

## Sürekli VLBI Kampanyalarında Kullanılan Radyo Kaynakları İçin Kalite Sorgulamaları

### *Quality Inquiries for Radio Sources Used in Continuous VLBI Campaigns*

Pakize Küreç Nehbit<sup>1,✉</sup>, Susanne Glaser<sup>2</sup>, Susanne Lunz<sup>3</sup>, Robert Heinkelmann<sup>2</sup>, Harald Schuh<sup>3,2</sup> ve Haluk Konak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

<sup>2</sup>GFZ, Alman Yerbilimleri Araştırma Merkezi, Potsdam, Almanya

<sup>3</sup>Uydu Jeodezisi Kürsüsü, Jeodezi ve Jeoinformasyon Bilimi Enstitüsü, Berlin Teknik Üniversitesi, Berlin, Almanya

✉ pakize.kurec@kocaeli.edu.tr

### Özet

Çok Uzun Baz İnterferometrisi (VLBI, Very Long Baseline Interferometry) ile, aralarında kıtalar arası mesafe bulunan iki radyo teleskopuna radyo kaynaklarından gelen sinyallerin varış zamanı farklılıkları ölçülmektedir. İlk defa 1967 yılında kullanılan VLBI, Uluslararası Yersel Referans Çerçevesinin (ITRF, International Terrestrial Reference Frame), Uluslararası Göksel Referans Çerçevesinin (ICRF, International Celestial Reference Frame) ve evrensel zaman, yersel ve göksel kutup koordinatlarını içeren Yer Dönme Parametrelerinin (EOP, Earth Orientation Parameters) belirlenmesinde kullanılan temel bir tekniktir. Bununla birlikte VLBI, göksel ve yersel referans çerçevelerini birleştirmesi nedeniyle Küresel Navigasyon Uydu Sistemi (GNSS, Global Navigation Satellite System), Uydu ile Entegre Doppler Orbitografi ve Radyo Konumlandırma (DORIS, Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) ve Uydu Lazer Konumlayıcısı (SLR, Satellite Laser Ranging) gibi diğer uzay jeodezik tekniklerden farklıdır. VLBI istasyonlarının konumları yersel referans sisteminde, radyo kaynaklarının iki boyutlu açıl konumları (sapma ve sağ yükseliş) göksel referans sisteminde tanımlanmaktadır. Bu çalışmada Göksel Referans Çerçevesini gerçekleştiren radyo kaynaklarında sürekli VLBI kampanyaları boyunca ortaya çıkan olası duyarlık değişimlerinin izlenmesi amaçlanmaktadır. Jeodezik bir ağı kalitesi, klasik olarak bilinmeyenlerin ters ağırlık matrisi kullanılarak hesaplanan duyarlık kriterleri ile belirlenmektedir. Duyarlık kriterlerinden biri olan Helmert ortalama hata elipsi, büyük yarı eksen, küçük yarı eksen ve büyük yarı eksenin doğrultusundan oluşan parametrelere sahiptir. İyi tasarlanmış bir jeodezik ağda hata elipslerinin benzer yapıya sahip olması beklenir. Bu çalışmada Legacy-1 gözlem ağına sahip Sürekli VLBI Kampanyası 2017 (CONT17), The Potsdam Open Source Radio Interferometry Tool (PORT) ile değerlendirilmiştir. Her oturumda, radyo kaynaklarına ait Helmert ortalama hata elipslerinin parametreleri hesaplanmıştır. Helmert ortalama hata elipsi parametrelerinin her radyo kaynağının sahip olduğu gözlem sayısı ve açıl konumları arasındaki ilişki incelenmiştir. Buna göre yarı eksen büyüklüklerinin, radyo kaynaklarının sahip olduğu gözlem sayısı ile doğrudan ilişkili olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Çok Uzun Baz İnterferometrisi, Uluslararası Göksel Referans Çerçevesi, Duyarlık Kriterleri, Helmert Ortalama Hata Elipsi

### Abstract

The arrival time differences of the signals that come from radio sources to antennas that might be located on different continents are measured by Very Long Baseline Interferometry (VLBI). VLBI used for the first time in 1967 is the primary technique to determine the International Terrestrial Reference Frame (ITRF), the International Celestial Reference Frame (ICRF), and the Earth Orientation Parameters consisting of universal time, terrestrial and celestial pole coordinates. Since VLBI can determine the celestial and terrestrial reference frames, it differs from other space geodetic techniques, e.g. Global Navigation Satellite System (GNSS), Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite (DORIS), and Satellite Laser Ranging (SLR). The positions of the VLBI stations are determined in the Terrestrial Reference Frame and the two-dimensional angular positions (declination and right ascension) of the radio sources are defined in the Celestial Reference Frame. The goal of this study is to

monitor the changing precision of radio sources realizing the Celestial Reference Frame in continuous VLBI campaigns. The quality of a geodetic network is classically determined by the precision criteria obtained from the cofactor matrix of the unknown parameters. Helmert mean error ellipse, which is one of the precision criteria, consists of semi-major axis, semi-minor axis, and the direction of the semi-major axis. In a well-designed geodetic network, it is expected that the error ellipses should have homogenous structures. In this study, the sessions of the Continuous VLBI Campaign 2017 (CONT17) having a Legacy-1 observation network were evaluated with The Potsdam Open Source Radio Interferometry Tool (PORT). Parameters of the Helmert mean error ellipses of the radio sources were computed in each session of the CONT17. The relationship between the Helmert mean error ellipse parameters and the angular positions and the observation numbers of each radio source has been investigated. Accordingly, it has been seen that values of the semi-axis are directly related to the number of observations of the radio sources.

**Keywords:** *Very Long Baseline Interferometry, International Celestial Reference Frame, Precision Criteria, The Helmert Mean Error Ellipse*