



## GNSS-IR Tekniği İle Meteorolojik Parametreler ve Gelgit Bileşenleri Arasındaki İlişkinin Araştırılması

### *Investigation of the Relationship between Meteorological Parameters and Tidal Constituents with GNSS-IR Technique*

Cansu Beşel<sup>1,✉</sup>, Emine Tanır Kayıkcı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye.

✉cansubesel@ktu.edu.tr

#### Özet

Artan deniz seviyesinin özellikle kıyı alanlarında çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan önemli bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, deniz seviyesinde zaman içerisinde meydana gelen değişimin etkili ve doğru bir şekilde gözlemlenmesi ve değişime neden olan faktörlerin belirlenmesi önemlidir. Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri İnterferometrik Reflektometri (GNSS-IR), yansıyan sinyalleri kullanarak deniz seviyesinin belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle, geleneksel mareograf ölçümlerine alternatif bir teknik olarak düşünülmektedir. Bu çalışmada; meteorolojik parametrelerin deniz yüzeyinden yansıyan GNSS sinyalleri üzerindeki etkisi ve GNSS-IR tekniğinin gelgit bileşenlerinin belirlenmesine katkısı araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Servisi'ne (TUDES) bağlı mareograf istasyonu ile ortak yerleşkeli TRBZ sabit GNSS istasyonuna ait Sinyal Gürültü Oranı (Signal-to-Noise Ratio-SNR) verileri kullanılmıştır. Meteorolojik parametrelerin yansıyan sinyaller üzerindeki etkisini incelemek için ise TUDES üzerinden sağlanan TRBZ istasyonuna ait hava basıncı verisi ve ERA5 veri setinden sağlanan sıcaklık ve rüzgar hızı verileri kullanılmıştır. Sıcaklık, hava basıncı ve rüzgar hızı meteorolojik parametreleri ile SNR genlikleri ve trendden arındırılmış SNR genlikleri karşılaştırılmıştır. Bunun için; SNR genlikleri, trendden arındırılmış SNR genlikleri ve meteorolojik parametreler için sırasıyla trend analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak, sıcaklık ve rüzgar hızı parametreleri ile SNR ve trendden arındırılmış SNR genliklerinin aynı yönde eğilime sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, yapılan çalışma kapsamında gelgit değişimlerini incelemek ve GNSS-IR tekniğinin gelgit bileşenlerinin belirlenmesine katkısını araştırmak için SNR verileri kullanılarak GNSS-IR tekniği ile deniz seviyesi gözlemleri hesaplanmıştır. Ardından, GNSS-IR tabanlı deniz seviyesi gözlemleri ve mareograf kayıtları için yarı-günlük (M2, S2) ve günlük (K1, O1, P1) gelgitlerin genlikleri hesaplanmıştır. Elde edilen genlikler karşılaştırıldığında, maksimum ve minimum fark sırasıyla 4.16 cm ve 0.09 cm olarak bulunmuştur. Son olarak, mareograf kayıtlarından ve GNSS-IR tabanlı deniz seviyesi gözlemlerinden hesaplanan gelgit bileşenleri FES2014b, TPXO9-Atlas ve EOT20 küresel okyanus modelleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, yapılacak iyileştirmelerle beraber GNSS-IR tekniğinin de gelgit bileşenlerinin belirlenmesinde bir potansiyel olabileceği öngörülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Deniz Seviyesi, GNSS İnterferometrik Reflektometri, Meteorolojik Parametreler, Gelgit Bileşenleri

#### Abstract

Rising sea levels have significant impacts such as environmental, social, and economic along with coastal areas. For this reason, it is important to accurately monitoring the sea level change and identifying the factors that cause change. Global Navigation Satellite System Interferometric Reflectometry (GNSS-IR) enables to retrieve sea level heights using the reflected signal. Moreover, GNSS-IR is considered a promising alternative to conventional tide gauges. This study investigates both the effect of meteorological parameters on GNSS reflected signals from the sea surface and the contribution of the GNSS-IR technique to the determination of tidal constituents. Within the scope of the study, we used Signal-to-Noise Ratio (SNR) data from the TRBZ co-located GNSS station operated by the Turkish National Sea Level Monitoring System (TUDES). Air pressure from TUDES and temperature and wind speed data obtained by the ERA5 dataset have been used to assess the effect of meteorological parameters on reflected signals. Temperature, air pressure, and wind speed



meteorological parameters compared with the SNR amplitude and detrended SNR amplitude. Therefore; trend analysis were performed for SNR amplitudes, detrended SNR amplitudes, and meteorological parameters, respectively. Consequently, the temperature and wind speed parameters have the same trend with SNR and detrended SNR amplitudes. Moreover, sea level observations were calculated using GNSS-IR SNR data to examine the tidal variability and to investigate the contribution of the GNSS-IR technique to the determination of tidal constituents. Then, semi-diurnal (M2, S2) and diurnal (K1, O1, P1) amplitudes of tidal constituents were computed from GNSS-IR-based sea level observations and tide gauge records. The comparison of amplitudes demonstrated that the maximum and minimum differences were 4.16 cm and 0.09 cm, respectively. Finally, estimating the tidal constituents from tide gauge records and GNSS-IR-based sea level observations compared with global ocean models such as FES2014b, TPXO9-Atlas, and EOT20. As a result of the study, it was predicted that the improving GNSS-IR technique may also have the potential in estimating the tidal constituents.

**Keywords:** *Sea Level, GNSS Interferometric Reflectometry, Meteorological Parameter, Tidal Constituents*