşağıdaki Şekil 24 de bir tane tailbuoyun detaylı resmi verilmiştir.



Şekil 24. Tailbuoy-2

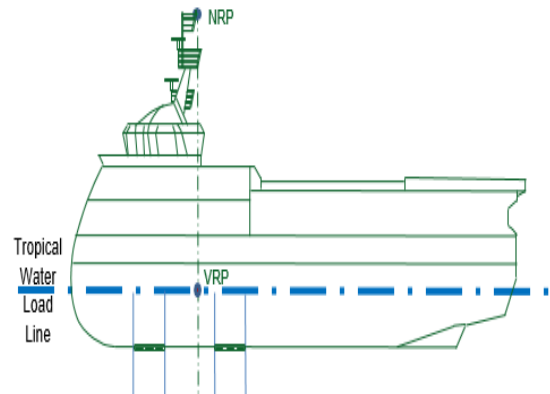
Şekil 24 den de görüleceği gibi tailbuoy'un en üstünde tek frekanslı bir GNSS alıcısı ve anten mevcuttur. Ayrıca en altta da gunlarda da olan CTX olarak adlandırılan akustik ölçüm yapan sensör vardır. Ayrıca altta kafesin içerisinde elektrik üreten jeneratör mevcuttur.

RTK-GNSS hareket halindeki cisimlerin konumlarını diğer bir cisme göreceli (rölatif) olarak tespit etmek amacıyla kullanılan bir sistemdir (Şekil 25).



Şekil 25. RTK GNSS Yöntemi

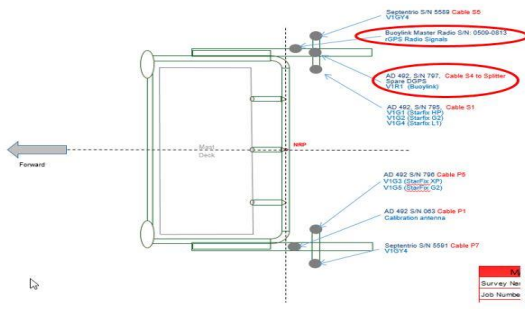
RTK-GNSS Sistemi, Sapma (Feather) açısının ve streamer kablosu içerisinde bulunan alıcı gruplarının koordinatlarının hesaplanması için kullanılır. RTK metodu gemide nasıl uygulandığı ele alınacaktır. Daha önce anlatıldığı gibi elde edilmesi gereken bilgi gunlar ve tailbuoyların gemiye olan uzaklıkları ve semt açılarıdır. Bu nedenle yukarıda RTK metodunda anlatılandan farklı olarak (referans alıcı geziciye ölçülerini yolluyordu) burada ise tailbuoylar ve gunlar ölçülerini gemiye yollamaktadır. Daha önce de açıklandığı gibi bu hesaplamayı BuoyLink yazılımı yapmaktadır. BuoyLink yazılımının donanımları da bulunmaktadır. Bunlar BuoyLink master alıcısı ve radyosu'dur. BuoyLink master alıcısı, RTK metodunda referans alıcımızdır. Radyosu da tailbuoylar ve gunlardan gelen ölçüleri alan radyo antenidir. Tailbuoylar ve gunlar ölçülerini, bunlarda bulunan radyo antenleri ile yollamaktadır. Tailbuoylar da bu radyo anteni GNSS alıcısı ve antenin olduğu kutuda değil yanda ayrı olarak mevcuttur. Şekil 25 deki resimde RTK-GNSS Telemetri anteni diye etiketlenmiştir. Gunlarda ise bu radyo antenleri GNSS alıcısı ve antenin olduğu kutudadır. BuoyLink master alıcısı ve tailbuoylar ve gunlardan gelen ölçülerini alan radyo antenin gemide nerede olduğu aşağıdaki Şekil 26 da gösterilmiştir (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).



Şekil 26. BuoyLink

Navigasyon birimine ait olan bütün GNSS antenleri geminin en üstünde resimde NRP yazan

yerdedir, bu yerin detaylı resmi aşağıdaki Şekil 27 de gösterilmiştir.



Şekil 27. Gemide GNSS Antenlerinin Bulunduğu Yer

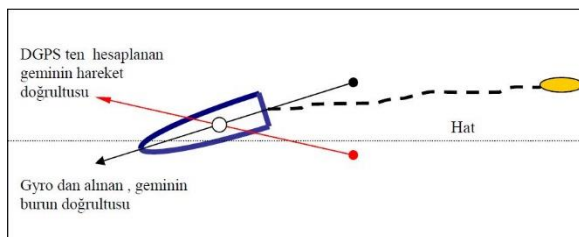
En üsteki kırmızı elipsin içerisindeki gösterilmiş olan BuoyLinkin tailbouylar ve gunlardan gelen ölçüleri alan radyo antenidir. Altta kırmızı elipsin içerisindekinin gösterdiği ise BuoyLinkin uydulardan sinyalleri alan GNSS antenidir. Buoylink alıcısı ise navigasyon bölümünün yanında olan Rack Room olarak geçen yerdedir. Alıcısının içinde bulunduğu Buoylink yazılımına; Buoylink referans alıcısının ölçüleri ve radyo ile alınan tailbouylardan ve gunlardan gelen ölçüleri, Buoylink yazılımına gönderen Buoylink Master GNSS interface Unit ismiyle adlandırılan Hardware'in resmi aşağıda Şekil 28 de eklenmiştir.



Şekil 28. Buoylink Master GPS Interface Unit

4.3.3.2. Gyrocompass

Gyrocompass, üç eksen etrafında dönen hassas elektronik parçalardan oluşan ve geminin hareket doğrultusunun (Kıç-Burun doğrultusu) gerçek kuzey istikametinden olan açısal farkını veren bir elektronik pusuladır. Manyetik alandan etkilenmeyen gyrocompass cihazları çok hassas elektronik parçalardan oluşması ve elektrikle çalışması nedeniyle elektrik akımında meydana gelen değişimlere karşı çok duyarlıdır (Şekil 29).



Şekil 29. Geminin burun ve hareket doğrultusu

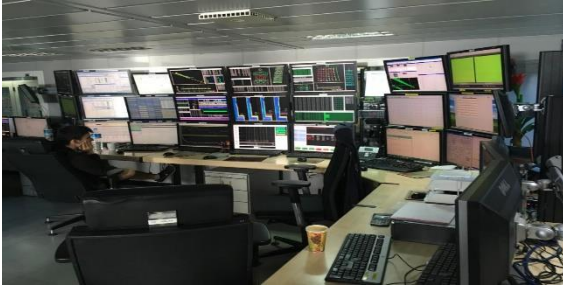
Akıntı, rüzgâr, dalga gibi dış etkilere bağlı olarak geminin her zaman hat üzerinde ve burun doğrultusunda hareketi mümkün olmaz. Bu durumlarda hareket doğrultusu DGNSS ile hesaplanırken, geminin burun doğrultusu Gyrocompass cihazı yardımıyla bulunur ve bu değer "streamer" ve gun referans noktalarının hesaplanmasında esas alınır. Şu an Barbaros Hayrettin Paşa Gemisi'nde 4 adet Anschutz Standard 22 modelinde Gyrocompass mevcuttur. Bu model performans ve güvenilirliğinden dolayı piyasada en çok tutulan modeldir. Ayrıca gemide bulunan Gyrocompass'a ek olarak kullanılan aynı doğrultuda iki adet Semteriyo GNSS alıcı anteni yardımıyla ana azimut doğrultusu (Bearing) hesaplanarak geminin gideceği doğrultu bulunur (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).

5. DEĞERLENDİRME

5.1. Orca

ORCA, navigasyon biriminin kullanmış olduğu, diğer tüm sistemlerle bütünleşmiş ve UNIX işletim sistemi ağı üzerine kurulmuş kapsamlı bir sismik navigasyon programıdır. Bu program, gerçek zamanlı (real-time) olarak elde edilen navigasyon verilerinin gözlenmesini, gemi sismik ölçmelerinde yüksek çözüm gerektiren 3B (üç boyutlu) ve daha basit olan 2B (iki boyutlu) streamer ve kaynak (gun) konumlandırma işlemlerinin yapılmasını, veri dağıtım ünitesi sistemi ile bağlantılı olarak buradan aldığı verilerle karmaşık tüm gemi ölçmelerinin konfigürasyonunu sağlar. Sismik ve akustik sistemlerin eşzamanlı olarak uzaktan kontrol edilmesini ve GNSS alıcısıyla bütünleşmiş gerçek zamanlı (real-time) veri toplama ünitesi ile birlikte 100'den fazla navigasyon alıcı kayıtlarının 50 mikrosaniyeye kadar toplanıp değerlendirilmesini yapar (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).

Bütün veri kayıtlarını, deniz sismik navigasyon ölçmelerinde uluslararası bir standart olan UKOOA P1/90 ve P2/94 formatlarında gerçekleştirir. Tüm verilerin ve hesapların kalite kontrolünü yapar, sınır dışı bir durum olması halinde kullanıcıyı uyarır. Hat üzerinde iken alınan veriler hakkında geniş analiz imkânı sağlar. Hat bitiminde tüm verilerin grafik olarak raporlanması işlemi yapar. Otomatik pilot arabirim kontrolü sağlayarak, geminin sistem odasından kontrol edilmesi imkânını verir. Bu da hat değişimlerinde büyük kolaylık ve verimlilik sağlar. Bu sayede gemi, bir sonraki hatta zaman kaybetmeden ve kolayca geçebilir. ORCA yazılımı aracılığıyla gelen ham datalar kullanılarak, atış anındaki alıcı ve kaynak koordinatları hesaplanmaktadır (Şekil 30).



Şekil 30. Navigasyon Birimi ve ORCA Sistemi

5.2. P2/94, P1/90

UKOOA (U.K. OFFSHORE OPERATORS ASSOCIATION) adındaki bir kuruma ait (SURVEYING AND POSITIONING COMMITTEE) ölçme ve konumlandırma komitesi tarafından deniz çalışmaları için, denizcilikte konumlandırma amaçlı yapılan ölçmelere ait ham verilerin format değişimi ve kayıt edilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Bu format, UKOOA tarafından petrol ve gaz arama faaliyetlerinde özellikle tavsiye edilir. Tüm dünyada yaygın olarak kullanılır. Bu sayede navigasyon birimi tarafından yapılan ve takip edilen tüm ölçmelere (DGNSS okumaları, streamer alıcı konumlandırmaları, kuyruk şamandırası koordinatları, kaynak (gun) konumları, echosounder okumaları (su derinliği okumaları) ait ham dataların, her atış anındaki değerleri, hat bazında ham olarak P2/94 formatında, işlenen veriler ise P1/90 formatında kayıt edilir ve sismik veri kayıtlarının değerlendirilmesi aşamasında kullanılmak üzere veri işlem (prosess) merkezine gönderilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye Petrolleri'nin 2017 yılı EUAS_2B proje ismiyle Elektrik Üretim Anonim Şirketi adına kömür araması için gerçekleştirilen 2 boyutlu sismik arama çalışması ele alınmıştır. Çalışma alanındaki nokta konumları öncelikle RTK (Real Time Kinematik) yöntemiyle ölçülmüştür, RTK yöntemi ile elde edilen yükseklik değerleri sınırına yakın 5 m içerisinde DGNSS okumaları yapılmıştır ve elde edilen iki yükseklik değeri kıyaslanmıştır. Eğer yükseklikte 1 m ve yukarı bir sapma olmuşsa, sonuç değeri RTK ölçmelerinden alınmıştır, 1 m den az bir sapma olmuşsa DGNSS kot değerleri alınır. Son olarak hesaba alınacak X ve Y konum (yatay eksen) değerleri DGNSS yöntemi ile elde edilen değerler olmuştur.

Söz konusu yükseklik kontrolü, kullanılan CAD programı yardımıyla yapılmıştır. Esis adlı program aracılığıyla arazide topoğrafya grubu tarafından RTK yöntemiyle üretilmiş olan koordinatların yükseklik değerleri ile vibro araçlarında bulunan DGNSS sisteminden gelen koordinatların yükseklik değerleri kıyaslanmıştır. DGPS yönteminde servis sağlayıcı olarak OmniStar düzeltmeleri kullanılmıştır.

Türkiye Petrolleri olarak kara ve denizlerde maden arama faaliyetleri kapsamında yapılan sismik

arama çalışmalarında referans (baz) istasyonunun tarafımızca kurulmasına gerekli olmadığı için ve düşük doğrulukta uydu kapsama alanı geniş olduğu için DGNSS sistemi OmniStar servis sağlayıcı aracılığı ile kullanılmaktadır.

Bu çalışmada yapılan analizler sonrası tespit edildiği üzere, DGNSS yöntemi maden arama faaliyetlerinde uygulamada pratik olduğu için ve kapsama alanı geniş olduğu için tercih edilen bir yöntemdir. DGNSS yöntemi için OmniStar hizmet sağlayıcı servisi kullanılmaktadır. Trimble OmniStar servisi 5-10 cm konum hassasiyeti sağlayan, ayrıca bir baz istasyonu gerektirmeyen ücretli bir düzeltme yayınıdır. Ancak DGNSS yönteminde servis sağlayıcı baz istasyonuna uzak mesafede çalışıldığı için doğruluk düşüktür.

Pratik olması nedeniyle DGNSS yöntemi tercih edilebilir, bu yöntemde hizmet sağlayıcı olan şirketler ücretli düzeltme yayını yaparlar, kullanıcılar ise konum hesaplarını düzelterek doğruluğun artırılmasını sağlarlar. DGNSS yöntemi, RTK ve CORS-TR yöntemine kıyasla ayrıca bir baz istasyonu gerektirmediği için keşif amaçlı ölçümler için pratikte daha avantajlıdır. Bu çalışmada görülmektedir ki maden arama faaliyetleri kapsamında gerçekleştirilen operasyonlarda yatay konum hassasiyeti elimine edilebilirken; yükseklik (kot) hassasiyeti önemlidir. Bu nedenle yatay konum 2D değerleri DGNSS yöntemi ile üretilebilir; ancak yükseklik değeri RTK, CORS ve DGNSS yöntemleri sonucu elde edilen sonuç değerlerinden hangisi en doğru ise bu doğru değer olarak kabul edilir.

Genel kabul olarak DGNSS referans istasyonlarından uzaklaştıkça konum doğruluğu azalmaktadır. Bu uzaklığa bağlı olan etkiyi azaltmak için DGNSS referans istasyonu ağının sıklaştırılması öneri olarak değerlendirilebilir. Ek bir öneri olarak ise, DGNSS hizmet sağlayıcı şirketlerin dünya üzerinde bu sistemi kullanan ülkelerde şube kurarak söz konusu ülkelerde referans sistemleri çalışmalarını artırarak, sistemin doğruluğunu artırma çalışmalarında bulunmaları mühendislik hizmetleri açısından pratikte birçok kamu kurum ve kuruluşları ile birlikte özel sektörde hizmet veren mühendislik şirketlerine çok fayda sağlayacağı kanısındayız.

KAYNAKÇA

Şahin, A. ve Karakılıçık, H. (2012). Area Seismic Reflection Seismic Data Acquisition and Parameter Selection Method for Hydrocarbon Investigation, Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt: 28, Adana.

Öncel, A.O. (2016). Saha Sismolojisi, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 8 Mart, İstanbul.

Akça, M. ve Uca, H. (2005). Yılı Batı ve Orta Karadeniz Deniz Sismik Çalışması, Ankara, 2005

(http://eski.hkmo.org.tr/resimler/ekler/828F_22abfa379f38b5b_ek.pdf).

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (2018). Barbaros Hayrettin Paşa Sismik Gemisi Navigasyon Departmanı, 2018, Ankara.

İlhan, İ. ve Akın, K. (2016). EÜAŞ 2B Sismik Veri Toplama İstikşaf Raporu 05 -15 Mayıs 2016, Tekirdağ.

Özdemir, H.E. ve Baratan, B.(2017). EÜAŞ-2B 2 Boyutlu Sismik Veri Toplama Projesi, Tekirdağ, 2017.

URL1 <http://tesam.org.tr/petrol-raporu/>

URL2 <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol>

URL3 <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz>

URL4 <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>

URL 5 <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>