

GERÇEK ZAMANLI KİNEMATİK GPS KONUMLARININ DOĞRULUK ANALİZİ VE BİR ÖRNEK UYGULAMA

Çetin MEKİK¹
Murat ARSLANOĞLU²

ÖZET

Bu çalışmada, GPS ölçme teknikleri içerisinde son yıllarda geliştirilmiş olan ve sıkça kullanılmaya başlanan Gerçek Zamanlı Kinematik GPS (GZK GPS) ölçme yöntemi doğruluk yönünden çeşitli testlerle incelenmiştir. Gerçek zamanlı konum bilgisini son derece hızlı ve cm mertebesinde türetebilen GZK GPS ölçme yöntemi, bilinen yöntemlerle (statik GPS ve klasik yersel yöntem) doğruluk analizine tabi tutulmuştur. GZK GPS yönteminin özellikle poligon, nirengi noktası ölçümleri ve detay alımı çalışmalarında kullanılıp kullanılamayacağı üzerinde durulmuştur. Yapılan test sonuçları incelendiğinde GZK GPS yönteminin doğruluk açısından bilinen yöntemlere alternatif olabilecek, son derece hızlı ve uzun vade de ekonomik bir yöntem olduğu görülmüştür. Ayrıca, GZK GPS'in ne gibi çalışmalarda kullanılabileceği ve karşılaşılan problemler için çözümler konusunda öneriler getirilmiştir.

ABSTRACT

AN INVESTIGATION ON ACCURACY ANALYSIS OF REAL TIME KINEMATİK GPS POSITIONS AND A CASE SDUDY

In this study, Real Time Kinematic GPS (RTK GPS) method, one of the GPS positioning techniques devolped recently and made use of quite often, has been investigated by conducting various tests in relation to accuracy this new method provides. RTK GPS, which can produce positioning extremely fast and in the order of cm, has been subjected to accuracy analyses against the methods whose accuracies are available to the scientific community. A special interest was in whether RTK GPS can effciently be used in positioning polygone and triangulation points and in positioning object points in urban areas. Having studied the test results, it has been indicated that the accuracies RTK GPS yields can compare to the accuracies of other methods, and that it is extremely fast and economic method in a long run. Moreover, a number of suggestions have been made for what kind of areas RTK GPS can be applied to and what solutions it offers to the problems encountered in our profession.

¹ Yrd. Doç. Dr. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Jeodezi ABD

² Arş. Gör. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Jeodezi ABD

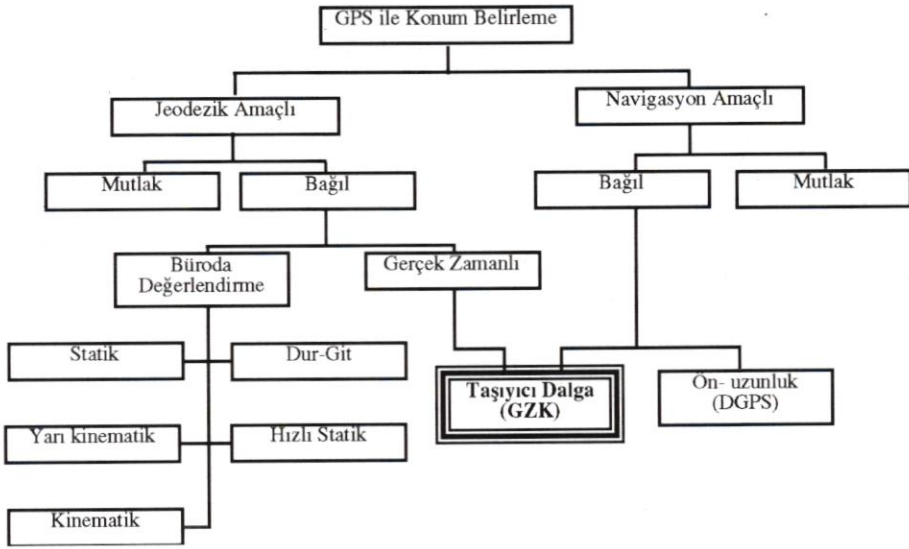
1. GİRİŞ

Gerçek zamanlı GPS ölçme teknikleri dışındaki diğer statik ve kinematik GPS ölçü yöntemlerinde yapılan ölçülerin sonuçları ancak, ölçü toplama işlemi bittikten sonra, toplanan verilerin çeşitli yazılımlar tarafından değerlendirilmesiyle elde edilebilmektedir. Bu ölçme tekniklerinin hepsinde de ya alıcı ya da harici bir alet ölçü sonrası değerlendirme için verileri kaydetmektedir. Gezici alıcı ile üzerine gelinen bir noktanın koordinatları veya oraya gelene kadar alıcının izlediği yol, gezici alıcının topladığı veriler referans alıcınıninkiler ile birleştirilmeden istenilen hassasiyette belirlenemez. Bu nedenle GPS ile arazideyken nokta konumları belirlenememekte, gerçek zamanlı olarak detay alımı ve aplikasyon gerçekleştirilememektedir (Arslanoğlu, 2002). Gerçek Zamanlı Kinematik GPS'den önce gerçek zamanlı konum belirleme Diferansiyel GPS (DGPS) ve mutlak konum belirleme ile sırasıyla 1-5 m ve 10-100 m düşük doğruluklarla yapılabilmekteydi. Bilim adamlarının gerçek zamanlı ve çok daha hassas konum belirleme çalışmaları sonucunda; DGPS'ten farklı olarak kod ölçüleri yerine taşıyıcı faz gözlemlerine göre konumlama yapabilen bir yöntem geliştirdiler. Gerçek Zamanlı Kinematik GPS (GZK GPS) adını verdikleri bu yöntem kısa sürede yaygınlaşarak geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Gerçek zamanlı konumlamaya yeni bir anlayış getiren GZK GPS ile santimetreler mertebesinde doğrulukla konum bilgisi elde edilebilmektedir. Bu sayede geniş kullanım alanı bulmuş olan GZK GPS, halihazır harita yapımında, imar uygulamalarında, kanal ve boru hattı projelerinde, araç takibinde, yol projelerinde, kent bilgi sistemi projelerinde, aplikasyon işlerinde v.b. hızlı ve doğru sonuçlar üretmesi nedeniyle sıklıkla kullanılabilmektedir. Ancak yöntem ülkemizde henüz tam anlamıyla etkin bir biçimde kullanılamamaktadır. Bu çalışmada yapılacak doğruluk analizi ve yöntemi sınırlayıcı etkenlere getirilecek çözüm önerileri ile GZK GPS yönteminin hak ettiği yeri alması amaçlanmıştır.

2. GERÇEK ZAMANLI KİNEMATİK GPS

1980'lerin başlarındaki statik konumlamaya yönelik taşıyıcı faz ölçmelerinin ilk kullanımlarında istenilen doğruluğa ulaşmak için saatler boyunca gözlem yapma zorunluluğu vardı. Yörüngede az sayıda GPS uydusu olduğundan, uzun gözlem süreleri ile tamsayı belirsizliklerini çözmek mümkün olabilmisti. Uydu yörüngelerinde olduğu gibi çeşitli modelleme hataları da gözlem sürelerinin uzamasına neden olmuştu. GPS ölçmelerini daha etkin yapma çabaları dur-git, hızlı-statik, yarı-kinematik (pseudokinematik) ve kinematik konumlama gibi ölçme yöntemlerinin doğmasına yol açmıştı (Mekik, 2001).

Bu yöntemlerin sonuncusu olan Gerçek Zamanlı Kinematik GPS, kullanıcıların ölçme anında santimetre seviyesinde doğruluk elde edebildikleri, taşıyıcı dalga faz gözlemlerini kullanarak tıpkı diferansiyel GPS'teki gibi konumlama yapan bir yöntemidir. GZK GPS yönteminin GPS ile konum belirlemedeki yeri Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1 GPS ile konum belirleme yöntemleri ve GZK'nın yeri (Arslanoğlu, 2002)

GZK GPS metodunda, hem referans ve hem de gezici istasyonda çift frekanslı GPS alıcısı kullanılır. Ayrıca bu metotta, statik ve kinematik GPS ölçü yöntemlerinde kullanılan donanımdan farklı olarak (DGPS 'te olduğu gibi) bazı ek donanımlar gerekir. Sabit istasyonda, hesaplanan taşıyıcı dalga faz ölçü düzeltmelerini yayımlayan bir radyo vericisi ve gezici birimde de gönderilen bu düzeltmeleri alan bir radyo alıcısı kullanılır (Mekik, 2001). GZK GPS' te kullanılan radyo modem DGPS de kullanılanlardan farklılık gösterir. Bu sistemde kullanılacak bir radyo modem veriye sabit istasyondan gezici istasyona her 0.5 ~ 2 saniyede güncellenmesi gerekir. Veri güncelleme oranının sıklığı nedeniyle gönderilen verinin hacmi artar. Bu nedenle GZK GPS veri linki en az 2400 bps (Byte Per Second) ister. Tavsiye edilen veri gönderim oranı ise 9600 hatta 19200 bps dir. Bu oranda bir veriyi destekleyebilecek bant genişliği radyo spektrumunun VHF veya UHF kısmında bulunabilir. Ancak VHF ve UHF bantları yasalar gereği kullanım lisansı gerektirmektedir (Langley, 1998).

Gerçek Zamanlı GPS tekniklerinde gezici alıcıya gönderilen düzeltme mesajları belli bir formata uygun olmalıdır. Her alıcı firması gerçek zamanlı uygulamalar için kendi özel formatını üretmiştir. Fakat bu durumda farklı formatlardaki veriler farklı alıcılar tarafından kullanılamaz. Bu problemi önlemek amacıyla Teknik Radyo Komisyonu Denizcilik Servisi, Özel Komitesi (Radio Technical Commission for Maritime Services, Special Committee 104) referans alıcı ile gezici alıcı arasında düzeltme verilerinin yayınlanması amacıyla standart bir format yayınlamış ve bu format RTCM SC-104 olarak isimlendirilmiştir (Hofmann at al., 1997). RTCM SC-104 formatı hemen hemen GPS navigasyon mesaj formatının aynısıdır. Deneyimler RTCM SC-104 veri formatı ve mesaj yapısının genellikle güvenilir olduğunu göstermiştir.

Doğal olarak, referans ve gezici alıcıları ne kadar çok sayıda uydu izlerse, tamsayı sabitleme işlemleri o kadar hızlanır ve konumlama doğrulukları o kadar artar. GPS sinyallerine ek olarak GLONASS sinyalleri kullanan sistemlerden bu doğrultuda yararlanılabilir. Ancak, çift frekanslı GPS sistemlerinin birkaç kilometreden uzun bazlarda tek frekanslı GPS/GLO-NASS ikili sistemlerine göre üstünlüğü vardır. GPS/GLONASS ikili sistemleri de açık havza madenleri, şehir kanyonları, nehir vadileri ve orman sınırlarının tespiti gibi sınırlı gökyüzü açıklığı olan bölgelerde daha avantajlıdır.

GZK GPS yönteminin diğer GPS ölçme yöntemlerine göre avantajları :

- Sonradan hesap gerektirmez.
- Çalışma bölgesinde ülke koordinat sisteminde bilinen birkaç nokta (3 nokta) olması durumunda diğer noktalar anında ülke koordinat sistemine arazide dönüştürülebilir.
- Tüm noktaların doğru olarak ölçme güvencesi vardır. Klasik kinematik yöntemde sabit istasyonda faz sıçraması olursa veya sinyal kesilmesi oluşursa (ve fark edilmezse) kinematik konum hesabı yapılamaz. GZK'da bu durum anında fark edildiğinden yeni bir tamsayı belirsizliği çözümüyle gözlemlere devam edilir.
- Koordinatları bilinen noktalara oldukça duyarlı (santimetre düzeyinde) navigasyon ve aplikasyon yapılabilir.
- GZK GPS yöntemi sayesinde GPS alıcıları çok hızlı olarak Elektronik takeometre gibi kullanılabilir (Mekik, 2001).

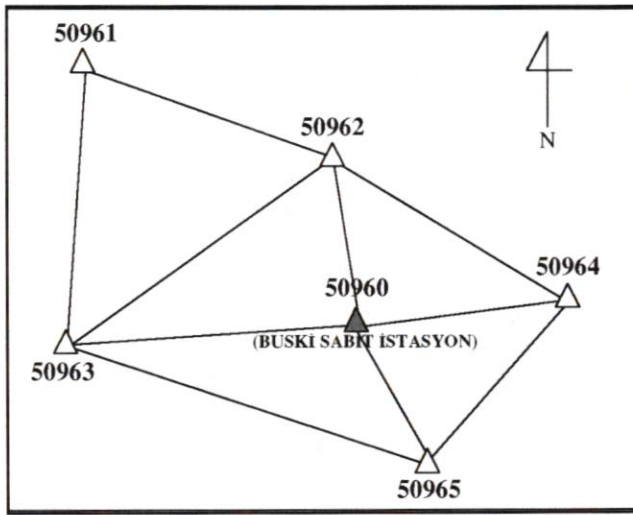
Günümüzde GZK GPS tüm dünyada çok geniş kullanım alanları bulmuştur. Sağladığı konum hassasiyeti nedeniyle yine gerçek zamanlı bir sistem olan DGPS' in kullanıldığı tüm alanlarında rahatlıkla kullanılabileceği gibi, çok daha hassas konum bilgisi gerektiren uygulamalarda da rahatlıkla kullanılabilir.

3. UYGULAMA

a) GZK GPS Konumlarının Statik GPS ile Test Edilmesi

GZK GPS sisteminin doğruluğunu test edebilmek amacıyla daha doğru sonuçlar türettiği literatürde kabul görmüş olan statik GPS ölçme yöntemi tercih edilmiş ve bu iki yöntemin karşılaştırılması yoluna gidilmiştir. Bu amaçla Acemler/BURSA hudutları içerisinde kalan ve 6 noktadan oluşan radyal bir ağ tasarlanmıştır. Şekil 2'de tasarlanan statik GPS ağı gösterilmiştir. Ağ noktaları tamamıyla kentsel dokunun çok olduğu alanlarda fakat radyo sinyallerini engelleyici nesnelerden uzak yerlerde seçilmiştir.

Tasarlanan ağda ilk olarak statik GPS yöntemi ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Statik GPS ölçümü esnasında oturumlar 30'ar dakika olarak planlanmış, gözlemler 3 adet Zeiss GePos Experince GPS alıcısıyla toplam 5 oturumda tamamlanmıştır. Statik GPS ile koordinatları belirlenen ağ noktalarına bir de GZK GPS yöntemiyle koordinat verilmiştir. Daha sonra her iki yöntemden elde edilen koordinatlar karşılaştırılmıştır. Her iki ölçümde de BUSKİ bina-sının çatısında bulunan 50960 no'lu nokta sabit alınmıştır.



Şekil 2 Doğruluk analizi için kurulan Statik GPS Ağı

Oluşturulan bu ağ'da noktaların referans alıcıya olan uzaklıkları yaklaşık 1.3-2.9 km arasında değişmektedir. Tablo 1'de statik GPS gözlemlerinden elde edilen koordinatlar ile GZK GPS gözlemlerinden elde edilen koordinatlar arasındaki üç eksen yönündeki farklar gösterilmiştir. Tablo 2'de ise Tablo 1'de ki koordinat farklarından elde edilen değerlerin minimum (min), maksimum (max) ve ortalama değerleri ile bu farklardan hesaplanan karesel ortalama hatalar (koh) gösterilmiştir.

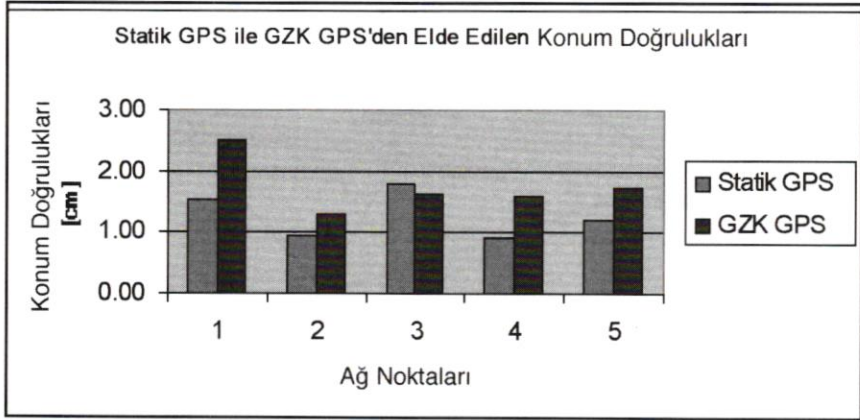
Nokta No	Referans Noktadan Uzaklık (km)	FARKLAR[cm]		
		dx	dy	dz
50960	-	-	-	-
50961	2.91	4.1	-4.9	5.7
50962	1.29	-1.9	-0.6	8.8
50963	1.97	-0.3	0.1	1.0
50964	1.31	-0.7	2.9	7.5
50965	1.35	6.6	-2.0	-3.0

Tablo. 1. Statik GPS-GZK GPS farkları.

Farklar	Min. [cm]	Max. [cm]	Ortalama [cm]	koh [cm]
x-yönündeki	0.3	6.6	2.7	2.35
y-yönündeki	0.1	4.9	2.1	1.72
z-yönündeki	1.0	8.8	5.2	2.86

Tablo. 2. GZK GPS konumlarının doğruluğu.

Bu test sonucunda farklardan hesaplanan koh.'lar 3 cm'nin altında değerler almıştır. Bu da GZK GPS yönteminin statik GPS sonuçlarına yakın doğrulukta sonuçlar üretebildiğini göstermektedir. Ancak bunu 5 km'den kısa bazlarda ve güçlü veri bağlantısı kurulduğu takdirde yapabileceği bilinmektedir.



Şekil. 3. Statik GPS ile GZK GPS konum doğrulukları

Şekil 3'de her iki ölçme yönteminden elde edilen nokta koordinatlarının karesel ortalama hatalarından hesaplanan konum doğrulukları gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde statik GPS ölçülerinin genelde GZK GPS ölçülerinden daha hassas olduğu görülür. Farkların koh.'larının 3 cm'nin altında kaldığına dikkat edilmelidir. Grafik üzerinde ağ noktalarının no'ları kolaylık olması açısından yalnızca son hanesi ile gösterilmiştir.

b) GZK GPS Konumlarının Klasik Yersel Yöntem ile Test Edilmesi

GZK GPS konumlarının doğruluk analizini birde klasik yersel bir yöntemle yapabilmek için, Soğukkuyu/BURSA mevkiinde seçilen bir uygulama sahasında yeni düzenlenmekte olan bir park ve dinlenme alanının hem klasik yersel yöntemle, hem de GZK GPS yöntemiyle detay alımı yapılmıştır. Bu test sayesinde, GZK GPS'in detay alımı ve veri toplama çalışmalarında ki performansını gözlemlemek mümkün olmuştur. Bu test ile GZK GPS, doğruluk, hız ve uygulanabilirlik yönünden klasik yersel yöntem ile karşılaştırılmıştır. Söz konusu uygulama alanının detay alımını yapabilmek için önce koordinatı belirlenen 8 adet poligon noktasından oluşan dayalı bir poligon geçkisi tasarlanmıştır. Bu poligonlardan çıkış almak suretiyle alanın detay alımı Zeiss Rec Elta 50RS elektronik takeometresi ile 93 adet detay noktası ölçülerek tamamlanmıştır. Klasik yersel yöntemle ölçülen detay noktaları birde GZK GPS yöntemi ile ölçülmüş ve konumları elde edilmiştir. Tablo 3'de her iki ölçüm sonucunda elde edilen koordinat farklarının minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile bu farklardan hesaplanan koh.'lar gösterilmiştir.

Farklar	Min. [cm]	Max. [cm]	Ortalama [cm]	koh [cm]
x-yönündeki	0.2	6.0	2.6	1.71
y-yönündeki	0.1	5.0	2.1	1.31
z-yönündeki	0.9	9.0	3.7	2.60

Tablo 3 GZK GPS konumlarının doğruluğu

Tablo 3 incelendiğinde, GZK GPS yönteminin konum doğruluğunun 3 cm'nin altında kaldığı görülmektedir. Bu değer, yersel yöntemlerinki kadar hassas olmasa da aplikasyon ve detay alımı çalışmaları için yeterli olduğunun bir ifadesidir. Çalışmalar sırasında edinilen tecrübeler ışığında GZK GPS'in klasik yersel yöneme göre avantajları aşağıdaki gibi tesbit edilmiştir:

- Klasik yersel yöntemde noktalar arası görüş zorunluluğu, devamlı olarak başka poligon noktalarına ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Bu da zaman kaybı anlamına gelmektedir. Bu test de 93 noktanın alımı klasik yersel yöntemle 3 saat de yapılırken, noktalar arası görüş zorunluluğu olmayan GZK GPS yöntemi ile aynı detay alımı yalnızca bir referans noktası yardımıyla 1 saat den daha kısa bir sürede bitirilmiştir. Bu da daha az sıklaştırma noktası, dolayısıyla daha az nokta tesis masrafı anlamına gelmektedir
- GZK GPS yöntemiyle klasik yersel yöntemdeki gibi birden fazla elemana ihtiyaç duymadan uygulama yapılabilmiştir. Tüm alım işlemi yalnızca bir kişi tarafından çok kısa sürede gerçekleştirilmiştir.
- GPS uygulamaları esnasında sistemin her türlü hava şartlarında ve günün 24 saatinde çalışabilmesi nedeniyle, GZK GPS ile gece de çalışma imkanı bulunabilmiştir. Klasik yersel yöntemle gece çalışılması çok büyük zorluklara neden olduğundan bu özelliği ile de GZK GPS avantaj sağlamıştır.

GZK GPS sisteminin klasik yersel sistemlere göre avantajlarının yanı sıra dezavantajları da görülmüştür. Sistem doğası gereği ağaçlık ve kapalı alanlarda çalışmamıştır. Bu gibi durumlarda GZK GPS ile konumlandırılan noktalar tıpkı bir poligon noktası gibi kullanılarak Elektronik takeometre ile bütünleme yapılabilir. Böyle bir çözüm bile tek başına yersel sisteme göre daha avantajlı olacaktır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

GZK GPS elde edilen konumların bilinen yöntemlere göre doğruluğunu test etmek için yapılan bu çalışma, yöntemin statik GPS konumlarına yakın bir doğrulukta nokta türetebildiğini göstermiştir. Bu durumda bir çok haritacılık uygulamalarında zaman ve maliyet gerek-

tiren nokta tesislerini GZK GPS sayesinde çok hızlı ve doğru bir şekilde yapmak olanaklıdır. Statik GPS ile yapılan test göstermiştir ki; GZK GPS yerel ölçekteki çalışmalarda yapılan çalışmanın hassasiyetine göre özellikle poligon noktaları ve bazen de nirengilerin konumlarını belirlemede son derece hızlı ve doğru bir yöntem olarak kullanılabilir.

Özellikle Kent Bilgi Sistemine veri toplama, halihazır harita yapımı gibi uygulamalar düşünüldüğünde GZK GPS yöntemi hız, zaman ve uygulanabilirlik açısından klasik yersel yöneme göre büyük üstünlükler sağlayacaktır.

GZK GPS'in Statik GPS ile test edildiği uygulamada tasarlanan ağ'ın statik GPS gözlemleri ile konumlandırılması noktalar arası gidiş-geliş süreleri de dikkate alındığında yaklaşık 4-5 saat sürmüştür. Oysa aynı ağ'ın GZK GPS gözlemleri ile konumlandırmasında yalnızca noktalara ulaşım sırasında geçen süreler etkili olmuştur, -zira GZK GPS gözlemleri ile bir ağ noktasının konumlandırması alet kurumuyla beraber yaklaşık 3-5 dakika sürmüştür, dolayısı ile GZK GPS ile toplam 1.5 saat gibi kısa bir zaman diliminde tüm ağ noktalarının konumları belirlenmiştir.

Tüm testlerde literatürde bahsedilen ortalama 2-5 cm'lik doğruluğa ulaşılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde noktaların dengelenmiş WGS-84 koordinatları kullanılmıştır. Benzer şekilde, elipsoid al coğrafi koordinatları, ülke koordinatları veya lokal koordinatlar ile de değerlendirme yapmak mümkündür. Çünkü GZK GPS sistemi ile, gerekli parametreleri girmek koşulu ile arazide ölçüm esnasında dönüşüm yapmak veya farklı seçenekte koordinat bilgisi elde etmek mümkündür.

Uygulama alanı genelde kentsel yapının hakim olduğu alanlarda gerçekleştirildiğinden GZK GPS için büyük önem teşkil eden bazı problemleri gözlemlene şansı da doğmuştur. Belirtildiği gibi GZK GPS sisteminin başarısı referans ve gezici alıcı arasında kurulacak güçlü veri bağlantısına bağlıdır. Özellikle kentsel alanlarda bu her zaman olanaklı değildir. Her zaman yapılardan veya engel teşkil eden nesnelerden kaçmak sorunu çözmeye yetmemektedir. Dolayısı ile GZK GPS sistemini kentsel alanlarda etkin biçimde kullanabilmek için bütünsel bazı sistemlere ihtiyaç vardır. Örneğin kapalı alanlarda uydu sayısını artırmak için GPS+GLONASS bütünsel sistemini iyi bir çözümdür. Böyle bir sistem yardımıyla dünyanın her hangi bir yerinde her hangi bir anda gözlemlenebilen minimum uydu sayısı 16'ya kadar çıkabilmektedir. Böylece binaların arasında bile en az 5 uydu ile ölçüm yapılabilir. Diğer yandan zayıf telsiz bağlantısını güçlendirmek için referans alıcının yüksekliği artırılmalı, bağlantının menzilini artırmak için ise, birden fazla referans noktası ya da aktarıcı istasyonlar (repeater) kullanılmalıdır.

Bir çok ülkede yürütülmekte olan gerçek zamanlı uygulamalar için, sistemin dezavantajlarını ortadan kaldıracı, gücünü ve hızını artırıcı yöntemler geliştirilmiştir. GSM/GPS bunlardan birisidir. Bu bütünsel sistemde referans ve gezici alıcı arasındaki veri bağlantısı GSM istasyonları yardımıyla kurulmakta, böylece GSM sinyallerinin ulaştığı her yerde rahatlıkla GZK GPS yöntemi kullanılabilir. Bu sistemde özel tasarlanmış cep telefonları kul-

lanılmaktadır. Ülkemizde de yer yer kullanım alanı bulan bu tür bir bütünleşik sistem GSM şirketlerinin veri iletiminde kullanım ücretlerini astronomik tutması nedeniyle henüz yaygınlaşmamıştır.

Günümüzde GZK GPS, santimetrenin altında bir duyarlık istendiği yüksek duyarlıklı jeodezik çalışmalar, deformasyon çalışmaları v.b. hariç sayısız meslek disiplininde çok rahatlıkla kullanılabilir. Örneğin, açık maden işletmeciliğinde, GIS amaçlı veri toplama, hidrografik ölçmelerde, araç takip projelerinde, kontrol ölçülerinde, halihazır harita yapımında, kadastro çalışmalarında, aplikasyon işlerinde ve fotogrametride kullanılabilir. Yapılan tüm testler sonucunda GZK GPS'in ulaştığı doğruluk ve duyarlık sistemin yukarıda belirtilen tüm çalışmalarda rahatlıkla kullanılabilmesinin göstergesi olmuştur.

GZK GPS, ülkemizde ki tüm haritacılık faaliyetlerinde kullanılan temel planların yetersiz oluşuna belki de en hızlı ve en doğru çözümü getirecek bir yöntem olacaktır. Özellikle Kent Bilgi Sistemi (KBS) uygulamalarında karşılaşılan en büyük problem çalışma alanına ait güncel ve yüksek doğruluklu temel planlarının olmayışıdır. Böyle bir durumda uygun sistem yapısı oluşturulmuş ve bütünleşik sistemlerle desteklenmiş bir GZK GPS çözümü küçük alanların haritalarının yapımında veya güncellenmesinde etkin bir rol alacaktır. Mülkiyet bilgisinin hassas belirlenmesi zorunluluğu olan KBS uygulamalarında fotogrametrik yöntemin maliyet ve hız açısından üstünlükler sağlasa da doğruluk açısından GZK GPS'den daha az duyarlıklı sonuçlar üretecektir.

Bununla birlikte fotogrametrik uygulamalarda, jeodezik yöntemlerle konumlandırılmış noktalara ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir ve burada da GZK GPS yöntemi, fotogrametrik yöntemle konumlamada destek verebilecek en uygun, düşük maliyetli ve hızlı bir yöntem olarak devreye girebilir.

KAYNAKLAR

- Arslanoğlu, M., (2002) Gerçek Zamanlı Kinematik GPS'in Kent Bilgi Sistemlerinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ FBE, ZONGULDAK
- Demirel, A., (2001) Gerçek Zamanlı Kinematik GPS Ölçmeleri, Diploma çalışması, ZKÜ Mühendislik Fak. JDF Bölümü, Zonguldak, 51 s.
- Diggelen, F., (1997) GPS and GPS+GLONASS RTK, ION-GPS97, Astech Inc Sunnyvale, California, USA.
- El-Mowafy, A., (2000) Performance Analysis of the RTK Technique in an Urban Environment, The Australian Surveyor, Vol.45, No.1, pp. 47-54.
- Gökalp, E., (1999) Gerçek Zamanlı Kinematik GPS Konumlarının Statik GPS ile Test Edilmesi, Harita Genel Komutanlığı Harita Dergisi, Ankara, sayı 122, s.56-64.
- Güngör, O., (2000) Gerçek Zamanlı Kinematik GPS'in Jeodezik Çalışmalarda Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, Y.Lisans Tezi, KTÜ FBE, Trabzon.
- Hofmann, W.B., Lichtenegger, H., Collins, J., (1997) GPS Theory And Practice, Fourth Revised Edition, Springer –Verlag, Newyork, 389 p.
- Langley, R.B., (1998) RTK GPS, GPS World, Vol.9, No.9, pp.70-76.
- Mekik, Ç., (2001) Gerçek Zamanlı Kinematik GPS, Seminer çalışması, ZKÜ, Zonguldak, 11 s.
- Mekik, Ç., (2003) Uydusallar, Jeodezi Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, HKMO, ANKARA (yayınlanmak üzere)
- Stewart, M., Tsakiri, M., (1997) The Future of RTK GPS/GLONASS Positioning in the Urban Canyon, The Australian Surveyor, Vol.42, No.4, pp.172-178.