

**Makale  
(Article)**

## **PPP Yönteminde GPS ve GLONASS Uydularının Kullanımının Nokta Konum Doğruluğuna Etkisinin Araştırılması**

**Reha Metin ALKAN<sup>\*,\*\*</sup>, Veli İLÇİ<sup>\*</sup>, İ. Murat OZULU<sup>\*</sup>**

<sup>\*</sup>Hitit Üniversitesi, Çorum

<sup>\*\*</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

[alkan@hitit.edu.tr](mailto:alkan@hitit.edu.tr)

### **Özet**

Rusya Federasyonu tarafından geliştirilmiş bir küresel uydu konum belirleme sistemi olan GLONASS'ın (GLObalnaya NAvigatsionnaya Sputnikovaya Sistema veya GLObal NAVigation Satellite System) tamamlanması ve GPS'den sonra ikinci çalışır halde ve tüm dünyayı kapsayacak şekilde hizmet vermesi ile uydu tabanlı jeodezik çalışmalar, GPS ve GLONASS sistemlerinin birlikte kullanılmasına yönelmiştir. Özellikle uydu sayısının yeterli olmadığı veya sinyal kalitesinin zayıf olduğu ormanlık alanlar, yüksek katlı binaların bulunduğu bölgeler, açık maden işletmeleri, vadi vb. ortamlarda daha fazla uydudan veri alınması sayesinde yüksek doğruluk ve güvenilirlikle konum belirlemek mümkün olabilmektedir. Günümüzde uydu teknolojisindeki gelişmeler ile, veri işleme ve analizindeki baş döndürücü ilerlemeler sonucunda tek bir alıcı ile cm-dm arasında değişen doğruluklarla konum belirlemek artık mümkün hale gelmiştir. Hassas Nokta Konumlama (Precise Point Positioning - PPP) yöntemi adı verilen ve her geçen gün yoğun bir kullanım alanı bulan yöntem ile başta hassas yörünge ürünleri kullanılarak ve diğer bazı düzeltmeler yapılarak, tek bir GNSS alıcısı ile toplanan veriden başka hiçbir veriye gereksinim duymaksızın statik veya kinematik olarak yüksek doğrulukta konum belirlenebilmektedir. Yakın bir zamana kadar sadece bilimsel GNSS değerlendirme yazılımları ile PPP koordinatları elde edilebilirken, günümüzde üniversite veya enstitülerin kodladıkları programlarla veya ticari GNSS değerlendirme yazılımları ile de sonuç almak mümkün hale gelmiştir. Ancak tüm bu programlar belirli bir düzeyde GNSS bilgisi gerektirmekte olup, çoğunlukla da lisanslama ücreti gerektirmektedir. Son zamanlarda bu dezavantajları ortadan kaldıran ve oldukça pratik kullanıma sahip olan pek çok on-line PPP değerlendirme servisleri hizmete girmiştir. Bu servislerden biri olan CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System-Precise Point Positioning) servisi sağladığı doğruluk ve kolay kullanımı ile dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, Çorum ilinde olabildiğince şehir merkezinde, yoğun yerleşimin olduğu bölgelerde seçilmiş jeodezik noktalarda GPS ve GLONASS uydu sistemlerinden veri toplayabilen alıcılarda statik ölçmeler yapılmış ve toplanan veriler Kanada tarafından işletilen CSRS-PPP servisiyle yalnızca GPS ve GPS+GLONASS verileri kullanılarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Elde edilen koordinatlar noktaların statik ölçmelerle toplanan verilerin diferansiyel yöntemle elde edilen ve doğru olarak kabul edilen koordinatlarıyla karşılaştırılmıştır. Farklı sürelerde elde edilen Hızlı (Rapid) ve Nihai (Final) hassas yörünge ve saat bilgilerinin sonuca etkisini incelemek için de veriler, ölçmeler bittikten hemen sonra ve final yörünge bilgisinin elde edildiği birkaç hafta sonrasında tekrar sisteme yüklenmiş ve elde edilen sonuçlar ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Yayında, bu kapsamda yapılan çalışmalar verilmiş, elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** GPS, GLONASS, Hassas Nokta Konumlama, CSRS-PPP, on-line PPP.

*Bu makaleye atıf yapmak için*

Alkan, R.M., İlçi, V. ve Ozulu, İ.M. "PPP Yönteminde GPS ve GLONASS Uydularının Kullanımının Nokta Konum Doğruluğuna Etkisinin Araştırılması" Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi 2014, 6(2) 27-34

*How to cite this article*

Alkan, R.M., İlçi, V. and Ozulu, İ.M. "Investigation on the Effect of GPS and GLONASS Constellation Use on the Accuracy of Point Positioning in PPP Method" Electronic Journal of Map Technologies, 2014, 6(2) 27-34

## Investigation on the Effect of GPS and GLONASS Constellation Use on the Accuracy of Point Positioning in PPP Method

### Abstract

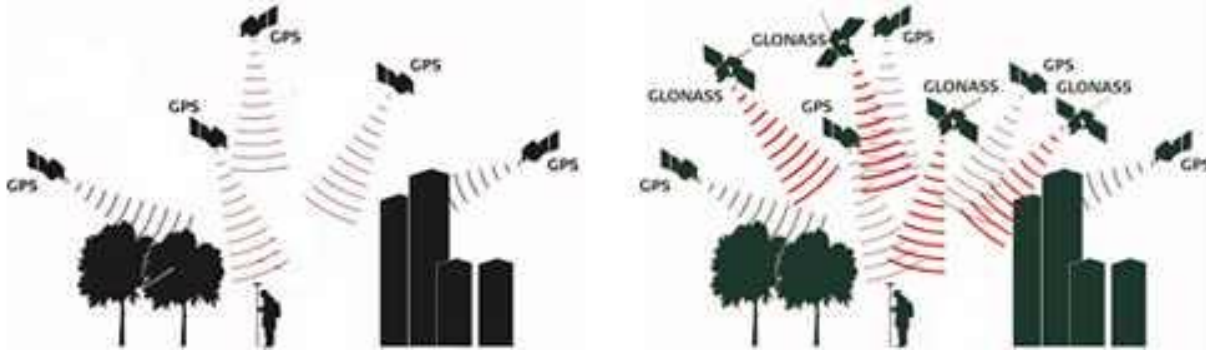
After the completion of the GLONASS (GLObalnaya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Sistema or GLObal NAVigation Satellite System) which was developed by Russian Federation and making it service as second running system all over the world after GPS, satellite based geodetic studies have been focused on integration of GPS and GLONASS systems. It is possible to determine the position and/or increase the accuracy and reliability by receiving more data from the satellites especially for the forested lands, urban canyons, open mine areas and valleys etc. which have inadequate number of satellites or weak signals. Nowadays, development in satellite technology and dazzling progress in data processing and analysis allows to point positioning within cm to dm level with only a single GNSS receiver. It is possible to make positioning by using the method called as Precise Point Positioning (PPP) in static or kinematic mode using precise orbit and clock data without being in need of any data other than collected with a single receiver. Until recently, PPP-derived coordinates were obtained by only scientific GNSS processing software but now it is possible to obtain a result with the software that universities or institutes coded or commercial software. However, all these programs require GNSS knowledge and generally requires licensing fee. Recently, many on-line PPP processing services which eliminates the disadvantages and have practical usage have been started to be used. One of these services, CSRS-PPP(Canadian Spatial Reference System-Precise Point Positioning) attracts attention with its accuracy and ease of use. In this study, static measurements were performed with the receivers which can collect data from GPS and GLONASS satellite systems at the geodetic points from intense residential areas in Çorum city region, mostly around the city center. Collected data was evaluated separately by GPS and by GPS+GLONASS integrated systems with CSRS-PPP service operated by Canada. The PPP-derived coordinates were compared with the ones obtained by differential method (accepted as accurate coordinates). In order to investigate the effect of Rapid and Final precise products (with have different latency) on the result, the data was uploaded to the system after finishing the measurements and again just after several weeks, and the results were compared. In this study, the test procedure and obtained results are discussed.

**Keywords:** GPS, GLONASS, Precise Point Positioning (PPP), CSRS-PPP, on-line PPP.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde uydu jeodezisinde meydana gelen büyük gelişmeler sonucunda, başta Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı'nca geliştirilen NAVSTAR-GPS yöntemi (NAVigation Satellite Timing And Ranging-Global Positioning System) ya da kısaca GPS, çok farklı amaçları yerine getirmek üzere askeri ve sivil kullanıcılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Söz konusu bu sistemle uygulanan yöntem ve kullanılan donanıma bağlı olarak birkaç metre mertebesinden, santimetre ve hatta milimetreye kadar değişen bir doğruluk aralığında konum (hız ve zaman ile birlikte) belirlemek mümkün hale gelmiştir. Bu yöntemde konum belirleme doğruluğu, uydu sayısı ve bu uyduların geometrisi (konfigurasyonu) ile oldukça yakın bir ilişki içerisinde. Özellikle yapılaşmanın yoğun olduğu bölgelerde, yoğun ağaçlık alanlarda, açık maden işletmelerinde veya derin vadiler gibi bölgelerde yapılan ölçmelerde, gözlenebilen uydu sayısı azalmakta veya yetersiz olabilmekte, bunun sonucunda da elde edilen konum doğrulukları ve güvenilirlikleri düşük olabilmektedir [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Bazı durumlarda gözlenebilen uydu sayısı yeterli olsa dahi uydu geometrisinin uygun olmaması sonucu düşük doğrulukta konum belirlenebilmektedir [3]. Bu tür ortamlarda yapılan ölçmelerde uydu sayısını artırmak ve daha iyi bir uydu geometrisi elde edebilmek için yapılan çalışmalar, araştırmacıları GPS ile diğer bir küresel konum belirleme sistemi olan GLONASS uydularının birlikte kullanılmasına yöneltmiştir. GLONASS sistemi Sovyetler Birliği tarafından 1976'da kurulmaya başlanmış ve 1996 yılında tüm dünyayı kapsayacak hale getirilmiştir. 2000'li yılların başında GLONASS sisteminin yeniden yapılandırılması için Rus Hükümeti tarafından büyük bir bütçe ayrılmış ve 2011 yılında sistemin -öngörülen şekliyle- 24 uydu ile küresel kapsama alanına ulaşması sağlanmıştır. Bugün itibariyle 31 GPS, 24 de GLONASS uydusu olmak üzere toplam 55 uydu kullanıma hazır halde olup, her iki sistemin birlikte kullanımı ile ortalama 14 ila 20 uydu arasındaki uydudan veri almak mümkün olabilmektedir [6].

GPS ile GLONASS sistemlerinin entegrasyonu, ekstrem durumlar dahil olmak üzere ölçme yapılan hemen her yerde daha fazla uydudan veri alınabilmesini, daha iyi uydu geometrisi ile daha güvenilir ve doğru sonuçlar elde edilebilmesini sağlayabilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. GPS ve GLONASS uydularının birlikte kullanımı [7]

Uydu teknolojisindeki ve analiz yöntemlerindeki büyük gelişmeler sonucunda başta International GNSS Service (IGS) olmak üzere pek çok merkez tarafından farklı doğruluklarda hassas uydu yörünge ve saat bilgileri üretilerek kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. Bu veriler kullanılarak, tek bir alıcı ile toplanan verilerden başka bir veriye gereksinim duyulmadan yüksek doğrulukta konumlama yapılmasına imkân sağlayan yeni algoritmalar ve yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden birisi Hassas Nokta Konumlama (Precise Point Positioning - PPP) olup, söz konusu yöntem ile cm ile dm'ler arasında değişen doğruluklarla statik veya kinematik olarak konum belirlemek mümkün olmaktadır [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Diferansiyel yöntemlerde olduğu gibi bir referans veya kontrol noktasında toplanan bir veriye gereksinim duyulmaması, küresel bir referans sisteminde konum belirlemenin mümkün olması, uygulama kolaylığı ile düşük maliyetli olması gibi hususlar, PPP yönteminin tüm dünyada pek çok farklı alanda ve oldukça yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır.

PPP yöntemi ile konum belirleyebilmek için yakın bir zamana kadar sadece Bernese gibi bilimsel GNSS değerlendirme yazılımları kullanılmaktayken, son zamanlarda pek çok farklı araştırma grubunca geliştirilmiş programlar veya ticari GNSS değerlendirme yazılımları kullanılmaya başlanmıştır. Ancak tüm bu programlar farklı düzeylerde GNSS bilgisi ve çoğunlukla da lisanslama ücreti gerektirmektedir. Son zamanlarda bu dezavantajları ortadan kaldıran ve oldukça pratik kullanıma sahip olan web-tabanlı on-line PPP değerlendirme servisleri tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Kullanıcıların yapması gereken, servislerin ara yüzlerinden yararlanarak veya e-mail/ftp aracılığıyla topladıkları RINEX (veya başka formatlardaki) verilerini sisteme yüklemek/göndermekten ve birkaç opsiyonu (statik/kinematik, datum, anten vb. seçimi gibi) seçmekten ibaret olmaktadır. CSRS-PPP, *magicGNSS*/PPP ve Automatic Precise Positioning Service (APPS) gibi pek çok GNSS değerlendirme servisi olmakla birlikte, bu çalışmada PPP koordinatlarının hesaplanmasında tüm dünyada yaygın olarak kullanılan CSRS-PPP servisi tercih edilmiştir.

CSRS-PPP servisi, GPS ve GLONASS uydularından alınan tek veya çift frekanslı alıcılarla statik veya kinematik modlarda toplanan verileri değerlendirebilmektedir. Üyelik gerektiren servisin kullanımı oldukça kolay olup, kullanıcıların topladıkları RINEX verilerini servisin etkileşimli web sayfası aracılığıyla değerlendirme yapmak üzere göndermesi yeterli olmaktadır. İnternet hızına ve sistem yoğunluğuna bağlı olarak oldukça kısa sayılabilecek bir süre içerisinde (çoğunlukla bir kaç dakikada) sonuçların (ölçmelerin yapıldığı ölçü epochunda, ITRF veya NAD83 datumundaki PPP koordinatları ile diğer bilgiler) yer aldığı bir link, kullanıcının belirttiği e-mail adresine gönderilmektedir. Konuyla ilgili

daha detaylı bilgiler, servisin <<http://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php>> adresinde yer alan sayfasında yer almaktadır.

Bu alışmada, Şehir merkezinde tesis edilmiş olan jeodezik noktalarda GPS ve GLONASS uydu sistemleri ile toplanan veriler, *i-*) sadece GPS ve *ii-*) GPS+GLONASS olmak üzere CSRS-PPP on-line PPP değerlendirme servisi kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen PPP-koordinatları, tesis edilen noktaların diferansiyel yöntem ile belirlenen ve doğru olarak kabul edilen nokta konumlarıyla karşılaştırılmıştır. Konuyla ilgili yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar izleyen bölümlerde kısaca verilmiştir.

## 2. UYGULAMA

GPS ve GLONASS sistemlerinin birlikte kullanılmasının nokta konum doğruluğuna olan etkisini inceleyebilmek için, orum il merkezinde, yapılaşmanın yoğun olduğu bölgelerde 18 nokta tesis edilmiş ve bu noktalarda 1'er saatlik statik GNSS gözlemleri yapılmıştır (Şekil 2). Çalışmada, GPS ve GLONASS uydularından veri alabilme kapasitesine sahip çift frekanslı Ashtech Epoch 50 GNSS alıcıları kullanılmıştır. Gözlemlerde veri toplama aralığı 1 saniye ve uydu yükseklik açısı ise 10° olarak seçilmiştir.



Şekil 2. Arazi lmeleri (evresel koşullar)

Ölçmeler boyunca toplanan alıcı formatındaki veriler, sadece GPS ve GPS+GLONASS olmak üzere iki farklı içerikte RINEX formatına dnştrlmştir. Bu Şekilde her bir nokta için oluşturulan RINEX veri dosyaları (iki adet), CSRS-PPP servisinin web-tabanlı ara yüzü aracılığıyla sisteme gönderilmiştir (Şekil 3).

**Şekil 3.** CSRS-PPP servisinin Web-tabanlı ara-yüzü

IGS ve benzer araştırma kurumlarınca üretilen hassas yörünge ve uydu saat bilgileri, doğruluk ve hizmete sunulma zamanlarına göre farklı seviyelerde (Ultra-Rapid, Rapid ve Final olarak) kullanıcıların hizmetine sunulmaktadır. Örneğin IGS' in yayınladığı, Çok Hızlı (Ultra-Rapid) hassas yörünge ve saat verilerine 3 ila 9 saatlik bir gecikme ve yaklaşık 3 cm yörünge doğruluğu ile ulaşılırken, Nihai (Final) hassas ürünlerine 12 ila 18 gün arasında değişen gecikme ve yaklaşık 2.5 cm doğrulukla ulaşılmaktadır (Tablo 1).

**Tablo 1.** IGS ürün tablosu [16]

		Doğruluk	Sunum Süreci	Güncelleme	Örnekleme Aralığı
<b>GPS Uydu Yörüngeleri /Uydu &amp; İstasyon Saatleri</b>					
Broadcast	Yörüngeler	~100 cm	real time (gerçek zamanlı)	--	günlük
	Uydu Saatleri	~5 ns RMS ~2.5 ns SDev			
Ultra-Rapid (Ultra-Hızlı) (predicted half)	Yörüngeler	~5 cm	real time (gerçek zamanlı)	saat 03, 09, 15 ve 21'de (UTC)	15 dakika
	Uydu Saatleri	~3 ns RMS ~1.5 ns SDev			
Ultra-Rapid Ultra-Hızlı (observed half)	Yörüngeler	~3 cm	3 - 9 saat	saat 03, 09, 15 ve 21'de (UTC)	15 dakika
	Uydu Saatleri	~150 ps RMS ~50 ps SDev			
Rapid (Hızlı)	Yörüngeler	~2.5 cm	17 - 41 saat	saat 17'de (UTC), günlük	15 dakika
	Uydu ve İst. Saatleri	~75 ps RMS ~25 ps SDev			5 dakika
Final (Nihai)	Yörüngeler	~2.5 cm	12 - 18 gün	her perşembe günü	15 dakika
	Uydu ve İst. Saatleri	~75 ps RMS ~20 ps SDev			Uydu: 30s İst.: 5 dakika
<b>GLONASS Uydu Yörüngeleri</b>					
Final (Nihai)		~3 cm	12 - 18 gün	her perşembe günü	15 dakika

Final ürünlerin doğruluğu hiç şüphesiz en yüksek olmakla birlikte, bu ürünleri kullanmak için gereken yaklaşık iki haftalık süre, daha hızlı sonuç gerektiren uygulamalarda yöntemin kullanılabilirliğini

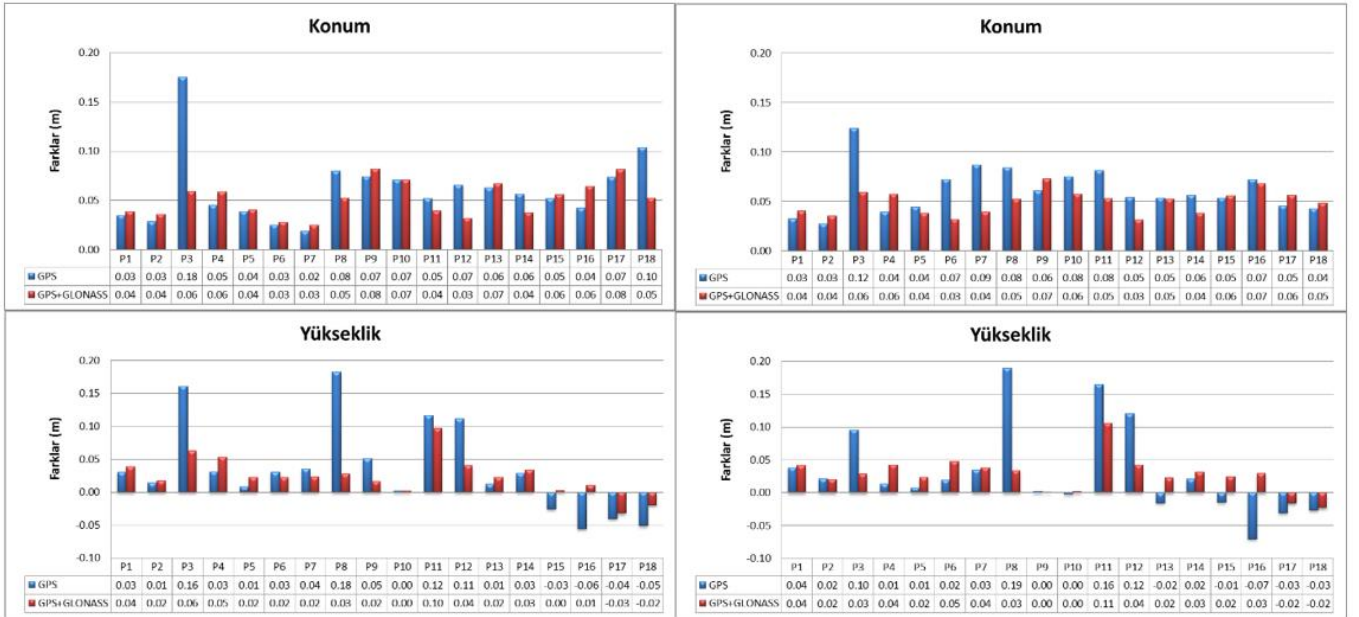
kısıtlamaktadır. Bu çalışmada, her iki ürünün (Hızlı ve Nihai hassas ürünlerin) kullanımının sonuçlara etkisinin araştırılması amacıyla aynı veri setleri ölçmelerden 1 gün sonra ve final ürün elde edildikten sonra, yani birkaç hafta sonra, sisteme yüklenmiştir. Sonuçta her bir noktanın;

- sadece GPS (Hızlı hassas yörünge ve saat bilgileri ile),
- sadece GPS (Nihai hassas yörünge ve saat bilgileri ile),
- GPS+GLONASS (Hızlı hassas yörünge ve saat bilgileri ile),
- GPS+GLONASS (Nihai hassas yörünge ve saat bilgileri ile)

olmak üzere PPP koordinatları hesaplanmıştır.

PPP yönteminden elde edilen koordinatları doğruluk bakımından karşılaştırılabilmek için gerekli olan noktaların referans koordinatları, TUSAGA-Aktif sisteminin iki istasyonu olan CORU (40°.57041 N; 34°.98220 E) ve SUNG (40°.15398 N; 34°.36891 E) noktaları referans olarak alınarak diferansiyel yöntemle hesaplanmıştır. CORU ve SUNG noktalarının ölçme gününe ait verileri, TUSAGA-Aktif sisteminin internet sitesinden indirilmiştir. Tüm değerlendirmeler Leica Geosystems-Leica Geo Office (LGO) ticari GNSS değerlendirme yazılı ile yapılmıştır.

Noktaların bilinen koordinatları ile PPP yönteminden elde edilen koordinatları, konum ve yükseklik bileşenleri için ayrı ayrı karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.a ve 4.b'de; sonuçlara ait bazı istatistikler de Tablo 2'de verilmiştir.



(a)

(b)

**Şekil 4.** Bilinen nokta koordinatları ile CSRS-PPP servisinden elde edilen koordinat farkları  
a) Hızlı (Rapid) hassas ürünler kullanılarak      b) Nihai (Final) hassas ürünler kullanılarak

**Tablo 2.** Sonuçlara ait istatistiksel bilgiler

	Konum (m)			Yükseklik (m)		
	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.	Ort.
<b><i>Hızlı (Rapid) Hassas Yörünge kullanımı</i></b>						
<i>GPS</i>	0.02	0.18	0.06	-0.06	0.18	0.04
<i>GPS+GLONASS</i>	0.03	0.08	0.05	-0.03	0.10	0.02
<b><i>Nihai (Final) Hassas Yörünge kullanımı</i></b>						
<i>GPS</i>	0.03	0.12	0.06	-0.07	0.19	0.03
<i>GPS+GLONASS</i>	0.03	0.07	0.05	-0.02	0.11	0.03

Şekil 4a ve Tablo 2 incelendiğinde, hızlı (rapid) uydu yörünge ve saat bilgileri ile yapılan ve GPS+GLONASS uydularının birlikte kullanıldığı durumlarda, konum ve yükseklik için dm ve altı doğrulukla farklar elde edilmiştir. Bu durum, sadece GPS verilerinin kullanıldığında da genel olarak geçerli olmakla birlikte, konum için bir noktada, yükseklik için dört noktada 2 dm'ye varan farklar elde edilmiştir. Bu ölçme ve değerlendirme senaryosu için GLONASS uydularının kullanımının nokta konum doğruluğuna, özellikle yükseklik için katkı sağladığı görülmektedir.

Nihai (Final) uydu yörünge ve saat bilgileri kullanılarak yapılan değerlendirme sonuçlarının yer aldığı Şekil 4b incelendiğinde, bazı noktalarda doğruluk bakımından iyileşmeler olsa bile, bu hassas ürünlerin kullanılmasının sonuçlara çok anlamlı bir katkı sağlamadığı, genel olarak hızlı (rapid) uydu yörünge ve saat bilgileri kullanımındaki benzer sonuçlar alındığı görülmektedir.

### 3. SONUÇ

Hayatın her alanını kuşatan teknolojik gelişmeler, uydu jeodezisinde ve analiz tekniklerinde de önemli değişim ve dönüşümlere neden olmuştur. Bu gelişmeler mevcut uydu-bazlı konum belirleme yöntemlerinde iyileşmeler sağladığı gibi, konum belirlemede yeni yöntemlerin geliştirilmesini de sağlamıştır.

Bu çalışmada, son zamanlarda çok yaygın olarak kullanılan ve kullanım kolaylığı ve sağladığı doğruluk nedeniyle her geçen gün kullanımı tüm dünyada hızla artan PPP yönteminin şehir içinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Önceki bölümlerde verilen sonuçlar incelendiğinde, PPP yöntemi ile 1 saatlik ölçmelerin CSRS-PPP servisi kullanılarak değerlendirilmesi sonucunda 1-2 dm'lik doğruluklara ulaşılabileceği görülmektedir. Özellikle GLONASS uydularının kullanımının şehir içinde yapılan konumlamaya olumlu katkı sağladığı ve gerek konum, gerekse de yükseklikte dm ve altı doğruluklara erişilebileceği görülmüştür. Buna göre GPS+GLONASS sonuçların sadece GPS verilerinin kullanılmasından elde edilen sonuçlara göre (genel olarak) daha doğru sonuçlar verdiği, rapid ve final hassas yörünge verilerinin kullanılmasının, sonuçlar üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı görülmüştür.

### NOT

Bu çalışma, Hitit Üniversitesinde 15-17 Ekim 2014 tarihleri arasında gerçekleştirilen 7. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumunda sunulan “GLONASS Uydularının Nokta Konum Doğruluğuna Etkisinin Araştırılması: Çorum Örneği” başlıklı çalışmanın revize edilmiş ve genişletilmiş halidir.

#### 4. KAYNAKLAR

1. Cai, C. and Gao, Y., (2007). Precise Point Positioning Using Combined GPS and GLONASS Observations, *Journal of Global Positioning Systems*, **6** (1), 13-22.
2. Azab, M., El-Rabbany, A., Shoukry, M.N. and Khalil, R., (2011). Precise Point Positioning Using Combined GPS/GLONASS Measurements, *Proc. of the FIG Working Week 2011*, 18-22 May, Marrakech, Morocco.
3. Rizos, C., Janssen, V., Roberts, C. and Grinter, T., (2012). Precise Point Positioning: Is the Era of Differential GNSS Positioning Drawing to an End ?, *Proc. on FIG Working Week 2012*, 6-10 May 2012, Rome, Italy.
4. Anquela, A.B., Martin, A., Berné, J.L. and Padín, J., (2013). GPS and GLONASS Static and Kinematic PPP Results, *Journal of Surveying Engineering*, **139** (1), 47-58.
5. Chen, J., Xiao, P., Zhang, Y. and Wu, B., (2013). GPS/GLONASS System Bias Estimation and Application in GPS/GLONASS Combined Positioning, *Proc. of the China Satellite Navigation Conference (CSNC) 2013*, Lecture Notes in Electrical Engineering 244, DOI:10.1007/978-3-642-37404-3-29, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
6. Alkan, R.M., İlçi, V. and Ozulu, İ.M., (2014). Performance Analysis of PPP Technique Using GPS-only and GPS+GLONASS in Urban Environment, *Proc. of the Melaha 2014 Resilience Navigation*, Alexandria, Egypt.
7. *GLONASS+GPS: Advantages*, <http://www.glonass.it/eng/glonass-advantages.aspx>, [19 Eylül 2014]
8. Zumberge, J.F., Heflin, M.B., Jefferson, D.C., Watkins, M.M. and Webb, F.H., (1997). Precise Point Positioning for the Efficient and Robust Analysis of GPS Data from Large Networks, *Journal of Geophysical Research*, **102**(B3), 5005-5017.
9. Kouba, J. and Héroux, P., (2001). Precise Point Positioning Using IGS Orbit and Clock Products, *GPS Solutions*, **5** (2), 12–28.
10. Gao, Y. and Shen, X., (2002). A New Method for Carrier-Phase–Based Precise Point Positioning, *Navigation*, **49** (2), 109–116.
11. Kouba, J., (2003). A Guide to Using International GPS Service (IGS) Products, IGS Central Bureau, February 2003, Available from: <http://igsceb.jpl.nasa.gov/igsceb/resource/pubs/GuidetoUsingIGSProducts.pdf>. [16 Ekim 2013].
12. Choy, S.L., Zhang, K., Silcock, D. and Wu, F., (2007). Precise Point Positioning – A Case Study in Australia, *Proc. of Spatial Sciences Institute International Conference-SSC2007*, Tasmania, Australia, 192–202.
13. Geng, J., Teferle, F.N., Meng, X. and Dodson, A.H., (2010). Kinematic Precise Point Positioning at Remote Marine Platforms, *GPS Solutions*, **14** (4), 343–350.
14. van Bree, R.J.P. and Tiberius, C.C.J.M., (2012). Real-Time Single-Frequency Precise Point Positioning: Accuracy Assessment, *GPS Solutions*, **16** (2), 259–266.
15. Alkan, R.M. and Öcalan, T., (2013). Usability of GPS Precise Point Positioning (PPP) Technique in Marine Applications, *Journal of Navigation*, **66** (4), 579-588.
16. *The International GNSS Service (IGS), IGS Products*. <http://igsceb.jpl.nasa.gov/components/prods.html>, [10 Ağustos 2014].