

NOKTA KONUMLARININ BELİRLENMESİNDE KLASİK RTK, AĞ RTK VE TOTAL STATION TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

S.BULBUL¹, C.İNAL¹, Ö.YILDIRIM²

¹Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Müh. Bölümü, Ölçme Tekniği Anabilim Dalı ,Konya, sbulbul@selcuk.edu.tr, cevat@selcuk.edu.tr

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Müh. Bölümü, Tokat omer.yildirim@gop.edu.tr

Özet

Yakın zamana kadar mühendislik amaçlı uygulamalarda detay noktalarının konumlarının belirlenmesi total station kullanılarak kutupsal yöntemle yapılmaktaydı. Günümüzde ise bu yöntemin yerini önce Klasik RTK(Real Time Kinematic), ardından da Ağı RTK(CORS: Continuously Operating Reference Stations) tekniği almış bulunmaktadır.

Bu çalışmada detay noktalarının konumları GPS/GNSS(Global Positioning System/Global Navigation Satellite Systems) ölçü yöntemlerinden; hızlı statik, Klasik RTK ve Ağı RTK teknikleri, klasik ölçme yöntemlerinden ise Total Station ile kutupsal yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Hızlı statik yöntemle elde edilen koordinatlar esas alınarak diğer yöntemlerin doğrulukları araştırılmıştır. Bu amaçla Selçuk Üniversitesi kampus alanında 100 noktalı bir test bölgesinde yapılan ölçüler değerlendirilmiştir.

Test alanında yapılan ölçülerin değerlendirilmesi sonucu x ve y projeksiyon koordinat eksenleri yönündeki farkların -3.70 cm ile +4.50 cm, h yönündeki farkların ise -9.10 ile +4.51 cm arasında değiştiği ve hızlı statik verileri ile total station verilerinin birbirine daha iyi yaklaşım gösterdiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler : GNSS, Klasik RTK, Ağı RTK, Hızlı statik yöntem

COMPARISON OF CLASSIC RTK, NETWORK RTK AND TOTAL STATION TECHNIQUES IN DETERMINATION OF POINT POSITIONS

Abstract

Until recently, determination of position of detail points was being made with polar method using a total station in many engineering applications. Today, however, firstly Classic RTK and then Network RTK replaced this method.

In this study, the position of detail points was determined by using GPS / GNSS (Global Positioning System / Global Navigation Satellite Systems) measurement methods such as rapid static, classical RTK and network RTK techniques and by using classic measurement methods such as polar method with total station. Using points coordinates based on rapid static measurement; the accuracy of the other methods was investigated. For this purpose, the measurements which were made at a 100-point test region in the campus area of Selcuk University were evaluated.

In the result of evaluation for measurements which were made in the test region, the differences are between -3.70 cm. and +4.50 cm. in the direction of x and y projection coordinate axis and the differences are between -9.10 cm. and +4.51 cm. in the direction of h. It has been seen that the rapid static data and total station data show a better approach to each other.

Keywords : GNSS, Classic RTK, Network RTK, Rapid Static Method.

KLASİK RTK, AĞ RTK VE TOTAL STATION TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

1.Yöntem

Hızlı statik, Ağ RTK, Klasik RTK ve Total Station ile elde edilen nokta konumlarını karşılaştırmak amacıyla Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat kampüsü içinde meskün olmayan bir bölgede ~6.5 hektarlık bir test alanı oluşturulmuştur(Şekil 1). Test alanı ~ 720x90m boyutlarında ve 100 noktalıdır.



Şekil 1. Test alanı

Hızlı statik, Ağ RTK ve Klasik RTK ölçüleri Javad Triumph GNSS alıcısı ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılan alıcının hızlı statik ölçme doğruluğu yatayda 0.3 cm+0.5 ppm, düşeyde 0.5cm+0.5 ppm dir. RTK ölçme doğruluğu ise yatayda 1 cm+1 ppm, düşeyde 1.5 cm+1 ppm dir. Hızlı statik ölçmelerde alıcı sehpa üzerine kurulmuştur(Şekil 2). Gözlemlerde uydu yükseklik açısı 15 derece, veri toplama aralığı 5 saniye ve ölçü süresi 10 dakika olarak alınmıştır. Bütün noktalardaki ölçmelerde GPS uydu sayısı 7, GLONASS uydu sayısı ise 6 nın üzerindedir. Toplanan veriler Leica LGO 7.0 yazılımı ile değerlendirilmiş ve noktaların ITRF96/2005.0 'e göre koordinatları hesaplanmıştır.



Şekil 2. Hızlı statik ölçü



Şekil 3. Total Station ile yapılan ölçmeler

Ağ RTK ve Klasik RTK ölçmelerinde uydu yükseklik açısı 10 derece, veri toplama aralığı 1 saniye ve ölçü süresi 5 epok olarak alınmıştır. Klasik RTK ölçmelerinde Selçuk Üniversitesi Kampüsü alanı içinde bulunan TUTGA(SLCK) noktası referans noktası olarak kullanılmıştır.

Total Station ile yapılan ölçmelerde Topcon GTS 105N elektronik takeometresi kullanılmıştır. Bu aletin uzunluk ölçme doğruluğu $m_d = \pm(2\text{mm} + 2\text{ ppm})$ ve açı ölçme doğruluğu $m_a = \pm 1.5\text{ mgon}$ dur. Total Station ile yapılan ölçmelerde istasyon noktalarının zemin tesisleri pilye şeklindedir(Şekil 3). Söz konusu pilyeler daha önce elektronik uzaklık ölçerlerin kalibrasyonu amacıyla tesis edilmiş ve bu pilyelerin üç tanesi Total Station ile yapılan alımda kullanılmıştır. Pilye koordinatları her noktada 2 saat statik GPS ölçüsü yapılarak belirlenmiştir.

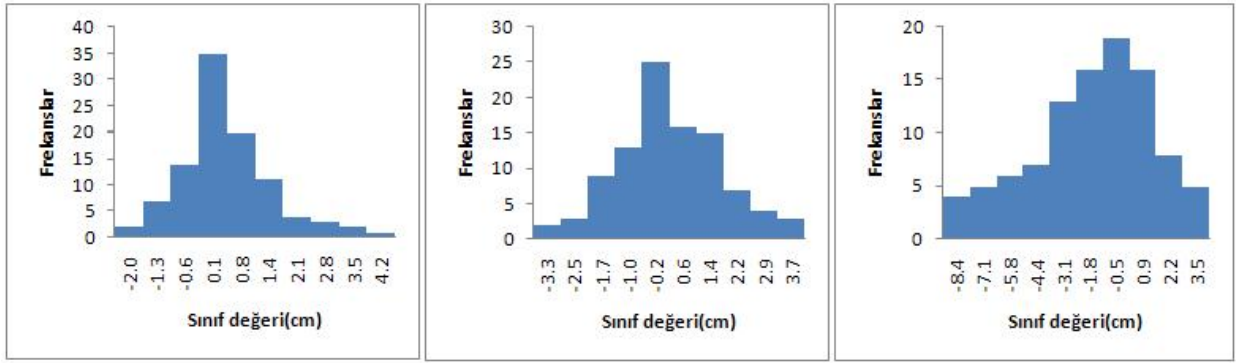
KLASİK RTK, AĞ RTK VE TOTAL STATION TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Total station ile yapılan alımda seçilen üç pilye noktasından iki tanesi istasyon noktası olarak kullanılmıştır. Alımda detay noktalarının istasyon noktalarına olan uzaklığı 200 m'nin altındadır. Ölçülen uzunluklar projeksiyon düzlemine indirgenmiş ve nokta koordinatları hesaplanmıştır.

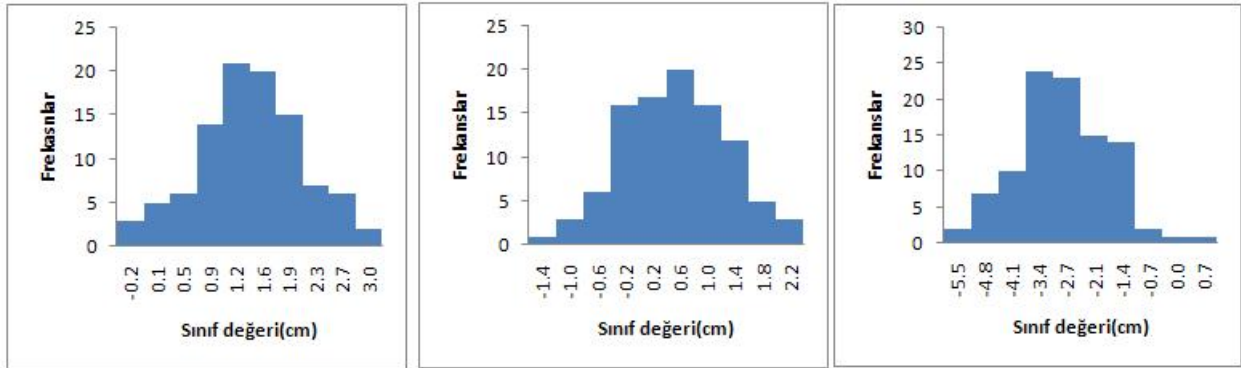
Hızlı statik yöntemle elde edilen koordinatlar esas alınarak; Ağ RTK, Klasik RTK ve Total Station ile elde edilen koordinat farkları(hatalar);

$$\begin{aligned}\varepsilon_x &= X_s - X \\ \varepsilon_y &= Y_s - Y \\ \varepsilon_h &= h_s - h\end{aligned}\quad (1)$$

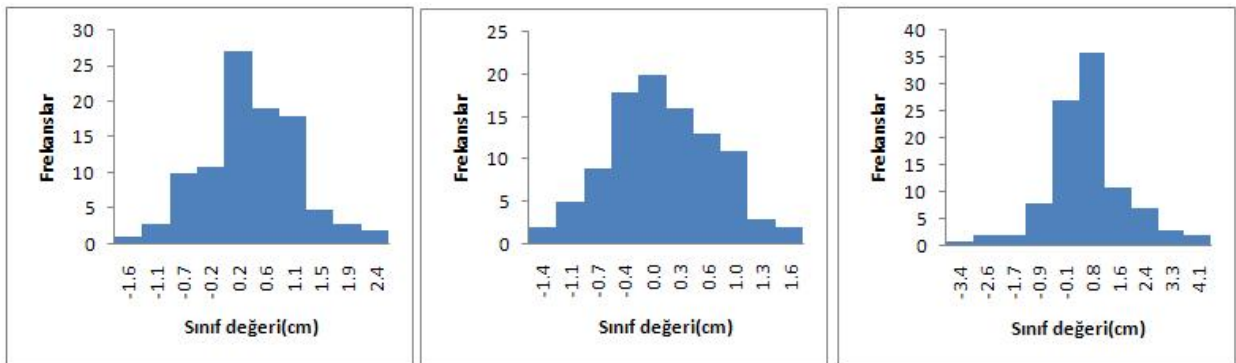
ile hesaplanmıştır. Hesaplanan hatalar 10 sınıfa ayrılmış, sınıf aralıkları ve frekansları belirlenmiş ve histogramlar oluşturulmuştur(Şekil 4,5,6). (7) eşitliğinde; x_s , y_s , h_s hızlı statik yöntemle elde edilen koordinatları, x , y , h ise Ağ RTK, Klasik RTK ve Total Station ile elde edilen koordinatları göstermektedir.



Şekil 4. Hızlı statik – (CORS-TR) koordinat farkları



Şekil 5. Hızlı statik – Klasik RTK koordinat farkları



Şekil 6. Hızlı statik – Total Station koordinat farkları

KLASİK RTK, AĞ RTK VE TOTAL STATION TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

(1) eşitliklerinden hesaplanan koordinat farkları kullanılarak x, y ve h yönündeki standart sapmalar;

(2) eşitliğiyle hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara ilişkin istatistik bilgiler Tablo 1 de verilmektedir.

Tablo 1 Hızlı statik(HS) ölçü yöntemi ile diğer yöntemlerin karşılaştırılması

Ölçü Yöntemleri	Farklar	Max. (cm)	Ortalama (cm)	Min. (cm)	Standart Sapma(cm)
HS-(CORS-TR)	ϵ_x	4.50	0.42	-2.30	± 1.26
	ϵ_y	4.10	0.21	-3.70	± 1.59
	ϵ_h	4.20	-1.65	-9.10	± 3.52
HS-Klasik RTK	ϵ_x	3.20	1.41	-0.40	± 1.58
	ϵ_y	2.40	0.53	-1.60	± 0.93
	ϵ_h	1.00	-2.84	-5.80	± 3.08
HS-Total Station	ϵ_x	2.60	0.40	-1.78	± 0.88
	ϵ_y	1.82	0.09	-1.56	± 0.70
	ϵ_h	4.51	0.60	-3.80	± 1.42

2.Sonuç-Öneriler

Günümüzde mühendislik amaçlı uygulamalarda detay noktaların konumlarının belirlenmesinde genellikle Total Station ile kutupsal yöntem ve GNSS tekniklerinden gerçek zamanlı kinematik GPS yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, hızlı statik yöntemle diğer yöntemlerin karşılaştırılması yapılmıştır.

Selçuk Üniversitesi kampüs alanında 100 noktalı bir test alanı oluşturulmuş, nokta koordinatları hızlı statik yöntem, CORS-TR, Klasik RTK ve Total Station ile belirlenmiş, hızlı statik yöntemle belirlenen koordinatlar esas alınarak farklar hesaplanmıştır.

Hızlı statik yöntem ile CORS-TR karşılaştırılmasında x ve y yönündeki koordinat farklar -3.7 cm ile +4.5 cm arasında değişmektedir. Farkların standart sapması ile ± 1.26 ile ± 1.59 cm arasında değişmektedir.

Hızlı statik yöntem ile Klasik RTK değerleri karşılaştırıldığında x ve y yönündeki koordinat farklar -1.60 cm ile +3.20 cm arasında değişmektedir. Farkların standart sapması ile ± 0.93 ile ± 1.53 cm arasında değişmektedir.

Hızlı statik yöntem ile Total Station tekniği karşılaştırıldığında x ve y yönündeki koordinat farklar -1.78 cm ile +2.60 cm arasında değişmektedir. Farkların standart sapması ile ± 0.70 ile ± 0.88 cm arasında değişmektedir.

Bütün karşılaştırmalarda, yükseklikteki ve ortalama hatadaki farklar x ve y yönündeki değerlerin iki katına çıkmaktadır. Tablo-2 'den de görüldüğü gibi Total Station verilerinin hızlı statik sonuçlarına daha iyi bir yaklaşım gösterdiği görülmektedir. Bütün yöntemlerde, x ve y yönündeki koordinat farkları 5 cm.'nin, yükseklikteki farklar ise 10 cm.'nin altındadır.

KAYNAKLAR

Arslanoğlu, M., (2002) Gerçek Zamanlı Kinematik GPS'in Kent Bilgi Sistemlerinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, ZKÜ FBE, Zonguldak.

KLASİK RTK, AĞ RTK VE TOTAL STATION TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

- Arslanoğlu, M., Mekik, Ç., (2003). Gerçek Zamanlı Kinematik GPS Konumlarının Doğruluk Analizi ve Bir Örnek Uygulama, *9. Türkiye Harita ve Bilimsel Teknik Kurultayı*, Ankara, 549-558, 2003.
- Eren, K., Uzel, T., (2008). Ulusal CORS Sisteminin Kurulması ve Datum Dönüşüm Projesi, *İstanbul Kültür Üniversitesi*, İstanbul.
- İnal, C., (2000)., Modern Jeodezide Ölçme Aletleri (Ders Notları), Selçuk Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, yayın no 50, Konya
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. And Collins, J., (1997). GPS Theory and Practice, New York.
- Kahveci, M., (2009). Kinematik GNSS ve RTK CORS Ağları, *Zerpa Turizm Yayıncılık Ltd. Şti.*, Ankara.
- Kahveci, M., Yıldız, F., (2012). GPS/GNSS Uydularla Konum Belirleme Sistemleri Teori ve Uygulama, *Nobel Akademik Yayıncılık*, 222s, 5. Baskı, Ankara
- Landau, H., Vollath, U., Chen, X., (2002). Virtual Reference Station Systems, *Journal of Global Positioning System*, Vol. 1, No. 2, 137-143, Kanada.
- Mekik, Ç., (2001). Gerçek Zamanlı Kinematik GPS, *Seminer çalışması*, ZKÜ, 11s, Zonguldak.
- Pektaş, F., (2010). Gerçek Zamanlı Ulusal ve Yerel Sabit GNSS Ağlarında Dayalı Kinematik Konumlama, *Yüksek Lisans Tezi*, YTÜ FBE, İstanbul.
- Raquet, J., (1998). Development of a Method for Kinematic GPS Carrier-Phase Ambiguity Resolution Using Multiple Reference Receivers. *PhD Thesis*, UCGE 20116, University of Calgary.
- Rizos, C., (2002), Network RTK Research and Implementation –A Geodetic Perspective, *Journal of Global Positioning Systems*, Vol.1, No.2:144-150.
- Wanninger, L., (2002). Virtual Reference Stations for Centimeter- Level Kinematic Positioning, Proceedings of ION GPS 2002, pp 1400-1407, Portland, Oregon, USA
- Yıldırım, Ö., Salgın, Ö., Bakıcı, S., (2011). The Turkish CORS Network (TUSAGA- Aktif), *FIG Working Week 2011*, Bridging the Gap between Cultures, 18-21 May 2011, Marrakech, Morocco,