

GLOBAL BİR AĞDA GPS/GLONASS, GPS ve GLONASS SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Salih ALÇAY, Cevat İNAL

Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, KONYA
salihalcay@selcuk.edu.tr, cevat@selcuk.edu.tr

ÖZET: Teknolojinin gelişimine paralel olarak uydularla konum belirleme önemini gün geçtikçe arttırmaktadır. Günümüzde global anlamda uydularla konum belirleme olarak ilk akla gelen uydu sistemi GPS' dir. GPS en gelişmiş ve en çok tercih edilen uydu sistemidir. GLONASS ise yeni atılan uydularıyla birlikte, GPS ile birlikte kullanılabilmesinin yanı sıra yalnız olarak da kullanılabilir. GLONASS uydu sisteminin daha etkili bir hale gelmesi ve gelişmesi ile birlikte yüksek duyarlılıklı GPS/GLONASS alıcıları üretilmektedir. Bu gelişmeler göz önüne alındığında GLONASS' ın global konumlamada kullanılabilirliğinin araştırılması dikkate değer hale gelmiştir. Bu çalışmada, GPS/GLONASS alıcılarıyla donatılmış 6 IGS istasyonundan oluşan bir ağ belirlenmiş, 24 saatlik ölçü sürelerinin yanı sıra kısa gözlem süresinin de etkisini görebilmek amacıyla 6 ve 12 saatlik ölçü süreleri de göz önüne alınarak değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmeler GPS, GLONASS ve GPS/GLONASS gözlemleri kullanılarak ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmelerde Bernese 5.0 akademik analiz yazılımı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar global konumlamada GLONASS' ın GPS ile birlikte ve ayrıca yalnız olarak da kullanılabilirliğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: GPS, GLONASS, IGS.

Comparing GPS/GLONASS, GPS and GLONASS Results in a Global Network

ABSTRACT: Positioning with satellites increasing its importance day by day in paralel with the technological developments. Nowadays, GPS comes to mind first, as a global positioning system. It is the most developed and preferred satellite system. With launched new satellites, GLONASS can be used alone as well as together with GPS. With recent revitalization of GLONASS, high precision GPS/GLONASS receivers have been produced. By considering these developments, it becomes worthwhile to investigate the usability of GLONASS on global positioning. In this study, a network of 6 IGS tracking stations equipped with GPS/GLONASS receivers, was formed, besides 24 hourly observations processes were performed by taking into consideration 6 and 12 hourly observations to examine the influence of short observation duration. Processes were performed separately by using GPS, GLONASS and GPS/GLONASS observations. Bernese 5.0 academic analysis software were used in all data processing. Results showed that GLONASS observations can be used alone, also together with GPS on global positioning.

Keywords : GPS, GLONASS, IGS.

GİRİŞ

GPS' e benzer nitelikte bir konum belirleme sistemi olan GLONASS (GLObal NAVigation Satellite System) bilindiği üzere Rusya Federasyonu tarafından hizmete sunulmaktadır.

1999 yılından sonra ekonomik nedenlerden dolayı uydu sayısında bir azalış gözlenmiştir. 2004 yılı kasım ayında uydu sayısı 10 dolaylarına kadar düşmüştür. Sistemin yeniden hayata geçirilmesi ile birlikte uydu sayısı 2007 yılında 13 ve günümüz itibari ile 20 'ye

ulaşmıştır(URL1). Bu sayının yakın gelecekte 24' e ulaşması planlanmaktadır.

GLONASS' ın yeniden hayata geçirilmesiyle birlikte jeodezik uygulamalara iki önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İlk olarak, GLONASS ile elde edilen sonuçlar sayesinde GPS ile elde edilen sonuçların doğruluğu test edilebilecektir. İkinci olarak ise sistemlerin birlikte kullanılmasıyla uydu sayısında bir artış ve böylece uydu geometrisinde bir iyileşme söz konusu olacaktır.

GPS ile GLONASS' ın entegrasyonunun GPS' e göre avantaj ve dezavantajlarını göstermek amacıyla birtakım çalışmalar gerçekleştirilmiştir. ((Bruyninx(2007), Cai ve Gao (2007), Dodson ve diğ. (1999), Raffaella-Marco (2000), Stewart ve diğ. (2000), Wang ve Wang (2007)). Bu çalışmalarda GLONASS uydu sayısı istenen düzeyde olmadığından dolayı yalnız GLONASS sonuçları göz önüne alınmamıştır.

Bruyninx (2007) GLONASS' ın GPS ile birlikte kullanılabilirliğini test etmek amacıyla IGS noktalarından oluşan iki ağ belirlemiştir. 24 saatlik gözlem sürelerini göz önüne alarak değerlendirmeleri Bernese 5.0 akademik analiz yazılımıyla gerçekleştirmiştir. 40 dan fazla günlük proses gerçekleştirmiştir. Çalışmanın yapıldığı dönemde 29 GPS ve 13 GLONASS uydusu kullanılmıyordu. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde bazı günlerde GPS/GLONASS çözümünün GPS'e göre daha iyi olduğu, bazılarında ise GPS'in daha iyi olduğu görülmüştür.

Cai ve Gao (2007) PPP(Precise Point Positioning) üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışma ile GLONASS gözlemlerinin dahil edilmesinin konum doğruluğunu iyileştirdiği sonucuna varılmıştır.

Dodson ve diğ. (1999) GPS' in GLONASS ile birlikte kullanılabilirliğini DGPS yönünden irdemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, GLONASS gözlemlerinin ilavesi sonuçları olumsuz etkilemiştir.

Raffaella-Marco (2000) yaptıkları çalışmayla GPS/GLONASS sonuçlarının GPS sonuçlarına göre özellikle hassasiyet yönünden daha iyi olduğunu göstermişlerdir.

Stewart ve diğ. (2000) yaptıkları çalışmayla GLONASS' ın etkisini irdemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre GLONASS gözlemlerinin

ilavesi ile elde edilen GPS/GLONASS sonuçlarının GPS sonuçlarına göre daha kötü olduğunu görmüşlerdir. Bunun nedeninin GLONASS yörüngelerinin GPS' e göre daha az hassasiyette belirlenmesi olarak yorumlanmıştır.

Wang ve Wang (2007) uzun bazlarda GPS/GLONASS' ın avantaj ve dezavantajını araştırmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Elde ettiği sonuçları GPS sonuçlarıyla karşılaştırmıştır. Sonuçlar, GLONASS gözlemlerinin ilavesi ile rms değerlerinde bir iyileşmenin olduğunu göstermiştir.

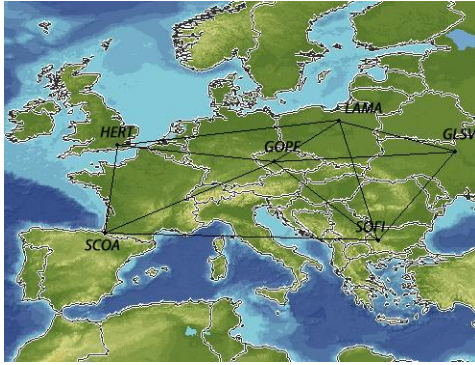
GPS/GLONASS gözlemlerinin değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken birkaç durum söz konusudur. İki sistem arasında koordinat sistemleri, zaman ve frekans yönünden farklar bulunmaktadır. Uygulamalarda GLONASS L1, L2 taşıyıcı faz gözlemleri GPS L1 ve L2 frekanslarına ölçeklenmektedir. Saat hataları ise ikili farklar ile elemine edilmektedir. Değerlendirmede kullanılan yazılımların iki sistemi birlikte değerlendirebilmesi için yukarıda belirtilen hususları göz önüne alabiliyor olması gerekir.

Gözlemlerin değerlendirilmesinde hassas yörüngelerin kullanılması elde edilecek doğruluk açısından önemlidir. IGS, GPS ve GLONASS için hassas yörünge bilgileri üretmektedir. IGS son yörüngelerinin doğruluğu geçmişten günümüze büyük gelişme göstermiştir. Sırasıyla GPS ve GLONASS için 2004 yılında 5 cm ve 30 cm, 2007 de 5 cm ve 15 cm dir. Günümüzde ise GLONASS için 5 cm, GPS içinse 2.5 cm'dir.

Bu çalışmada GLONASS' ın GPS ile birlikte ve bağımsız kullanılabilirliğini test etmek amacıyla, belirlenen test ağında gözlem süreleri de dikkate alınarak GPS, GLONASS ve GPS/GLONASS gözlemleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler Bernese 5.0 akademik analiz yazılımıyla gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

TEST AĞI VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, 6 IGS istasyonundan oluşan bir ağ belirlenmiştir. Tüm noktalar Avrupa plakasından seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Test ağı.
Figure 1. Test network.

Baz uzunlukları ~599 km ile ~2031 km arasında değişmektedir. Bilinmeyenlerin çözüm modeli 2000 kilometrenin altında daha iyi sonuç verdiği için, bazlar oluşturulurken 2000 kilometreyi çok fazla geçmemesine dikkat edilmiştir. Bu nedenle ağın geometrisine uygun olacak şekilde 11 baz oluşturulmuştur. Test ağındaki noktalarda GPS/GLONASS alıcıları bulunmaktadır. Noktalardaki GPS/GLONASS alıcı ve anten tipleri Tablo 1’ de verilmektedir.

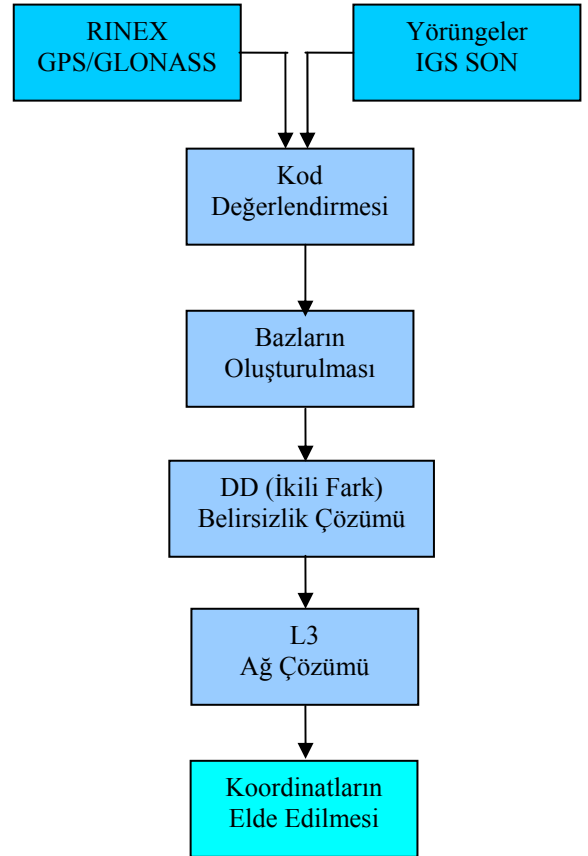
Tablo 1. Test ağındaki noktalarda bulunan GPS/GLONASS alıcı ve antenleri.

Table 1. GPS/GLONASS receiver and antennas in the test network stations.

Nokta	Alıcı	Anten
HERT	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG NONE
GOPE	TPS NETG3	TPSCR.G3 TPSH
SOFI	TPS E GGD	AOAD/M_T NONE
GLSV	NOV OEMV3	NOV702GG NONE
LAMA	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG LEIS
SCOA	TRIMBLE NETR5	TRM55971.00 NONE

Verilerin değerlendirilmesinde IGS son yörüngeleri kullanılmıştır. IGS son yörüngelerinin doğruluğu GPS için 2.5 cm, GLONASS için 5 cm dolaylarındadır (URL2,URL3).

GPS, GLONASS ve GPS/GLONASS gözlemlerinin değerlendirilmesinde şekil 2 deki değerlendirme adımları göz önüne alınmıştır. Tüm değerlendirmelerde aynı proses stratejisi izlenmiştir(URL4). Belirsizlik çözümü esnasında global iyonosferik model kullanılmıştır. Troposfer modeli olarak Saastamoinen tercih edilmiştir.



Şekil 2. GNSS veri değerlendirmesi.
Figure 2. GNSS data processing .

Test ağında 1 Ocak 2010 tarihli gözlem dosyası kullanılmıştır. Değerlendirmeler GPS/GLONASS, GPS ve GLONASS gözlemleri kullanarak ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Önce 24 saatlik gözlem süreleri göz önüne alınarak, ardından gözlem sürelerinin sonuçlar üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla gözlem dosyaları 6 ve 12 saatlik ölçü sürelerine bölünerek değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

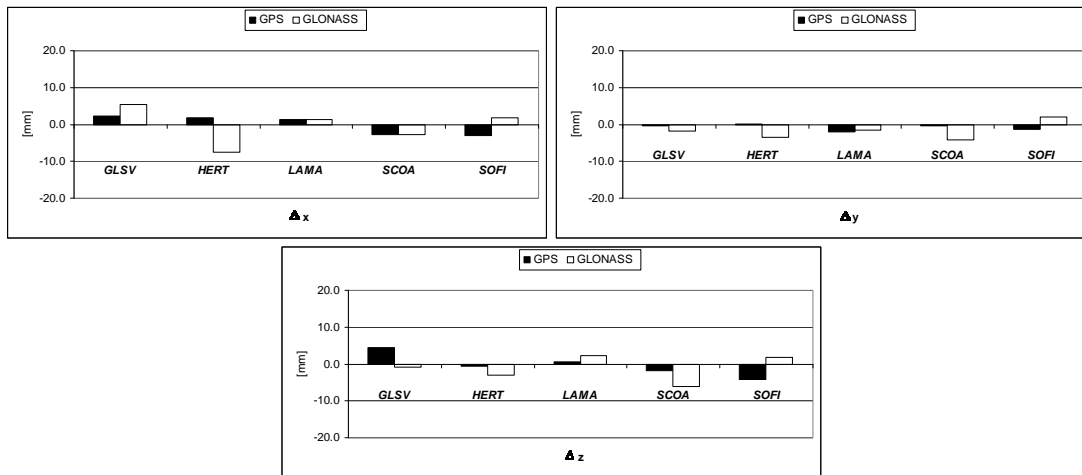
İlk olarak 24 saatlik GPS/GLONASS, GPS ve GLONASS gözlemleri değerlendirilmiştir. GPS/GLONASS, GPS ve GLONASS gözlemlerinin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen baz uzunlukları ve rms değerleri tablo 2’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere GPS/GLONASS ve GPS baz uzunlukları genelde birbirine daha yakındır. Standart sapmalar göz önüne alındığında ise GLONASS değerlerinin GPS ve GPS/GLONASS’ a göre daha büyük olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Değerlendirme sonucunda elde edilen baz uzunlukları ve rms değerleri.*Table 2. Acquired baseline lengths and rms values as a result of process.*

BAZLAR	GPS/GLONASS		GPS		GLONASS	
	UZUNLUK (m)	rms (mm)	UZUNLUK (m)	rms (mm)	UZUNLUK (m)	rms (mm)
GLSV-LAMA	777645.8835	0.2	777645.8839	0.1	777645.8842	0.3
GLSV-SOFI	1023107.5668	0.2	1023107.5673	0.2	1023107.5620	0.3
GLSV-GOPE	1120826.0959	0.2	1120826.0948	0.1	1120826.0921	0.3
LAMA-SOFI	1274432.9313	0.2	1274432.9314	0.2	1274432.9336	0.3
LAMA-GOPE	599415.7232	0.2	599415.7215	0.1	599415.7226	0.2
LAMA-HERT	1416793.1215	0.2	1416793.1198	0.1	1416793.1208	0.2
SOFI-GOPE	1051001.8056	0.2	1051001.8053	0.2	1051001.8069	0.3
SOFI-SCOA	2031500.6773	0.2	2031500.6779	0.2	2031500.6826	0.3
GOPE-HERT	1030398.2837	0.2	1030398.2836	0.1	1030398.2865	0.3
GOPE-SCOA	1446311.6891	0.2	1446311.6888	0.2	1446311.6935	0.3
HERT-SCOA	843980.1759	0.2	843980.1735	0.2	843980.1815	0.3

Tablo 3. GPS/GLONASS koordinatlarından olan koordinat farkları.*Table 3. Coordinate differences from GPS/GLONASS coordinates.*

İSTASYONLAR	GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz
GLSV	2.2	-0.3	4.5	5.3	-1.7	-0.8
HERT	1.8	0.2	-0.6	-7.5	-3.4	-3.1
LAMA	1.3	-2.0	0.6	1.3	-1.5	2.3
SCOA	-2.8	-0.4	-1.8	-2.8	-4.3	-6.1
SOFI	3.0	1.3	4.2	1.9	2.1	1.7

**Şekil 3.** GPS/GLONASS koordinatlarından olan koordinat farklarının grafik gösterimi.*Figure 3. Graphical presentation of coordinate differences from GPS/GLONASS coordinates.*

Test aşında minimum zorlamalı dengeleme gerçekleştirilmiştir. GOPE noktasına minimum zorlama yapılarak diğer noktaların koordinat bileşenleri hesaplanmıştır. GPS/GLONASS gözlemlerinden elde edilen koordinat

değerlerinden sadece GPS ve GLONASS' a olan farklar Tablo 3 ve Şekil 3'de verilmiştir. Şekil ve tablodan da görüldüğü üzere, bazı noktalarda GLONASS, bazılarında ise GPS sonuçları GPS/GLONASS sonuçlarına daha yakındır.

Tablo 4 ve Şekil 4' de ise GPS, GLONASS ve GPS/GLONASS gözlemlerinin değerlendirilmesi sonucu elde edilen koordinatların standart sapmaları verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere GLONASS sonuçları GPS/GLONASS ve GPS' e nazaran bir miktar büyüktür.

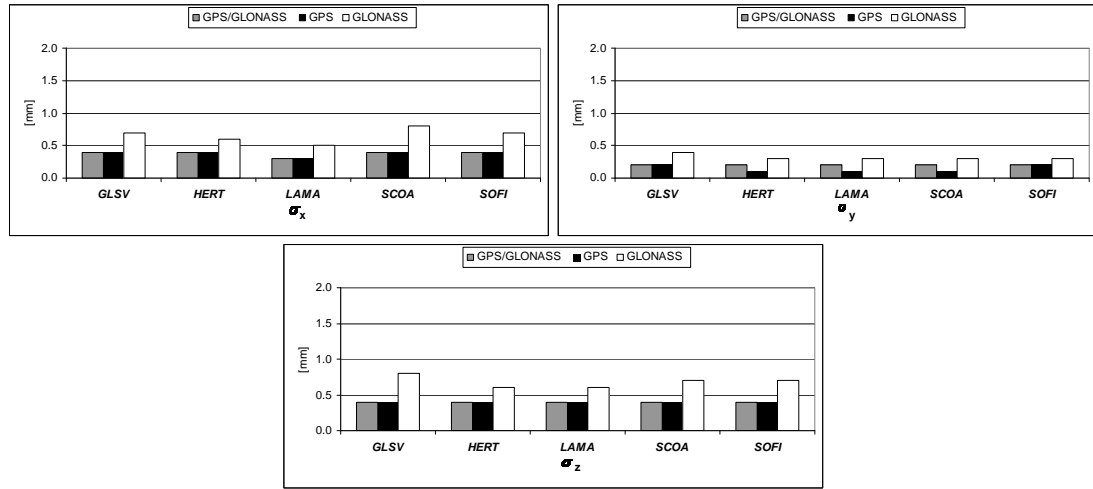
Bir sonraki değerlendirme aşamasında, gözlem dosyaları 6 ve 12 saatlik gözlemlere bölünmüştür. Bölme işleminin ardından 6 ve 12

saatlik GPS/GLONASS, GPS ve GLONASS gözlemlerinin prosesi gerçekleştirilmiştir. 6 saatlik gözlemlerin prosesleri sonucu elde edilen koordinat değerlerinin 24 saatlik GPS/GLONASS değerlerinden olan koordinat farkları tablo 5 – 8 de, 12 saatlik gözlemlerin prosesleri sonucu elde edilen koordinat değerlerinin 24 saatlik GPS/GLONASS değerlerinden olan koordinat farkları ise Tablo 9 ve 10 da verilmiştir.

Tablo 4. Noktaların standart sapmaları.

Table 4. Standard deviations of stations.

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z
GLSV	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4	0.7	0.4	0.8
HERT	0.4	0.2	0.4	0.4	0.1	0.4	0.6	0.3	0.6
LAMA	0.3	0.2	0.4	0.3	0.1	0.4	0.5	0.3	0.6
SCOA	0.4	0.2	0.4	0.4	0.1	0.4	0.8	0.3	0.7
SOFI	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4	0.7	0.3	0.7



Şekil 4. Noktaların standart sapmalarının grafik gösterimi.

Figure 4. Graphical presentation of standard deviations of stations.

Tablo 5. 0-6 zaman diliminde elde edilen koordinatların 24 saatlik GPS/GLONASS koordinatlarından olan koordinat farkları.

Table 5. Coordinate differences of coordinates, acquired from 0-6 time segment, from 24 hourly GPS/GLONASS coordinates.

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz
GLSV	4.5	1.1	2.3	4.0	1.4	-0.8	10.3	-15.2	1.2
HERT	-4.5	2.7	-4.4	-4.5	2.5	-1.5	-1.3	2.1	-7.9
LAMA	0.6	1.4	-1.7	0.8	2.2	-0.6	-0.5	0.2	-4.2
SCOA	18.1	8.7	8.4	22.9	7.6	12.6	26.7	4.8	18.4
SOFI	-3.8	-5.9	-9.6	-4.1	-5.8	-9.5	5.4	-5.1	-7.1

Tablo 6. 6-12 zaman diliminde elde edilen koordinatların 24 saatlik GPS/GLONASS koordinatlarından olan koordinat farkları.

Table 6. Coordinate differences of coordinates, acquired from 6-12 time segment, from 24 hourly GPS/GLONASS coordinates.

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz
GLSV	0.0	1.0	1.3	0.2	-0.1	-1.9	1.1	4.9	22.5
HERT	4.0	-0.9	6.1	-2.9	-0.4	-3.1	25.1	-1.7	29.4
LAMA	-1.0	1.3	-0.4	1.2	2.3	1.8	3.9	7.2	-0.9
SCOA	-14.5	-3.8	-6.9	-24.6	-3.3	-20.6	17.2	-3.1	26.0
SOFI	2.3	7.6	4.8	-0.4	5.0	2.0	1.6	4.7	1.9

Tablo 7. 12-18 zaman diliminde elde edilen koordinatların 24 saatlik GPS/GLONASS koordinatlarından olan koordinat farkları.

Table 7. Coordinate differences of coordinates, acquired from 12-18 time segment, from 24 hourly GPS/GLONASS coordinates.

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz
GLSV	3.7	2.0	0.9	-3.2	-0.1	-5.8	-5.3	0.2	-8.6
HERT	3.1	-1.5	4.5	-2.9	-1.0	0.1	-5.6	-10.0	-12.4
LAMA	2.2	2.1	1.1	-1.1	1.9	0.3	2.0	2.4	-10.8
SCOA	18.1	3.4	11.9	19.1	3.2	12.6	-12.4	9.6	-4.7
SOFI	4.3	-1.7	-3.9	5.5	1.8	-1.6	24.2	-25.7	-27.2

Tablo 8. 18-24 zaman diliminde elde edilen koordinatların 24 saatlik GPS/GLONASS koordinatlarından olan koordinat farkları.

Table 8. Coordinate differences of coordinates, acquired from 18-24 time segment, from 24 hourly GPS/GLONASS coordinates.

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz
GLSV	1.7	3.3	2.1	-0.8	0.7	-0.6	19.2	5.8	15.2
HERT	4.1	-1.5	4.9	-8.3	-1.6	-6.8	1.6	4.6	1.8
LAMA	2.2	1.8	2.2	2.2	2.9	3.6	2.8	-5.4	1.8
SCOA	-19.4	-4.3	-13.1	-20.3	-5.9	-15.4	-25.0	12.5	-14.6
SOFI	-6.0	11.1	6.8	-3.4	13.3	9.0	-4.4	18.1	8.3

Tablo 9. 0-12 zaman diliminde elde edilen koordinatların 24 saatlik GPS/GLONASS koordinatlarından olan koordinat farkları.

Table 9. Coordinate differences of coordinates, acquired from 0-12 time segment, from 24 hourly GPS/GLONASS coordinates.

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz
GLSV	-1.4	0.2	-1.8	0.2	-0.1	-3.1	0.5	1.6	2.3
HERT	2.4	1.9	1.8	-2.6	1.8	-0.9	19.0	9.1	12.3
LAMA	-0.9	1.0	-1.8	0.8	2.1	-0.4	4.7	6.2	-0.2
SCOA	3.1	4.0	0.2	2.3	2.8	1.1	20.1	6.5	18.1
SOFI	-3.0	-0.6	-4.6	-5.7	-2.1	-7.4	-3.3	-0.6	-9.0

Tablo 10. 12-24 zaman diliminde elde edilen koordinatların 24 saatlik GPS/GLONASS koordinatlarından olan koordinat farkları.

Table 10. Coordinate differences of coordinates, acquired from 12-24 time segment, from 24 hourly GPS/GLONASS coordinates.

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz
GLSV	0.3	1.7	0.3	-1.2	1.0	-1.7	7.3	4.2	18.2
HERT	5.8	0.4	6.1	-1.5	-1.3	1.4	-7.1	5.3	-4.7
LAMA	0.2	1.3	-0.3	-0.9	2.1	0.9	-2.8	2.4	5.0
SCOA	4.1	2.3	6.3	1.4	0.1	2.1	-14.1	6.9	-2.9
SOFI	-0.8	0.9	1.8	-6.2	-0.3	-4.2	12.7	-3.1	13.8

6 saatlik gözlem süreleri göz önüne alınarak yapılan değerlendirme sonuçlarına bakıldığında tutarlı bir durumun söz konusu olmadığı görülmektedir. Farklara bakıldığında görüldüğü üzere SCOA noktasında farklar diğer noktalara nazaran daha büyüktür. Bu farklar zaman dilimlerine göre farklı işaret almaktadır.

12 saatlik değerlendirme sonuçlarına bakıldığında ise 6 saatlik değerlendirme sonuçlarına benzer olarak yine bir tutarlılığın olmadığı görülmektedir. Farkların büyüklüğü noktalara ve zaman dilimlerine göre

değişmektedir. SCOA noktasında farklar 6 saatlik sonuçlara nazaran daha küçüktür.

Tablo 11 – 14 'de ise 6 saatlik gözlemlerin prosesi sonucu elde edilen koordinatların standart sapmaları, tablo 15 ve 16 da ise 12 saatlik gözlemlerin prosesi sonucu elde edilen koordinatların standart sapmaları verilmiştir. Görüldüğü üzere tüm zaman dilimlerinde GLONASS değerleri GPS/GLONASS ve GPS değerlerinden büyüktür. 0-6 zaman dilimi hariç diğer dilimlerde GPS/GLONASS değerlerinin GPS ve GLONASS' a nazaran daha iyi olduğu görülmektedir.

Tablo 11. 0-6 zaman diliminde elde edilen koordinatların standart sapmaları.

Table 11. Standard deviations of coordinates acquired from 0-6 time segment.

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z
GLSV	0.8	0.4	0.9	0.6	0.3	0.7	1.7	1.1	1.7
HERT	0.8	0.3	0.8	0.6	0.2	0.6	1.3	0.7	1.3
LAMA	0.7	0.3	0.8	0.5	0.2	0.6	1.2	0.7	1.2
SCOA	0.9	0.3	0.9	0.7	0.2	0.7	1.6	0.7	1.5
SOFI	0.8	0.4	0.8	0.6	0.3	0.6	1.4	0.7	1.3

Tablo 12. 6-12 zaman diliminde elde edilen koordinatların standart sapmaları.

Table 12. Standard deviations of coordinates acquired from 6-12 time segment.

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z
GLSV	0.6	0.3	0.7	0.7	0.4	0.9	1.4	0.9	2.1
HERT	0.6	0.2	0.7	0.8	0.3	1.0	1.1	0.6	1.3
LAMA	0.5	0.2	0.7	0.7	0.3	0.8	1.1	0.6	1.2
SCOA	0.7	0.2	0.7	1.0	0.3	1.0	1.7	0.6	1.7
SOFI	0.6	0.3	0.7	0.8	0.4	0.9	1.4	0.7	1.4

Tablo 13. 12-18 zaman diliminde elde edilen koordinatların standart sapmaları.*Table 13. Standard deviations of coordinates acquired from 12-18 time segment.*

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z
GLSV	0.6	0.3	0.7	0.7	0.4	0.8	1.8	0.9	2.1
HERT	0.5	0.2	0.6	0.7	0.3	0.8	1.7	0.7	1.8
LAMA	0.5	0.3	0.6	0.6	0.3	0.8	1.2	0.5	1.4
SCOA	0.6	0.3	0.6	0.7	0.3	0.7	2.7	0.8	2.4
SOFI	0.6	0.3	0.6	0.7	0.4	0.7	2.1	0.9	2.1

Tablo 14. 18-24 zaman diliminde elde edilen koordinatların standart sapmaları.*Table 14. Standard deviations of coordinates acquired from 18-24 time segment.*

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z
GLSV	0.6	0.3	0.7	0.7	0.3	0.8	1.1	0.7	1.2
HERT	0.6	0.2	0.7	0.8	0.3	0.9	1.0	0.5	1.0
LAMA	0.5	0.2	0.6	0.7	0.3	0.8	0.9	0.5	1.0
SCOA	0.7	0.2	0.7	0.8	0.3	0.9	1.3	0.5	1.2
SOFI	0.6	0.3	0.6	0.7	0.3	0.8	1.2	0.7	1.2

Tablo 15. 0-12 zaman diliminde elde edilen koordinatların standart sapmaları.*Table 15. Standard deviations of coordinates acquired from 0-12 time segment.*

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z
GLSV	0.5	0.2	0.5	0.5	0.2	0.6	1.0	0.5	1.0
HERT	0.5	0.2	0.5	0.5	0.2	0.6	0.8	0.4	0.9
LAMA	0.4	0.2	0.5	0.4	0.2	0.5	0.8	0.4	0.8
SCOA	0.5	0.2	0.5	0.6	0.2	0.6	1.0	0.4	1.0
SOFI	0.5	0.2	0.5	0.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.9

Tablo 16. 12-24 zaman diliminde elde edilen koordinatların standart sapmaları.*Table 16. Standard deviations of coordinates acquired from 12-24time segment.*

İSTASYONLAR	GPS/GLONASS (mm)			GPS (mm)			GLONASS (mm)		
	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z
GLSV	0.3	0.2	0.4	0.5	0.3	0.6	0.9	0.5	1.1
HERT	0.3	0.1	0.4	0.5	0.2	0.6	0.9	0.4	0.9
LAMA	0.3	0.1	0.4	0.5	0.2	0.6	0.8	0.4	0.9
SCOA	0.4	0.1	0.4	0.6	0.2	0.6	1.2	0.4	1.1
SOFI	0.3	0.2	0.4	0.5	0.3	0.5	1.1	0.5	1.1

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, GLONASS' in mevcut durumu ile global konumlamada kullanılabilirliğini test etmek amacıyla 6 IGS noktasından oluşan bir ağ seçilmiş, 24, 12 ve 6

saatlik GPS/GLONASS, GPS ve GLONASS gözlemleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler Bernese 5.0 akademik analiz yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle 24 saatlik gözlemler değerlendirilmiştir. Minimum zorlama GOPE noktasına yapılarak koordinat

değerleri ve standart sapmalar elde edilmiştir. Daha sonra, gözlem dosyaları 6 ve 12 saatlik dilimlere bölünmüştür. Bölme işleminin ardından zaman dilimlerine göre gözlemler ayrı ayrı bağımsız değerlendirilmiştir. Zaman dilimlerinde elde edilen koordinatların 24 saatlik GPS/GLONASS sonuçlarından olan farkları ve standart sapmaları ilgili şekil ve çizelgelerde verilmiştir. Koordinat farkları hem 24 saatlik, hem de 6 ve 12 saatlik verilerde göz önüne alındığında GPS, GPS/GLONASS ve GLONASS farklarının tutarlı olmadığı, standart sapmalara bakıldığında ise GLONASS değerlerinin GPS ve GPS/GLONASS değerlerine göre büyük olduğu

görülmüştür. Bunun muhtemel nedeninin GLONASS gözlem sayısı olduğu düşünülmektedir.

GLONASS tam kapasiteyle çalışmaya başladığında GPS' e tam olarak alternatif bir sistem olacağı ayrıca GPS ile birlikte kullanımının günümüze nazaran daha iyi sonuçlar getireceği açıktır.

TEŞEKKÜR

Bu yayının ilk yazarın Yüksek Lisans Tez çalışmasından olup Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Alçay, S., 2010, Küresel Konumlamada GLONASS' ın Kullanılabilirliğinin Araştırılması; Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bruyninx, C., 2007, Comparing GPS-only with GPS+GLONASS Positioning in a Regional Permanent GNSS network; GPS Solutions, 11(2), 97-106.
- Cai, C., Gao, Y., 2007, Precise Point Positioning Using Combined GPS and GLONASS Observations; Journal of Global Positioning Systems, 1,13-22.
- Dadson, A.H., Moore, T., Baker, F.D., and Swann, J.W., 1999, Hybrid GPS+GLONASS; GPS Solutions,3(1), 32-41.
- Raffaella, C., Marco, G., 2000, Dual Frequency GPS+GLONASS Measurements in the Static Relative Positioning; Bollettino di geodesia e scienze afini, 59,391-403.
- Stewart, M.P., Tsakiri, M., Wang, J., Monico, J.F., 2000, The Contribution of GLONASS Measurements to Regional and Continental Scale Geodetic Monitoring Regimes; Earth Planets Space, 52,877-880.
- Wang, J., Wang, J., 2007, Comparing Long Baseline Results From GPS and GPS/GLONASS; CombinedInt.Symp. & Exhibition on Geoinformation & GNSS, Johor Bahru, Malaysia, 5-7 November CD-ROM procs, paper 59.

URL 1 : <http://www.glonass-ianc.rsa.ru>

URL 2 : <http://igsceb.jpl.nasa.gov/components/prods.html>

URL 3 : <http://acc.igs.org/>

URL 4 : <http://www.bernese.unibe.ch/docs/DOCU50.pdf>

