

## Uydu Gravite Misyonları Verilerinin Türkiye’de Bölgesel Gravite Alanının Modellenmesine Katkısının İncelenmesi

### *Investigation on the Contribution of Satellite Gravity Mission Data to Regional Gravity Field Modeling in Turkey*

Muhammed Raşit Çevikalp<sup>1,✉</sup>, Mustafa Serkan Işık<sup>1</sup>, Bihter Erol<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul*

✉ [cevikalpm@itu.edu.tr](mailto:cevikalpm@itu.edu.tr)

### Özet

Türkiye’de devam eden yükseklik sisteminin modernizasyonu çalışmaları, gravite verilerinin kalitesini ve kapsamını iyileştirmeye, yüksek doğruluklu bir geoid modeli elde etmek için mevcut yersel gravite verilerindeki hataları ortadan kaldırmaya odaklanmaktadır. Son yıllarda uydu gravite misyonlarından elde edilen veriler ile global jeopotansiyel modellerin doğrulukları önemli ölçüde artırılmış olup gravite alanının uzun dalga boylu bileşeni iyileştirilmiştir. Yüksek çözünürlüklü bölgesel geoid modelinin doğruluğunu doğrudan etkileyen uzun dalga boylu bileşenin, gravimetrik geoid modellemede hangi spektral bant aralığında ne miktarda katkı verdiğinin raporlanması, geoid modelinin 1–2 cm doğrulukla belirlenmesi ve geoid dayalı bir düşey datumun gerçekleştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, sadece uydu gravite misyonlarından elde edilen global jeopotansiyel modeller (satellite-only) ile birlikte yersel gravite verisi ve altimetre misyonlarından faydalanarak üretilen yüksek çözünürlüklü kombine modellerin Türkiye’de performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İlk aşamada GOCE uydusunun verileri ile elde edilmiş, son zamanlarda yayınlanmış olan DIR R6, TIM-R6, SPW R5 ve GOCO0S R6 modelleri spektral iyileştirme yöntemi kullanılarak Türkiye geneline homojen yayılmış 100 GNSS/Nivelman istasyonunda test edilmiştir. Derece tabanlı yapılan sayısal kıyaslarda GOCE uydusu verilerini içermeyen EGM2008 modelinin doğruluğu referans alınmış ve böylece GOCE misyonunun katkısı ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, spektral olarak geliştirilmiş GOCE tabanlı jeopotansiyel modellerin, EGM2008 modeline kıyasla yaklaşık %23'lük bir iyileşme sağladığı tespit edilmiştir. Test edilen modeller arasında TIM-R6 modeli, 8.9 cm ile en iyi performansı gösteren model olduğu görülmüştür. Çalışmanın ikinci aşamasında ise yüksek açınım derecesine sahip kombine modellerin, GNSS/Nivelman ve yersel gravite verileri kullanılarak performansları değerlendirilmiştir. EIGEN6C-4, GECO, SGG-UGM-1 ve XGM2019e jeopotansiyel modellerinin performansları değerlendirilmiş olup, GNSS/Nivelman noktalarındaki test sonuçlarına göre, EIGEN-6C4 modeli 9.3 cm doğruluk ile en iyi performansı gösteren model seçilirken, yersel gravite verileriyle en iyi uyumu 5.5 mGal ile yine EIGEN-6C4 modeli göstermiştir. Çalışma yüksek çözünürlük geoid modellemede uzun dalga boylu bileşen katkısını da incelemekte, elde edilen bulgular bağlamında tartışmaya sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** *Gravite Uydu Misyonları, GOCE, Global Jeopotansiyel Model, Geoid, GNSS/Nivelman.*

### Abstract

The ongoing modernization of the height system in Turkey focuses on improving the quality and coverage of gravity data and eliminating errors in existing terrestrial gravity data to obtain a high-accuracy geoid model. In recent years, the data from satellite gravity missions have significantly increased the accuracy of global geopotential models and improved the long-wavelength component of the gravity field. Clarifying the contribution of the long-wavelength component, which directly affects the accuracy of a high-resolution regional geoid model, and in which spectral band range it contributes in gravimetric geoid model is of great importance when determining a 1–2 cm accuracy geoid model and realizing a geoid-based vertical datum are aimed. In this study, it is aimed to evaluate the performance of global geopotential models derived from satellite-only and high-resolution combined models produced by utilizing terrestrial gravity data and altimeter missions in Turkey. In the first part of this study, the recently published satellite-only DIR-R6, TIM-R6, SPW-R5 and GOCO0S-R6 models using the spectral enhancement method were tested at 100 GNSS/Leveling stations spread

homogeneously across Turkey. The accuracy of the EGM2008 model, which does not include GOCE satellite data, was taken as a reference in the degree-based numerical comparisons, thus revealing the contribution of the GOCE mission. According to the results, the spectrally enhanced GOCE-based geopotential models were found to provide an improvement of about 23% compared to the EGM2008 model. Among the tested models, the TIM-R6 model was found to be the best-performing model with 8.9 cm. In the second phase of the study, the performances of the combined models were tested using GNSS/Leveling and terrestrial gravity data. The performances of EIGEN6C-4, GECO, SGG-UGM-1, and XGM2019e geopotential models were evaluated, and according to the test results at GNSS/Leveling points, the EIGEN-6C4 model was selected as the best performing model with an accuracy of 9.3 cm, while the EIGEN-6C4 model showed the best agreement with the terrestrial gravity data with 5.5 mGal. The study also examines the contribution of the long wavelength component in high-resolution geoid modeling and presents it for discussion in the context of the findings.

**Keywords:** Gravity Satellite Missions, GOCE, Global Geopotential Model, Geoid, GNSS/Leveling.