

## COMPARISON OF GPS STOP AND GO METHOD AND ELECTRONIC TACHEOMETRY TECHNIQUE IN MAP PRODUCTION

Servet YAPRAK\*

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, 60100 Tokat, TÜRKİYE,  
e-mail:syaparak@hotmail.com

Hasbi YAPRAK

Ankara Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, 37100 Kastamonu, TÜRKİYE

### ABSTRACT

The NAVSTAR GPS is a satellite-based radio navigation system providing precise three dimensional position, navigation and time information to suitably equipped users. The system consists of 24 satellite placed in orbits of about 20.200 km altitude above the earth surface. GPS has three segments. These segments are space, control and user.

In this study, classical tacheometric method and the GPS Stop and Go measurements are compared.

For this purpose, İstanbul Technical University's Maslak Campus was chosen as the application site. At the comparing the methods, the 437 common points on the pavement sides especially are labelled by means of paint and then these points are measured by using both methods. Finally, their coordinates is calculated at the National Coordinate System (ED 50). The coordinate differences of 437 common points, simultaneously used both methods, are calculated and the obtained coordinates and coordinate differences are compiled in the form of tables.

**Key Words:** GPS, Stop and Go, Electronic tacheometry, Coordinate differences

## HARİTA ÜRETİMİNDE GPS DUR ve GİT YÖNTEMİ İLE ELEKTRONİK TAKEOMETRİ TEKNIĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

### ÖZET

NAVSTAR GPS uygun donanıma sahip kullanıcılara presizyonlu üç boyutlu konum, navigasyon ve zaman bilgisi sağlayan, uydulara dayanan bir navigasyon sistemidir . Sistem yerden yaklaşık 20.200 km yüksekte altı farklı yörüngeye yerleştirilmiş 24 uydudan oluşmaktadır. GPS sistemi üç ana bölümden oluşur. Bunlar ; uzay bölümü, kontrol bölümü ve kullanıcı bölümleridir.

Bu çalışmada GPS Dur ve Git yöntemi ile yapılan ölçülerden elde edilen koordinatlarla Elektronik Takeometre ile yapılan ölçülerden elde edilen koordinat değerleri karşılaştırılmıştır.

Bu amaçla İstanbul Teknik Üniversitesi Maslak Kampus alanı uygulama arazisi olarak seçilmiş ve koordinatları bilinen noktalarda Statik GPS ölçüsü yapılmıştır. Kaldırımlara işaretlenen 437 ortak nokta her iki yöntemle ölçülmüş ve koordinatları ülke koordinat sisteminde hesaplanmıştır. İki yöntemle hesaplanan 437 noktanın koordinat değerlerinin farkları tablo ve grafiklerle sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** GPS, Dur ve Git, Takeometri, Koordinat farkları

### 1. GPS TEKNİĞİ

NAVSTAR GPS (NAVigation System with Time and Ranging Global Positioning System) ABD Savunma Bakanlığı'na geliştirilen uydu bazlı bir konum ve zaman belirleme sistemidir (1). Yermerkezli üç boyutlu konum belirleme sistemi GPS 08.12.1993 tarihinde kuruluş aşamasını tamamlamış 24 uydusu ile tam kapasiteyle hizmete girmiştir (2). Bu günkü durumuyla GPS, 20

### 1. GPS TECHNIQUE

The NAVSTAR GPS, suitably equipped for users, is a satellite-based radio navigation system to provide position and time information (1). Earth centered three-dimensional GPS System has completed its establishment with its 24 satellites hand as been on service with full capacity since 08.12.1983 (2). With its present position GPS is a proper System with its different dominant

km'ye kadar olan mesafelerde kenar ve koordinat farkı ölçüleri için hızı, doğruluğu ve ekonomik oluşu yönüyle ve diğer üstünlükleri ile pratik haritacılık faaliyetleri için son derece uygun bir sistemdir (3).

GPS üç ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar:

1. Uzay Bölümü,
2. Kontrol Bölümü,
3. Kullanıcı Bölümü

Sistemin Uzay Bölümü 08.12.1993 tarihi itibarı ile toplam 24 adet aktif GPS uydusu bu bölümü oluşturmaktadır. Bu uydular, yeryüzünden yaklaşık 20.200 km yükseklikte, ekvatorla 55°'lik açı yapan 6 ayrı yörünge düzlemine yerleştirilmiştir. Her bir uydunun periyodu yaklaşık 11 saat 57 dakika ve 57,7 saniyedir. Her uyduda atomik saat takımıyla oluşturulan 10,23 MHz'lik temel frekanstan üretilen L1= 1575,42 MHz ve L2= 1227,60 MHz frekansa sahip iki adet taşıyıcı faza bindirilmiş Ana Kontrol Merkezi'nce hesaplanan ve yer antenleri aracılığı ile gönderilen kendi yörüngesine ait bilgileri ve düzeltilmiş zaman bilgilerini yayımlar. Bu taşıyıcı sinyallerden L1 sinyali (dalga boyu  $d= 0,190$  m olup) hem P-Kodu ve hem de C/A Kodu ile, L2 sinyali (dalga boyu ise  $d= 0,244$  m olup) yalnızca P-Kodu ile modüle edilmektedir (4).

Kontrol bölümü (OCS) (Operational Control System) uyduların ve sistemin tümüyle çalışmasını sağlamak ve izlemek için kurulan yerkürenin değişik bölgelerine yayılmış 5 adet istasyondan oluşur. Kontrol bölümünün görevi:

- \*Uydu sistemini sürekli izlemek ve kontrol etmek,
- \*GPS sisteminin zamanını belirlemek,
- \*Uydu efemerislerini ve uydu saatlerinin davranışlarını belirlemek,
- \*Her bir uydu için navigasyon mesajlarını periyodik olarak yenilemek.

Kullanıcı bölümü konum belirlenmesi amacıyla GPS sinyallerinin toplandığı alıcılardan oluşmaktadır.

features for the measurement of edge distance and coordinate difference in mapping studies up to 20 km distance economically and accurately (3).

GPS has three-segments. These segments are:

1. Space segment,
2. Control segment,
3. User segment.

The Space Segment of the System established in 08.12.1993 has consisted of 24 active GPS satellites. The satellites, which are approximately 20.200 km far from the earth's surface, have established in six different circular orbit planes inclining an angle of 55 degrees. The period of each satellite is approximately 11h 57m 57.7 periods. Each satellite formed by atomic clock set transmits information from 10.23 MHz frequency, which has the signals L1 frequency (1575.42 MHz) and L2 frequency (1227.60 MHz) with its two phases, about its orbit and corrected time information calculated by Main Control Center and sent by earth antennas. Between these transmitting signals L1 signal, the wavelength of which is  $d= 0,190$ m, is modeled by both P-Code (Precise) and C/A Code (Coarse Acquisition) modules and L2, the wavelength of which is  $d= 0,244$  m, signal is modeled by just P-Code (4).

The control segment consists of five ground stations, located around the world to ensure that the satellites and the system are working properly. The operational task of control segment:

- \*Tracking and controlling the Satellite System continuously,
- \*Determining the time of GPS system,
- \*Determining Behavior of Satellite ephemeris has and Satellite clocks.
- \*Refreshing navigation messages for each Satellite periodically

The GPS User Segment consists of the receivers where GPS signals are collected

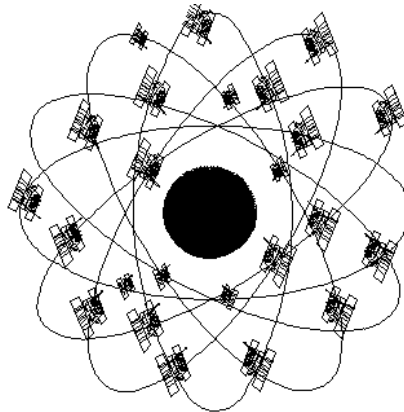


Figure 1. GPS space segment (5)

Şekil 1. GPS uzay bölümü (5)

GPS tek yönlü bir ölçme sistemidir. Temel ölçü, sinyalin uydusu ve alıcı antenleri arasında yol alma süresidir. Sinyal yol alma zamanı sinyal yayılma hızı kullanılarak mesafe ölçümüne dönüştürülür. Uyduda okunan saat ile alıcı saatinin senkronize olmamasından dolayı sinyal seyahat zamanı sistematik senkronizasyon hatası içerir. Bu nedenle ölçülen uzunluklar pseudorange olarak adlandırılır. Bu sebeple GPS ölçmelerinin temeli pseudorange'lerin hesaplanması olarak kabul edilir.

## 2. GPS ÖLÇÜ YÖNTEMLERİ

### 2.1. Statik Ölçü Yöntemi

Uzun bazların ölçümünde ve yüksek duyarlılıkta ağlarda diğer ölçü yöntemleri güvenilir sonuç veremeyebileceğinden Statik ölçü yöntemi kullanılır. Statik ölçü yöntemi ile tam sayı belirsizliğini çözebilmek için baz uzunluğuna göre uzun süreli gözlemler gerekmektedir. Statik ölçü yöntemi ile ülkemizde Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı'nın sıklaştırılması için üretilecek olan C1, C2 Derece Ağları (AGA, SGA) ölçümü gerçekleştirilir. Ölçülerde GPS sinyalleri 15 saniye aralıklarla ve 45-120 dakika süresince kaydedilir (6). Kayıt süresi baz uzunluğuna bağlı olarak değişir. Bu ölçü yönteminde, baz vektörü uzunluğuna bağlı olarak, 30-60 dakika ölçü süresi ile milimetre düzeyinde duyarlık elde etmek mümkündür. Genel olarak yöntemin doğruluğu 5mm+1ppm civarındadır (7).

### 2.2. Hızlı Statik Ölçü Yöntemi

Hızlı statik ölçü aslında Statik GPS ölçüleri ile aynıdır. Hızlı statik GPS gözlemlerin Statik GPS gözlemlerine göre en büyük avantajı sürenin daha kısa olmasından dolayı üretim ve verimin artmasıdır (8). Kenar uzunlukları 20 km'den kısa olan ağlarda uygulandığında iyi sonuçlar vermektedir. Gözlem süresi sinyal alınabilen uydusu sayısına bağlı olarak 5-20 dakika arasında değişir. Hızlı Statik Ölçü yöntemi ile C3 Derece Ağları ve poligon noktalarının ölçümü gerçekleştirilir. Hızlı statik GPS ölçme yöntemi, uydusu sayısına ve geometrisine ve ölçü süresine bağlı olarak 20 km'nin altındaki baz vektörleri için, 5-10 mm+ 1 ppm civarında doğruluk sağlamaktadır (7).

### 2.3. Dur ve Git Ölçü Yöntemi

Dur ve git ölçü yönteminde bir referans istasyonunda sürekli gözlem yapan bir alıcı ve bilinen bir bazdan başlayan gezen alıcı vardır. Gezicinin gözlem yaptığı ve bilinen ilk noktada faz başlangıç belirsizliklerini çözmek için 10 saniye aralıklarla 2 dakika kadar gözlem yapılır. Sonra gezici alıcının en az 4 uydusu izlemesi kaydıyla her noktada yaklaşık 10 saniye gözlem yapılır. Dur ve git yönteminin doğruluğu ise 10-20 mm+1ppm civarındadır (7). Bu yöntem özellikle halihazır harita yapımı ve detay ölçmelerinde kullanılmaktadır.

### 2.4. Kinematik Ölçü Yöntemi

Kinematik ölçü yönteminde alıcının biri ile koordinatları bilinen bir noktada sabit olarak sürekli gözlem yapılırken gezici alıcı ile koordinatı bilinen diğer bir noktada en az 5 dakikalık gözlem yapılarak tam sayı bilinmeyi çözümlü olur (9). Bundan sonra hareketli alıcı koordinatı bilinmeyen noktaların konumunu

GPS is a one-way measurement system. The main measurement is the duration between the distance of signal and receiver. Duration of the signal distance converted into distance measurement. Since the clock determined by the satellite and the receiver clock are not synchronized with the satellite clock, duration of the signal distance has synchronization error. Because of this, the measured distances named as "Pseudorange". So, the base of GPS measurements considered as the calculation of "Pseudorange".

## 2. GPS MEASUREMENT METHODS

### 2.1. Static Measurement Method

Since Static GPS measurement in long phases and precision network may not give proper results Static Measurement method is used. With static measurement method for solving integer ambiguity, we have to observe long enough. Static survey mode has used for measuring Turkish National Base GPS Networks sub points C1, C2 networks (AGA, SGA). During measurements, GPS signals have collected within 45-120 minutes and each 15-second signals have been registered (6). Registration period changes according to GPS base vector length. In this measurement system depending on the base vector length, it is possible to get millimeter results within 30-60 minutes. This Methods precision approximately 5mm+ 1 ppm in generally (7).

### 2.2. Fast Static Measurement Method

Fast static measurement method is the same as static GPS measurement method. The advantage of fast static measurement observations over static GPS observations is increasing the output/efficiency as the period shortened(8). This method used under 20 km base length gives us good results. Measurement time changes 5-20 minute relative to received satellites. With rapid static measurement C3, network points and traverse points can measure. Rapid static GPS measurement method provides us 5-10 mm +1 ppm result under 20 km baseline depending on visibility of GPS satellites and Satellite geometry(7).

### 2.3. Stop and Go Survey Method

Two GPS receivers used to measure a GPS baseline distance. Both of GPS receiver's collects GPS satellite signals at known station minimum 2 minute with 10-second interval for solving integer ambiguity. Later rover strolls to another position unknown points in condition with minimum four satellites open and ten second satellite signals collected at the each point. Stop and go methods precision is approximately 10-20 mm+1ppm (7). This method used for extent map surveying and detail surveying.

### 2.4. Kinematics Surveying Method

The kinematics measurement method relies on the one receiver constantly recording data at coordinate known point; rover receiver collects data at the other known point at least 5 minutes for determining integer ambiguity(9). After that, rover receiver moves between unknown stations 5 seconds period for determine their coordinates.

belirlemek için devamlı açık olarak 5 saniye aralıklarla geçtiği noktaların konumunu belirler. Kinematik Ölçü yöntemi ile 10-2 mm+1ppm civarında doğruluğa sahiptir (7). Bu yöntem ile güzergah haritalarının çıkarılması ve kesit alımlarının yapılması oldukça hız kazanmaktadır.

### 2.5. Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) GPS Ölçme Yöntemi

1980'li yıllarda bilim adamları arazide anlık olarak konum belirleyebilmek amacıyla DGPS (Diferansiyel GPS) adını verdikleri iki adet GPS alıcısından birinin koordinatları daha önceden hassas olarak bilinen bir nokta üzerine kurup diğer alıcının konumu belirlenecek noktada alıcı ile uydru arasındaki psuydo uzunlukları kod ölçülerini kullanarak belirleyen bir ölçü yöntemi geliştirmişlerdir. DGPS kod ölçülerini kullandığı için ancak 1 metre hassasiyetinde konumsal doğruluk verebilmektedir. Araştırmacılar 1990'lı yılların başlarında taşıyıcı dalga faz gözlemleri kullanılarak DGPS'ten elde edilen hassasiyetin 100 kat iyileştirilebileceğini göstermişler ve "Gerçek Zamanlı Kinematik" (GZK) adını verdikleri yeni bir teknik geliştirmişlerdir (10).

GZK GPS yöntemi ölçüm prensibi olarak tıpkı DGPS'ye benzer. Fakat bu yöntem kod ölçüsünden farklı olarak taşıyıcı dalga faz gözlemlerini kullanır. Taşıyıcı dalga faz ölçülerinin kod ölçülerine göre daha hassas olması sebebiyle GZK GPS yöntemi DGPS'ye göre çok daha hassas sonuç verir (11). Bu ölçü yönteminde önceki yöntemlerde kullanılan donanıma ilave olarak sabit istasyonda hesaplanan düzeltmeleri yayımlayan bir radyo vericisi ve gezici birimde de gönderilen radyo sinyallerini alan bir radyo alıcısına gereksinim vardır. Yine bu metotta GZK ile ilgili yazılımların işletildiği, sistem ayarlarının yapıldığı bir hata kontrol ünitesi kullanılmalıdır. Arazide anlık konum bilgilerine bu hata kontrol ünitesi aracılığı ile ulaşılır. Kısaca GZK GPS, DGPS'nin taşıyıcı faz gözlemleri kullanan biçimidir denilebilir. Yöntemin hassasiyeti 10-20 mm+2\*10<sup>-6</sup>\*S (S=km cinsinden referans ile gezici arasındaki mesafedir). Ancak bu yöntem S<50 km ise anlamlı sonuç verir (12).

Bu sayede geniş kullanım alanı bulmuş olan GZK GPS halihazır harita yapımında, imar uygulamalarında, kanal ve boru hattı projelerinde, araç takibinde, yol projelerinde, aplikasyon işlerinde ve özellikle Coğrafi Bilgi Sistemi ve Kent Bilgi Sistemi uygulamalarında, hızlı ve doğru sonuçlar üretmesi nedeniyle sıklıkla kullanılabilir. (12).

## 3. UYGULAMA

### 3.1. Giriş

Bu çalışmada "GPS Dur ve Git" yöntemi ve Elektronik Takeometre ile yapılan detay ölçülerinin konum doğrulukları karşılaştırılmaktadır. Bu amaçla uygulama arazisi üzerinde işaretlenmiş 513 detay noktası GPS aleti ve TOPCON 701 elektronik takeometre aletleri ile ölçülmüştür. Bu noktalardan 437 tanesi GPS Dur ve Git yöntemiyle ölçülebilmemiş, diğer noktalar bu noktalar civarında uydru sayısının 5'in altına düşmesi nedeniyle ölçülememiştir. Her iki yöntemle yapılan ölçüler ayrı ayrı değerlendirilerek Ülke Koordinat Sisteminde detay noktalarının koordinat değerleri hesaplanmış ve bulunan değerler karşılaştırılmıştır. Sonuçlar bir tablo halinde ve

Kinematics measurement method has 10-20 mm+1 pip point Positioning precision (7). This method appropriate for cross-section and ribbon map measurement.

### 2.5. Real Time Kinematics GPS Measurement Method

In 1980, scientists developed Differential GPS (DGPS) technique for determining instantaneous point Positioning with two GPS receiver that one of them is on the known point the other is unknown point and measuring pseudo ranges from satellites to receiver by code phases. DGPS can only give 1-meter precision for collecting code phases. Scientists have developed a new technique that 100 times precise point Positioning System more than DGPS by using carrier phase and named Real Time Kinematics (RTK) at the first of 1990's (10).

As measurement method RTK GPS similar DGPS but RTK uses carrier phase measurement instead of code phase. For carrier phases are more accurate than code phases RTK GPS is more precise than DGPS survey (11). For this method, a radio frequency transmitter and a radio frequency receiver required for stationary point and rover point in addition from other methods. At the stationer, point radio frequency transmitter transmits the corrections to rover. Radio frequency receiver gets corrections, a control unit computes corrections, and System control controls the satellite signals. Instantaneous point Positioning can be finding with error control unit at the land. Shortly RTK GPS is the DGPS but uses carrier phase signals. Precision of this method is 10-20 mm +2\*10<sup>-6</sup> \*S (km). But this System gives meaningful results less than 50 km baselines (12).

RTK method widely has been used map measurement, cadastral measurement, improvement measurement, canal and pipeline Project, vehicle monitoring, road Projects, applications, especially Geographical Information System (GIS) and City Information Systems (CIS) applications for resulting this projects fast and correct.

## 3. APPLICATION

### 3.1. Introduction

In this study, the accuracy of classical Takeometrik method and the GPS stop and go methods are compared .For this purpose, at 513-detail point marked and these points surveyed with GPS and total station. 437 point of this detail point could measure by GPS Stop and Go method others could not measure because of falling down satellites under five. Both measurement methods turned to account and results compared. The coordinate differences of 437 points are calculated and the consequences obtained compiled in the form of tables. In addition from both measurement methods control site maps drawn in

konum ve yükseklik fark grafikleri ile sunulmuştur. Ayrıca ölçülen detayların 1/1000 ölçekli GPS ölçülerinden ve takeometrik ölçülerden haritaları hazırlanmıştır.

### 3.2. Uygulamada Kullanılan Donanım ve Yazılım

1. İki adet Leica SR 344 Kontrol ünitesi
2. İki adet Leica SR 399 GPS alıcısı
3. Bir adet TOPCON 701 Elektronik Takeometre
4. Bir adet Nikon Ni 2 Nivo
5. Leica SKI 2.1 GPS değerlendirme yazılımı
6. NETCAD harita yazılımı
7. Helmert Benzerlik dönüşüm programı

### 3.3. GPS Ölçüleri ve Hesapları

Bu amaçla uygulama arazisi olarak seçilen bölgede Ülke Koordinat Sisteminde (ED 50) koordinatları bilinen, çalışma alanını kapsayan beş adet poligon noktası (003, 010, 039, 101, 102) seçilerek bu noktaların her birinde otuz dakikalık süre ile Statik GPS ölçüsü yapılmıştır. Bu ölçüler İTÜ İnşaat Fakültesi çatısındaki İTAY noktası sabit nokta olarak alınmıştır. Bir GPS alıcısı sabit alınarak bu noktada Statik modda ölçüler süresince 150 dakika uydu sinyalleri kaydedilmiştir. Ölçüler bilgisayara aktarılmış ve Leica SKI 2.1 GPS ölçüleri değerlendirme yazılımında post processing işlemine başlanmıştır. Önce vektör çözümleri gerçekleştirilmiş, vektör çözümlerinden sonra İTAY sabit alınarak serbest dengeleme yapılmış ve daha sonra da dayalı dengeleme yapılmıştır. Buradan ölçü yapılan noktaların WGS 84 sisteminde dengelenmiş XYZ Kartezyen Koordinatları ve dengelenmiş Coğrafi Koordinatları hesaplanmıştır. Böylece bu noktalar her iki koordinat sisteminde (ED 50-WGS 84) koordinatları bilinen noktalar olmuştur.

Ölçülecek arazide detay noktaları olarak 513 noktada "GPS Dur ve Git" yöntemi ile ölçü yapılmıştır. Bu ölçülerde sabit nokta olarak 101 noktası alınmış, tamsayı belirsizliğini gidermek için ise daha önce Statik yöntemle koordinatları bulunan 0010 noktası seçilerek bilinen baz yöntemi ile tamsayı belirsizliği giderilmiştir. Tamsayı belirsizliği için bu noktada 100 epochluk ölçü yapıldıktan sonra diğer detay noktalarının her birinde 5 saniye aralıklarla 20 saniye süreli 4 epochluk ölçü alınmıştır. Ölçüler bittikten sonra veriler bilgisayara aktarılmış ve baz çözümlerinden sonra 101 noktası sabit alınarak dengeleme yapılmış önce WGS 84 Koordinat Sisteminde Kartezyen ve Coğrafi Koordinatlar hesaplanmıştır. Daha sonra her iki sistemde koordinatları bilinen (WGS 84-ED 50) beş nokta ile Helmert benzerlik dönüşümü yapılarak ölçülen detay noktalarının Ülke Koordinat Sisteminde Koordinatları hesaplanmıştır. Aşağıda sadece dönüşüm katsayılarının hesabı gösterilmiş 513 noktanın dönüştürülmüş değerleri doğrudan Çizelge 3'e aktarılmıştır.

1/1000 scale.

### 3.2. Used Software and Hardware

1. 2 Leica SR 344 Control unit
2. 2 Leica SR 399 GPS receiver
3. 1 TOPCON 701 total station
4. 1 Nikon Ni2 nivo
5. Leica SKI 2.1 GPS evaluation software
6. NETCAD measurement software
7. Helmert similarity transformation software

### 3.3. GPS Measurement and Computations

For using the transformation process, well-known five-polygon point (003, 010, 039, 101, and 102) in the national coordinate System (ED50) selected and measured during 30 minutes with GPS Static survey mode. This measurements implemented by selecting stationary İTAY point at İTU Civil Engineering Faculty roof. One GPS receiver chosen by stationary receiver and collected Satellite signals during 150 minutes. In addition, Satellite signals transported to the computer and post processed with Leica SKI 2.1 GPS software. First of all vectors processed and then İTAY point selected as a known point and network adjusted with free adjustment. After that network adjusted dependent. Calculated XYZ Cartesian and geographical coordinates of measured points. In this way, all network points became WGS84 and ED50 datum coordinates have known points.

At the marked are 513-point GPS Stop and Go measurement measurements have applied as detail points. In these measurements Point 101 has been selected as the stationary point, and 0010 traverse point whose coordinates have been found by Static method beforehand to determine the integer ambiguity, the integer ambiguity is removed by the known phases method. For determining integer ambiguity after doing 100-epoch measurement at this point, 4-pouch measurement has done at every detail points within 5-second intervals during a 20-second period. Then measurements transferred to the computer and measured points' WGS 84 Cartesian and geographical coordinates calculated after the base solutions by selecting the 101-point as a station point. Later by using five network points that, ED 50 and WGS 84 coordinates known, all measured detail points coordinate transformed to the ED50 coordinate System. Only transformation calculation of coefficients shown below and the converted values of 513 points transformed to Table 3.

**Table 1.** Transformation point WGS 84 ED 50 coordinates values  
**Çizelge 1.** Dönüşümde kullanılacak noktaların WGS 84- ED 50 koordinat değerleri

Point number/ Nokta no	WGS 84 Coordinates /Koordinatları		ED 50 Coordinates /Koordinatları	
	Y(m)	X(m)	Y(m)	X(m)
101	552629,407	4417610,887	552815,378	4417645,375
102	552704,17	4417780,789	552890,136	4417815,291
3	552675,101	4417928,274	552861,065	4417962,772
39	552999,039	4418170,074	553185,009	4418204,561
10	552461,761	4418211,27	552647,718	4418245,76

GPS ölçüleri bize noktaların WGS 84 Elipsoidal yüksekliklerini (h) vermektedir. Oysa ülkemizde noktaların deniz seviyesinden yükseklikleri olarak kabul edilen ortometrik yükseklik (H) kullanılmaktadır. Bu nedenle her iki yüksekliği de bilinen 003, 039, 101 noktalarından aritmetik ortalama ile N geoid ondülasyonu hesaplanmış ve ölçülen alan küçük olduğu için bulunan N= 36,299 m değeri tüm elipsoidal yüksekliklerden çıkarılarak ortometrik yükseklikler bulunmuştur. (N=h-H). 513 nokta için hesaplanan değerler doğrudan Çizelge 3'te yerine konmuştur.

GPS measurement gave us ellipsoidal heights (h). However in our country, orthometric height (H) is used as elevation from sea surface level. For this reason for both known elevations at traverse points 003, 039, 101 N jeoit undulations have calculated and as the measured area has been small, the N=36.299 m value is found after it is subtracted from ellipsoidal heights. (H=h-N) For 513 points, the calculated values placed and shown in Table 3.

**Table 2.** Helmert similarity transformation table  
**Çizelge 2.** Helmert benzerlik dönüşüm tablosu

Point number/ Nokta no	WGS 84 Coordinates /Koordinatları		ED 50 Coordinates /Koordinatları	
	Y(m)	X(m)	Y(m)	X(m)
101	552629,407	4417610,887	552815,378	4417645,375
102	552704,17	4417780,789	552890,136	4417815,291
3	552675,101	4417928,274	552861,065	4417962,772
39	552999,039	4418170,074	553185,009	4418204,561
10	552461,761	4418211,266	552647,718	4418245,761
Common point number/Ortak nokta sayısı: 5				
I S* S I: 411936.5107				
Centroid coordinates/Ağırlık merkezi koordinatları				
Xo= 4552693,896			Yo= 417940,258	
Transformation coefficients/Dönüşüm katsayıları				
A11	1,00000568			
A12	2,83661E-06			
A01	161,2922			
A02	19,2059			
Scale coefficient/Ölçek katsayısı: 1,000005679920568000				
Rotation /Dönüklük: 0,00181				

**Table 3.** Conjugate points coordinate comparison table  
**Çizelge 3.** Eşlenik noktalar koordinat karşılaştırma tablosu

Point numbe r/ Nokta no	GPS Coordinates /Koordinatları (m)			Ordinary coordinates / Klasik koordinatlar R(m)			Differences/Farklar(m)			
	Y	X	H	Y	X	H	dy	dx	dH	ds
N.1	417962,770	552861,060	94,924	417962,772	552861,065	94,927	-0,002	-0,005	-0,003	0,005
N.2	417964,274	552859,852	95,059	417964,286	552859,858	95,051	-0,012	-0,006	0,008	0,013
N.3	417966,568	552858,439	95,057	417966,562	552858,432	95,050	0,006	0,007	0,007	0,010
N.4	417969,134	552857,611	95,107	417969,139	552857,627	95,116	-0,005	-0,016	-0,009	0,017
N.5	417971,927	552857,580	95,186	417971,921	552857,568	95,181	0,006	0,012	0,005	0,014
N.19	418013,934	552917,217	98,300	418013,922	552917,213	98,338	0,012	0,004	-0,038	0,013
N.21	418032,482	552925,315	99,884	418032,489	552925,302	99,872	-0,007	0,013	0,012	0,015
N.32	417968,235	552890,649	96,671	417968,228	552890,642	96,678	0,007	0,007	-0,007	0,010
N.33	417965,972	552891,855	96,674	417965,976	552891,841	96,662	-0,004	0,014	0,012	0,015
N.34	417985,549	552923,027	98,350	417985,542	552923,017	98,359	0,007	0,010	-0,009	0,012
N.35	417983,275	552924,183	98,362	417983,279	552924,198	98,369	-0,004	-0,015	-0,007	0,016
N.36	418000,004	552950,073	102,029	418000,014	552950,076	102,020	-0,010	-0,003	0,009	0,010
N.37	417998,144	552951,910	102,067	417998,147	552951,928	102,028	-0,003	-0,018	0,039	0,018
N.38	418009,979	552959,703	104,023	418009,971	552959,718	104,011	0,008	-0,015	0,012	0,017
N.39	418012,313	552961,389	104,293	418012,319	552961,371	104,281	-0,006	0,018	0,012	0,019
N.56	418012,075	552951,579	103,255	418012,062	552951,571	103,267	0,013	0,008	-0,012	0,015
N.57	418014,554	552952,449	103,228	418014,569	552952,441	103,220	-0,015	0,008	0,008	0,017
N.58	418018,329	552945,632	102,250	418018,322	552945,620	102,256	0,007	0,012	-0,006	0,014
N.59	418016,039	552944,311	102,270	418016,033	552944,327	102,277	0,006	-0,016	-0,007	0,017
N.60	418020,529	552948,944	102,741	418020,524	552948,927	102,730	0,005	0,017	0,011	0,018
N.61	418030,559	552945,213	102,859	418030,569	552945,213	102,860	-0,010	0,000	-0,001	0,010
N.62	418021,642	552936,581	101,264	418021,648	552936,598	101,251	-0,006	-0,017	0,013	0,018
N.63	418023,484	552938,407	101,298	418023,488	552938,419	101,290	-0,004	-0,012	0,008	0,013
N.70	418050,068	552918,340	99,759	418050,062	552918,326	99,750	0,006	0,014	0,009	0,015
N.71	418048,331	552916,373	99,736	418048,336	552916,361	99,730	-0,005	0,012	0,006	0,013
N.72	418059,465	552906,250	99,320	418059,451	552906,257	99,329	0,014	-0,007	-0,009	0,016
N.59	418016,039	552944,311	102,270	418016,033	552944,327	102,277	0,006	-0,016	-0,007	0,017
N.60	418020,529	552948,944	102,741	418020,524	552948,927	102,730	0,005	0,017	0,011	0,018
N.61	418030,559	552945,213	102,859	418030,569	552945,213	102,860	-0,010	0,000	-0,001	0,010
N.62	418021,642	552936,581	101,264	418021,648	552936,598	101,251	-0,006	-0,017	0,013	0,018
N.63	418023,484	552938,407	101,298	418023,488	552938,419	101,290	-0,004	-0,012	0,008	0,013
N.70	418050,068	552918,340	99,759	418050,062	552918,326	99,750	0,006	0,014	0,009	0,015
N.71	418048,331	552916,373	99,736	418048,336	552916,361	99,730	-0,005	0,012	0,006	0,013
N.72	418059,465	552906,250	99,320	418059,451	552906,257	99,329	0,014	-0,007	-0,009	0,016
N.73	418061,302	552908,078	99,342	418061,308	552908,062	99,349	-0,006	0,016	-0,007	0,017
N.74	418068,903	552895,795	98,618	418068,917	552895,799	98,614	-0,014	-0,004	0,004	0,015
N.75	418070,784	552897,585	98,671	418070,774	552897,571	98,678	0,010	0,014	-0,007	0,017
N.76	418073,525	552893,314	98,429	418073,522	552893,304	98,421	0,003	0,010	0,008	0,011
N.77	418070,692	552893,051	98,469	418070,698	552893,066	98,460	-0,006	-0,015	0,009	0,016
N.78	418072,693	552888,493	98,368	418072,697	552888,476	98,360	-0,004	0,017	0,008	0,017
N.79	418075,229	552889,089	98,393	418075,224	552889,072	98,399	0,005	0,017	-0,006	0,018
N.80	418077,696	552879,883	98,212	418077,692	552879,871	98,200	0,004	0,012	0,012	0,013
N.81	418078,858	552875,092	98,178	418078,852	552875,076	98,171	0,006	0,016	0,007	0,017
N.82	418089,145	552876,815	98,642	418089,131	552876,825	98,649	0,014	-0,010	-0,007	0,017
N.83	418090,478	552877,169	98,698	418090,462	552877,163	98,690	0,016	0,006	0,008	0,017
N.84	418090,404	552879,947	98,603	418090,414	552879,944	98,614	-0,010	0,003	-0,011	0,010
N.85	418089,933	552880,751	98,561	418089,937	552880,736	98,567	-0,004	0,015	-0,006	0,016
N.86	418089,579	552881,043	98,544	418089,572	552881,026	98,540	0,007	0,017	0,004	0,018
N.87	418088,973	552881,097	98,539	418088,978	552881,082	98,532	-0,005	0,015	0,007	0,016
N.88	418083,783	552880,381	98,260	418083,786	552880,368	98,267	-0,003	0,013	-0,007	0,013
N.89	418080,706	552893,094	98,430	418080,701	552893,089	98,438	0,005	0,005	-0,008	0,007
N.90	418083,639	552893,835	98,409	418083,631	552893,825	98,402	0,008	0,010	0,007	0,013
N.91	418085,591	552895,433	98,464	418085,598	552895,421	98,452	-0,007	0,012	0,012	0,014
N.94	418028,011	552868,504	96,417	418028,019	552868,514	96,410	-0,008	-0,010	0,007	0,013
N.95	418000,889	552863,988	95,783	418000,878	552863,981	95,771	0,011	0,007	0,012	0,013
N.96	417979,354	552860,395	95,332	417979,351	552860,380	95,338	0,003	0,015	-0,006	0,016
N.97	417971,023	552859,351	95,150	417971,016	552859,359	95,158	0,007	-0,008	-0,008	0,011
N.98	417966,888	552860,233	95,109	417966,880	552860,237	95,101	0,008	-0,004	0,008	0,009
N.99	417965,698	552847,745	95,078	417965,692	552847,735	95,070	0,006	0,010	0,008	0,012
N.100	417993,567	552852,246	95,505	417993,552	552852,236	95,511	0,015	0,010	-0,006	0,018

N.101	417994,514	552852,119	95,519	417994,519	552852,102	95,528	-0,005	0,017	-0,009	0,018
N.102	417996,174	552851,081	95,523	417996,160	552851,088	95,510	0,014	-0,007	0,013	0,016
N.103	417997,562	552849,549	95,451	417997,549	552849,543	95,457	0,013	0,006	-0,006	0,014
N.104	418006,194	552851,771	95,547	418006,188	552851,787	95,532	0,006	-0,016	0,015	0,017
N.480	417930,203	553040,629	103,181	417930,209	553040,621	103,188	-0,006	0,008	-0,007	0,010
N.481	417926,176	553041,904	103,133	417926,170	553041,914	103,136	0,006	-0,010	-0,003	0,012
N.482	417925,862	553044,071	103,196	417925,874	553044,076	103,182	-0,012	-0,005	0,014	0,013
N.483	417931,691	553042,035	103,278	417931,680	553042,030	103,271	0,011	0,005	0,007	0,012
N.485	417945,944	553031,990	103,439	417945,946	553031,999	103,431	-0,002	-0,009	0,008	0,009
N.486	417944,843	553030,381	103,482	417944,831	553030,388	103,488	0,012	-0,007	-0,006	0,014
N.487	417952,621	553019,340	103,441	417952,610	553019,347	103,448	0,011	-0,007	-0,007	0,013
N.488	417954,520	553020,152	103,450	417954,529	553020,140	103,457	-0,009	0,012	-0,007	0,015
N.489	417961,807	553011,926	103,450	417961,819	553011,920	103,441	-0,012	0,006	0,009	0,013
N.490	417960,565	553010,513	103,455	417960,555	553010,513	103,450	0,010	0,000	0,005	0,010
N.491	417969,192	553005,234	103,641	417969,190	553005,221	103,648	0,002	0,013	-0,007	0,013
N.492	417971,158	553006,394	103,668	417971,150	553006,380	103,661	0,008	0,014	0,007	0,016
N.493	417980,699	552995,854	103,818	417980,690	552995,842	103,810	0,009	0,012	0,008	0,015
N.494	417979,202	552994,636	103,777	417979,212	552994,630	103,771	-0,010	0,006	0,006	0,012
N.495	417948,915	552955,528	99,693	417948,911	552955,516	99,698	0,004	0,012	-0,005	0,013
N.496	417968,205	552958,804	101,504	417968,217	552958,814	101,518	-0,012	-0,010	-0,014	0,016
N.497	417974,421	552962,845	102,539	417974,426	552962,840	102,531	-0,005	0,005	0,008	0,007
N.498	417977,801	552957,334	102,486	417977,814	552957,321	102,481	-0,013	0,013	0,005	0,018
N.499	417987,961	552957,933	102,889	417987,968	552957,921	102,880	-0,007	0,012	0,009	0,014
N.500	418001,962	552960,676	103,432	418001,968	552960,670	103,439	-0,006	0,006	-0,007	0,008
N.501	418002,450	552957,112	102,650	418002,459	552957,102	102,658	-0,009	0,010	-0,008	0,013
N.502	417980,996	552952,887	101,119	417980,981	552952,877	101,110	0,015	0,010	0,009	0,018
N.503	417971,654	552954,333	100,620	417971,644	552954,339	100,629	0,010	-0,006	-0,009	0,012
N.504	417965,867	552955,093	100,093	417965,860	552955,099	100,081	0,007	-0,006	0,012	0,009
N.505	417951,815	552954,293	99,192	417951,810	552954,281	99,179	0,005	0,012	0,013	0,013
N.506	417951,131	552946,892	98,648	417951,138	552946,898	98,641	-0,007	-0,006	0,007	0,009
N.507	417961,503	552936,375	98,521	417961,508	552936,370	98,527	-0,005	0,005	-0,006	0,007
N.508	417978,009	552931,923	98,744	417978,019	552931,911	98,749	-0,010	0,012	-0,005	0,016
N.509	417973,512	552910,665	97,546	417973,524	552910,661	97,540	-0,012	0,004	0,006	0,013
N.510	417960,793	552907,338	97,071	417960,799	552907,330	97,078	-0,006	0,008	-0,007	0,010
N.511	417953,510	552912,158	96,945	417953,518	552912,142	96,931	-0,008	0,016	0,014	0,018
N.512	417958,366	552896,467	96,412	417958,350	552896,462	96,418	0,016	0,005	-0,006	0,017
N.513	417952,648	552885,963	95,837	417952,631	552885,960	95,831	0,017	0,003	0,006	0,017

### 3.4. Elektronik Takeometri Ölçüleri

Klasik ölçüler bir adet TOPCON 701 Elektronik Takeometre ve iki TOPCON reflektör seti kullanılarak yapılmıştır. Ölçüler için önce koordinatları bilinen 003 ve 009 noktalarından başlanarak 7 noktalı kapalı bir poligon ağı oluşturulmuştur. Bu ağı ölçüleri "1/2500 ve Daha Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliğindeki" kurallara uygun olarak yapılmıştır. Ölçüler sonunda poligon hesabında toplam  $f_y=0,053$  m,  $f_x=0,005$  m,  $f_s=0,053$  m hata bulunmuş, (hata sınırı  $F_s=0,344$  m)  $f_s < F_s$  olduğundan BÖHYY madde 84'e göre koordinat farklarına kenarlarla orantılı olarak dağıtılarak poligon noktalarının koordinatları hesaplanmıştır (14). Ayrıca 003 ve 101 noktalarının Ortometrik Yükseklikleri bilinen alınarak noktalar arasında dayalı nivelman yapılarak noktaların ortometrik yükseklikleri hesaplanmıştır.

Koordinatları hesaplanan poligon noktaları daha önce arazide işaretlenen ve "GPS Dur ve Git" yöntemi ile ölçülen detay noktalarının tekrar Elektronik Takeometre ile ölçülmesinde istasyon ve referans noktası olarak kullanılmıştır. GPS ile ölçülen 513 nokta tekrar Elektronik Takeometre ile koordinatlı olarak ölçülmüş ve değerler önce alete kaydedilmiş, oradan bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Sonuçlar daha önce GPS ile bulunan değerlerle karşılaştırılarak Çizelge 3'te sunulmuştur.

### 3.4. Electronic Total Station Measurements

Classic measurements have completed by one TOPCON 701 Electronic Total Station and two TOPCON reflector sets. Firstly, seven dotted closed polygon network constituted started with coordinates known 003 and 009 points. This networks measurements made according to "1/2500 and more big scaled maps drill book ". After measurements at polygon calculation totally  $f_y=0,053$  m,  $f_x=0,005$  m,  $f_s=0,053$  m error find. According to drill book paragraph 84 (Error limit  $F_s=0,344$  m)  $f_s < F_s$ , coordinate differences added to the values proportional to the edge values and polygon points coordinates calculated (14). In addition based leveling measurements made between points by admitting 003 and 101 as known Orthometric Heights.

Coordinates calculated polygon points used as a station and reference points for measuring had measured GPS Stop and Go detail measurement points with Electronic Total station. 513 detail points that had measured GPS measured with electronic total station with their coordinates saved total station and transferred to the computer. Results are compared with computed with GPS measurement values and submitted to Table 3.



### 3.5. Ölçü Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tabloya aktarılan eşlenik 437 noktanın dx, dy ve dH koordinat farkları hesaplanmıştır. Sonuçlar Çizelge 3'te sunulmuştur. Ayrıca ortak noktadaki dx-dy ve dH farkları grafikler halinde Şekil 3 ve Şekil 4'de sunulmuştur.

İki yöntemle yapılan ölçülerin sonuçları karşılaştırıldığında ortak 437 noktada minimum, maksimum ve ortalama koordinat farkları aşağıda gösterildiği gibi bulunmuştur

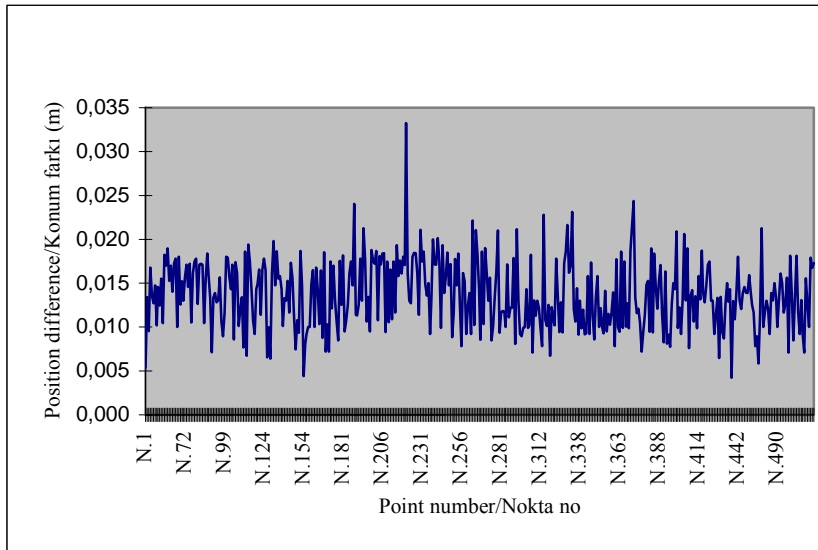
**Table 4.** Polygon points computed coordinates  
**Çizelge 4.** Poligon noktalarının hesaplanan koordinatları

Point number/ Nokta no	Y(m)	X(m)	H(m)
003	417962,772	5552861,065	95,451
102	417901,916	5553129,596	95,523
103	418049,263	5553197,626	95,451
104	418204,561	5553185,009	95,547
105	418271,421	5553011,918	95,732
106	418137,580	5552985,285	95,802
107	418119,911	5552873,000	96,355

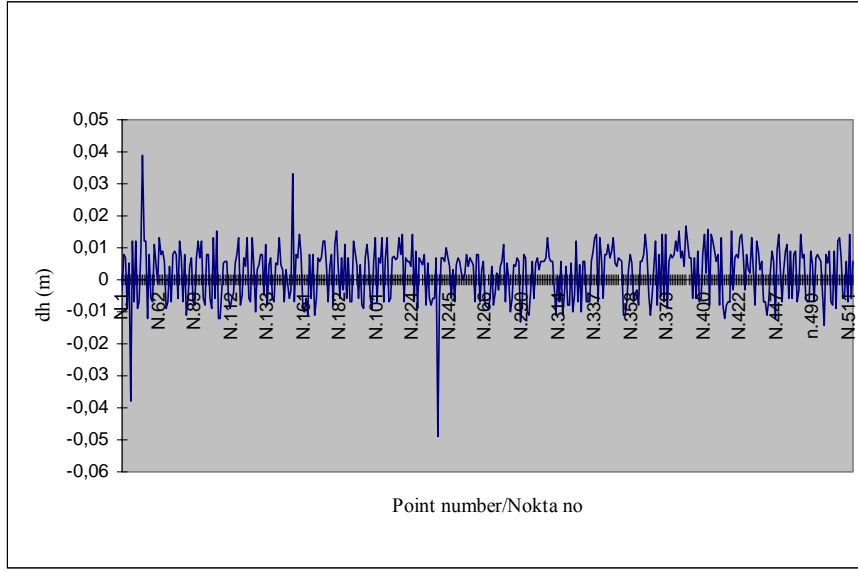
### 3.5. Evaluation of Measurement Results

Dx, Dy and DH coordinate differences of 437 common points that Transferred to table are calculated. Results submitted at Table 3. In addition, dx-dy and dH coordinate differences of 437 common points values graphed at the Figure 3 and Figure 4.

When compared both surveying method results 437 common points maximum, minimum and average coordinate difference values find submitted below.



**Figure 3.** Position difference graph  
**Şekil 3.** Konum fark grafiği



**Figure 4.** Height difference graph  
**Şekil 4.** Yükseklik fark grafiği

**Table 5.** Minimum, maximum and average values table  
**Çizelge 5.** Minimum, maksimum ve ortalama değerler tablosu

Point number/ Nokta no	m	Point number/ Nokta no	m	Point number/ Nokta no	m
357	$dy_{\min/\min}$ 0.002	307	$dx_{\min/\min}$ 0.001	154	$dH_{\min/\min}$ 0.004
279	$dy_{\max/\max}$ 0.021	221	$dx_{\max/\max}$ 0.032	238	$dH_{\max/\max}$ 0.049
Average/ Ortalama	$dy_{avr./ort}$ 0.009	Average/ Ortalama	$dx_{avr./ort}$ 0.009	Average/ Ortalama	$dH_{avr./ort}$ 0.018

Zaman açısından iki ölçü yöntemi karşılaştırıldığında; ana ağda yapılan statik ölçüler 180 dakika, detay ölçüleri 250 dakika olmak üzere toplam 430 dakika GPS ölçüsü yapılmıştır. Buna karşılık poligon noktalarının ölçülmesi 150 dakika, detay ölçüleri 480 dakika olmak üzere toplam 630 dakika yersel ölçü yapılmıştır. Bu sonuçlar bize GPS ölçülerinin % 46'lık bir zaman tasarrufu kazandırdığını göstermektedir(15). Yani daha açık bir ifade ile harita yapımında GPS Dur ve Git yöntemi Elektronik Takeometre ile halihazır harita yapımındaki duyarlılığı yeterince sağlamakta ve zaman açısından da % 32 zaman tasarrufu sağlamaktadır.

#### 4. SONUÇ

Dünyanın her tarafında günün 24 saati uydudan alınan sinyallerle hassas olarak konum belirleyebilen GPS tekniğinin kullanımı, yersel yöntemlere göre daha hızlı ve duyarlı sonuçlar vermesinden dolayı haritacılık alanında oldukça yaygınlaşmıştır. Bu çalışmada GPS ölçü yöntemlerinden Dur ve Git yöntemi klasik bir harita alım yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

Detay alımlarında Elektronik Takeo-metre ve GPS aletleri ile yapılan ölçü sonuçları karşılaştırıldığında Çizelge 5'te de görüldüğü gibi ortalama  $dx=0,009$  m,  $dy=0,009$  m ve  $dH=0,018$  m farklarla iki ölçü değerinin biri birine yakın olduğu görülmüştür. Yönetmeliklere

According to timing when two measurement methods compared ; At GPS network 180 minutes static GPS survey, 250 minutes Stop and Go detail survey totally 430 minutes GPS survey implemented. Given in return; for polygon point surveying 150 minutes, detail survey measurements 480 minutes totally 630 minutes classical surveying implemented. This results give us % 32 time saving (15). In other words in map measurement GPS Stop and go method gave us enough precision for map surveying compared with Electronic Total Station measurement. In addition, according to timing give us percentage 32 times saving.

#### 4. RESULT

Since the GPS technique determines prices Positioning all over the world with signals comes from satellites because of more fast and precise than terrestrial techniques is pervasive in measurement. In this study, the accuracy of classical Takeometrik method and the GPS stop and go methods compared.

For detail measurement when GPS and Takeometrik survey results were compared as seen Table 5  $dx=0,009$  m,  $dy=0,009$  m and  $dH=0,018$  m mean values can be seen. This value says that GPS and Takeometrik survey results are near and favorable book of instructions. If measurements made favorable to book of instructions at

uygun olarak yapılan ölçülerde GPS ve Elektronik Takeometre ile yapılan ölçülerin yatay düzlemde ortalama 1,44 cm konumsal farklılık gösterdiği görülmüştür. Düşeyde ise bu fark ortalama 1,8 cm olmaktadır. Bu sonuçlar GPS Dur ve Git yönteminin halihazır harita üretiminde yeterince hassas olduğunu kanıtlamaktadır. Ayrıca iki ölçme yöntemi zaman açısından karşılaştırıldığında GPS ölçülerinin bize % 32'lik bir zaman tasarrufu sağladığı görülmüştür .

Yöntemin en büyük dezavantajı bina alımlarında ve yoğun ağaçların bulunduğu bölgelerde sinyal alınabilen uydu sayısının 4'ün altına düşmesinden dolayı sistemin başarısız olmasıdır.

horizontal plane 1.44 cm mean positioning difference can seen. At vertical planet, his mean difference is 1.8 cm. This results proved that GPS Stop and Go techniques precise is enough for map measurement and can be us effort this. As well when two-measurement method were compared GPS Stop and go technique percentage 32 faster than classical methods. In GPS measuring process, the time saving attained as 32 %.

However, as seen at the maps, it seen impossible to use the stop and Go method in the areas consisting of so many trees and in the having build.

### KAYNAKLAR/ REFERENCES

1. Eren, K., Uzel, T., *GPS ölçmeleri, YTÜ Matbaası*, İstanbul, 37, (1995).
2. Öztürk, E., “Nirengi ağlarının GPS gözlemleri ile yenilenmesi ve sıklaştırılması”, **6. Harita Kurultayı**, Ankara, 396, (1997).
3. Dündar, V., Erdi, A., “Coğrafi bilgi sistemleri için DGPS yöntemi ile veri toplama”, *Harita Dergisi, HKMO*, Sayı: 123, Ankara, 22, (2000).
4. <http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps.html#SVSignals>
5. <http://www.100gogo.com/ever1.htm>, “Measuring the Height of Mt. Everest”, (2003).
6. <http://www.hkmo.org.tr/data/taslaklar> “Büyük Ölçekli Haritalar Yapım Yönetmeliği Taslağı”, 5, (Yayınlanmamış).
7. Kahveci, M., Yıldız, F., *GPS (Global konum belirleme sistemi), Teori ve uygulama*, Ankara, 45 ,(2001).
8. Kocamanoğlu, M., “GPS ölçü yöntemleri”, [http:// www.gpsturk.com.tr](http://www.gpsturk.com.tr), (2002).
9. Eren, K., Uzel, T., *GPS ölçmeleri, YTÜ Matbaası*, İstanbul, 75, (1995).
10. Arslanoğlu, M, Mekik, Ç., “Gerçek zamanlı kinematik GPS konumlarının duyarlılık analizi ve bir örnek uygulama”, **9. Harita Kurultayı**, Ankara, (2003).
11. Gökalp, E., Güngör, O., “RTK GPS’in imar uygulamalarında kullanılması”, *HKMO Dergisi* , Sayı: 87, 39 Ankara, (2001).
12. Gökalp, E., Güngör, O., “GPS’ in kent bilgi sistemi uygulamalarında yeri ve önemi” *Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Sempozyumu*, Trabzon, 311, (1999)
13. “Açıklamalı-Örnekmeli Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği”, *HKMO*, 83, İstanbul, (1992).
14. Yaprak, S., “GPS’in detay alımlarında kullanılması”, Yüksek Lisans Tezi, *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 100, (1997).