

Doğrudan Coğrafi Konumlandırmanın Güvenilirlik Analizi

^aAbdullah KAYI, Altan YILMAZ, Mustafa ERDOĞAN, Abdullah OKUL ve ^bBülent BAYRAM

^aMSB Harita Genel Komutanlığı, Fotogrametri Dairesi Başkanlığı, 06100, Dikimevi, Ankara (abdullah.kayi, altan.yilmaz, mustafa.erdogan, abduallah.okul)@hgk.msb.gov.tr

^bYıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, Davutpaşa, İstanbul

ANAHTAR KELİME: Doğrudan Coğrafi Konumlandırma, GNSS\IMU, Sabit Yer GNSS İstasyonu, Doğruluk, Hassasiyet

ÖZET:

Olayların uzay zamanındaki başlangıçları hakkında bilgi elde etme sürecine coğrafi konumlandırma denilmektedir. Bu zaman; konum, yükseklik, dönüklük ve ilgilenilen nesnelere hızları gibi bazı dış yönelme parametrelerinin tanımlanmasına ihtiyaç duymaktadır. Algılayıcıların tipine ve modeline bağlı olan dış yönelme parametreleri, platformlara takılmış algılayıcılar tarafından doğrudan elde edildiğinde doğrudan coğrafi konumlandırma tekniği kullanılmış olur. Bir başka deyişle doğrudan coğrafi konumlandırma, uçuş anında GPS\IMU bütünlük sistemi yardımıyla yer kontrol noktası kullanılmadan dış yönelme elemanlarının belirlenmesidir. Doğrudan coğrafi konumlandırmanın doğruluğu GNSS\IMU sisteminin doğruluğuna bağlıdır. GNSS\IMU verisinin işleme doğruluğu, GNSS ve IMU'nun başarıyla entegrasyonu için önemli bir faktördür. Dış yönelme elemanlarının tespitinde yer kontrol noktası kullanılmadığı için doğrudan coğrafi konumlandırmanın güvenilirliği GNSS\IMU verilerinin işlenmesi sürecinde elde edilen tahmini konum doğruluğu ve gidiş-geliş çözüm farklarından belirlenebilmektedir. Bu amaçla Ankara ilinde yaklaşık 1292 km² bir test alanı oluşturulmuştur. 393 hava fotoğrafı, Microsoft Ultracam-X sayısal hava kamerasıyla, 13-14 Haziran 2012 tarihinde, 30 cm yer örnekleme aralığında, % 60 ileri %30 yan bindirme oranlarında 12 doğu-batı, 2 kuzey-güney kolonları olacak şekilde çekilmiştir. GNSS verisinin işlenmesi için iki farklı yöntemle (Tek Sabit GNSS istasyonu- ağ yapılı sabit GNSS istasyon çözümü) üç farklı veri seti oluşturulmuştur. Tek sabit GNSS istasyonu olarak Ankr, ağ yapılı çoklu sabit yer GNSS istasyonları olarak Cml, Kkal, Kulu, Naha, Yunk ve Cml, Kkal, Kulu, Naha, Yunk, Ankr seçilmiştir. Tek noktalı GNSS\IMU verisinin işlenmesinde, tahmini konum doğruluğu ve gidiş- geliş çözüm farkları ile bağımsız denetleme noktalarına gelen artık hataların birbiriyle uyumlu olmadığı gözlemlenmiştir. Sabit yer GNSS istasyon verisinden kaynaklı bu hatanın tespit edilmesi neredeyse imkânsızdır. Bu nedenle Ankr istasyonu ile birlikte Cml, Kkal, Kulu, Naha ve Yunk sabit yer GNSS istasyon verileri kullanılarak ağ yapılı çözüm yapılmış ve tahmini konum doğruluğu ve gidiş- geliş çözüm farkları raporlarında Ankr sabit GNSS istasyon verisinin tutarsız olduğu tespit edilmiştir. Ankr sabit GNSS istasyon verisi kullanılmadan yapılan ağ yapılı çözümde ise denetleme noktasına gelen hatalar ile tahmini konum doğruluğu ve gidiş- geliş çözüm farkları raporlarında gösterilen doğruluk değerleri birbirine uyumlu çıkmıştır.

KEY WORDS: Direct Georeferencing, GNSS\IMU, CORS, Accuracy, Reliability

ABSTRACT:

The process of obtaining information about the beginning of events in space time is called georeferencing. If possible this time needs to be defined some external orientation parameters, such as position, height, orientation and speeds of interested objects. If these external orientation parameters based on the type and model of the sensors are obtained directly by sensors mounted on the platforms, then the direct georeferencing technique is used. In other words, aim of the direct georeferencing is the determination of the external orientation parameter during the flight with the aid of GNSS\IMU integrated system without using the ground control point. The accuracy of direct georeferencing depends on the accuracy of the GNSS \ IMU system. The GNSS processing accuracy is one of the important factors for successful integration of GNSS and IMU. Since the ground control points are not used in the determination of exterior orientation parameters, the reliability of direct georeferencing can be determined from the estimated position accuracy and combined separation plots obtained during the processing of GNSS \ IMU data. For that reason, a test region covers approximately 1296 km area in Ankara was established. The flight was accomplished on 13th and 14th of June 2012 with 12 east-west and 2 north-south flight lines using the Microsoft UltraCamX large format digital aerial camera. 393 images were taken with 30 cm ground sampling distance (GSD) by % 60 endlap and %30 sidelap. 3 different data sets have been created for processing GNSS \ IMU data in 2 different methods (single CORS data solution- Network CORS data Solution). Ankr CORS was selected as the single solution, Cml, Kkal, Kulu, Naha, Yunk and Cml, Kkal, Kulu, Naha, Yunk, Ankr CORS were selected as network solution. In the single GNSS\IMU processing, it was seen that, the residual errors of independent check point, estimated position accuracy and combined separation values were not in harmony with each other. This error was almost impossible to detect since it was originated from CORS data. For this reason, the network solution was solved using Cml, Kkal, Kulu, Naha, Yunk with Ankr CORS data and it was easily determined that Ankr CORS data were inconsistent in estimated position accuracy and combined separation plots. In the networked solution without using Ankr CORS data, the residual errors of independent check point and the accuracy values shown in the estimated position accuracy and combine separation plots were found compatible to each other.

1. GİRİŞ

Doğrudan coğrafi konumlandırma yeni bir yöntem olmayıp, nerdeyse ticari uygulamalarda başarıyla geçirdiği 15'inci yılı kutlamaktadır (Hutton ve Mostafa, 2005) ve akademik çalışmalarda daha da eskiye dayanmaktadır (Schwarz vd., 1993). Yöntemin takdim edilmesinde yaşanan başlangıç duraksamalarından sonra GNSS\IMU ile doğrudan coğrafi

konumlandırma yöntemi uygulaması modern havadan harita yapım araçlarının giderek ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Doğrudan coğrafi konumlandırma yöntemi uygulanması sadece harita yapım hızını artırmakla kalmayıp bunun yanında yeni gözlem uygulamalarının önünü açmıştır. Aynı zamanda lazer, kamera, sivil haritacılık için radar sistemleri gibi bazı algılayıcıların başlangıçları için pratik uygulamaları yapılabilmektedir (Skaloud, 2006). Konu ile ilgili çok sayıda

akademik çalışma yapılmıştır (Jacobsen, 2000; Grejner-Brezinsk, 2000; Grewal ve Andrews, 2001; Cramer ve Stallmann, 2002; Cramer, 2003; Jacobsen, 2006; Kayı, 2013).

2. TANIMLAR

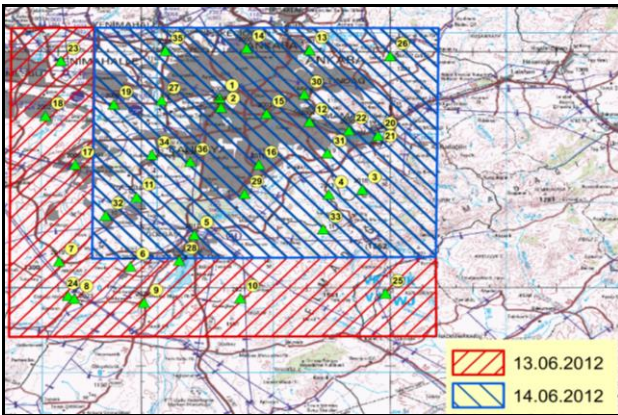
Olayların uzay zamanındaki başlangıçları hakkında bilgi elde etme sürecine coğrafi konumlama denilmektedir. Bu zaman; konum, yükseklik, dönüklük ve mümkünse ilgilenilen nesnelerin hızları gibi bazı dış yöneltme parametrelerinin tanımlanmasına ihtiyaç duymaktadır. Algılayıcıların tipine ve modeline dayanan bu dış yöneltme parametreleri platformlara takılmış algılayıcılar tarafından doğrudan elde edilirse doğrudan coğrafi konumlama tekniği kullanılmıştır. Bir başka deyişle doğrudan coğrafi konumlandırma, uçuş anında GPS\IMU bütünleşik sistemi yardımıyla yer kontrol noktası kullanmadan dış yöneltme elemanlarının belirlenmesidir (Skaloud, 2006).

3. MOTİVASYON

Bu çalışmanın amacı, doğrudan coğrafi konumlandırma yönteminin güvenilirlik problemini ortaya koymak ve çözüm yolları üretmektedir. Doğrudan coğrafi konumlandırma yönteminde bağımlı veya bağımsız yer kontrol noktası kullanılmadığı için yapılacak konumlandırma sürecinin doğruluk analizi yapılamayacaktır. Bunun yerine GNSS\IMU verilerinin işlendiği paket programlardan elde edilen iç doğrulukla ilgili raporlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada, GraftNav paket yazılımı ile yapılan GNSS\IMU verisini işleme süreci, elde edilen raporlar, yanlışlamalar ve çözüm önerileri sunulacaktır

4. TEST ALANI

Ankara şehir merkezini içeren 1.296 km² test alanı seçilmiştir. UltraCamX Sayısal Hava Kamerasıyla 13-14 Haziran 2012 tarihinde, 30 cm yer örnekleme aralığında %60 ileri %30 yan bindirme oranlarında çekilmiş 393 adet hava fotoğrafı kullanılmıştır. Çalışma bölgesine homojen dağılmış 36 adet denetleme noktası, TUSAGA-Aktif Uyumlu RTK GPS alıcısı ile ölçülmüştür. Denetleme noktalarının üç boyutlu konum doğrulukları ± 4 cm'dir. Denetleme noktalarının dağılımı Şekil-1'de gösterilmiş, test çalışmasıyla ilgili teknik özellikler Çizelge-1'de verilmiştir.



Şekil-1 Test Alanı ve Yer Kontrol Noktalarının Gösterimi

Amaç	Test
Tarih	13-14 Haziran 2012
Uçak	Beechcraft King Air B-200
Uçuş Kontrol Sistemi	CNSS 4
IMU Sistemi	IGI IMU-İld
Kamera	Ultracam X
Odak Uzaklığı	100.5 mm
Piksel Boyutu	14,430 x 9,420
Nominal YÖA	30 cm
İleri Bindirme	%60
Yan Bindirme	%30
Kolon sayısı	12
Dik Kolon Sayısı	2
Fotoğraf Sayısı	393
Bağımsız Denetleme Noktası	36
Alan	36 km x 36 km

Çizelge-1 Test Çalışmasına İlişkin Detaylı Bilgiler

5. GNSS\IMU VERİ İŞLEMESİ

a. Tek Sabit Yer GNSS İstasyonu Kullanarak GNSS\IMU Verilerinin İşlenmesi

Tek sabit GNSS istasyonu kullanarak GNSS\IMU verilerinin işlenmesi sürecinde, GNSS\IMU verisinin entegrasyonu gevşek bağlı dağıtılmış kalman filtreleme yaklaşımı ile çözülmektedir. Bu çözümde ilk olarak diferansiyel GNSS faz verisi çözülmüştür, daha sonra diferansiyel GNSS konum ve hız bilgisi iç veri çözümü için girdi parametreleri olarak hazırlanır. GNSS verisini değerlendirilmesi için GraftNav yazılımı, sonuç veri işleme için ise AeroOffice Kalman Filtreleme yazılımı kullanılmıştır.

Çalışma bölgesinin merkezine yaklaşık 5 km mesafede olan Ankara Tusaga-Aktif sabit yer GNSS istasyonuna ait 1 sn aralıklı Rinex formatındaki veriler kullanılarak hava fotoğrafı çekimi esnasında GNSS\IMU sistemi tarafından kaydedilen GNSS verileri iyileştirilmiştir. GraftNav yazılımıyla yapılan çözümlere ilişkin gidiş geliş çözüm farkları ve tahmini konum doğruluğu fotoğraf çekimi gerçekleştirilen iki gün için de Ekler kısmında sunulmuştur.

Gidiş geliş çözüm farkları ve tahmini konum doğruluğu raporları GNSS\IMU verilerinin işlenmesi aşamasında kontrol mekanizması görevi görmektedir. Doğrudan coğrafi konumlandırmanın doğası gereği yer kontrol noktası kullanılmadığı için yapılan projenin doğruluk, hassasiyet ve güvenilirlik analizi bu raporlar yardımıyla yapılmaktadır. Bu raporlar sayesinde yaklaşık doğruluk tahminleri yapılmakta, kaba hatalı ölçü veya standart dışı bir durum tespit edilebilmektedir.

ANKR Sabit GNSS istasyonu verisiyle yapılan GNSS\IMU verilerinin işlenmesine ilişkin gidiş-geliş çözüm farkları incelenmiş ve 13 Haziran 2012 tarihli uçuş için X-Y yönünde 2 cm, Z yönünde 6 cm, 14 Haziran 2012 tarihli uçuş da ise X-Y yönünde 2 cm Z yönünde ise 15 cm maksimum fark olduğu gözlemlenmiştir. Tahmini konum doğruluklarının da ise 13 Haziran 2012 tarihli uçuş için X-Y yönünde 2-4 cm, Z yönünde 7 cm, 14 Haziran 2012 tarihli uçuş da ise X-Y yönünde 2-4 cm Z yönünde ise 8 cm maksimum fark olduğu gözlemlenmiştir. Doğruluk ve fark değerleri uçuş boyunca aynı seyirde, kabul edilebilir sınırlar içerisinde hareket etmiş ve göze çarpan derecede anlık yükseliş göstermediği için uygun olduğu değerlendirilmiştir.

Yer kontrol noktası kullanmadan GNSS\IMU verileriyle yapılan düzenleme (regularization) işlemi Match_AT 5.5 versiyonunda gerçekleştirilmiştir. Öncelikle otomatik bağlama noktası toplanmış ve arazide ölçülen 36 adet bağımsız denetleme noktasına gelen artık hatalar hesaplanmıştır. Düzenleme sonuçlarına göre karesel ortalama hata, ortalama hata, maksimum ve minimum hatalar Çizelge-2’de gösterilmiştir.

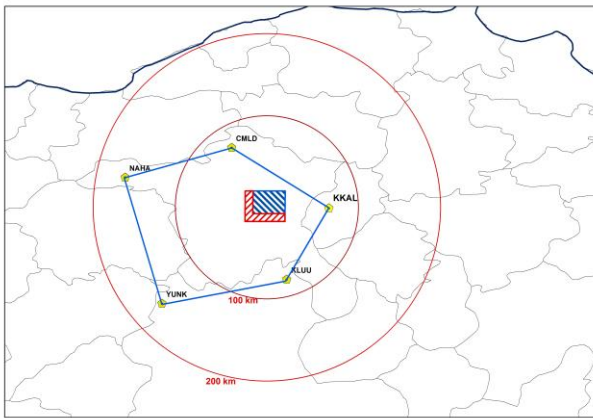
	KOH			Ortalama Hata		
	x	y	z	x	y	z
	0.206	0.352	1.109	0.156	0.284	1.056
Ankr	Maksimum Hata			Minimum Hata		
	x	y	z	x	y	z
	0.443	0.212	-0.293	-0.279	-0.826	-1.687

Çizelge-2 Bağımsız Denetleme Noktalarına Gelen Artık Hatalar

Bağımsız denetleme noktalarına gelen artık hatalar incelendiğinde X-Y yönündeki hatalar GNSS\IMU verisi işlenirken kontrol edilen rapordaki değerlere uygun çıkarken Z yönünde beklenilmeyen bir hatayla karşılaşmıştır. Her ne kadar gidiş-geliş çözüm farkları ve tahmini konum doğrulukları kontrol edilse bile bu hata öngörülememiştir. Bu durum doğrudan coğrafi konumlandırma yönteminin güvenilirlik problemini ortaya koymak açısından güzel bir örnektir.

b. Ağ Yapılı Sabit Yer GNSS İstasyonu Kullanarak GNSS\IMU Verilerinin İşlenmesi (CMLD, KKAL, KULU, NAHA ve YUNK)

Tek sabit ANKR yer GNSS istasyon verisi kullanılarak yapılan çözümde bağımsız denetleme noktalarına özellikle Z yönünde gelen 4 piksellik hata nedeniyle aynı test verisi ağ yapısıyla çözülmüştür. Buradaki amaç, GNSS\IMU verilerinin işlenmesi sürecindeki değişkenleri değiştirerek hata kaynağını bulmaktır. Bu amaçla test bölgesinin merkezine yaklaşık 80-120 km mesafede olan CMLD, KKAL, KULU, NAHA ve YUNK sabit GNSS istasyonlarına ait 1 saniye aralıklı Rinex formatındaki veriler kullanılarak uçakta kaydedilen GNSS verisi ağ yapısı oluşturularak işlenmiştir (Şekil-2).



Şekil-2 Ağ Yapılı Sabit Yer GNSS İstasyonu Dağılımı

Ağ yapılı GNSS çözümüne ait GNSS gidiş geliş çözüm farkları ve tahmini konum doğruluğu, uçuş yapılan iki gün için ayrı ayrı Ekler kısmında sunulmuştur. Gidiş-geliş çözüm farkları incelenmiş ve 13 Haziran 2012 tarihli uçuş için X-Y yönünde 2-4 cm, Z yönünde 6 cm, 14 Haziran 2012 tarihli uçuş da ise X-Y yönünde 2 cm Z yönünde ise 4 cm maksimum fark olduğu

gözlenmiştir. Tahmini konum doğruluklarında ise 13 Haziran 2012 tarihli uçuş için X-Y yönünde 3-4 cm, Z yönünde 6 cm, 14 Haziran 2012 tarihli uçuş da ise X-Y yönünde 2-4 cm Z yönünde ise 7 cm maksimum hata olduğu gözlenmiştir.

36 adet denetleme noktası Match_AT 5.5 dengeleme yazılımına denetleme noktası olarak tanıtılmış ve otomatik bağlama noktası toplanmıştır. Yapılan düzenleme işlemi sonucunda 36 bağımsız denetleme noktasına gelen karesel ortalama hata, ortalama hata, maksimum ve minimum hatalar hesaplanmış ve Çizelge-3’de gösterilmiştir.

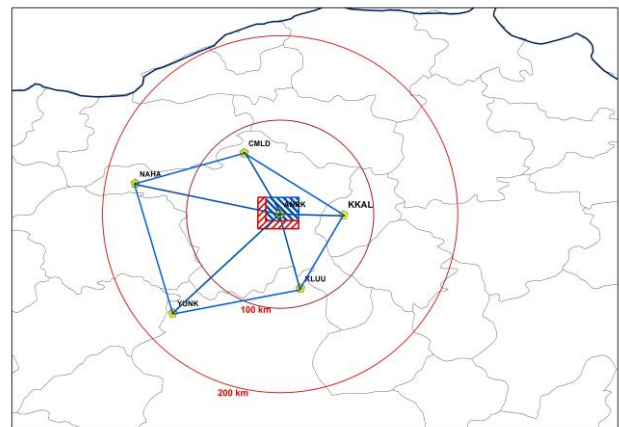
	KOH			Ortalama Hata		
	x	y	z	x	y	z
	0.247	0.268	0.368	0.199	0.227	0.313
Ağ	Maksimum Hata			Minimum Hata		
	x	y	z	x	y	z
	0.545	0.514	0.764	-0.263	-0.564	-0.679

Çizelge-3 Bağımsız Denetleme Noktalarına Gelen Artık Hatalar

Denetleme noktalarına gelen artık hatalar incelendiğinde ANKR sabit GNSS istasyon verisi kullanılarak yapılan çözüme göre Z yönünde 4 piksel olan hatanın yaklaşık 1 piksele düştüğü gözlenmiştir.

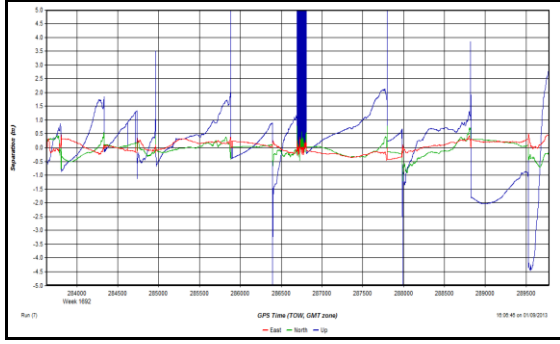
c. Ağ Yapılı Sabit Yer GNSS İstasyonu Kullanarak GNSS\IMU Verilerinin İşlenmesi (CMLD, KKAL, KULU, NAHA, YUNK ve ANKR)

ANKR sabit GNSS istasyon verisinin GNSS\IMU veri işleme sürecinde Z yönünde bozucu etkisinin testi amacıyla ağ yapısına ANKR sabit GNSS istasyon verisi de eklenerek yeniden uçuş esnasında kaydedilen GNSS\IMU verisi işlenmiştir. Tek sabit ANKR yer GNSS istasyon verisi kullanılarak yapılan çözümde bağımsız denetleme noktalarına özellikle Z yönünde 4 piksellik bir hata gelmiştir. ANKR istasyonunun kullanılmadığı ağ yapılı çözümde hatanın 1 piksele düşmesi sebebiyle ağ çözümüne ANKR istasyonu da dâhil edilerek GNSS\IMU verileri işlenmiştir. Bu sayede 3 piksellik fark hatasının ANKR istasyon verisinden kaynaklanıp kaynaklanmadığı ortaya çıkarılacaktır. Bu amaçla test bölgesinin merkezine yaklaşık 80-120 km mesafede olan CMLD, KKAL, KULU, NAHA, YUNK ve ANKR sabit yer GNSS istasyonlarına ait 1 saniye aralıklı Rinex formatındaki veriler kullanılarak uçakta kaydedilen GNSS verisi ağ yapısı oluşturularak işlenmiştir (Şekil-3).

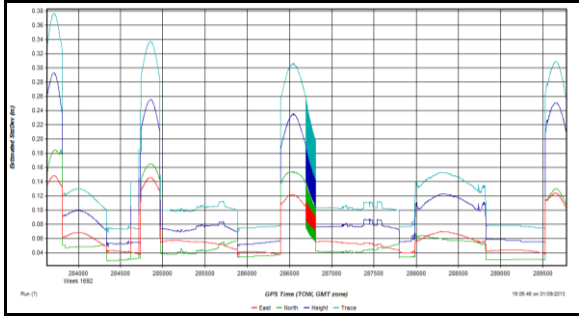


Şekil-3 Ağ Yapılı Sabit Yer GNSS İstasyonu Dağılımı

Ağ yapılı GNSS çözümüne ait GNSS gidiş geliş çözüm farkları ve tahmini konum doğruluğu uçuş yapılan iki gün için ayrı ayrı Ekler kısmında sunulmuştur. 13 Haziran 2012 tarihli gidiş-geliş çözüm farkları ve tahmini konum doğruluğu incelenmiş kullanılan veri kümesinin birbiri ile uyumlu olmadığı anlaşılmıştır (Şekil-4 ve Şekil-5). 14 Haziran 2012 tarihli uçuş da gidiş-geliş çözüm farkları ve tahmini konum doğruluğu beklenen değerlerde çıkmıştır.



Şekil-4 13 Haziran 2012 tarihli Gidiş-Geliş çözüm farkları



Şekil-5 13 Haziran 2012 tarihli Tahmini Konum Doğruluğu

36 adet denetleme noktası Match_AT 5.5 dengeleme yazılımına denetleme noktası olarak tanımlanmış ve otomatik bağlama noktası toplanmıştır. Yapılan düzenleme işlemi sonucunda 36 bağımsız denetleme noktasına gelen karesel ortalama hata, ortalama hata, maksimum ve minimum hatalar hesaplanmış ve Çizelge-4'de gösterilmiştir.

	KOH			Ortalama Hata		
	x	y	z	x	y	z
Ağ	0.213	0.305	0.361	0.173	0.230	0.304
	Maksimum Hata			Minimum Hata		
	x	y	z	x	y	z
	0.406	0.424	0.722	-0.380	-0.790	-0.684

Çizelge-4 Bağımsız Denetleme Noktalarına Gelen Artık Hatalar

6. SONUÇ

Olayların uzay zamanındaki başlangıçları hakkında bilgi elde etme sürecine coğrafi konumlandırma denilmektedir. Bu zaman; konum, yükseklik, dönüklük ve mümkünse ilgilenilen nesnelerin hızları gibi bazı dış yöneltme parametrelerinin tanımlanmasına ihtiyaç duymaktadır. Süreç içinde algılayıcı tipine ve modeline bağlı olan bu dış yöneltme parametrelerin platformlara takılmış algılayıcılar tarafından doğrudan elde edildiği doğrudan coğrafi konumlandırma tekniği yaygınlaşmıştır. Doğrudan coğrafi konumlandırmanın amacı, hava fotoğrafı

çekimi sırasında, GPS\IMU bütünleşik sistemi yardımıyla, yer kontrol noktası kullanmadan dış yöneltme elemanlarının belirlenmesidir. Ticari alanda 20. yılına giren doğrudan coğrafi konumlandırma yönteminin konum doğruluğu GNSS\IMU sisteminin doğruluğuna bağlıdır. GNSS\IMU verisinin işleme doğruluğu, GNSS ve IMU'nun başarıyla entegrasyonu için önemli bir faktördür GNSS\IMU entegre sisteminde yaşanan gelişmeler, kameraların laboratuvar ve operasyonel kalibrasyonları sayesinde giderek artmaktadır. Buna rağmen yöntemin güvenilirlik problemi devam etmektedir. Dış yöneltme elemanlarının tespitinde yer kontrol noktası kullanılmadığı için doğrudan coğrafi konumlandırmanın güvenilirliği GNSS\IMU verilerinin işlenmesi sürecinde elde edilen tahmini konum doğruluğu ve gidiş-geliş çözüm farklarından kontrol edilebilmektedir.

GNSS\IMU verisinin işlenmesinde gerek maliyet gerekse zamansal faktörlerden dolayı genellikle tek sabit GNSS istasyon verisi kullanılmaktadır. Ancak sabit GNSS istasyon verisinde bozukluk olsa da kendi iç doğruluğu yüksek olduğu için bu hata fark edilmeyecek ve sonuç ürün bu hatayla birlikte üretilecektir. Nitekim bu çalışmada, sadece ANKR istasyon verisi kullanılarak yapılan uygulamada z doğruluğu 4 piksel civarında bulunmuştur. Bağımsız bir denetleme noktası olmadığında bu hatanın tespiti neredeyse imkânsızdır.

Böyle bir durumun yaşanmaması için mutlaka ağ yapılı GNSS\IMU çözümünün uygulanmasının gerekliliği bu çalışmada yapılan testlerle ortaya konulmuştur. GNSS\IMU verilerinin işlenmesi sürecindeki değişkenleri değiştirerek hata kaynağının bulunması amacıyla test bölgesinin merkezine yaklaşık 80-120 km mesafede olan CMLD, KKAL, KULU, NAHA ve YUNK sabit yer GNSS istasyonlarına ait 1 saniye aralıklı Rinex formatındaki veriler kullanılarak uçakta kaydedilen GNSS verisi ağ yapısı oluşturularak işlenmiştir. Bağımsız denetleme noktalarına gelen hatalar kontrol edildiğinde hatanın uçaktaki GNSS\IMU verisinden kaynaklanmadığı anlaşılmaktadır. Bu tezi desteklemek adına ANKR istasyonu ağ yapısına eklenmiş ve GNSS\IMU verileri tekrardan işlenmiştir. Bağımsız denetleme noktalarına gelen artık hatalarda iyileşme olsa da, 13 Haziran 2012 tarihli gidiş-geliş çözüm farkları ve tahmini konum doğruluğu incelenmiş kullanılan veri kümesinin birbiri ile uyumlu olmadığı, ANKR GNSS istasyon verisinin dengeleme doğruluğunu bozucu etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır.

Sonuç olarak, doğrudan coğrafi konumlandırma uygulamalarında en az 4 adet yer sabit GNSS istasyon verisi ile ağ yapılı çözümlerinin yapılmasının, gidiş-geliş çözüm farkları ve tahmini konum doğruluğu raporlarının incelenmesinin, hatalı ölçü kümesinin farklı istasyon birleşimleri kullanılarak ayıklanmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Cramer, M., 2003, Integrated GPS\Inertial and Digital Aerial Triangulation – Recent Test Results, Photogrametric Week, Stuttgart 2003.
- Cramer, M., Stallmann, D., 2002, System calibration for direct georeferencing, IAPRS, Vol. XXXIV, Part 3A, pp 79-84.
- Grejner-Brezekinsk, D.A., 2000, Direct orientation of airborne imagery with GPS\IMU system: performance analysis, navigation, 46(4): 261-270.

Grewal, M., Weill, L. ve Andrews, A., (2001). Global positioning systems, inertial navigation and integration,, 103-209.2001.

Hutton, J., ve Mostafa, M., 2005. 10 years of Direct Georeferencing for Airborne Photogrammetry. GIS Business (Geobit), 11:33-41

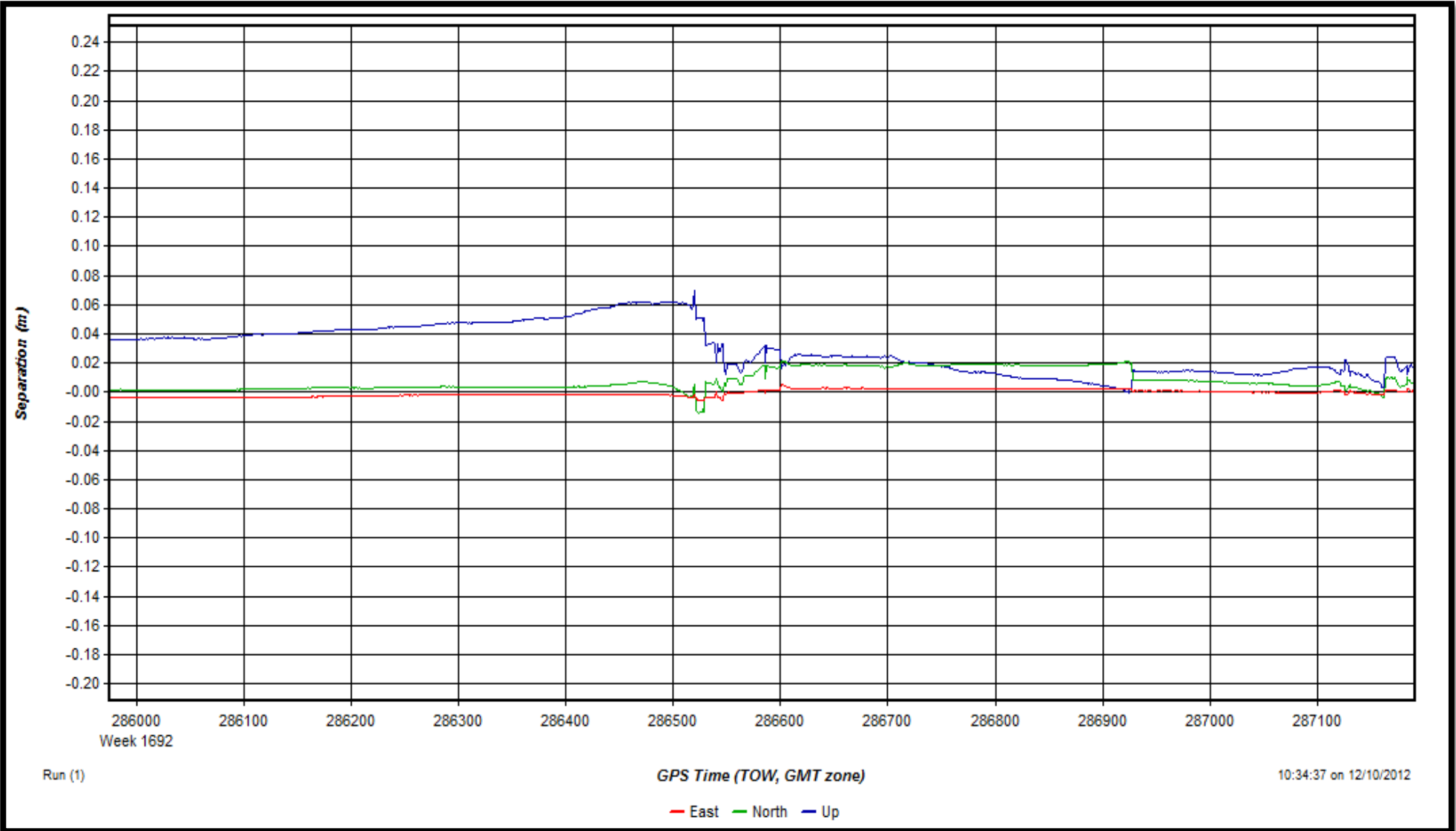
Jacobsen, K., 2000: Potential and limitation of direct sensor orientation, IAPRS, Vol. XXXIII, Amsterdam 2000.

Jacobsen, K.,(2006). Direct sensor orientation – Pros and Cons, 2004, XXth ISPRS,İstanbul.

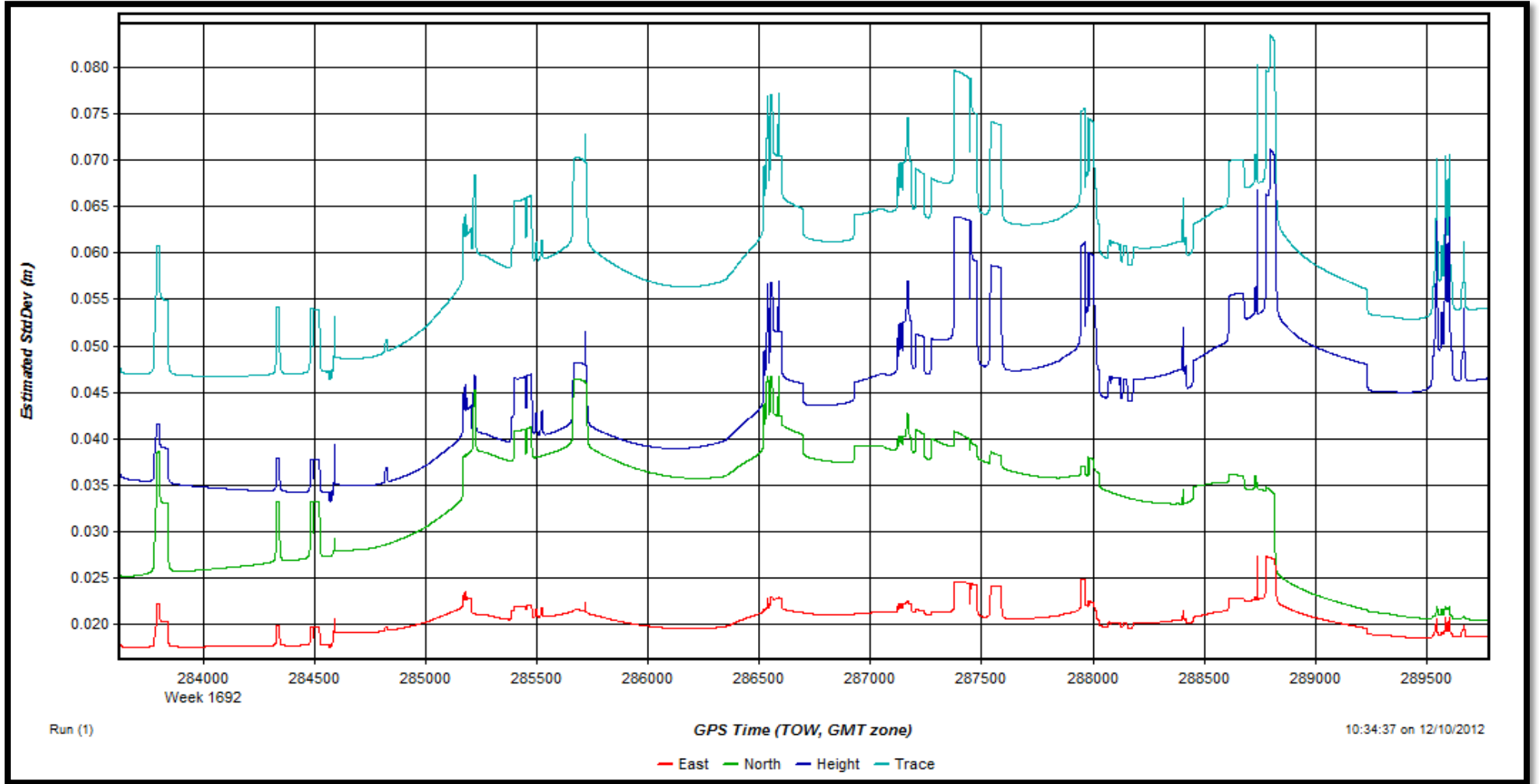
Kayı, A., 2013, Tek Nokta, Ağ Yapısı Ve PPP Yöntemleriyle GNSS Çözümlerinin Doğrudan Algılayıcı Yönelmesi Doğruluğuna Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Aksaray

Schwarz, K. P., M. A. Chapman, M. W. Cannon and P. Gong, 1993. An Integrated INS/GPS Approach to the Georeferencing of Remotely Sensed Data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 59, No. 11, p. 1667-1674.

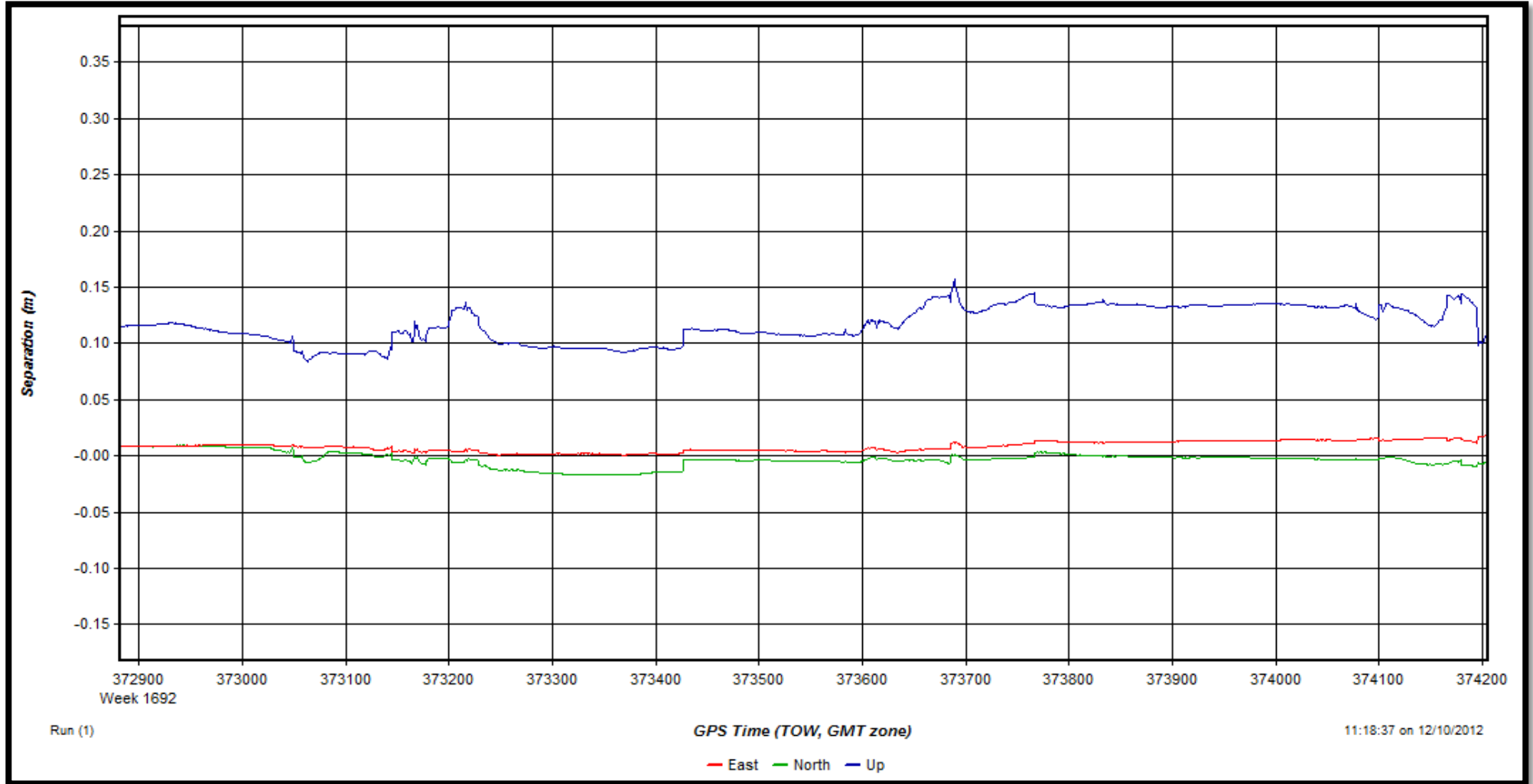
Skaloud, J. (2006, January). Reliability in direct georeferencing: An overview of the current approaches and possibilities. In EuroSDR workshop EuroCOW on Calibration and Orientation, Castelldefels, Spain.



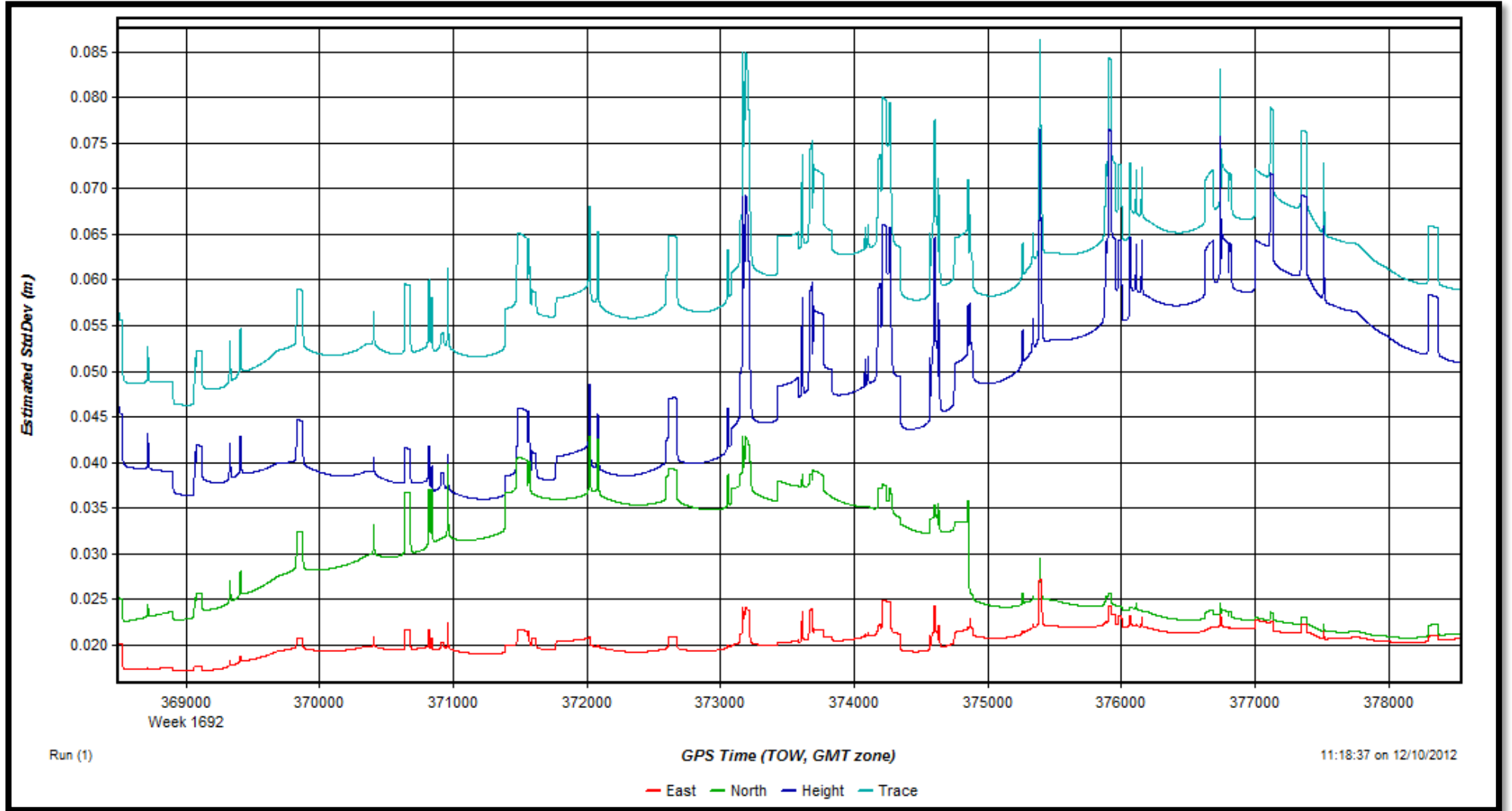
EK-1. Ankara Tusaga-Aktif Sabit Yer GNSS İstasyon Verisi Kullanılarak Yapılan 13 Haziran 2012 Tarihli GNSS Gidiş-Geliş Çözüm Farkları



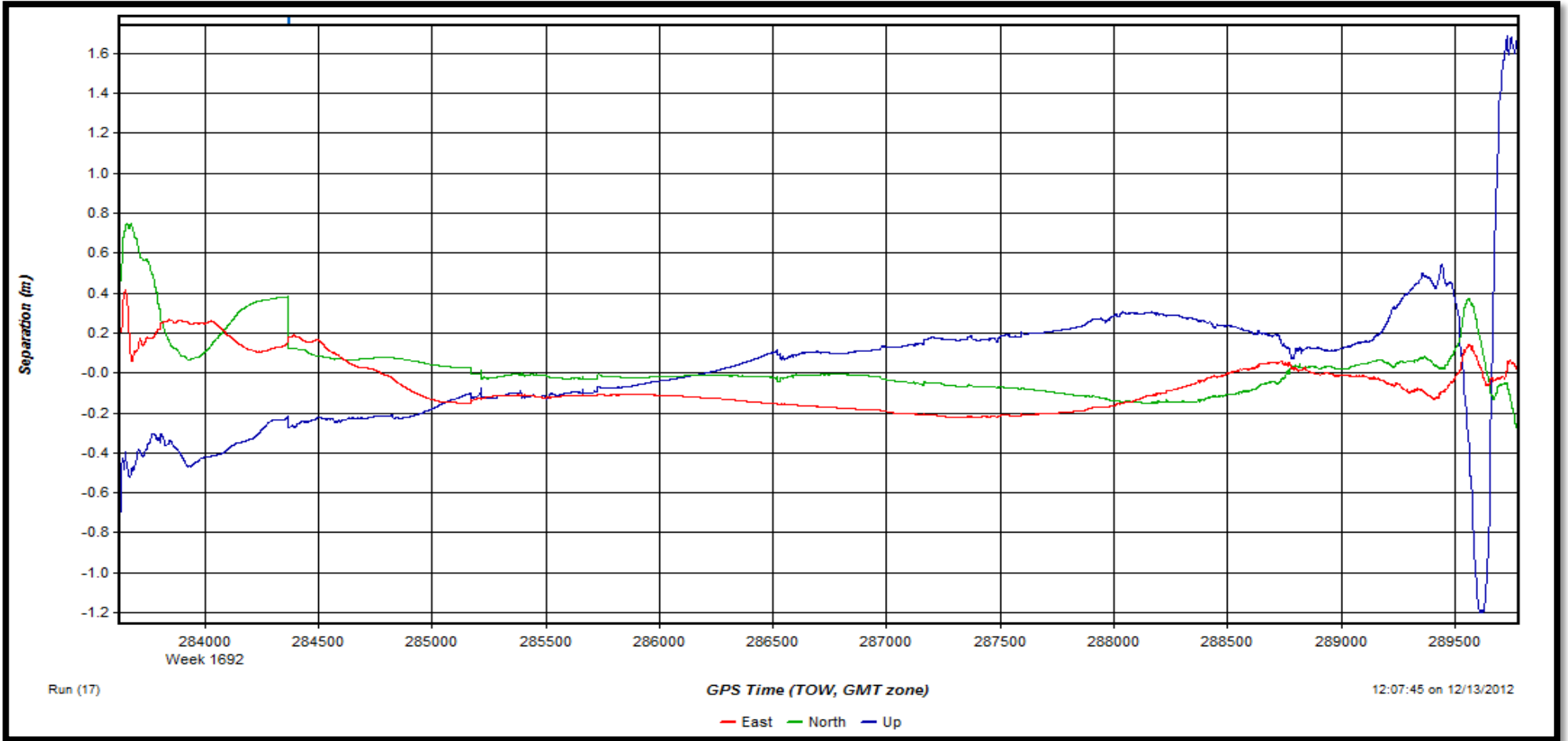
EK-2. Ankara Tusaga-Aktif Sabit Yer GNSS İstasyon Verisi Kullanılarak Yapılan 13 Haziran 2012 Tarihli GNSS Tahmini Konum Doğruluğu



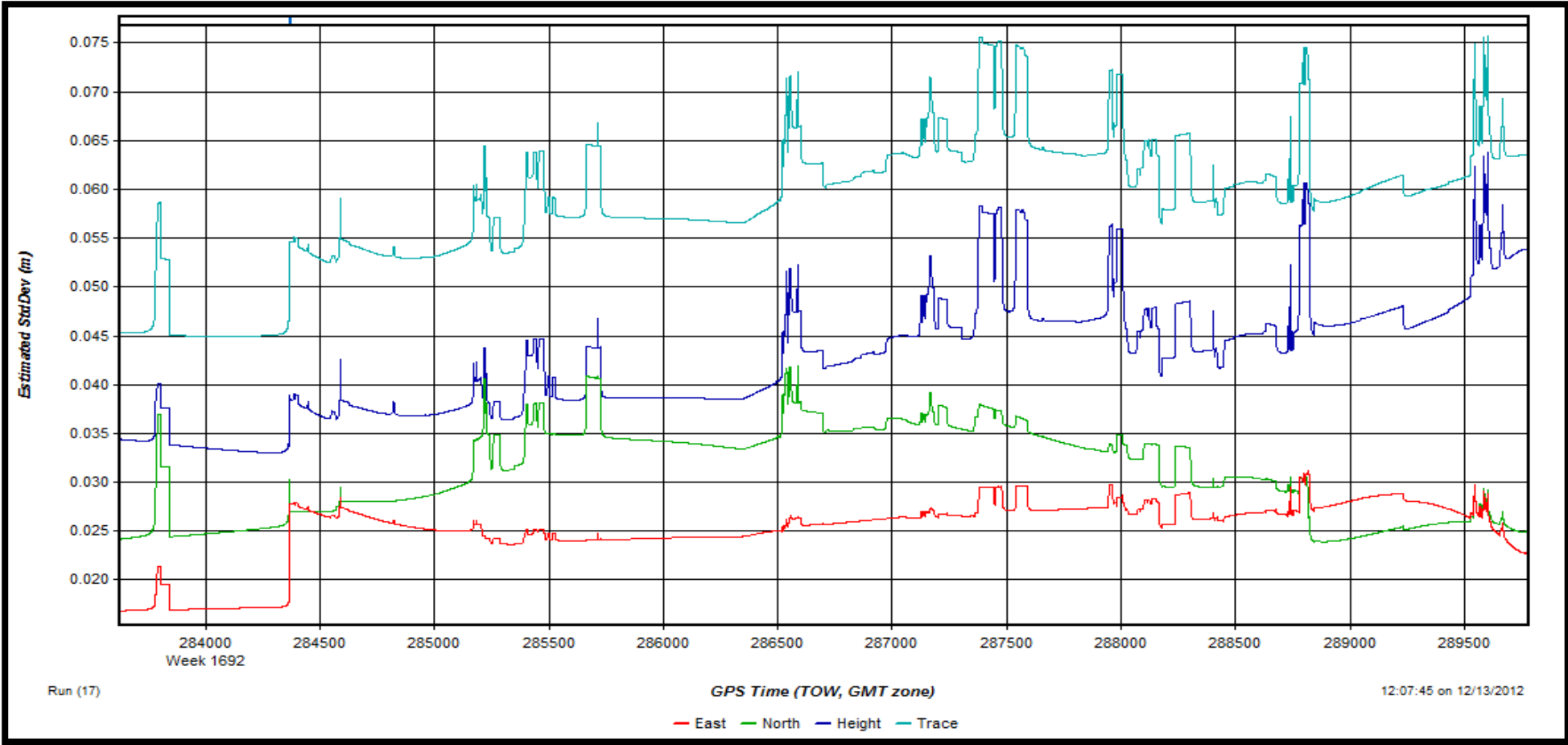
EK-3. Ankara Tusaga-Aktif Sabit Yer GNSS İstasyon Verisi Kullanılarak Yapılan 14 Haziran 2012 Tarihli GNSS Gidiş-Geliş Çözüm Farkları



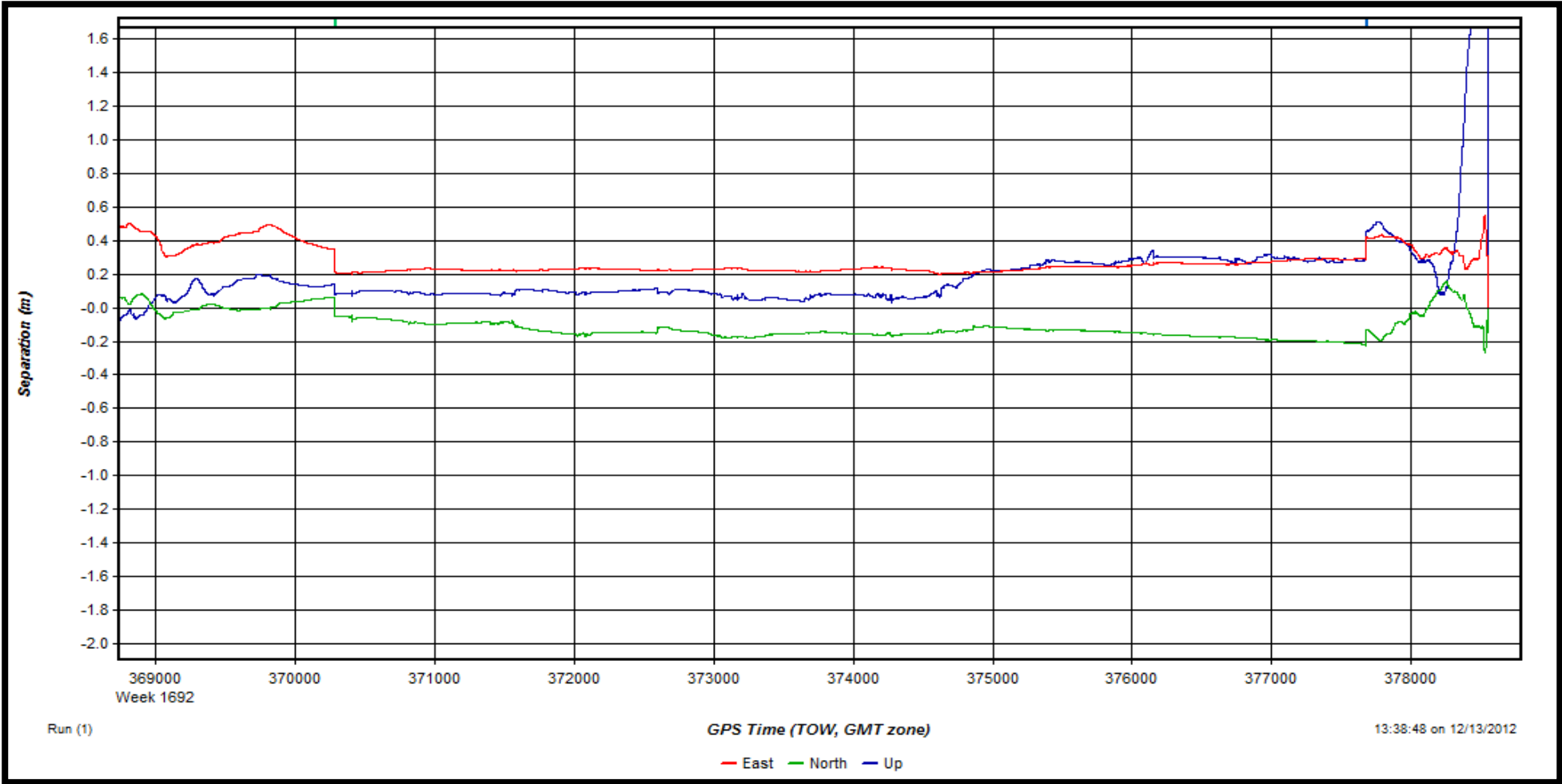
EK-4. Ankara Tusaga-Aktif Sabit Yer GNSS İstasyon Verisi Kullanılarak Yapılan 14 Haziran 2012 Tarihli GNSS Tahmini Konum Doğruluğu



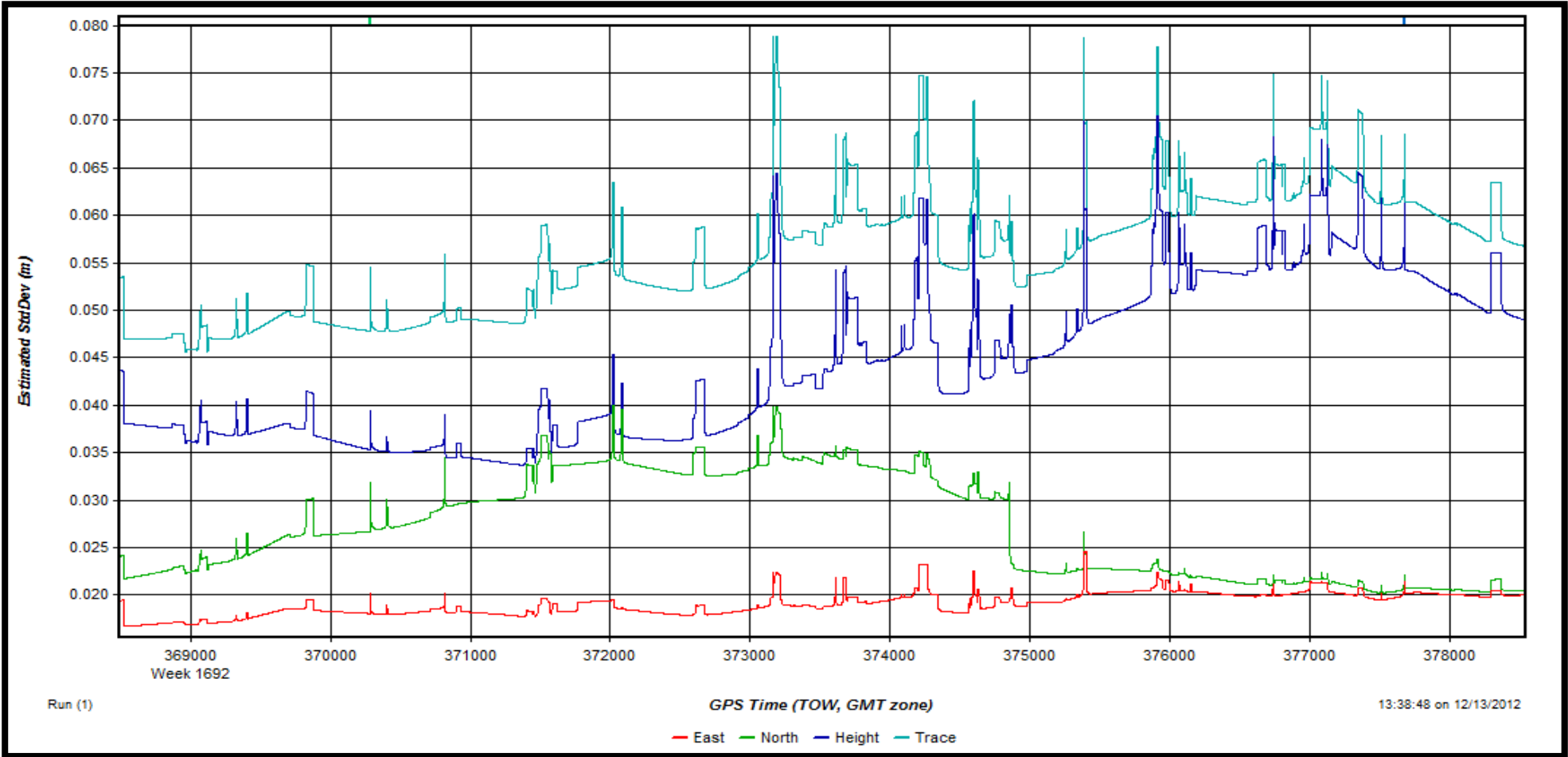
EK-5. CMLD, KKAL, KULU, NAHA ve YUNK Tusaga-Aktif Sabit Yer GNSS İstasyon Verisi Kullanılarak Yapılan 13 Haziran 2012 Tarihli GNSS Gidiş-Geliş Çözüm Farkları



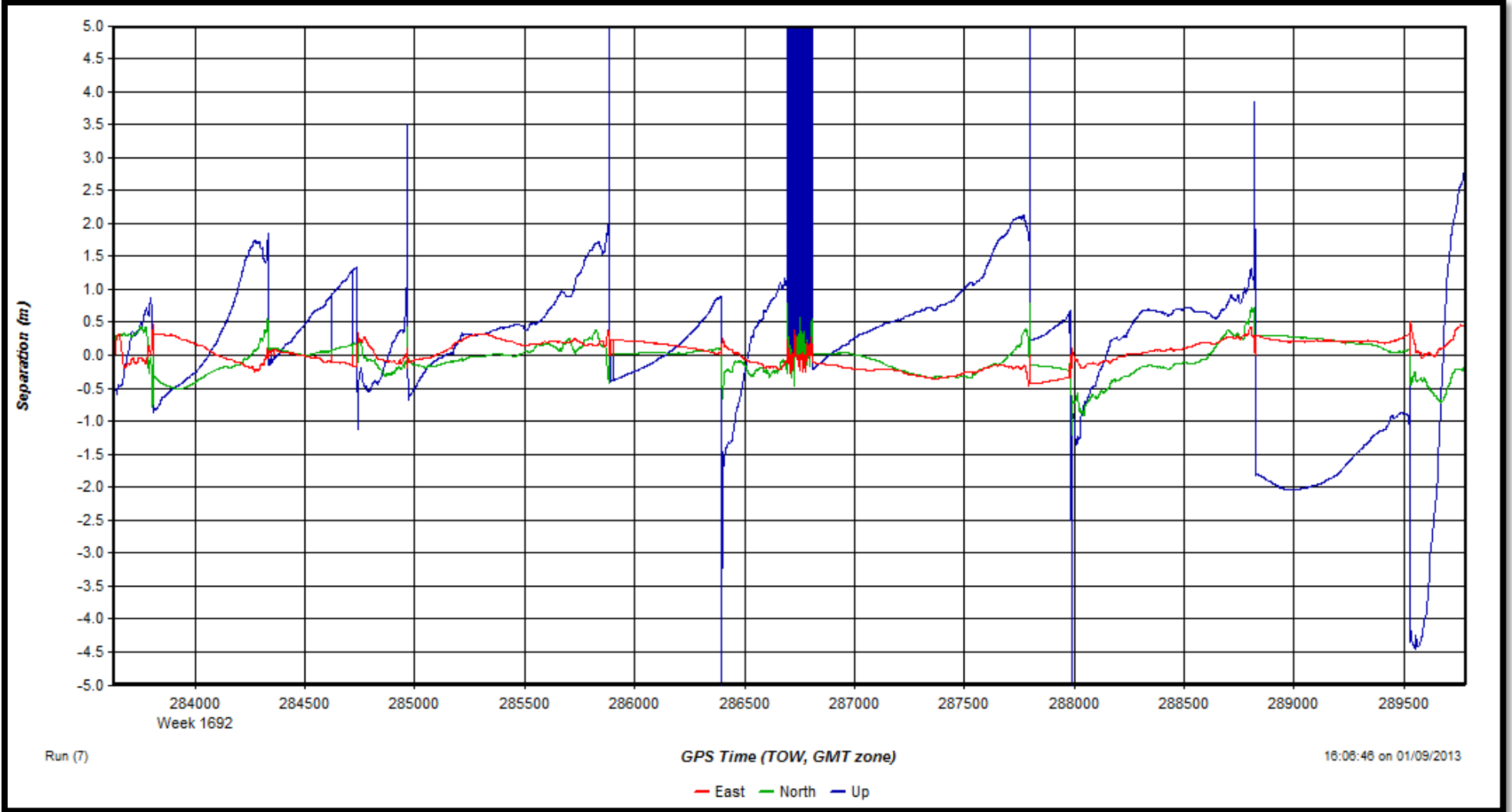
EK-6. CMLD, KKAL, KULU, NAHA ve YUNK Tusaga-Aktif Sabit Yer GNSS İstasyon Verisi Kullanılarak Yapılan 13 Haziran 2012 Tarihli GNSS Tahmini Konum Doğruluğu



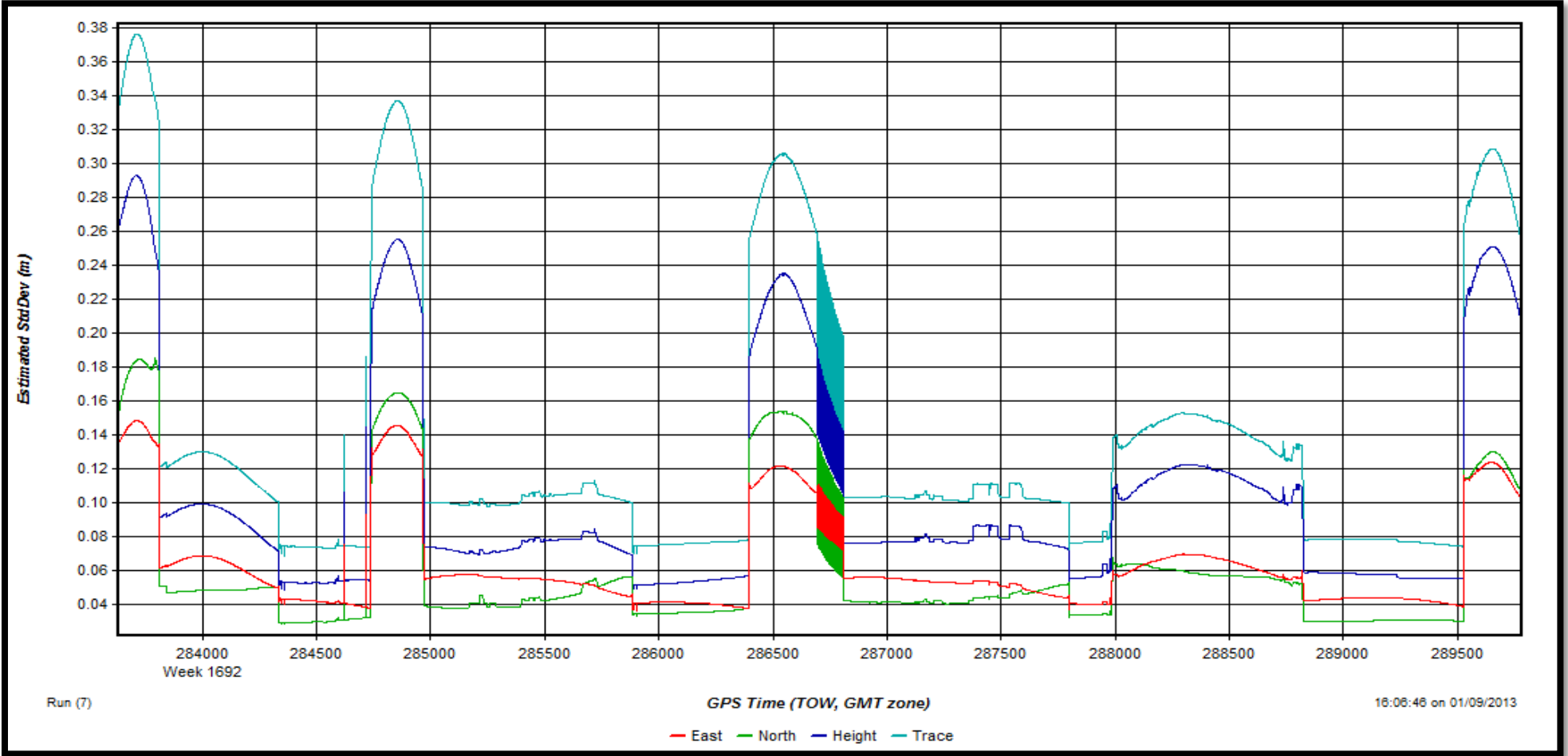
EK-7. CMLD, KKAL, KULU, NAHA ve YUNK Tusaga-Aktif Sabit Yer GNSS İstasyon Verisi Kullanılarak Yapılan 14 Haziran 2012 Tarihli GNSS Gidiş-Geliş Çözüm Farkları



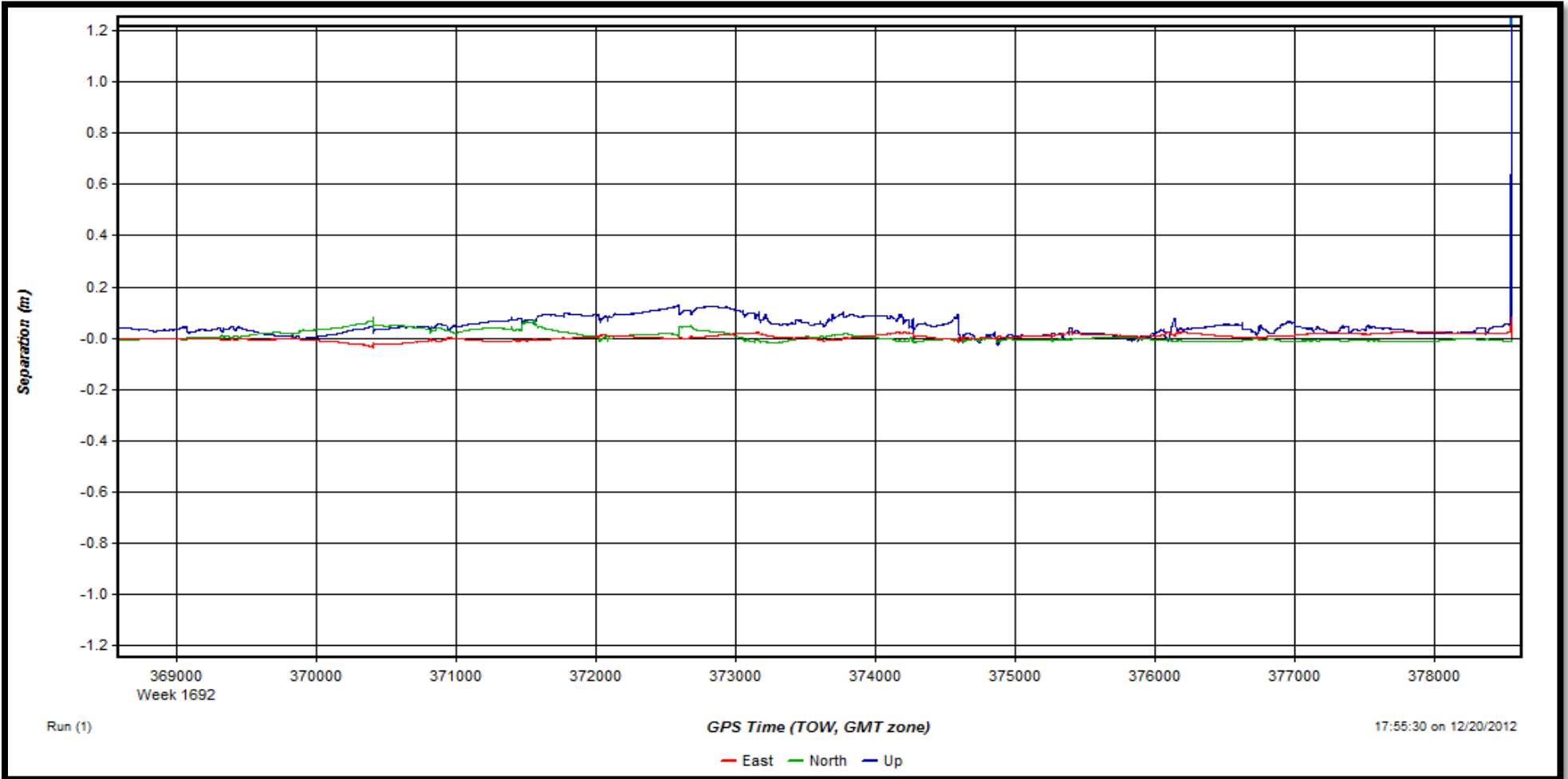
EK-8. CMLD, KKAL, KULU, NAHA ve YUNK Tusaga-Aktif Sabit Yer GNSS İstasyon Verisi Kullanılarak Yapılan 14 Haziran 2012 Tarihli GNSS Tahmini Konum Doğruluğu



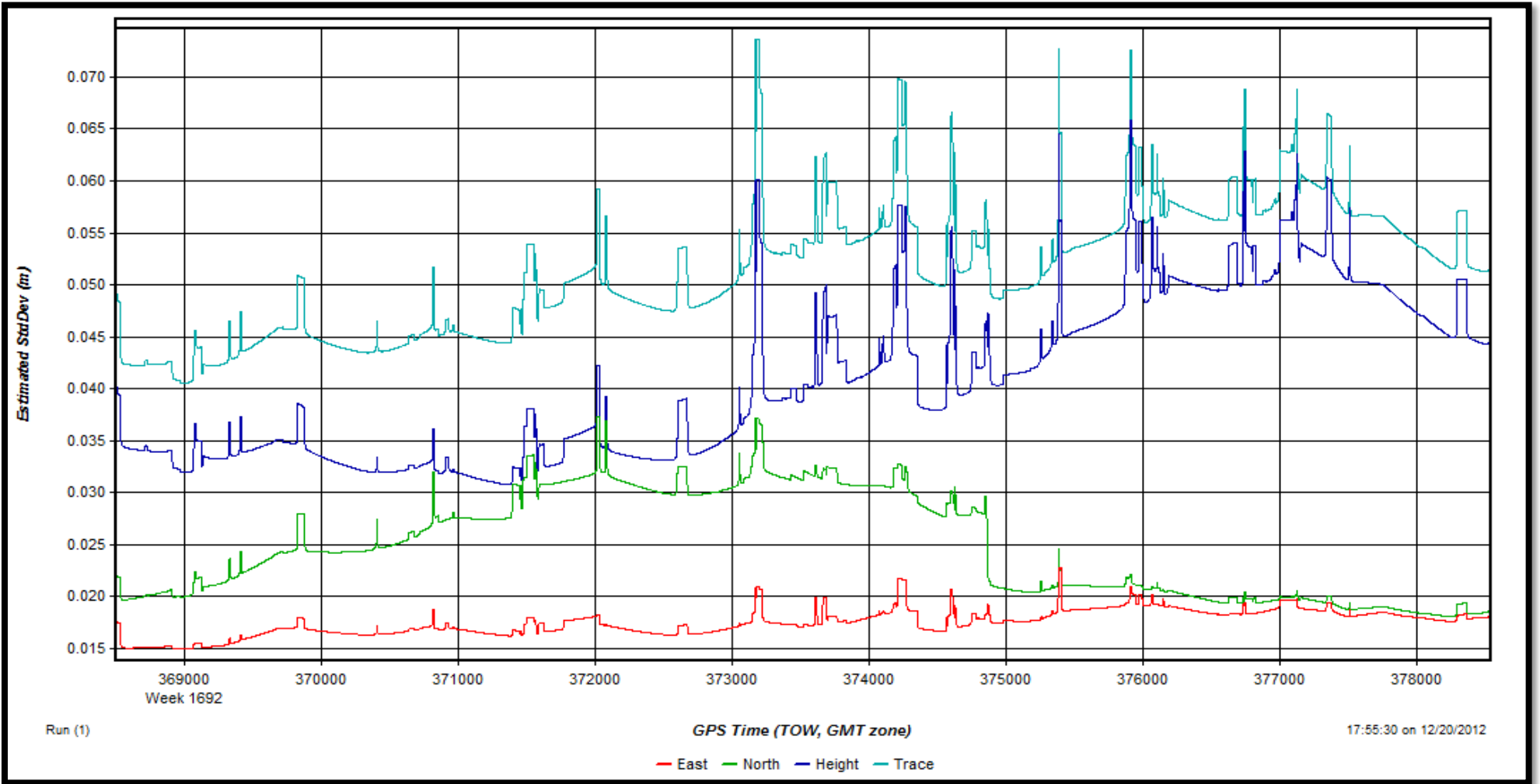
EK-9. CMLD, KKAL, KULU, NAHA, YUNK ve ANKR Tusaga-Aktif Sabit Yer GNSS İstasyon Verisi Kullanılarak Yapılan 13 Haziran 2012 Tarihli GNSS Gidiş-Geliş Çözüm Farkları



EK-10. CMLD, KKAL, KULU, NAHA, YUNK ve ANKR Tusaga-Aktif Sabit Yer GNSS İstasyon Verisi Kullanılarak Yapılan 13 Haziran 2012 Tarihli GNSS Tahmini Konum Doğruluğu



EK-11. CMLD, KKAL, KULU, NAHA, YUNK ve ANKR Tusaga-Aktif Sabit Yer GNSS İstasyon Verisi Kullanılarak Yapılan 14 Haziran 2012 Tarihli GNSS Gidiş-Geliş Çözüm Farkları



EK-12. CMLD, KKAL, KULU, NAHA, YUNK ve ANKR Tusaga-Aktif Sabit Yer GNSS İstasyon Verisi Kullanılarak Yapılan 14 Haziran 2012 Tarihli GNSS Tahmini Konum Doğruluğu