

CBS İÇİN KONUMSAL VERİLERİN ELDE EDİLMESİNDE GZK GPS YÖNTEMİNİN KLASİK JEODEZİK YÖNTEME GÖRE DOĞRULUK VE MALİYET ANALİZLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Ömer MUTLUOĞLU

S.Ü.Teknik Bilimler MYO./Konya
omutluoglu@selcuk.edu.tr

Ayhan CEYLAN

S.Ü.Müh.Mim.FakJeodezi ve
Fotogrametri Müh./Konya
aceylan@selcuk.edu.tr

Özet

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) çalışmalarında; konumsal verilerin elde edilmesi büyük öneme sahiptir. Çünkü CBS projelerinin başarıya ulaşması, elde edilen konumsal verilerin, oluşturulan CBS projesinin gerektirdiği doğrulukta ve güncellikte olmasına bağlıdır. Bu, sınırlı olan ülke kaynaklarının israf edilmemesi açısından önemlidir.

CBS oluşturulmasında konumsal verilerin elde edilmesinde kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması amacıyla S.Ü. Kampus alanı içinde yaklaşık 20 ha'lık bir test alanı oluşturulmuştur. Bu test alanı içine giren bütün detay noktalarının koordinatları kutupsal alım yöntemiyle (Elektronik Takeometre ile) ve GZK GPS (Gerçek Zamanlı Kinematik Global Konum Belirleme) yöntemiyle elde edilmiştir. Kutupsal alım yöntemi (Klasik yöntem) referans kabul edilerek, GZK GPS yöntemiyle elde edilen konumsal verilerin doğruluk ve maliyet analizi yapılmıştır. Ampirik test ve hesaplamalar sonucunda GZK GPS'de konum ortalama hatası $m_p = \pm 7.2$ cm olarak elde edilmiştir.

Birim maliyet (1 ha), klasik yöntemde 95.86 \$, GZK GPS'de 17.22\$ olarak hesaplanmıştır.

Bu araştırmanın bir sonucu olarak, oluşturulacak CBS'nin amacına uygun olarak her bir yöntem ayrı ayrı olarak kullanılabilmesi gibi birlikte de kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: CBS, GPS, GZK GPS, DGPS, Elektronik Takeometre

COMPARISON OF COST AND ACCURACY ANALYSIS ACCORDING TO RTK GPS AND CLASSIC GEODETIC METHOD IN ACQUISITION OF SPATIAL DATA FOR GIS

Abstract

In Geographic Information System (GIS) studies, obtaining spatial data has been of great importance; because, achieving GIS projects is dependent upon the accuracy and updating spatial data. This is vital in terms of extravagant waste of national sources.

About a 20 ha test study area has been established in Selçuk University Campus to compare spatial data for GIS. All details covering the test area have been measured according to polar coordinate method using electronic tachymetry. Spatial data concerning the same area have been obtained with Real Time Kinematic Global Positioning System (RTK GPS). Polar coordinate method (classical method) has been

accepted as a reference and it has been compared with the spatial data obtained from RTK GPS methods in view of accuracy and cost.

The root mean square (rms) errors obtained through comparisons have been found as $m_p = \pm 7.2$ cm for RTK GPS.

The unit cost (1 ha) is 95.86 \$ for classical method, 17.22 \$ for RTK GPS.

According to purpose of GIS which will be established as a results of this investigation, either each method could be used separately or this methods could be used together.

Key words: GIS, GPS, RTK GPS, DGPS, Electronic Tachymetry,

1. Giriş

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) özellikle son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak toplumun her kesiminin ilgilendiği bir konu haline gelmiştir. Yeryüzüne ait konumsal ve konumsal olmayan bilgilerin bilgisayar ortamında depolanabilmesi, bu verilerin işlenebilmesi, analizlerin yapılabilmesi ve görsel olarak sunulabilmesi vb. özelliklerinden dolayı, CBS'ye olan ilgi artmaktadır. Bu sebeple CBS'nin kurulması ve etkili olarak kullanılması, artık günümüzde kaçınılmaz bir durum almıştır. Bütün dünyada olduğu gibi, ülkemizde de kamu kurumlarında, yerel yönetimlerde, özel şirketlerde ve üniversitelerde konuyla ilgili yoğun araştırma ve uygulama çalışmaları yapılmaktadır.

Değişik isimlerde (Arazi Bilgi Sistemi, Kent Bilgi Sistemi, Tapu Kadastro Bilgi Sistemi vb.) sunulan bilgi sistemlerinin tamamında temel hususlar benzerlik göstermektedir. Bu sebeple konuma bağlı oluşturulan bilgi sistemlerinin tamamını CBS içinde değerlendirmek mümkündür. CBS'nin gerçekleştirilmesinde veri toplama işlemi en fazla zaman alan ve en çok maliyet gerektiren önemli safhalarından biridir. Nitekim CBS'ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin % 50 den fazlası veri toplamak için gerekmektedir [1].

Bu sebeple oluşturulacak CBS'de öncelikli olarak amaca uygun konumsal veri toplama yöntemi seçilmelidir. Konumsal veriler doğrudan arazi ölçmeleriyle, klasik ölçme yöntemleriyle, mevcut haritaların sayısallaştırılmasıyla (kartografik), fotogrametrik yöntemlerle ve uzaktan algılama yöntemleriyle elde edilebilir. Bu verilerin elde edilmesinde; zaman, maliyet ve elde edilen verilerin doğrulukları projenin amacına göre değişiklik göstermektedir.

CBS oluşturulmasında konumsal verilerin karşılaştırılması amacıyla S.Ü. Alaeddin Keykubat Kampus alanı içinde seçilen bir test alanındaki detaylara ait koordinatlar, elektronik takeometre ve Gerçek Zamanlı Kinematik Global Konum Belirleme Sistemi (GZK GPS) ile elde edilmiştir. Elektronik takeometre ile elde edilen değerler doğru kabul edilerek, GZK GPS yöntemiyle elde edilen değerlerle karşılaştırılmış, her bir yöntemin doğruluk ve maliyet analizi yapılmıştır.

2. Coğrafi Bilgi Sistemleri-(CBS)

“Coğrafi Bilgi Sistemleri; konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik olamayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir” [1].

2.1 Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri

Coğrafi bilgi sistemlerinin temel fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için en az beş ana unsurun bir arada olması gerekir [2]. Bunlar CBS'nin bileşenleri olarak isimlendirilen donanım, yazılım, veri, insanlar ve metotlardır (Şekil 1).

2.2 Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Grafik ve Grafik Olmayan Bilgiler

Coğrafi varlıkları niteleyen unsurlar coğrafik veri olarak bilinirler. Coğrafik veriler, özellikleri itibariyle iki değişik şekilde ifade edilirler. Bunlar grafik ve grafik-olmayan bilgiler şeklindedir. Grafik bilgiler coğrafik varlığın konumu, büyüklüğü ve biçimi hakkında bilgi verirken, grafik-olmayan bilgiler aynı coğrafik varlığın sahip olduğu yapısal özellikler hakkında bilgi verir.

Grafik bilgiler, belli bir koordinat sistemini referans kabul ederek, sistem uzayında koordinatlarla ifade edilirler. Örneğin, uzayda bir A detayının konumu; (x,y,z) kartezyen koordinat değerleriyle veya (φ, λ) enlem, boylam şeklindeki coğrafi koordinat değerleriyle veya (α, s) açı ve mesafe şeklindeki kutupsal koordinat değerleriyle kesin olarak tanımlanır.

Grafik-Olmayan Bilgiler ise, genellikle grafik olmayan tanımlayıcı nitelikteki yazılı bilgiler olup, coğrafi varlıkların, öznelik bilgilerinden oluşur.



Şekil 1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Bileşenleri

3. Cbs'de Konumsal Veri Toplama Yöntemleri

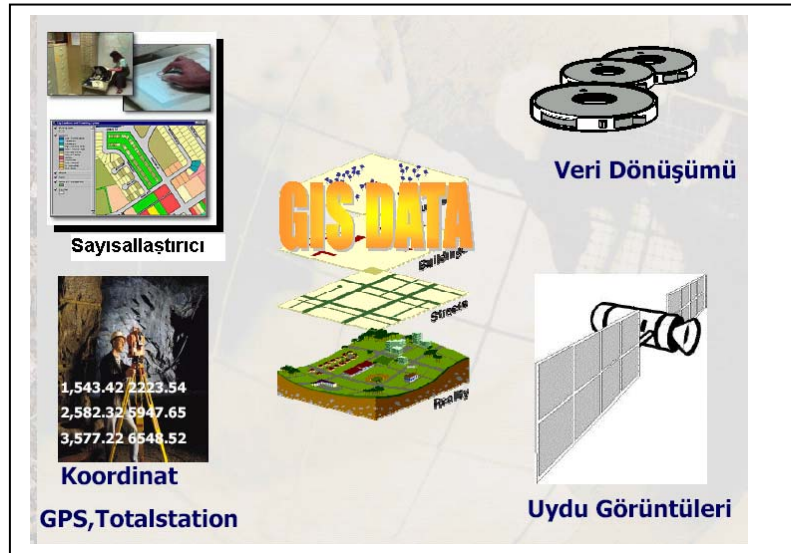
Coğrafi bilgi sistemlerine girdi teşkil eden verilerin toplanması için değişik veri kaynaklarına yönelik olarak, farklı disiplinler tarafından çok değişik teknolojik yaklaşımlar geliştirilmiştir. Öte yandan CBS uygulamalarının pek çoğu birden çok kaynaktan veri toplanmasını ve bu verilerin entegrasyonunu gerektirmektedir [3].

Veri toplama işlemi, coğrafi bilgi sistemlerinin gerçekleştirilmesinde en fazla zaman alan ve en çok maliyet gerektiren önemli safhalarından biridir. CBS’de verilerin toplanmasında izlenen yöntemler genelde aşağıdaki şekillerde olmaktadır. Bunlar;

- Klasik ölçme yöntemleri
- Fotogrametrik yöntemler
- GPS yöntemleri
- Uzaktan algılama yöntemi
- Kartografik yöntemler

olarak sıralanabilir (Şekil 2).

Klasik ölçme ile, çalışmanın amacına uygun olarak sadece Klasik ve GZK-GPS yöntemleri ele alınmıştır.



Şekil 2. Konumsal veri toplama yöntemleri

3.1 Klasik Yöntemler

Prizmatik (dik koordinat) ve takeometrik (kutupsal) alım yöntemleri klasik yöntemler olarak bilinir.

Dik koordinat yöntemi olarak da adlandırılan prizmatik yöntem, küçük alanlarda ve yapılaşmış bölgelerde günümüze kadar uygulanmış gelmiştir. Ölçmelerde basit ölçme aletlerinin kullanılması ve fazla maliyet gerektirmemesi yöntemin bir avantajıdır. Dik koordinat yönteminin temel prensibi, bir poligon kenarı veya parselin iki köşe noktasını birleştiren doğru ölçü doğrusu olarak alınıp, detay noktalarından bu ölçü doğrusuna prizma yardımıyla dikler inilerek, dik ayak ve dik boylar ile birlikte bina cephelerinin ve parsel kenarlarının ölçülmesidir. Yöntemin doğruluğu, dik inme işleminin doğruluğuna, dik ayak ve dik boy uzunluklarına bağlıdır [4,5].

Kutupsal yöntem olarak da adlandırılan takeometrik yöntemin temel prensibi, poligon ve nirengi gibi koordinatları belirli yer kontrol noktalarına kurulan takeometre aleti ile detay noktalarında gözlenen düşey açı, yatay açı ve uzunluklar yardımıyla, detay noktalarının yataydaki ve düşeydeki konumunun aynı anda belirlenmesidir. Bu

yöntemde, gelişen teknolojinin bir ürünü olarak ortaya çıkan yüksek doğrulukta düşey açı, yatay açı ve uzunluk gözlemleri yapabilen elektronik takeometreler (total station) kullanılmaktadır. Elektronik takeometrelerle yapılan gözlemler dahili veya harici kayıt ünitelerine otomatik olarak kayıt edilmekte, istenildiği takdirde mikro işlemcide başka hesaplamalarda yapılabilmektedir. Elektronik takeometrelerle yapılan takeometrik alımın doğruluğu, klasik takeometrelerle yapılanına göre çok daha iyidir [4].

3.2 Global Konum Belirleme Sistemleri (GPS)

Transit sistemin gelişmiş bir biçimi olan “NAVSTAR/GPS” (Navigation Satellite Timing And Ranging/ Global Positioning System) ABD Savunma Dairesi (DOD : Department of Defence) tarafından geliştirilen, elinde GPS alıcısı olan bir kullanıcının, uydu sinyalleri yardımıyla, herhangi bir yer ve zamanda, her türlü hava koşullarında, global bir koordinat sisteminde, yüksek duyarlıkta, ekonomik olarak anında ve sürekli konum, hız ve zaman belirlemesine imkan veren bir radyo navigasyon sistemidir [6].

3.3 Gerçek Zamanlı Kinematik GPS

GZK GPS yönteminde, hem referans ve hem de gezici istasyonda çift frekanslı GPS alıcıları kullanılır. Sabit istasyonda, hesaplanan taşıyıcı dalga faz ölçü düzeltmelerini yayımlayan bir radyo vericisi ve gezici birimde de gönderilen bu düzeltmeleri alan radyo alıcısı kullanılır [7].

GZK GPS yöntemi ile arazideki bir noktaya ilişkin koordinatların $\pm 2-5$ cm ile belirlenmesi olasıdır. Bununla beraber GZK GPS yöntemiyle koordinatların istenirse yerel bir koordinat sistemde ya da ülke sisteminde araziye $\pm 2-5$ cm’lik bir duyarlıkta aplikasyonu yapılabilir [8].

Çok uzun zaman ve ön çalışma gerektiren aplikasyon işleri ve detay alımı çok kısa bir süre de ve en az yersel sistemlerden elde edilebilecek duyarlıkla yapılabildiğinden, bu yöntem haritacılık alanında yeni bir dönem olarak kabul edilebilir. Sistemin tek olumsuzluğu duyarlı sonuç alınabilmesi için en az 5 uydudan ölçü toplaması gerekir. En az 5 uyduya bağlanma şartı ağaçlık alanlarda ve yüksek binaların bulunduğu kent merkezlerinde sağlanamayabilir.

Yine bu metot da GZK GPS ile ilgili yazılımların çalıştırıldığı, sistem ayarlarının yapıldığı bir data kontrol ünitesi (el bilgisayarı) kullanılır [9]. Bu sistemde kullanılacak bir radyo modemin veriyi sabit istasyondan gezici istasyona her 0.5-2 saniyede güncellemesi gerekir. Veri güncelleme aralığının sıklığı nedeniyle gönderilen verinin hacmi artar. Bu nedenle GZK GPS veri linki en az 2400 bps (Bit 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. Ancak UHF bandında yayımlanan radyo sinyalleri 15 km ile sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle kısa bant FM ve bazı tür frekans değiştirme anahtarlı sistemler GZK GPS verilerini yayımlamak için kullanılabilir [10].

4. Uygulama

4.1 Uygulama Alanının Tanıtımı

Uygulama alanı olarak, Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampusu seçilmiştir. Kampus alanı Konya şehir merkezine yaklaşık 20 km. uzaklıkta olup Konya-Afyon karayolu üzerindedir. Kampus alanında yapılaşma kısmen tamamlanmış, çevre düzenleme çalışmaları ise devam etmektedir. Çalışma alanı olarak, CBS oluşturulması için gerekli olan konumsal verilerin elde edilmesi ve karşılaştırmalarının yapılabilmesi için yaklaşık 20 hektarlık bir test alanı seçilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Test alanı

4.2 Klasik Yöntemle Konumsal Verilerin Elde Edilmesi ve Doğruluk Analizi

Klasik yöntemle detay ölçmelerinin yapılabilmesi için öncelikli olarak çalışma alanı içerisine daha önceden tesis edilmiş ve Ülke Koordinat Sisteminde koordinatları bilinen nirengi noktalarına dayalı olarak 5 güzergahtan oluşan 28 poligon noktası tesis edilmiştir. Tesis edilen poligon noktalarının ölçmeleri yapılarak ülke sisteminde koordinatları belirlenmiştir. Ölçmelerde Universal Wild T2 (açı ölçme inceliği 1^{cc}) teodoliti ve TOPCON GTS-701 Elektronik Takeometresi kullanılmıştır. Çalışma alanındaki detay ölçmeleri kutupsal alım yöntemine göre yapılmıştır. Detay ölçmelerinde TOPCON GTS-701 Elektronik Takeometresi kullanılmıştır. Bu aletle uzunluklar $m_d = \pm(2mm + 2ppm.D)$ hassasiyetinde yatay ve düşey açılar isteğe bağlı olarak 5^{cc} ile 1^{cc} incelikte okunabilmektedir [11]. Daha sonra, takeometrik ölçüler bilgisayar ortamında değerlendirilerek detay noktalarının konumsal verileri elde edilmiş ve NETCAD yazılımı ile çizimleri gerçekleştirilmiştir.

Arazi çalışmaları ve detay ölçmeleri 1 Harita Mühendisi ve 4 Harita Teknikeri olmak üzere toplam 5 kişilik bir ölçü ekibi tarafından yapılmıştır. Arazi çalışmaları (istikşaf, poligon tesisi, röper, açı ve kenar ölçmeleri) ve detay alımı için 40 saat çalışılmıştır. Büro çalışmaları da (arazi verilerin aktarılması, hesaplar ve haritanın oluşturulması) 15 saat almıştır.

Klasik yöntemde belirlenmiş detay noktasının konum hatası,

$$m_p = \pm \sqrt{m_s^2 + \frac{S^2 m_\phi^2}{\rho^2}} \quad (1)$$

bağıntısından bulunabilir. Burada;

S : Alet kurulan nokta ile ölçülen detay noktası arasındaki yatay uzunluk

m_ϕ : Detay alımında kullanılan elektronik takeometrenin açı ölçme inceliği

m_s : Detay alımında kullanılan elektronik takeometrenin uzunluk ölçme inceliği

ρ : Grad cinsinden $\left(\frac{200}{\pi}\right)$

ifade etmektedir.

Kutupsal alım yöntemiyle detay alımında kullanılan Total Station Topcon GTS-701 aleti için $m_\phi = \pm 10''$ ve $m_d = \pm (2\text{mm} + 2\text{ppm} \cdot D)$ olarak verilmiştir.

Poligon noktasıyla detay noktası arasındaki uzunluk ortalama 400 m, poligon noktasının konum hatası ± 5 cm olara kabul edildiğinde, detay noktasındaki toplam konum hatası ± 5.5 cm olarak hesaplanır [4].

4.3 Gerçek Zamanlı Kinematik GPS İle Konumsal Verilerin Elde Edilmesi ve Doğruluk Analizi

Detay ölçmelerinde GZK GPS donanımına sahip bir sabit iki gezici alıcı olmak üzere 3 adet çift frekanslı JAVAD marka GPS alıcısı kullanılmıştır. Veri transferinde kullanılan radyo modem SATEL marka Sateline 3AS modelidir. Tahsisli frekanslar ise F1 kanal, Gönderme Frekansı (MHz) 443.1375, Alma Frekansı (MHz) 443.1375'dir. Referans noktası olarak Mühendislik-Mimarlık Fakültesine ait koordinatları bilinen MMF pilyesi kullanılmıştır. Referans noktasının bilinen koordinatları referans alıcıya aktarıldıktan sonra, gezici alıcılar ile detay noktalarının gerçek zamanlı konumları belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için ilk önce referans alıcı referans noktası üzerine kurulduktan sonra; data kontrol ünitesi yardımıyla, referans alıcısı olduğu, referans noktasının koordinatları, anten yüksekliği, veri toplama aralığı girilip, alıcı faz ölçülerine getirilecek düzeltmeleri hesaplayıp radyo vericisi ile yayımlar hale getirilmiştir. Gezici alıcılara da, veri toplama aralığı ve anten yükseklikleri girilmiştir. Referans ve gezici alıcılarda veri toplama aralığı bir saniye, uydu yükseklik açısı 10° olarak ayarlanmıştır. Daha önceden kroki üzerinde belirlenmiş olan (binalardan ve ağaç altlarından uzakta) detay noktalarında gezici alıcının jalonu büyük bir itina ile düzeçlenmeye çalışılarak noktaların konumları belirlenmiştir. Gezici alıcılar detay noktalarına giderken kontrol ünitesinde, faz ölçülerindeki tamsayı faz başlangıç belirsizliğinin çözülmüş olması gerekir. Tamsayı faz belirsizliğinin çözümü için bir süre beklemek gerekiyor. Bu çalışma yaklaşık 3 saatte bitirilmiştir.

GZK GPS ile elde edilen detay noktalarına ait koordinatlar klasik yöntemle elde edilen koordinatlarla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma da X ve Y yönündeki hatalar;

$$V_Y = Y_G - Y_K \quad (2)$$

$$V_X = X_G - X_K$$

$$m_x = \pm \sqrt{\frac{[V_X V_X]}{n}} \quad (3)$$

$$m_y = \pm \sqrt{\frac{[V_Y V_Y]}{n}} \quad (4)$$

$$m_p = \pm \sqrt{\frac{[V_X V_X + V_Y V_Y]}{n}} \quad (5)$$

eşitlikleri ile hesaplanmıştır.

Bu eşitliklerdeki;

Y_K, X_K : Referans alınan klasik yöntemle belirlenmiş nokta koordinatları

Y_G, X_G : GZK GPS ile belirlenmiş nokta koordinatları

m_x : X yönündeki karesel ortalama hata

m_y : Y yönündeki karesel ortalama hata

m_p : Konum ortalama hatası

n : Nokta sayısını

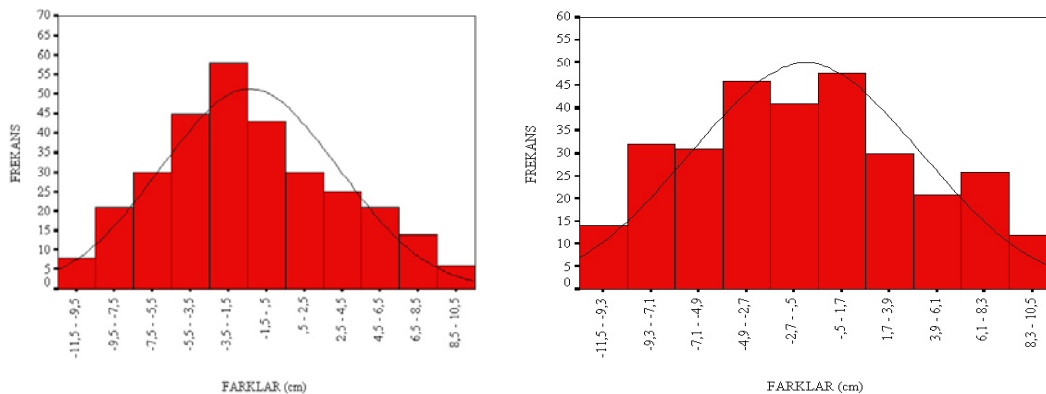
göstermektedir [12].

Karşılaştırma sonuçları Tablo 1’de verilmiştir [13].

Tablo1. Klasik yöntemle GZK GPS sonuçlarının karşılaştırılması

Yöntem	Karesel ortalama hatalar			V _Y (cm)		V _X (cm)		Nokta sayısı
	m _y (cm)	m _x (cm)	m _p (cm)	Min	Max.	Min	Max	
GZK GPS	±4.9	±5.4	±7.2	-10.9	9.5	-11.1	10.4	301

Klasik yöntemle GZK GPS verilerinin karşılaştırılmasının Y ve X yönündeki farklara normal dağılım testi uygulanmış ve normal dağılımda olduğu belirlenmiştir. Y ve X yönündeki farklara ait histogramlar Şekil 4’de verilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Y ve X yönündeki farklar

4.4 Yöntemlerin Maliyet Analizi

Test alanındaki detay noktalarına ait konumsal verilerin elde edilmesinde kullanılan ölçme aletleri, kullanılan malzemeler, arazi çalışmaları, donanımlar ve personel giderleri dikkate alınarak , yöntemlerin maliyet analizi yapılmıştır.

Tablo 2. Klasik yöntemin maliyet analizi

Yapılan İş	Birim Fiyatı (TL)	İş Birimi	Proje Maliyeti(TL)	Proje Maliyeti(\$)
Poligon istikşafı (1 nokta için)	6 593 500	28	184 618 000	131.87
Demir boru fiyatı	1 633 850	28	45 747 800	32.677
Röper ölçüsü ve krokisi	11 256 500	28	315 182 000	225.13
Açı ve kenar ölçüsü	10 165 200	28	284 625 000	203.304
Koordinat hesabı ve kontrol	2 236 000	28	62 608 000	44.72
Poligon kanavasası	247 417	28	6 927 676	4.948
Nivelman ölçü ve hesabı	5 506 000	28	154 168 000	110.12
Detay Alımı				
Elektronik takeometre (1 saatlik)	6 195 000	17 (saat)	105 315 000	75.225
Bilgisayar	5 841 000	5	29 205 000	20.861
Harita Mühendisi	10 000 000	17	170 000 000	121.429
Harita Teknikeri (4 kişi)	6 875 000	17x4	467 500 000	333.929
Oto	5 250 000	10	52 500 000	37.5
Çizim İşleri				
Harita Mühendisi	10 000 000	15	150 000 000	107.143
Harita Teknikeri	6 875 000	15	103 125 000	73.661
Bilgisayar	5 841 000	15	87 615 000	62.582
Sayısal harita çizim ünitesi	7 866 667	2	15 733 334	11.238
TOPLAM			2 147 255 410	1533.754
Yüklenici karı %25 ile toplam			2 684 069 263	1917.192
Birim maliyet (1 ha)			134 203 463	95.86

1 \$=1 400 000 TL olarak alınmıştır.

Tablo 3. Gerçek Zamanlı Kinematik GPS yönteminin maliyet analizi

Yapılan İş	Birim Fiyatı (TL)	İş Birimi	Proje Maliyeti(TL)	Proje Maliyeti(\$)
GPS alıcısının çalışmasının birim fiyatı	36 900 000	3	110 700 000	79.071
Harita Mühendisi	10 000 000	3	30 000 000	21.429
Harita Teknikeri	6 875 000	3x4	82 500 000	58.929
Oto	5 250 000	3	15 750 000	11.25
Bilgisayar	5 841 000	3	17 523 000	12.516
Çizim işleri				
Harita Mühendisi	10 000 000	5	50 000 000	35.714
Harita Teknikeri	6 875 000	5	34 375 000	24.554
Bilgisayar	5 841 000	5	29 205 000	20.861
Çizim Ünitesi	7 866 667	2	15 733 334	11.238
TOPLAM			385 786 334	275.562
Yüklenici karı %25 ile toplam			482 232 918	344.452
Birim maliyet (1 ha)			24 111 646	17.22

1 \$=1 400 000 TL olarak alınmıştır

Maliyet analizinde 2003 yılı 1. yarıyıl İller Bankası Birim Fiyatları esas alınmıştır.

5. Sonuç Ve Öneriler

CBS'nin bileşenleri içinde en çok zaman alan ve maliyeti artıran unsur konumsal verilerin toplanmasıdır. Bu çalışmada, elektronik takeometre ve GZK GPS yöntemleriyle elde edilen konumsal verilerin doğruluk ve maliyet analizi yapılmıştır. GZK GPS ile ± 7.2 cm'lik karesel ortalama hata ile konumsal veriler elde edilmiştir.

GZK GPS yöntemiyle birim alanda (1 ha) elde edilen verilerin maliyeti 17.22 \$ (Amerikan Doları) dır. Kutupsal alım yöntemiyle elde edilen verilerin maliyetinin 95.86 \$ olduğu da dikkate alındığında GZK GPS ölçme yönteminin, kutupsal alım yöntemine bir alternatif olduğu düşünülebilir.

GZK GPS yöntemiyle elde edilen doğruluk ve maliyet değerleri dikkate alındığında, GZK GPS yönteminin yüksek doğruluk isteyen Coğrafi Bilgi Sistemi çalışmalarında kullanılabilceği görülmektedir.

Ancak bu yöntem GPS tekniğinin bilinen sakıncaları nedeniyle açık alanlardaki ölçmelerde daha iyi sonuçlar vermekte olup, ağaçlık bölgelerde ve yerleşik alanlarda uydu sinyal kesilmelerinden dolayı verimli sonuç alınamamaktadır. Bunun için yerleşik alanlarda ve ağaçlık bölgelerde detay ölçmelerinde diğer klasik (jeodezik) yöntemlerle desteklenmesinde yarar vardır.

6. Kaynaklar

- [1] YOMRALIOĞLU, T., 2000, Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Seçil Ofset, İstanbul.
- [2] ESRI Inc., www.erdas.com.
- [3] SARBANOĞLU, H., 1991, Coğrafi Bilgi Sistemleri İçin Veri Toplama Yöntemleri, Harita Dergisi, sayı 107.
- [4] İNAL, C., YILDIZ, F., ERDİ, A., 1995, Pratik Jeodezide Alım Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Harita Dergisi, sayı 114, Ankara.
- [5] TÜDEŞ, T., 1979, Aplikasyon-Özel Ölçmeler, KTÜ Yayınları, No 105. 3. Baskı, Trabzon.
- [6] KAHVECİ, M., YILDIZ, F., 2001, Global Konum Belirleme Sistemi (GPS), Teori-Uygulama, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- [7] MEKİK, Ç., 2001, Gerçek Zamanlı Kinematik GPS , Seminer Çalışması, ZKÜ, Zonguldak.
- [8] ARSLANOĞLU, M., MEKİK, Ç., 2003, Gerçek Zamanlı Kinematik GPS Konumlarının Duyarlık Analizi ve Bir Örnek Uygulama, 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- [9] GÖKALP, E., GÜNGÖR, O., 2001, RTK (Real-Time Kinematic) GPS'in İmar Uygulamalarında Kullanılması, Harita ve Kadastro Mühendisleri Dergisi, Sayı 87, Sayfa 38-47, Ankara.
- [10] LANGLEY, R.B., 1998, RTK GPS, GPS World, Vol.9, No. 9, pp.70-76
- [11] İNAL, C., 2002, Modern Jeodezide Ölçme Aletleri, S.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Ders Notları Yayın No 50, Konya.
- [12] YILDIZ, F., İNAL, C., ERDİ, A., 1993, Grafik Kadastral Amaçlı Paftaların Sayısallaştırılmasında Hassasiyet Araştırması, S.Ü. Uluslararası Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu, 9-10 Haziran, Konya.
- [13] MUTLUOĞLU, Ö., 2004, Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturulmasında Konumsal Veri Toplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.