The Investigation of the Performance of Different Global Ionosphere Maps with GPS/GNSS Measurements in Turkey

Hamza Yıldırım [1*+], Erman Şentürk [2] and Murat Selim Çepni [2]

[1] Department of Construction and Technical, Kocaeli University, Kocaeli, Turkey
[2]Department of Surveying Engineering, Kocaeli University, Kocaeli, Turkey
[*]Corresponding author: hamza.yildirim@kocaeli.edu.tr
[+]Speaker: hamza.yildirim@kocaeli.edu.tr
Presentation Type: Oral
Presentation Language: Turkish

Abstract

The ionosphere layer is a three-dimensional ion and free electron field, which is a time-varying and complex physical system, covering an area of about 50-2000 km from the earth to the atmosphere. Determining of the amount of free electrons accurately and precisely in this layer is very important in terms of many different disciplines and fields of study. For this purpose, many different institutions and organizations have published the Total Electron Content values indicating the amount of free electrons in the ionosphere on a global, regional or point-based. In this study, TEI values of 12 different Global Ionosphere Maps (GIM) produced by 7 different institutions/organizations were compared with TEI values of International GNSS Service Station ANKR. GIM-TEC values at location of ANKR station are calculated from nearest four-grid point using the bivariate interpolation technique. The TEC values were obtained in a period of 2 hours per day in 2013 (disturbed) and 2018 (quiet), depending on the space-weather conditions. Considering the differences of the GIM-TEC values with the GPS-TEC values of ANKR station, it was observed that the GIM produced by IGS (IGSG) in 2013, which had high solar activity, was more compatible with the GPS-TEC values compared to the others. In addition, in 2018, which has low solar activity, the GIM produced by CODE (CODG) was found to be more compatible with the GPS-TEI values compared to others. Accordingly, the lowest annual RMS values of the GIM-TEC and GPS-TEC differences were determined as 0.9 TECU in IGSG in 2013 and approximately 0.5 TECU in CODG in 2018. In addition, when the correlations of both data were examined, the highest correlation values were observed in the same GIMs. The results indicate that the detection of the GIM, which is in best coherence with the GPS-TEC values according to the condition of the space-weather and the area studied, is necessary especially in studies where sensitive ionosphere modeling is very important (positioning, navigation, communication, earthquake-ionosphere relationship, etc.).

Keywords: GPS/GNSS, ionophere, global ionosphere maps

Türkiye'de Farklı Küresel İyonosfer Haritalarının GPS / GNSS Ölçümleri ile Performanslarının Araştırılması

Özet

İyonosfer tabakası, yeryüzünden atmosfere doğru yaklaşık 50-2000 km yükseklikteki bölgeyi kapsayan, zamana bağlı değişken ve karmaşık bir fiziksel sistem olan üç boyutlu bir iyon ve serbest elektron alanıdır. Bu tabakadaki serbest elektron miktarının doğru ve hassas bir şekilde belirlenmesi, birçok farklı disiplin ve çalışma alanı açısından oldukça önemlidir. Bu amaçla birçok farklı kurum ve kuruluş iyonosferdeki serbest elektron miktarını belirten Toplam Elektron İçeriği değerlerini küresel, bölgesel veya nokta bazlı olarak yayınlanmaktadır. Bu çalışmada, 7 farklı kurum/kuruluş tarafından üretilmekte olan 12 farklı Küresel İyonosfer Haritası'nın (KİH) TEİ değerleri, Uluslararası GNSS Servisi istasyonu ANKR TEİ değerleri ile karşılaştırılmıştır. ANKR istasyonu konumundaki KİH-TEİ değerleri en yakın 4 ızgara noktasından iki değişkenli enterpolasyon tekniği ile hesaplanmıştır. Uzay-iklim koşullarına bağlı olarak TEİ değerleri, 2013 (hareketli) ve 2018 (sakin) yıllarında günlük 2 saat zaman diliminde elde edilmiştir. KİH-TEİ değerlerinin ANKR istasyonu GPS-TEİ değerleriyle farkları dikkate alındığında, yüksek solar aktivitesinin olduğu 2013 yılında IGS tarafından üretilmekte olan KİH (IGSG) değerlerinin diğerlerine görece GPS-TEİ değerleriyle daha uyumlu olduğu görülmüştür. Ayrıca, düşük solar aktivitesinin olduğu 2018 yılında ise CODE tarafından üretilmekte olan KİH (CODG) değerlerinin diğerlerine görece GPS-TEİ değerleriyle daha uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Buna göre KİH-TEİ ile GPS-TEİ farklarının en düşük yıllık RMS değerleri, 2013 yılında IGSG'de yaklaşık 0.9 TECU ve 2018 yılında CODG'de yaklaşık 0.5 TECU olarak tespit edilmiştir. Buna ek olarak, her iki verinin korelasyonları incelendiğinde yine aynı KİH'lerde en yüksek korelasyon değerlerinin olduğu görülmüştür. Sonuçlar, uzay-iklim koşullarının durumuna ve çalışılan bölgeye göre GPS-TEİ değeriyle en iyi uyum içerisinde olan KİH'nın tespit edilmesinin özellikle iyonosferin hassas olarak modellenmesinin oldukça önemli olduğu çalışmalarda (konum belirleme, navigasyon, haberleşme, deprem-iyonosfer ilişkisi vb.,) gerekli olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: GPS/GNSS, iyonosfer, küresel iyonosfer haritaları