

ANKARA METROPOLİTAN ALAN'IN SAYISAL FOTOGRAMETRİK HARİTALARININ YAPIMI PROJESİ

Prof.Dr.Hayrettin GÜRBÜZ
Hacettepe Üniversitesi

ÖZET

Ankara Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü ASKİ tarafından, 1562.24 Km² lik Ankara Metropolitan Alanı'nın 1/1000 ölçekli sayısal fotogrametrik haritaları yaptırılmaktadır. Projenin Yüklenicisi MNG Bilgisayar Mühendislik Danışmanlık A.Ş. dir. ASKİ adına Danışmanlık ve Kontrollük görevi Üniversitemiz Mühendislik Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü tarafından yürütülmektedir.

İki kısımdan oluşan projenin ilk aşamasında 1200 Km² lik alana yer kontrol noktaları tesis edilmiş ve resimleri çekilmiştir. Bu kısım 1991-1994 yılları arasında başka bir firma tarafından yürütülmüş ve danışmanlık hizmeti Yıldız Teknik Üniversitesi ; kontrollük hizmeti de Tapu ve Kadastro Gn.Md.lüğü tarafından yapılmıştır.

İkinci aşamasında bu alana 310 Km² lik Gölbaşı Bölgesi eklenmiş ve tüm alanın resimleri yeniden çekilmiştir.

Tüm proje alanına 267 adet ana nirevği , 1995 adet dizi nirevği noktası ve 1243 adet yükseklik noktası ile 2331 adet uygulama noktası tesis edilmiştir. Noktaların koordinatları ve yükseklikleri GPS yöntemi ile belirlenmiştir.

Resimler f = 300 mm ; 23x23 cm² lik kamera ile Ekim-Ağustos 1995 de D-B yönünde 1/4000 ölçeğinde ve 300 ha kadarlık merkezi kısım 1/3000 ölçeğinde çekilmiştir. 8552 adet resim çekilmiş , bunlardan ilk aşamada 7382 adet diapoza basılmıştır.

31 adet bloktan oluşan havai nirevği çalışmaları Nisan 1997 de tamamlanmıştır. Değerlendirme çalışmaları halen devam etmektedir. 01.05.1997 tarihine kadar 3150 adet 1/1000 ölçekli pafta üretilmiştir. Yeni eklemeler yapılmazsa proje 18.02.1998 de tamamlanacaktır.

1- GİRİŞ

Günümüzde özellikle büyük şehirlerin (metropollerin) başarı ile yönetilebilmesi için kent bilgi sistemlerinin kurulması gerekmektedir. Bir taraftan artan hizmet konuları ve bir taraftan da hizmetlerin daha hızlı ve daha doğru yapılmasının giderek artan bir yoğunlukla talebedilmesi, metropoller için *kent bilgi sistemi* kurulmasını zorunlu hale getirmiştir.

Bu gerekçeler ile Ankara Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü "ASKİ" tarafından **Ankara Kent Bilgi Sistemi** 'nin kurulmasının ilk adımı olarak , Ankara Metropolitan alanın 1/1000 ölçekli sayısal haritalarının yapımına başlanmıştır.

Harita Yapım Projesi (Proje) 1991 yılında başlatılmıştır. Önce sadece 120 000 ha lık Ankara Bölgesi ele alınmış ve sadece

* yer kontrol noktalarının teisi ve koordinatlarının hesabı işi ile

* hava resimlerinin çekilmesi işi

ihale edilmiştir. İşin adı "Ankara Metropolitan Alanında 100 000 ha alanın 1/1000 ve 1/500 Ölçekli Harita Yapımına Esas Olacak Hava Fotoğraflarının Alımı ve Yaklaşık 2000 ha Alanın Sayısal Harita Yapımı İş'i" idi .

Yapılan ihalede işi , "Yalçın Teknik Makina Mühendislik ve Mimarlık A.Ş." almıştır. İhale ASKİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılmıştır. Denetlemesi ise Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından yürütülmüştür. Kontrollüğü Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'ne, danışmanlığı da Yıldız Teknik Üniversitesine verilmiştir. Hava resimlerinin çekimi , banyo ve baskısı iş kaleminin kontrollüğü da Harita Genel Komutanlığı'na verilmiştir. Proje 05.09.1991 tarihinde ihale edilmiş ve 20.09.1991 tarihinde işe başlanmıştır. Bitim tarihi 17.02.1992 dir. Bazı teknik nedenlerle birincisinde

150 gün , ikincisinde 28 gün ve üçüncüsünde de 62 gün olmak üzere arka arkaya üç kez toplam 240 gün (normal iş süresinin 1.6 katı) süre uzatımı verilmiştir.

Projenin yürütülmesi safhasında proje alanı 25 adet bloka ayrılarak yer kontrol noktaları tesis edilmiştir. Hava fotoğrafları "AS Havacılık" firması tarafından çekilmiştir. Hava fotoğrafları çekimi işi 15.09.1992 ile 08.10.1992 tarihleri arasında yapılmıştır. 1992 yılında toplam 204 kolon resim çekilmiş ise de % 8 oranında kolon açıklarının görülmesi üzerine 29.05.1993 ile 03.07 1993 tarihleri arasında yani 7 günde 120 kolon revizyon uçuşu yapılmıştır. Bütün bu resimlerin Harita Genel Komutanlığı'nda yapılan incelemesinde gene % 1 oranında açıklık bulunduğu tespit edilmiştir. Daha sonra Ağustos 1993 ayı içerisinde yapılan ilave uçuşlar ile bu açıklıklar da kapatılmıştır.

Ekim 1994 tarihinde ASKİ Gn.Md.lüğü bu projeyi tamamlamak amacı ile yeni bir girişim başlatmıştır. Bu yeni girişimde Danışmanlık ve Kontrollük hizmetlerinden oluşan **Müşavirlik** görevi **Hacettepe Üniversitesi Teknoloji Döner Sermaye İşletmesi Müdürlüğü** tarafından üstlenilmiştir.

Projenin tarafımızdan yapılan genel inceleme ve değerlendirilmesinde ;

- a) Tesis edilen yer kontrol noktalarının sayı ve konum bakımından yeterli olduğu ,
b) Çekilen hava resimlerinin ise ,

* Kolonların fazla parçalı ve eklemeli olarak çekilmiş olması ve parçaların çekim tarihlerinin oldukça farklı olmasının havai nirengi ve değerlendirme işlerinde zaman alıcı problemler yaratabileceği ,

* Ankara gibi çok hızlı gelişen bir yer için , değerlendirme işi tamamlanıncaya kadar , resimlerin pek çok yerde güncelliğini yitirmiş olacağı ve

* Yer kontrol noktalarının yeniden işaretlenmesi , tahrip olanlarının ihyası ve yeniden resim çekimi işlerinin, toplam maliyetin sadece % 7.7 i gibi çok küçük bir ek harcama ile gerçekleştirilebileceği dikkate alınarak , bu alanın hava resimlerinin yeniden çekilmesinin projenin sıhhati ve ekonomisi bakımından daha uygun olacağı ;

- c) Ankara'daki arazi ve arsa değerlendirilmesi göz önüne alınarak , 30 000 ha kadarlık Gölbaşı Bölgesi'nin de proje alanı içine alınmasının yararlı olacağı

kanısına varılmış ve bu hususlar ASKİ Genel Müdürlüğü tarafından da uygun bulunmuştur

Böylece ;

* Yaklaşık 120 000 ha lık Ankara Bölgesine tesis edilmiş olan yer kontrol noktalarının işaretlenmesi ve tahrip olanlarının ihyası ,

* Yakalaşık 30 000 ha lık Gölbaşı Bölgesine yer kontrol noktalarının tesisi ve koordinatlarının bulunması ,

* Yaklaşık 150 000 ha lık tüm alanın 1/4000 ölçeğinde hava fotoğraflarının çekilmesi banyo ve baskı işleri ile ,

* Tüm alanın 1/1000 ölçekli ve yaklaşık 300 ha lık kısmının da ek olarak 1/500 ölçekli sayısal haritalarının yapılması

iş kalemlerinden meydana gelen yeni bir proje oluşturularak ihaleye çıkmıştır.

ASKİ'nin bu haritalara olan acil gereksinimi de düşünülerek işin süresi 31 ay olarak belirlenmiştir.

2- ÖN YETERLİK ve İHALE

Bu büyüklükteki bir projeyi , Teknik Şartname'de öngörülen standartlarda 31 ay gibi bir zaman içinde yapabilecek olan firmalarda olması gereken asgari özellikler sıralanmış ve bu özellikler;

- Firmanın yurt içi ve yurt dışı iş deneyimi ,
- Personel varlığı ve
- Alet varlığı

başlıkları altında kümelenmiştir. Bu kümeler de tekrar ele alınıp , gerekli görülen her nitelik ayrı ayrı puanlanmış ve diğer koşullar ile bir araya getirilerek bir “*Ön Yeterlik Değerlendirme Şartnamesi*” oluşturulmuştur.

Başvuran dört firma ile ilgili bilgiler, bu somut ölçütler ışığı altında değerlendirilerek puanlanmış ve bunlardan 70 ve daha fazla puan alan firmalara yeterlik verilmiştir.

Yeterlik alan firmalara davet mektubu gönderilerek fiyat teklifi istenmiş ve ihale 03.07.1995 tarihinde yapılmıştır.

Yapılan ihale sonunda iş ,”*MNG Bilgisayar Mühendislik Danışmanlık A.Ş.*” de kalmıştır. Bundan sonra *Yüklenici* olarak anılacak bu firma 20.07.1995 tarihinde işe başlamıştır.

3- PROJENİN BOYUTLARI

Ankara Projesi , Gölbaşı Bölgesinin de katılması ile alanı 156 232 ha ya ulaşmıştır. Boyutları en Doğu ile en Batı uçları arası 50 Km , Kuzey ve Güney uçları arası 66 Km. dir.

Ankara Bölgesinde 25 ve Gölbaşı Bölgesinde 6 olmak üzere toplam 31 adet fotogrametrik bloka ayrılmıştır (Şekil : 1) .Tüm alana 5836 adet yer kontrol noktası tesis edilmiş , 8613 adet resim çekilmiştir.Tamamı 4222 adet 1/1000 ölçekli pafta ile kapatılacaktır. Bunun için 6350 dolayında fotogrametrik modelin değerlendirilmesi yapılacaktır.Proje alanında iki tane göl (Eğmir ve Mogan gölleri) , birisi uluslararası olmak üzere üç tane hava alanı bulunmaktadır .

4- PROJENİN SAFHALARI

Bu proje , diğer fotogrametrik harita yapım projelerinde olduğu gibi beş işlem adımından (safhadan) oluşmaktadır . Bunlar ,

- Yer kontrol noktalarının tesisi , işaretlenmesi ve koordinatlarının hesabı ,
- Resim çekimi , banyo ve baskısı ,
- Havai nirengi (fotogrametrik nirengi) ölçü ve hesabı ,
- Değerlendirme ve
- Çoğaltma

işlem adımlarıdır. Böylesi büyük bir projenin her bir safhasının, tek başına bir makale ya da bildiri konusu olacak hacimde olduğu dikkate alınarak bu bildiride sadece “*yer kontrol noktalarının tesisi ve koordinatlarının hesabı*” konusu ele alınmıştır.

5-YER KONTROL NOKTALARININ TESİSİ , ve KOORDİNATLARININ HESABI

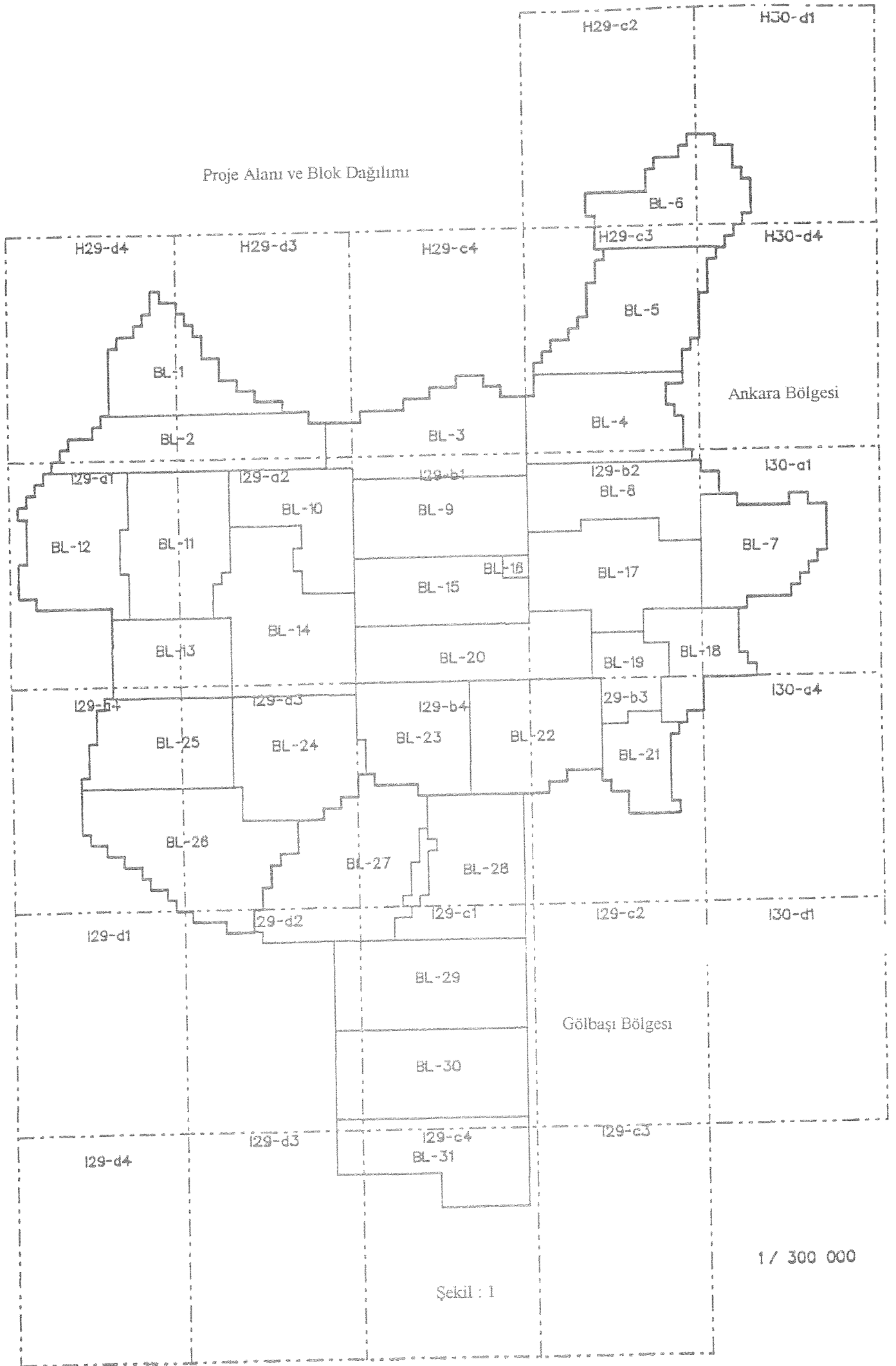
5.1- Mevcut Durum

Ankara Metropolitan Alanında üç tür nirengi bulunmaktaydı . Bunlar

- Harita Genel Komutanlığı tarafından tesis edilmiş olan I. , II. ve dengelenmiş III. Derece nirengi noktaları.
- 1977 yılında İller Bankası Genel Müdürlüğü tarafından tesis edilen ana nirengiler (*Metropolitan Nirengi*) olup bunların sayısı 94 adettir.
- Yalçın Teknik Firması tarafından , bunlara ek olarak ve koordinatları korunarak tesis edilen

- * 138 adet yüzey ağı noktası ,
- * 294 adet güzergahta 1734 adet dizi nirengi noktası ,
- * 965 adet yükseklik noktası ve
- * 1078 adet uygulama noktası

Proje Alanı ve Blok Dağılımı



5.2- Yapılan Tesis Çalışmaları

Proje kapsamında , “*yer kontrol noktaları tesisi ve koordinatlarının bulunması*” iş kaleminde aşağıdaki işlerin yapılması öngörülmüştür :

- * Ankara Bölgesi'ne bu projenin birinci safhasında tesis edilen tüm yer kontrol noktalarının işaretlenmesi ve tahrip olanların ihya edilip koordinatlarının bulunması ve düzeltilen proje sınırları dikkate alınarak gereken yerlere yeni dizi nirengi noktalarının tesis edilmesi ,
- * Gölbaşı Bölgesine , Teknik Şartnamede öngörülen esaslar doğrultusunda yeni

- ++ Yüzey Ağı Noktaları ,
- ++ Dizi Nirengi Noktaları ,
- ++ Yükseklik Noktaları ve
- ++ Uygulama Noktaları

tesis edilmesi , işaretlenmesi ve koordinatlarının bulunması .

Ankara Bölgesinde her nokta türü için yapılan ihya çalışmaları ile Gölbaşı Bölgesinde yapılan tesis çalışmalarına ilişkin sayısal değerler Çizelge : 1 de verilmiştir.

Çizelgenin incelenmesinden görüleceği üzere ,

- Ankara Bölgesinde Yüzey Ağı noktalarının sadece % 3 ü , Dizi Nirengilerin % 21 i , Yükseklik Noktalarının % 28 i ve Uygulama Noktalarının da % 29 u tahrip edilmiş olduğundan tesisleri yenilenmiştir.
- Proje alanı sınırları , 1 / 1000 ölçekli pafta sınırları da dikkate alınarak , düz çizgilere haline dönüştürüldüğünden , Ankara Bölgesine 104 adet yeni dizi nirengi noktasının tesis edilmesi gerekmiştir.
- Ankara Bölgesine Km² ye düşen ve bir paftaya düşen nokta sayısı itibariyle 1.6 kat daha az nokta tesis edilmiştir.
- Nokta türü itibariyle sıklık dikkate alındığında Ankara Bölgesinde Dizi Nirengi Noktaları 2.77 kat daha fazla , yükseklik noktaları yaklaşık eşit ve Uygulama Noktaları ise 4.54 kat daha az yoğunlukta tesis edilmişlerdir.
- Tüm alana 267 ana nirengi , 1995 dizi nirengi , 1243 yükseklik noktası ve 2331 uygulama noktası olmak üzere toplam **5836** adet nokta tesisi edilmiştir.

Ankara Bölgesinde aslında yer kontrol noktaları biraz daha sıklaştırılabilirdi. Ancak , GPS tekniğindeki gelişmeler ve üretilecek sayısal haritalardaki her detay noktasının da koordinatlarının biliniyor olması ve gerektiğinde yer kontrol noktası gibi kullanılabilceği dikkate alınarak , projenin ikinci safhasında , Ankara Bölgesinde var olan yer kontrol noktalarının çoğaltılmasına gerek görülmemiştir.

Gölbaşı Bölgesinin henüz gelişme döneminde olması dolayısıyla , özellikle uygulama noktalarının yeterli sayı ve dağılımda tesis edilmesine özen gösterilmiştir.

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü , gelecekte kendi uygulamaları için kullanmak üzere tüm proje alanına ve özellikle de yoğun yerleşme bölgelerine , ilave uygulama noktaları tesis etmiş ve L şeklinde ayrı bir türde işaretlemiştir. İleride yapılacak havaî nirengi işlemi ile koordinat ve yükseklikleri bulunacak ve bu proje için tesis edilmiş olan **5836** adet yer kontrol noktasına ek olarak kullanılacaktır.

6- KOORDİNATLARIN HESAPLANMASI VE KONTROLÜ

6.1- Gölbaşı Bölgesindeki Nokta Koordinatlarının Hesabı

Gölbaşı Bölgesine , 36 adet noktadan oluşan bir *yüzey ağı* tesis edilmiştir (Çizelge : 1). Bunlara ek olarak Yalçın Teknik tarafından tesis edilmiş olan beş adet nokta da bu ağa dahil edilmiş ve ağıdaki nokta sayısı 41 e çıkarılmıştır.

Bu noktaların 26 adedi Harita Genel Komutanlığı tarafından tesis edilmiş olan Ülke nirengi ağı noktaları , 3 adedi 1977 yılında İller Bankası Genel Müdürlüğü tarafından tesis edilmiş olan Metropolitan Nirengi Ağı noktaları ve yedi adedi de yeni tesis edilen noktalardır.

Çizelge : 1

Ankara ve Gölbaşı Bölgesindeki Nokta Sayıları ve Dağılımları

A - ANKARA BÖLGESİ

Alanı (ha)	Blok Sayısı	Pafta Sayısı	Model Sayısı	NOKTA SAYISI			
				Ana Nir.	Dizi Nir.	Yüksekl ik	Uygula ma
124523	25	3365	5048	231	1828	965	1078

(Yalçın Teknik'in verdiği : 231 1724 965 1078
İhya Edilen : 7 (%3) 358 (%21) 270 (%28) 315 (%29)
Yeni tesis edilen : ---- 104 ---- ----
T o p l a m : 231 1828 965 1078

231 Ana Ni. +1828 Dizi Ni.+965 Yük.Nok = 3024 Yer.Kont.nok.+1078 Uy.Nok= 4102 Top.Nokta

B - GÖLBAŞI BÖLGESİ

Alanı (ha)	Blok Sayısı	Pafta Sayısı	Model Sayısı	NOKTA SAYISI			
				Ana Nir.	Dizi Nir.	Yükseklik	Uygulama
31 709	6	857	1311	36	167	278	1291

Koordinatı bulunan uygulama noktası sayısı : 1253
480 Yer kont.nok. + 1253 uygu.noktası : 1734 (Toplam Nokta)
Yer.kont.nok.sıklığı : 1.52 nokta / Km²

C - T O P L A M

BÖLGESİ	Alanı (ha)	NOKTA SAYISI				
		Ana Nir.	Dizi Nir.	Yükseklik	Uygulama	TOPLAM
GÖLBAŞI	31709	36	167	278	1253	1734
ANKARA	12452 3	231	1828	965	1078	4102
TOPLAM	15623 2	267	1995	1243	2331	5836

D - NOKTA SIKLIĞI

BÖLGESİ	Alanı (ha)	Pafta Sayısı	Tüm Nokta Sayısı	Km ² de Nokta Sıklığı					Paftaya Düşen Nokta Nokta / Pafta
				Tüm Noktalar	Ana niren	Dizi Ni. Nok.	Yüksek Nok.	Uygul. Nok.	
GÖLBAŞI	31709	857	1734	5.47		0.53	0.88	3.95	2.02
ANKARA	124517	3365	4102	3.29		1.47	0.77	0.87	1.22
TOPLAM	156226	4222	5836	3.74	0.17	1.28	0.80	1.49	1.38

Harita Genel Komutanlığı noktalarının 15 adedinin koordinatları uyuşum testini geçtiği için koordinatları sabit alınmıştır. Buna ek olarak 5 adet Yalçın Teknik Noktası ile üç adet Metropolitan Nirengi Ağı noktasının da koordinatları sabit alınmıştır.

Noktaların koordinatları GPS yöntemi ile bulunmuştur. Koordinatı sabit alınan noktalarda statik ve diğerlerinde hızlı statik modu uygulanmıştır.

Gölbaşı Bölgesinde oluşturulan beş adet blokun sınırlarında , Teknik Şartnameye uygun olarak 2b aralıklarla 167 adet dizi nirengi noktası tesis edilmiş ve koordinatları gene GPS yöntemi ile bulunmuştur.

Tüm ağın ve dizi nirengilerin dengelemesi ED-50 Datumunda yapılmış ve dengelemede Kanada'da geliştirilen GEOLAB yazılımı kullanılmıştır. Transformasyonda sadece öteleme elemanları ile ölçek faktörü alınmış , döndürme elemanları 0 kabul edilmiştir. Ölçek = 1.000007+ - 0.000010 ve ölçek farkı (ppm) = 6.95 +-1.02 bulunmuştur ve Standart Sapma +-0.053 m olarak hesaplanmıştır.

6.2- Gölbaşı Bölgesinde Konum Koordinatlarının Kontrolü

Bulunan planimetrik kordinatların kontrolü , yüzey ağı noktaları için ve dizi nirengi noktaları için ayrı ayrı olmak üzere iki şekilde yapılmıştır.

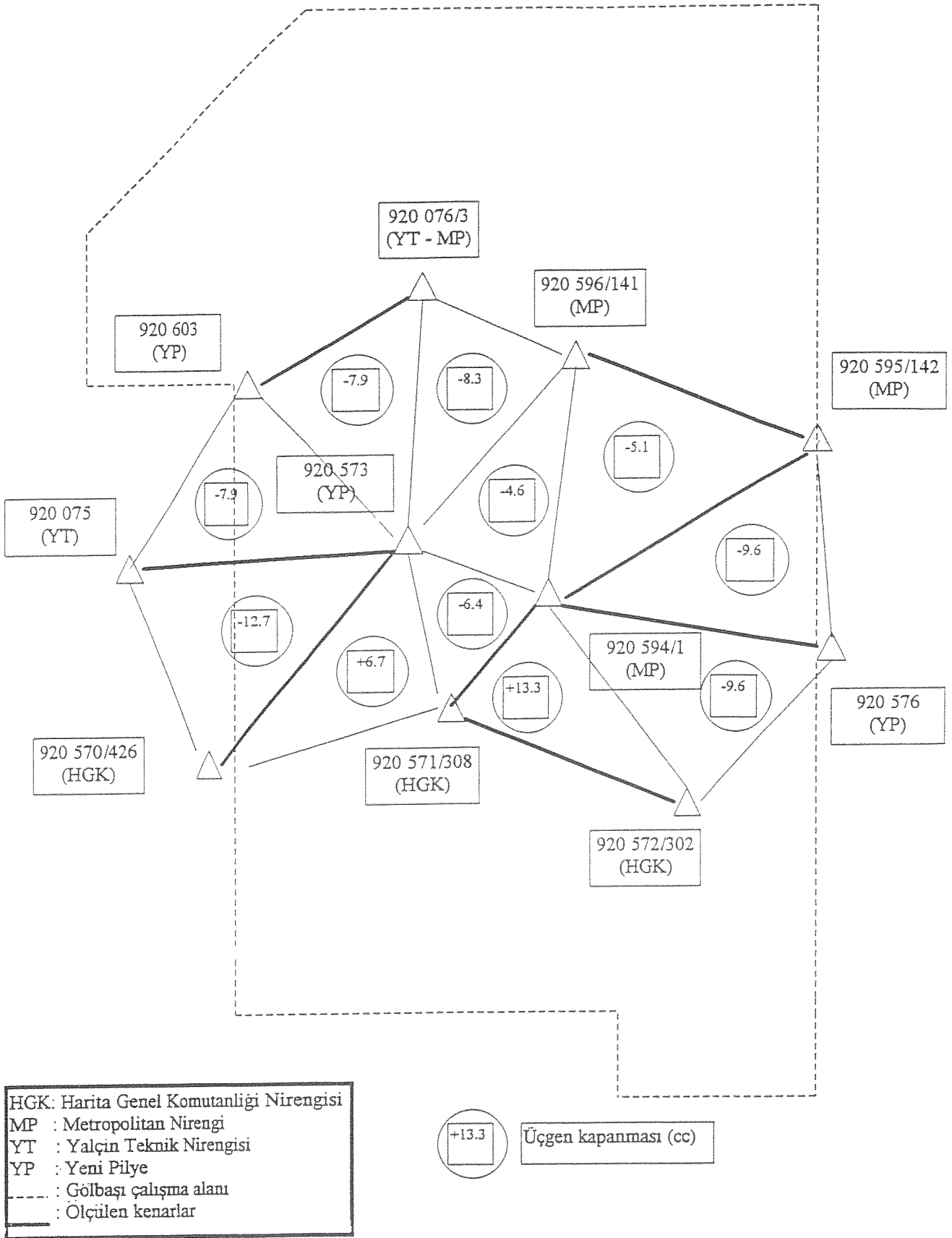
6.2.1- Yüzey Ağı Noktalarının Kontrolü

6.2.1.1- Yapılan Kontrol Çalışmaları

Önce koordinatı sabit alınan 11 adet noktadan oluşan bir ağ oluşturulmuştur (Şekil : 2) . Bu noktalardan 3 adedi Harita Genel Komutanlığı noktası , 3 adedi Metropolitan nirengi ağı 1 adedi Yalçın Teknik ile Metropolitan Nirengi ağında ortak kullanılan nokta , bir adedi Yalçın Teknik ve 3 adedi de MNG tarafından yeni tesis edilen noktadır.

Bu noktaların oluşturduğu santrallerin açıları sekizer silsile ölçülmüştür. Üçgen kapanmaları Şekil : 2 de görülmektedir. Ağı oluşturan 21 kenardan 8 adedi Teknik Şartnamede öngörülen şekilde ölçülmüştür.

Kontrol ağı önce serbest ağ dengelemesi ile dengelenmiştir. Dengelemeden elde edilen sonuçlar Çizelge : 2 de verilmiştir.



Şekil : 2

Çizelge : 2

SERBEST AĞ DENGELMESİ

KOORDINATI BULUNAN NOKTALAR						
NO	YAKLAŞIK X	DX mm	DENGELENMİŞ X	YAKLAŞIK Y	DY mm	DENGELENMİŞ Y
920570	392873.5800	60	392873.6402	476057.9000	-19	476057.8805
920571	393941.0900	-39	393941.0513	480070.1500	-72	480070.0778
920572	391973.8100	-44	391973.7662	484626.2800	1	484626.2812
920573	397392.5390	-22	397392.5168	480104.0670	-21	480104.0460
920594	396411.9430	14	396411.9574	483171.3520	-74	483171.2779
920075	397386.5520	79	397386.6307	473929.5520	146	473929.6979
920603	399709.2660	-34	399709.2315	476858.7540	117	476858.8706
920076	401790.4280	-142	401790.2858	480583.3140	18	480583.3321
920604	395921.7530	63	395921.8161	489239.2800	30	489239.3103
920595	398772.3780	77	398772.4547	488915.1370	-20	488915.1174
920596	400385.0740	-12	400385.0624	484382.4280	-106	484382.3224

KOORDİNATLAR İÇİN DOĞRULUK KRİTERLERİ						
NOKTA NO	MX (m)	MY (m)	MP (m)	HATA ELİPSİ ACIKLIK (g)	A (m)	B (m)
920570	0.017	0.022	0.028	139.4450	0.025	0.012
920571	0.015	0.010	0.018	182.0729	0.016	0.009
920572	<u>0.026</u>	0.015	0.030	20.4100	0.027	0.013
920573	0.012	0.011	0.016	175.5554	0.012	0.010
920594	0.014	0.012	0.018	157.8884	0.015	0.011
920075	0.025	0.011	0.028	1.8386	0.025	0.011
920603	0.016	0.018	0.024	137.0383	0.019	0.015
920076	0.019	0.022	<u>0.029</u>	142.7740	0.025	0.014
920604	0.015	0.020	0.025	82.4381	0.021	0.015
920595	0.014	0.017	0.022	130.9183	0.018	0.013
920596	0.018	0.021	0.027	58.9847	0.023	0.014

DAYALI AĞ Dengelemesi

ÖZET ÇİZELGESİ

KOORDİNATI BİLİNER NOKTA SAYISI	4
KOORDİNATI BULUNAN NOKTA SAYISI	7
ÖLÇÜLEN DOĞRULTU SAYISI	43
ÖLÇÜLEN KENAR SAYISI	8
ORTALAMA HATA [Birimsiz]	0.043492
K [Birimsiz]	0.999987
C [m]	0.071032
[PV]	0.000000

KOORDİNATI BİLİNER NOKTALAR

NO	X	Y
570	392873.58000	476057.90000
572	391973.81000	484626.28000
595	398772.62100	488915.16000
76	401790.35200	480583.19000

KOORDİNATI BULUNAN NOKTALAR

NO	YAKLAŞIK X	DX (mm)	DENGELENMİŞ X	YAKLAŞIK Y	DY (mm)	DENGELENMİŞ Y
573	397392.5390	6	397392.5447	480104.0670	-62	480104.0046
594	396411.9430	81	396412.0237	483171.3520	-67	483171.2845
75	397386.5520	-21	397386.5308	473929.5520	50	473929.6023
603	399709.2660	-73	399709.1931	476858.7540	-25	476858.7293
576	395921.7530	158	395921.9114	489239.2800	91	489239.3710
571	393941.0900	5	393941.0947	480070.1500	-62	480070.0881
596	400385.1790	23	400385.2020	484382.2900	50	484382.3399

KOORDİNATLAR İÇİN DOĞRULUK KRİTERLERİ

NOKTA NO	MX (m)	MY (m)	MP (m)	HATA ELİPSİ		
				AÇIKLIK (g)	A (m)	B (m)
573	0.019	0.017	0.026	159.0610	0.020	0.016
594	0.021	0.019	0.028	161.8871	0.023	0.016
75	0.046	0.026	0.053	197.7724	0.046	0.026
603	0.025	0.028	0.038	125.1191	0.029	0.024
576	0.050	0.022	0.055	1.6060	0.050	0.022
571	0.023	0.022	0.032	47.5952	0.026	0.018
596	0.022	0.025	0.033	68.5919	0.026	0.021

Çizelge : 4

KENAR ÖZET ÇİZELGESİ

NOK . NO	NOK . NO	ÖLÇÜLEN KENAR	v mm	P	DENGELENMİŞ KENAR
76	603	4266.5000	-8	5.000	4266.4924
570	573	6065.6530	-20	5.000	6065.6326
571	572	4962.8000	-23	5.000	4962.7765
571	594	3965.2170	14	5.000	3965.2313
573	75	6174.3900	5	5.000	6174.3950
576	594	6087.8170	21	1.000	6087.8382
595	596	4811.1150	13	4.000	4811.1277
595	594	6209.9940	30	3.000	6210.0236

Çizelge : 5

DOĞRULTU ÖZET ÇİZELGESİ

DUR . NOKTA	BAK . NOKTA	ÖLÇÜLEN DOĞRULTU	v cc	P	DENGELENMİŞ DOĞRULTU	KENAR	SEMT
75	603	0.000010	2.23	0.5000	0.000010	3738.2543	57.319140
75	573	42.619400	-2.31	0.5000	42.618896	6174.4052	99.938026
75	570	114.627180	0.57	0.5000	114.627014	4989.6268	171.946144
595	596	0.000020	-6.19	0.5000	0.000020	4811.1200	321.759258
595	576	271.030280	5.66	0.5000	271.031465	2869.0866	192.790702
595	594	353.416220	0.53	0.5000	353.416892	6210.0343	275.176130
576	595	0.000020	-3.47	0.3000	0.000020	2869.0866	392.790702
576	572	262.143710	3.06	0.3000	262.144363	6071.9118	254.935046
576	594	312.339430	2.74	0.3000	312.340051	6087.8472	305.130734
576	596	354.521360	-2.33	0.3000	354.521474	6596.3409	347.312157
571	573	0.000000	-0.46	0.4000	0.000000	3451.6167	0.625569
571	594	56.544950	-1.66	0.4000	56.544830	3965.2124	57.170399
571	572	125.322350	7.32	0.4000	125.323128	4962.7708	125.948697
571	570	282.820060	-5.20	0.4000	282.819585	4151.7756	283.445154
76	603	-0.000030	0.36	1.4000	-0.000030	4266.4775	267.560422
76	596	254.992530	-3.39	1.4000	254.992155	4050.6773	122.552607
76	573	339.348640	3.03	1.4000	339.348907	4423.8363	206.909359
603	76	0.000030	2.72	0.3000	0.000030	4266.4775	67.560422
603	573	71.907840	0.69	0.3000	71.907637	3987.3138	139.468029
603	75	189.759360	-3.40	0.3000	189.758748	3738.2543	257.319140
570	573	0.000080	-5.82	0.3000	0.000080	6065.6413	46.488931
570	571	36.955800	-0.78	0.3000	36.956304	4151.7756	83.445154
570	75	325.456050	6.61	0.3000	325.457293	4989.6268	371.946144
573	76	0.000070	-6.46	0.8000	0.000070	4423.8363	6.909359
573	596	54.231300	5.14	0.8000	54.232460	5221.1255	61.141749
573	594	112.787170	1.80	0.8000	112.787996	3220.1906	119.697285
573	571	193.715310	3.24	0.8000	193.716280	3451.6167	200.625569
573	570	239.579020	-0.25	0.8000	239.579642	6065.6413	246.488931
573	75	293.028080	0.10	0.8000	293.028737	6174.4052	299.938026
573	603	332.558450	-3.57	0.8000	332.558740	3987.3138	339.468029
572	571	0.000030	0.94	0.3000	0.000030	4962.7708	325.948697
572	594	53.884040	-2.66	0.3000	53.883680	4670.6266	379.832347
572	576	128.986300	1.72	0.3000	128.986379	6071.9118	54.935046
596	595	199.203666	-0.99	0.3000	199.203666	4811.1200	121.759258
596	576	224.756630	-1.64	0.3000	224.756565	6596.3409	147.312157
596	594	296.278780	6.76	0.3000	296.279555	4153.6492	18.835147
596	573	338.586470	-4.12	0.3000	338.586157	5221.1255	261.141749
594	573	0.000050	-4.19	0.5000	0.000050	3220.1906	319.697285
594	596	99.137560	-0.67	0.5000	99.137912	4153.6492	18.835147
594	595	155.478950	-4.74	0.5000	155.478895	6210.0343	75.176130
594	576	185.433420	-3.40	0.5000	185.433499	6087.8472	105.130734
594	572	260.133820	8.74	0.5000	260.135112	4670.6266	179.832347
594	571	337.472320	4.25	0.5000	337.473164	3965.2124	257.170399

Çizelgeden de görüleceği üzere koordinatlarda en fazla 2.6 cm (yalnız 920572 nolu noktada) koordinat hatası ve en fazla 2.9 cm (yalnız 920076 nolu noktada) konum karasel ortalama hatası elde edilmiştir. Yani kontrol amacı ile yapılan kenar ve açı ölçmeleri yeterli hassasiyette elde edilmiştir.

Daha sonra Harita Genel Komutanlığına ait 920570 , 920572 nolu noktalar ile Metropolitan Nirengi Ağına ait olup Yalçın Teknik tarafından da kullanılmış olan 920076 ve 920595 numaralı noktaların kordinatları sabit alınarak kontrol ağı dayalı olarak dengelenmiştir.Bu dengelemeden elde edilen sonuçlar Çizelge : 3 de , kenar özet çizelgesi Çizelge : 4 de ve doğrultu özet çizelgesi de Çizelge : 5 de ayrı ayrı verilmiştir.

Bu çizelgelerden de görüleceği gibi koordinatlar en fazla 5 cm lik (920576 nolu noktada) mx karsesel ortalama hatası ile elde edilmiştir .

621.2- Yüzey Ağı Hassasiyet İncelemesi

GPS ile bulunan koordinatların hassasiyeti ,

- * Koordinatları doğrudan karşılaştırarak ,
- * Kenarları karşılaştırarak ve
- * Doğrultuları karşılaştırarak

üç yönden incelenmiştir.

a) Koordinatların Karşılaştırılması

Kontrol ölçmelerinden elde edilen koordinatlar ile GPS ile bulunan koordinatlar karşılaştırılmıştır (Çizelge : 6) . Çizelgeden görüleceği üzere $m_x = 5.2$ cm ; $m_y = 3.7$ cm ve $m_p = 6.3$ cm bulunmuştur. Bu sonuçlar , GPS ile bulunan koordinatların yeterli hassasiyette olduğunu göstermektedir.Ancak Büyük Ölçekli Harita Yapım Yönetmeliği'inde (BÖHY) koordinatlara ilişkin bir hata sınırı verilmemiş bunun yerine kenar ve semt açıları için hata sınırları verilmiştir. Bu nedenle kenar ve semt açıları da karşılaştırılmıştır.

b) Kenarların Karşılaştırılması

Kenar karşılaştırılması da iki şekilde yapılmıştır.

- * Ölçülen kenarlar ile GPS koordinatlarından bulunan kenarlar ve
- * Dengelemeden elde edilen kenarlar ile GPS koordinatlarından bulunan kenarlar karşılaştırılmıştır.

Ölçülen kenarlar ile GPS koordinatlarından bulunan kenarların karşılaştırılması Çizelge : 7/1 de gösterilmiştir. İkinci karşılaştırma için , ağ içinde bulunan tüm noktaların birbirleri ile olan uzaklıkları alınıp toplam 49 adet kenarın karşılaştırılması yapılmıştır (Çizelge : 7/2) . BÖHY inde her iki yöntem ile bulunan kenarların farklarının (Ds) o kenara oranı (Bağıl Hata) için verilen tecviz 1/40 000 dir (Md.:281/c).Çizelgelerden görüleceği gibi , ağ içinde bu sınırı aşan kenar bulunmamaktadır

c) Semt Açılarının Karşılaştırılması

Gene ağda bulunan toplam 55 adet doğrultunun hem dengelemeden hem de GPS koordinatlarından bulunan semtleri hesaplanarak farkları alınmıştır (Çizelge:8) . BÖHY'nin 280/d maddesinde bu farklar için $20''$ lik sınır değer verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi semt farklarının hiç birisi verilen sınırı aşmamıştır.

Bütün bu incelemeler , GPS ile bulunan yüzey ağı noktası koordinatlarının istenenden çok daha hassas olarak bulunmuş olduğunu göstermiştir.

Çizelge : 6

KOORDİNAT KARŞILAŞTIRMASI

NOK. NO	KONTROL ÖLÇÜLERİYLE		GPS ÖLÇÜLERİYLE		DY	DX	
	Y	X	Y	X			
573	480104.005	397392.545	480103.958	397392.579	0.047	-0.034	
594	483171.285	396412.024	483171.289	396412.029	-0.004	-0.005	
75	473929.602	397386.531	473929.611	397386.631	-0.009	-0.100	
603	476858.729	399709.193	476858.749	399709.154	-0.020	0.039	
576	489239.371	395921.911	489239.312	395921.865	0.059	0.046	
571	480070.088	393941.095	480070.115	393941.039	-0.027	0.056	
596	484382.340	400385.202	484382.290	400385.179	0.050	0.023	
D=Kontrol Ölçüsü - GPS Ölçüsü		Dx			Dy		
mx= 0.052 my= 0.037		max	ort	mx	max	ort	my
mp= 0.063		0.100	0.043	0.052	0.059	0.031	0.037

Çizelge : 7/1

ÖLÇÜLEN KENARLAR İLE GPS'DEN BULUNAN KENARLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Teviz: 1/40 000 BÖHYM Md.: 281/c

1 - ÖLÇÜLEN KENARLAR

NOKTA NO	NOKTA NO	ÖLÇÜLEN KENAR	GPS KENARI	DS	DS/S
76	603	4266.500	4266.479	0.021	1/206414
570	573	6065.653	6065.636	0.017	1/352051
571	572	4962.800	4962.724	0.076	1/ 65294
571	594	3965.217	3965.233	-0.016	1/-249768
573	75	6174.390	6174.350	0.040	1/153839
576	594	6087.817	6087.788	0.029	1/210605
595	596	4811.115	4811.159	-0.044	1/-108622
595	594	6209.994	6210.028	-0.034	1/-182262

DENGELENMİŞ KENARLARLA GPS'DEN BULUNAN KENARLARIN KARŞILASTIRMASI

Tevviz: 1/40 000

BÖHYM Md.: 281/c

2 - DENGELENMİŞ KENARLAR

NOKTA NO	NOKTA NO	DENGE. KENAR	GPS KENAR	DS	DS/S
570	573	6065.641	6065.636	0.006	1/ 1095555
570	594	7944.861	7944.868	-0.006	1/ 1242129
570	75	4989.627	4989.714	-0.087	1/ 57383
570	603	6882.364	6882.327	0.037	1/ 188307
570	576	13529.357	13529.289	0.068	1/ 199194
570	571	4151.776	4151.7	-0.012	1/ 355345
570	596	11212.527	11212.475	0.053	1/ 213548
572	573	7057.879	7057.936	-0.056	1/ 125709
572	594	4670.627	4670.630	-0.004	1/ 1279760
572	75	11988.180	11988.218	-0.037	1/ 319724
572	603	10962.253	10962.212	0.042	1/ 263606
572	576	6071.912	6071.837	0.075	1/ 80961
572	571	4962.771	4962.724	0.047	1/ 106085
572	596	8414.929	8414.907	0.022	1/ 390088
595	573	8918.580	8918.621	-0.041	1/ 219099
595	594	6210.034	6210.028	0.006	1/ 100461
595	75	15049.524	15049.507	0.018	1/ 840890
595	603	12092.754	12092.731	0.023	1/ 532490
595	576	2869.087	2869.126	-0.039	1/ 72684
595	571	10078.638	10078.641	-0.003	1/ 3267987
595	596	4811.120	4811.159	-0.039	1/ 122315
76	573	4423.836	4423.807	0.029	1/ 152454
76	594	5968.639	5968.636	0.003	1/ 2102369
76	75	7978.964	7978.902	0.063	1/ 127495
76	603	4266.477	4266.479	-0.002	1/ 2310879
76	576	10457.919	10457.896	0.023	1/ 459542
76	571	7866.010	7866.064	-0.054	1/ 146154
76	596	4050.677	4050.638	0.039	1/ 104261
573	594	3220.191	3220.248	-0.057	1/ 56045
573	75	6174.405	6174.350	0.055	1/ 111583
573	603	3987.314	3987.217	0.097	1/ 41277
573	576	9252.982	9252.983	-0.001	1/ 16011884
573	571	3451.617	3451.706	-0.089	1/ 38681
573	596	5221.125	5221.090	0.036	1/ 146648
594	75	9292.920	9292.925	-0.006	1/ 1608991
594	603	7121.775	7121.741	0.034	1/ 208990
594	576	6087.847	6087.788	0.059	1/ 103007
594	571	3965.212	3965.233	-0.020	1/ 193492
594	596	4153.649	4153.606	0.043	1/ 96627
75	603	3738.254	3738.176	0.078	1/ 47968
75	576	15379.666	15379.613	0.053	1/ 288008
75	571	7041.065	7041.157	-0.092	1/ 76381
75	596	10874.362	10874.272	0.090	1/ 120342
603	576	12946.961	12946.888	0.073	1/ 177042
603	571	6601.802	6601.820	-0.018	1/ 367276
603	596	7553.920	7553.852	0.068	1/ 111148
576	571	9380.799	9380.717	0.082	1/ 114412
576	596	6596.341	6596.350	-0.009	1/ 718132
571	596	7753.340	7753.824	0.016	1/ 497288

Çizelge : 8

DENGELENMİŞ SEMTLER İLE GPS'DEN BULUNAN SEMTLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Tecviz:20^{ee}

BÖHYH; Md.280/d

NOKTA NO	NOKTA NO	DENGE SEMT	GPS SEMT	DT °
570	572	106.66077	106.66077	0.00
570	595	72.61540	72.61540	0.00
570	76	29.89768	29.89768	0.00
570	573	46.48890	46.48829	0.06
570	594	70.61405	70.61403	0.00
570	75	371.94618	371.94682	-0.06
570	603	7.42447	7.42469	-0.02
570	576	85.53194	85.53209	-0.02
570	571	83.44512	83.44605	-0.09
570	596	53.26470	53.26461	0.01
572	595	35.82762	35.82762	0.00
572	76	375.12775	375.12775	0.00
572	573	355.72544	355.72531	0.01
572	594	379.83238	379.83246	-0.01
572	75	329.82253	329.82303	-0.05
572	603	349.86792	349.86784	0.01
572	576	54.93501	54.93498	0.00
572	571	329.94873	329.94821	0.05
572	596	398.15428	398.15390	0.04
595	76	322.12193	322.12193	0.00
595	573	290.10909	290.10938	-0.03
595	594	275.17610	275.17613	-0.00
595	75	294.12829	294.12870	-0.04
595	603	304.93550	304.93531	0.02
595	576	192.79074	192.79215	-0.14
595	571	268.17210	268.17171	0.04
595	596	321.75929	321.75878	0.05
76	573	206.90933	206.91005	-0.07
76	594	171.44755	171.44748	0.01
76	75	262.77838	262.77901	-0.06
76	603	267.56039	267.55974	0.07
76	576	137.92805	137.92848	-0.04
76	571	204.15561	204.15536	0.02
76	596	122.55264	122.55325	-0.06
573	594	119.69732	119.69756	-0.02
573	75	299.93799	299.93867	-0.07
573	603	339.46806	339.46772	0.03
573	576	110.16128	110.16184	-0.06
573	571	200.62554	200.62416	0.14
573	596	61.14172	61.14226	-0.05
594	75	306.68825	306.68890	-0.06
594	603	330.64327	330.64298	0.03
594	576	105.13077	105.13136	-0.06
594	571	257.17037	257.16938	0.10
594	596	18.83511	18.83444	0.07
75	603	57.31911	57.32108	-0.20
75	576	106.07179	106.07242	-0.06
75	571	132.55207	132.55322	-0.11
75	596	82.21435	82.21495	-0.06
603	576	118.89896	118.89910	-0.01
603	571	167.65930	167.65932	-0.00
603	596	94.29518	94.29500	0.02
576	571	286.45540	286.45522	0.02
576	596	347.31219	347.31242	-0.02
571	596	37.54392	37.54325	0.07

62.2- Dizi Nirengi Noktaları

Dizi nirengi noktaları koordinatlarının kontrolü için , bölgeye homojen yayılmış 4 adet güzergah tesis edilmiştir (Şekil : 3). Bu güzergahtaki toplam 25 adet noktanın koordinatları , Teknik Şartnamede ve BÖHYY’inde belirtilen esaslara göre kenarlar ve kırılma açıları ölçülerek dengelenmek suretiyle hesaplanmıştır.

Dengeleme sonucunda elde edilen koordinatlar , Yüklenici tarafından GPS yöntemi ile bulunan koordinatlarla karşılaştırılmıştır (Çizelge : 9). BÖHYY’nin 283. maddesinde , bu konu için de uygulanabilecek “*poligon koordinat kontrolü için*” konulmuş olan sınır değerler dikkate alınmıştır. Buna göre , dx ve dy farklarının 10 cm den ve tüm noktalar için hesaplanacak konum karesel ortalama hatasının da 7 cm den fazla olmaması gerekmektedir. Çizelge 9 daki dx ve dy değerlerinin tamamı 10 cm den küçük ve mp lerin ortalaması da 4.9 cm olarak bulunmuştur . Dolayısı ile GPS ile bulunmuş olan dizi nirengi noktalarının X ve Y koordinatlarının yeterli hassasiyette olduğu kanısına varılmıştır.

6.3- Ankara Bölgesinde Konum Koordinatları

Ankara Bölgesinde 7 adet yüzey ağı noktası ve 358 adet dizi nirengi noktası ihya edilmiş ve 104 adet dizi nirengi noktası yeniden tesis edilmiştir (Çizelge 1) . Bu noktaların koordinatları gene GPS yöntemi ile bulunmuştur.

GPS ölçmeleri için , daha önce tesis edilen yüzey ağı noktalarından meydana gelen bir (0) ağı oluşturulmuştur (Şekil : 4) .

Planimetrik koordinatlar için WGS 84 elipsoidinden ED-50 elipsoidine geçiş için ve aynı zamanda Gauss-Kruger koordinatlarına dönüşüm için , proje alanına homojen dağılmış , daha önce tesis edilen 34 adet yüzey ağı noktası kullanılmıştır. Dengelemeden sonra bu noktalardaki kalıntı hatalardan hesaplanan konum karesel ortalama hatası +-6.5 cm bulunmuştur.

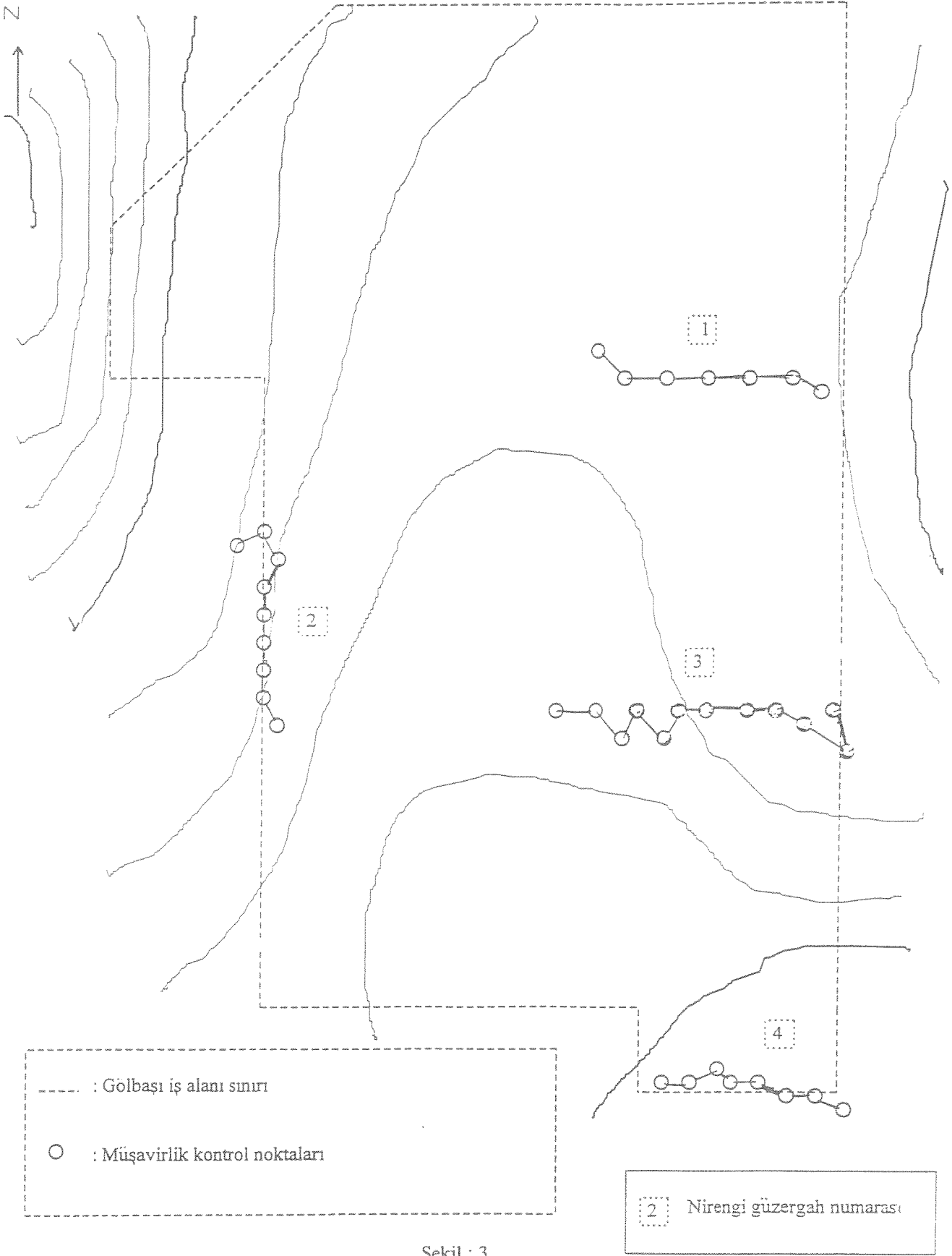
Kontrol için , ölçüler esnasında , tesisi sağlam olan ve tarafımızdan belirlenen , proje alanına homojen dağılmış 11 adet dizi nirengi noktasında daha GPS ölçüleri yaptırılmış ve diğer noktalarla birlikte dengelenmiştir. Bu kontrol noktalarının GPS ile bulunan koordinatları ile Yalçın Teknik tarafından bulunan koordinatlarının karşılaştırılması Çizelge 10 da verilmiştir. Burada 911758 nolu noktada dy = 47.2 cm gibi büyük bir fark vermiştir. Bu noktada dx = 11 cm ve dH = 9 cm bulunmuştur. Bu değerlere bakarak bu noktanın Yalçın Teknik koordinatlarının yeterli doğrulukta bulunamamış olduğu kanısına varılmıştır. Bu nokta hariç tutularak hesaplanan konum karesel ortalama hatası 8.8 cm bulunmuştur. 911758 nolu noktanın GPS den bulunan koordinatı esas alınarak çizelgelere yazılmıştır.

6.4- Uygulama Noktalarının Koordinatları

Tüm proje alanına 2370 adet uygulama noktası tesis edilmiştir. Koordinatları Fotogrametrik Nirengi yöntemi ile bulunan bu noktaların kontrolü Gölbaşı Bölgesinde , güzergahlar oluşturarak total station ile yapılan klasik ölçmeler ve dizi nirengi olarak yapılan hesaplarla gerçekleştirilmiştir. Ancak Mart 1996 da iki adet Leica SR 399 E çift frekanslı sistemin satın alınmasından sonra Ankara Bölgesindeki uygulama noktalarının koordinatları GPS yöntemiyle yapılamaya başlanmıştır. Bu amaçla Yüklenici tarafından oluşturulan (0) ağından bağımsız olarak tarafımızdan , Şekil : 5 de görülen yeni bir (0) ağı oluşturulup Ankara Bölgesi için dönüşüm parametreleri hesaplanmış ve kontrol ölçüleri ve koordinat hesapları bu ağa dayalı olarak yapılmıştır. Halen de yapılamaya devam edilmektedir. Ölçü sonuçları ve sonuçların irdelenmesi , “*Fotogrametrik Nirenginin Hassasiyet Derecesi*” hakkında hazırlanacak başka bir çalışma konusu olacak kadar hacimli olduğundan bu bildiri içine alınmamıştır.

7- YÜKSEKLİKLERİN BULUNMASI

Yüzey ağı noktalarının , dizi nirengi noktalarının noktalarının ve yükseklik noktalarının yükseklikleri gene GPS yöntemi ile bulunmuştur. GPS yöntemi yükseklik hesabında profesyonel



Şekil : 3

KOORDİNATLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

GÜZERGAH : 1

Çizelge : 9

KOORDİNATLAR

NOK NO	KONTROL ÖLÇÜLERİYLE		GPS İLE		DY	DX		
	Y	X	Y	X				
942	487717.899	399918.218	487717.839	399918.228	0.010	-0.010		
941	486901.141	399755.201	486901.143	399755.177	-0.002	0.024		
940	486145.995	399872.670	486145.990	399872.651	0.005	0.019		
939	485534.999	399899.223	485534.968	399899.197	0.031	0.026		
938	484819.171	400017.567	484819.168	400017.567	0.003	0.000		
D=KONTROL ÖLÇÜSÜ- GPS ÖLÇÜSÜ			Dx		Dy			
mx= 0.018 my= 0.015 mp= 0.024			max	ort	max	ort	my	
			0.026	0.016	0.018	0.031	0.010	0.015

GÜZERGAH : 2

KOORDİNATLAR

NOKTA NO	KONTROL ÖLÇÜLERİYLE		GPS İLE		DY	DX		
	Y	X	Y	X				
902	476607.914	388981.837	476607.960	388981.817	-0.046	0.020		
903	476519.426	389776.293	476519.477	389776.249	-0.051	0.044		
904	476574.001	390504.668	476574.049	390504.599	-0.048	0.069		
905	476486.137	391237.178	476486.163	391237.239	-0.026	-0.061		
906	476538.210	392003.198	476538.245	392003.186	-0.035	0.012		
907	476743.215	392467.816	476743.221	392467.729	-0.006	0.087		
908	476586.834	393041.178	476586.837	393041.171	-0.003	0.007		
D=KONTROL ÖLÇÜSÜ- GPS ÖLÇÜSÜ			Dx		Dy			
mx= 0.052 my= 0.036 mp= 0.063			max	ort	max	ort	my	
			0.087	0.04	0.052	0.051	0.031	0.036

GÜZERGAH : 3

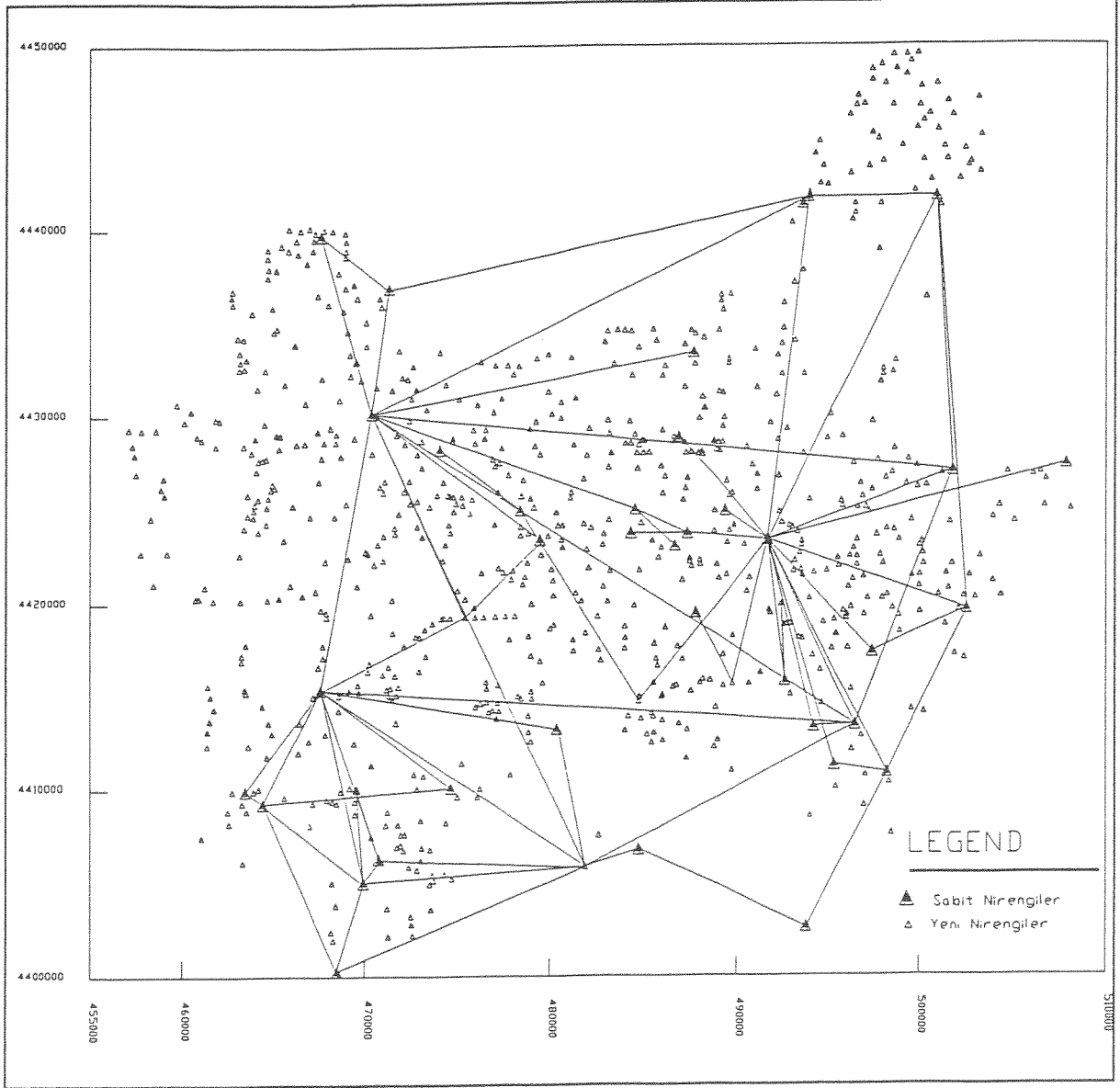
KOORDİNATLAR

NOKTA NO	KONTROL ÖLÇÜLERİYLE		GPS İLE		DY	DX		
	Y	X	Y	X				
873	488927.456	382387.937	488927.454	382387.954	0.002	-0.017		
874	488263.935	382320.676	488263.922	382320.584	0.013	-0.008		
875	487520.249	383144.697	487520.219	383144.672	0.030	0.025		
876	486853.582	383065.139	486853.615	383065.142	-0.030	0.047		
3	486784.392	383313.717	486784.391	383313.716	0.001	0.001		
877	486479.241	383100.946	486479.260	383100.883	-0.019	0.063		
D=KONTROL ÖLÇÜSÜ- GPS ÖLÇÜSÜ			Dx		Dy			
mx=0.035 my=0.020 mp=0.040			max	ort	max	ort	my	
			0.063	0.027	0.035	0.030	0.016	0.020

GÜZERGAH : 4

KOORDİNATLAR

NOKTA NO	KONTROL ÖLÇÜLERİYLE		GPS İLE		DY	DX		
	Y	X	Y	X				
972	484778.700	388856.037	484778.677	388856.041	0.023	-0.004		
2	484997.232	388492.797	484997.219	388492.752	0.013	0.045		
973	483463.362	388317.783	483463.326	388317.792	0.036	-0.004		
1	483856.796	388534.929	483856.789	388534.893	0.007	0.036		
974	486265.739	388319.000	486265.704	388319.036	0.035	-0.036		
975	486872.296	388312.525	486872.280	388312.579	0.016	-0.054		
976	487624.117	388739.544	487624.124	388739.631	-0.007	-0.087		
977	488250.370	388321.940	488250.398	388322.055	-0.028	-0.115		
865	488955.579	388717.090	488955.642	388717.198	-0.063	-0.108		
4	489218.196	388230.103	489218.215	388230.123	-0.019	-0.020		
D=KONTROL ÖLÇÜSÜ- GPS ÖLÇÜSÜ			Dx		Dy			
mx= 0.064 my= 0.029 mp= 0.070			max	ort	max	ort	my	
			0.115	0.051	0.064	0.063	0.025	0.029



Mevcut ASKİ Ağına dayalı olarak GPS Teknikleri ile tesis edilen Ankara Yüzey Ağı

Şekil : 4

Çizelge : 10

KONTROL AMACI İLE GPS İLE ÖLÇÜLEN KOORDİNATLARIN ESKİ KOORDİNATLARLA
KARŞILAŞTIRILMASI

Nokta No	GPS			Yalçın Teknik			dx	dy	dh
	X	Y	H	X	Y	H			
610650	070.470	794.155	951.310	070.503	794.145	951.305	+0.033	+0.010	+0.005
610766	453.600	678.036	953.350	453.535	678.029	953.394	+0.065	+0.007	-0.044
630503	268.607	879.277	839.410			839.427			-0.017
630603	998.047	179.071	1062.890			1062.904			-0.014
630621	370.077	511.785	934.960			935.080			-0.120
910571	311.571	641.487	818.990	311.552	641.635	819.181	+0.019	-0.148	-0.191
911013	706.987	788.489	1095.290	706.726	788.519	1095.244	+0.261	-0.030	+0.046
911188	542.810	478.261	1185.070	542.782	478.519	1184.981	+0.028	-0.258	+0.089
911312	880.451	072.407	1190.990	880.406	072.460	1190.774	+0.028	-0.053	+0.216
911475	904.116	689.122	1078.980	904.166	689.116	1078.990	-0.050	+0.006	-0.010
911481	898.003	315.975	1028.090	897.975	315.965	1028.048	+0.028	+0.010	+0.042
911496	598.512	152.081	1196.410	598.481	152.094	1196.380	+0.031	-0.007	+0.030
911650	565.032	416.705	1137.010	564.711	416.808	1136.820	+0.261	-0.103	+0.190
911758	963.214	502.891	1028.170	963.328	503.363	1028.267	-0.114	-0.472	-0.097
930505	799.399	674.957	821.620			821.637			-0.017
930794	049.580	717.210	1017.020			1016.906			+0.114
930799	693.262	791.843	1028.840			1028.783			+0.057
930879	470.990	947.168	1056.660			1056.631			+0.029
930925	131.847	324.354	1316.910			1316.949			-0.039
931016	856.720	137.986	1093.620			1093.566			+0.054
931076	214.628	036.989	1196.010			1197.850			-1.750

* Koordinatların sadece son üç basamağı alınmıştır.

* d = GPS - YT

* Konum Karesel Ortalama Hatası : $m_p = \pm 0.088$ m (911758 nolu nokta hariç tutulmuştur)

* Yüksekliğin karesel Ortalama Hatası : $m_h = \pm 0.065$ m (931076 nolu nokta hariç tutulmuştur)

anlamda ilk defa Ankara projesinde uygulanmıştır. Bundan sonraki uygulamalar için bir referans oluşturacağı ve daha önce de benzeri yapılmamış olmasından dolayı , kontrol ölçmelerinde büyük hassasiyet gösterilmiştir.

Ancak GPS yönteminin uygulanması ile ,

- * Dizi nirengi noktalarının yüksekliklerinin de hassas olarak bulunmuş olması ve
- * Yükseklik noktalarının , aynı zamanda X ve Y koordinatlarının da hesaplanması

sağlandığından , havai nirengi uygulamaları için blokların daha güvenilir şekilde kontrol edilmesi imkanını yaratmıştır.

7.1- Gölbaşı Bölgesindeki Noktalar

Gölbaşı Bölgesine 278 adet yükseklik noktası tesis edilmiştir. Yüksekliklerin GPS yöntemi ile bulunması sürecinde Gölbaşı Bölgesine Şekil : 6 de görülen dağılımda 21 adet noktanın ortometrik yükseklikleri teknik nivelman ile ölçülerek bulunmuştur. Bu dayanak noktalarının birbirinden uzaklığının 5 Km den daha fazla olmaması şart koşulmuştur.

Bu yükseklikler yardımıyla Gölbaşı Bölgesi için 2. dereceden bir geoid yüzeyi tanımlanmıştır. Sonra noktalarda yapılan GPS ölçüleri ve belirlenen bu geoid yüzeyi esas alınarak noktaların ortometrik yükseklikleri hesaplanmıştır.

7.2- Gölbaşı Bölgesinde Yapılan Kontrol Çalışmaları

GPS ile bulunan ortometrik yüksekliklerin kontrolü için ,

- * Gölbaşı Bölgesinin batısında ve güneyinde , yanyana homojen aralıklarla 73 adet noktanın ortometrik yükseklikleri ve
- * Şekil : 6 da görüldüğü şekilde altı adet güzergah oluşturularak 25 adet noktanın ortometrik yükseklik farkları teknik nivelman ile bulunmuş ve GPS ile bulunan değerler ile karşılaştırılmıştır (Çizelge:11 ve 12). Bulunan farklarla yapılan hesaplamalardan 73 noktalık setten $m_h = \pm 2.3$ cm ve 25 noktalı ikinci setten $m_h = \pm 1.8$ cm yükseklik karesel ortalama hatası elde edilmiştir.

Bu sonuç, Ankara civarında yüksekliklerin de GPS yöntemi ile sıhhatli olarak bulunabileceğini göstermektedir.

7.3- Ankara Bölgesindeki Noktalar

Ankara Bölgesinde ihya edilen 7 adet yüzey ağı noktasının , 358 adet dizi nirengi ve 270 adet yükseklik noktası ile yeniden tesis edilen 104 adet dizi nirengi noktasının yükseklikleri de gene GPS yöntemi ile bulunmuştur.

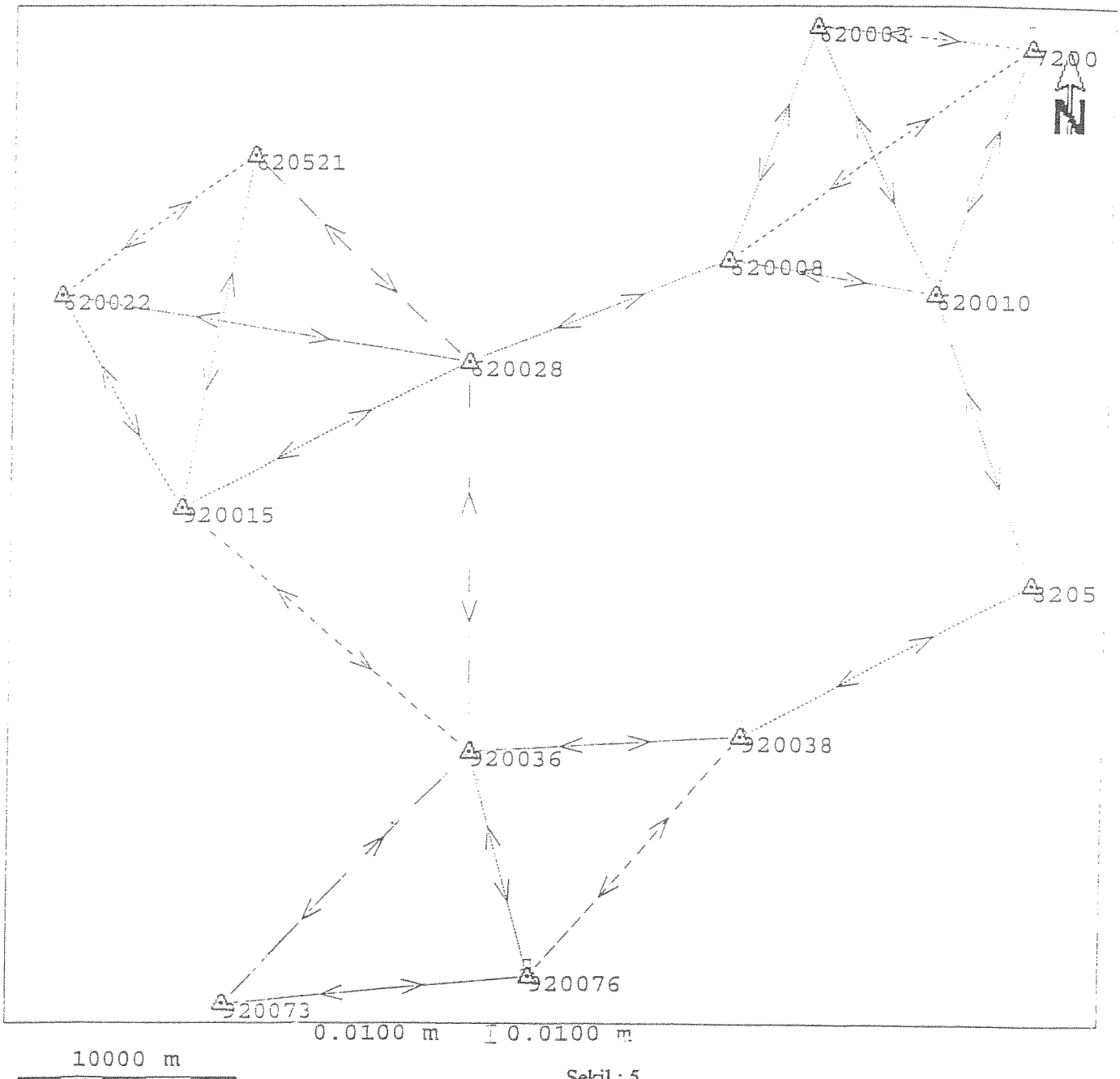
Ankara Bölgesinde geoid yüzeyi belirlemek üzere, daha önce tesis edilip ortometrik yükseklikleri Yalçın Teknik tarafından teknik nivelman ile bulunmuş olan Rs noktalarından yararlanılmıştır. Önce araları 5 km dolayında olacak şekilde Ankara Bölgesinde 57 adet ve Gölbaşı Bölgesi ile de bağlantı sağlayacak şekilde 17 adet olmak üzere toplam 74 adet nokta seçilerek bir Rs ağı oluşturulmuştur (Şekil : 7) . Bu ağ noktalarında GPS ölçüleri yapılarak Ankara Bölgesi için gene 2. derece bir yüzey esas alınıp geoid yüzeyi belirlenmiştir.

GPS ile bulunan yükseklikler ile bu noktaların bilinen ortometrik yükseklikleri arasındaki farklardan (kalıntı hatalardan) hesaplanan yükseklik karesel ortalama hatası $m_h = \pm 5.7$ cm bulunmuştur (Çizelge 13) .

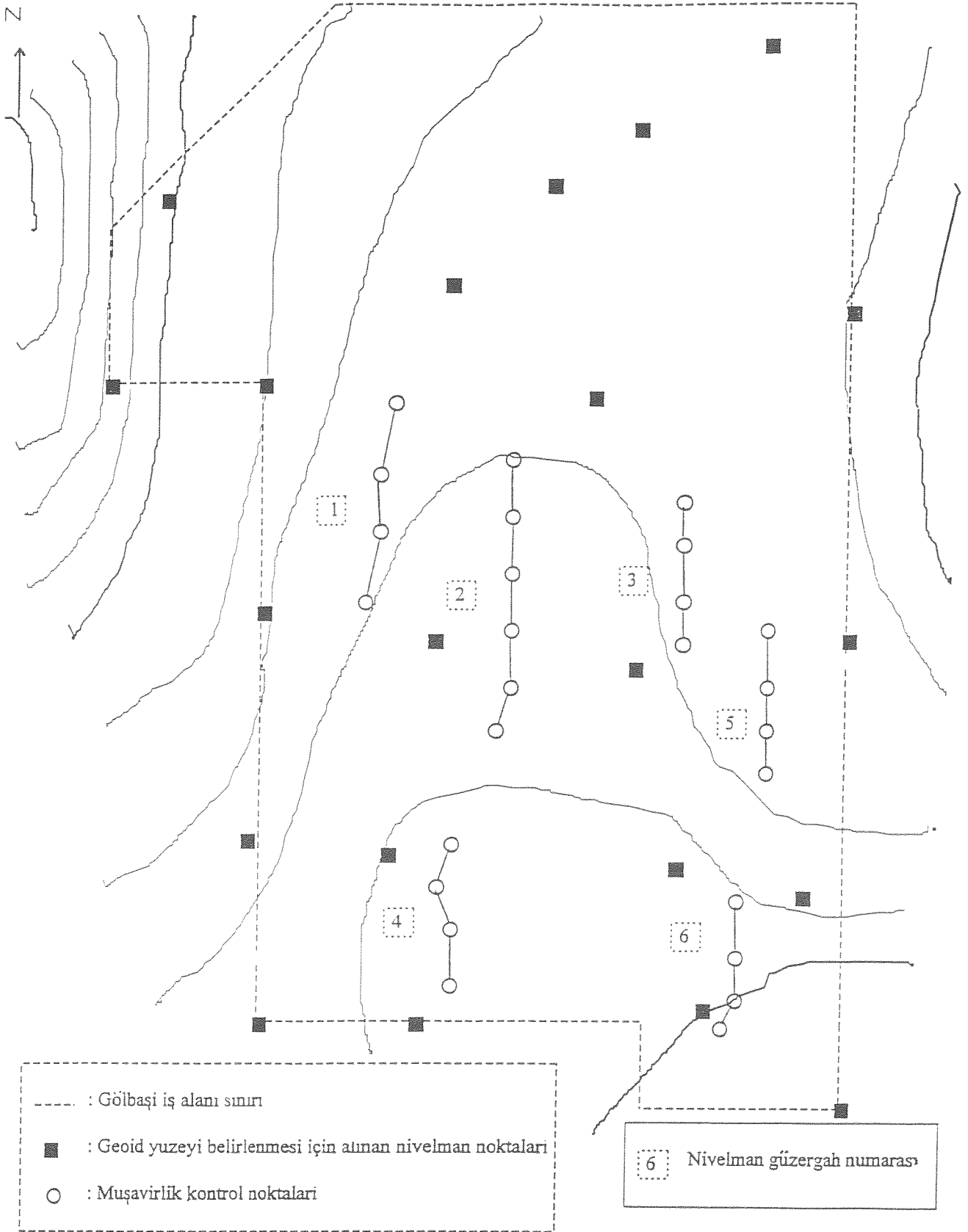
Bu ağ yardımıyla diğer noktaların ortometrik yükseklikleri gene yapılan GPS ölçmeleri ile hesaplanmıştır .

View / Edit printout

Project : (0) 'AĞI



Şekil 5



Şekil : 6

Çizelge : 11

NOKTA N.	DH	ÖLÇÜLEN YÜKSEKLİK	HESAPLANAN YÜKSEKLİK
1896	.00	1023.62	1023.62
1897	-.00	1021.40	1021.40
1898	.03	1038.36	1038.39
1899	.04	1037.71	1037.75
1900	.02	1040.43	1040.45
1901	.03	1051.11	1051.14
1902	.03	1054.60	1054.62
1903	.02	1080.51	1080.53
1904	-.00	1077.92	1077.91
1905	.05	1059.70	1059.74
1906	.00	1099.97	1099.97
1907	-.02	1105.00	1104.98
1908	-.06	1112.00	1111.94
1909	-.04	1096.73	1096.69
1910	-.05	1096.63	1096.57
1911	-.05	1086.84	1086.85
1912	-.02	1058.77	1058.75
1913	-.01	1011.95	1011.95
1914	.00	1017.30	1017.31
1915	.01	1044.43	1044.43
1916	-.02	1054.14	1054.12
1917	.04	1023.03	1023.07
1918	-.02	1015.57	1015.54
1919	.01	1031.63	1031.64
1920	.01	1029.25	1029.26
1921	-.01	1047.66	1047.66
1922	.01	1064.61	1064.62
1923	-.01	1095.84	1095.83
1924	.01	1105.62	1105.63
1925	.00	1143.96	1143.96
1926	-.01	1162.99	1162.96
1927	.00	1013.83	1013.83
1937	.02	1027.01	1027.03
1954	-.01	1034.59	1034.58
1955	-.01	1043.44	1043.44
1966	.02	988.90	988.93
1973	-.03	1055.96	1055.95
1974	-.02	1070.72	1070.71
1975	-.03	1090.86	1090.84
1976	-.02	1135.58	1135.56
1977	-.02	1196.12	1196.10
1979	.00	973.71	973.71
1981	.02	996.42	996.44
2000	-.00	988.04	988.03
2001	-.00	986.20	986.19
3482	-.00	978.91	978.91
3506	-.02	984.35	984.32
3520	-.01	1051.36	1051.35
3548	.04	1070.34	1070.38
3564	.01	1135.66	1135.69
3617	.03	998.26	998.30
3619	.00	995.11	995.11
3620	-.01	981.87	981.86
3650	.01	1027.02	1027.03
3655	.00	1061.29	1061.29
3680	.03	995.27	995.30
3723	.02	1092.12	1092.14

RMS HEIGHT = 0.023 m

Çizelge : 12

GPS-NIVELAMN KARŞILAŞTIRMA CETVELİ			
NOKTA NO	ΔH		v
	NIV(m)	GPS(m)	
931656-931643	+5.237	+5.260	-0.023
931643-931640	-3.331	-3.340	+0.009
931640-931627	+6.745	+6.730	+0.015
931587-931600	-3.024	-3.070	+0.046
931600-931603	+18.871	+18.900	-0.029
931603-931616	-7.800	-7.820	+0.020
931580-931591	-10.125	-10.110	-0.015
931591-931596	-6.471	-6.420	-0.051
931573-931582	+1.631	+1.640	-0.009
931669-931678	+21.068	+21.050	+0.018
931646-931662	+1.109	+1.110	-0.001
931646-931653	+0.826	+0.820	+0.006
931653-931662	+0.282	0.290	-0.008
931669-931662	-0.257	-0.250	-0.007
931614-931621	+2.595	+2.600	-0.005
931598-931605	+9.918	+9.900	+0.018
931605-931614	+2.935	+2.930	+0.005
931573-931589	+4.154	+4.150	+0.004
931589-931598	-0.517	-0.520	+0.003
931598-931614	+12.854	+12.830	+0.024
931723-931720	-21.621	-21.674	+0.053
931720-931707	-5.132	-5.140	+0.008
931707-931704	+0.777	+0.710	+0.067
931571-931584	-4.083	-4.090	+0.007
931584-931587	+0.588	+0.600	-0.012

v=NIV-GPS n=25 KOH=±1.8

7.4- Ankara Bölgesindeki Kontrol Çalışmaları

GPS ile bulunan yükseklikleri test etmek üzere , tesisi sağlam olan ve proje alanına homojen yayılmış 21 adet Rs noktasında daha GPS ölçüleri yaptırılıp yükseklik (0) ağı ile birlikte dengelenmiş ve elde edilen ortometrik yükseklikler Yalçın Teknik tarafından bulunanlar ile karşılaştırılmıştır (Çizelge : 10). 931076 nolu noktada görülen kaba hata hariç tutularak farklardan yapılan hesaplamada yükseklik karesel ortalama hatası $m_h = \pm 6.5$ cm bulunmuştur.

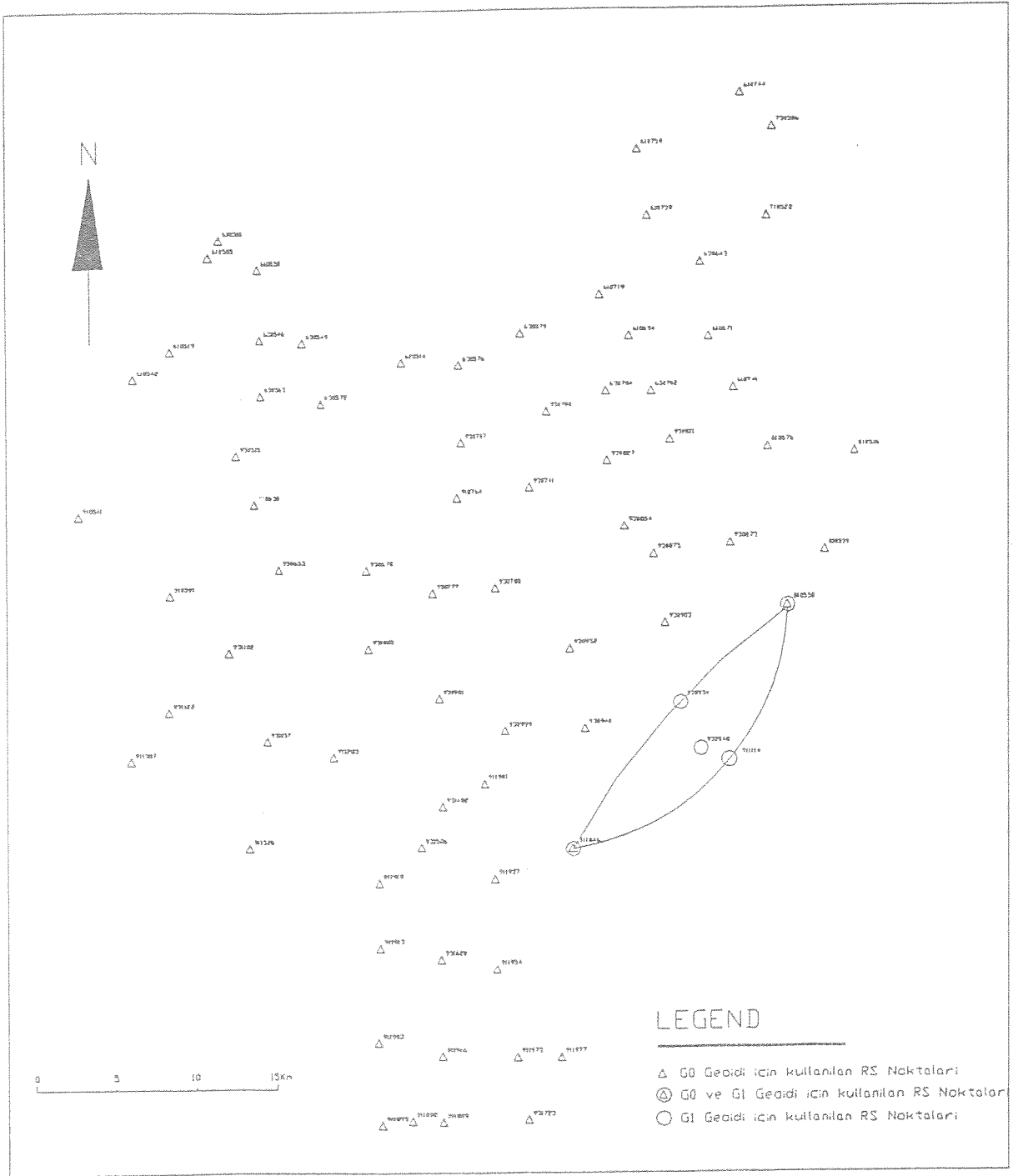
Bununla yetinilmeyerek proje alanında 28 adet noktanın ortometrik yükseklikleri teknik nivelman ile ölçülmüş ve GPS den bulunan değerler ile karşılaştırılmıştır. Çizelge : 14 de verilen farklardan yapılan hesapmalardan da $m_h = \pm 5.35$ cm bulunmuştur.

Gerek (0) ağındaki kalıntı hatalardan hesaplanan , gerek 21 noktada yapılan GPS ölçmelerinden elde edilen yüksekliklerle ve gerekse teknik nivelman ile ölçülerek bulunan yüksekliklerden hesaplanan üç m_h değerinin 5.7 cm ; 6.5 cm ve 5.35 cm olarak birbirini doğrulaması, GPS ile bulunmuş olan ortometrik yüksekliklerin yeterli hassasiyette olduğunu göstermiştir.

8- SONUÇ

Bu bildiri bir çalışmayı ve bu çalışmadaki yaklaşımları ve elde edilen sonuçları belirtmek üzere hazırlanmıştır. Yapılan çalışmalardan aşağıdaki sonuçlara ulaşmak mümkündür :

- 1- Bu çalışmada Ülkemizde profesyonel anlamda ilk defa yapılan bir uygulama ve elde edilen sonuçların kontrolü anlatılmıştır. Yapılan karşılaştırma ve irdelemelerden görüldüğü üzere , fotogrametrik harita yapımı için gerekli olan yer kontrol noktalarının yalnız konum koordinatları değil fakat yüksekliklerinin de GPS yöntemi ile yeterli hassasiyette bulunabileceği görülmüştür.
- 2- Bu husus gerek BÖHY'ye gerekse bundan sonra hazırlanacak ya da standartlaştırılacak Teknik Şartnamelere konulmalıdır.
- 3- Buna göre koordinatlar için yeni doğruluk sınırı ölçütleri belirlenmelidir.
- 4- Koordinatların bulunmasında GPS yönteminin uygulanması ile ;
 - * Dizi nirengi noktalarının birbirini görme zorunluğu ortadan kalkmış ve nokta tesisine çok büyük kolaylık getirilmiş ve
 - *Yükseklik noktalarının , kotları bulunurken aynı zamanda X , Y koordinatlarının da bulunması , fotogrametrik blokların kontrolünü ve dolayısıyla hassasiyetini arttırmıştır.
- 5- Hava kameralarına takılan kinematik differansiyel GPS sistemi ile , resim çekimi esnasında her resme ait izdüşüm merkezi koordinatlarının da ölçülmesi sağlandığından , fotogrametrik blokların hesabı için sadece blok köşelerine ve blok sınırı kırık noktalarına tesis edilecek bir kaç adet yer kontrol noktası yeterli olacağından , çok yakın bir gelecekte , fotogrametrik harita yapımı için tesis edilecek yer kontrol noktalarının sayı ve konumları büyük ölçüde değişecektir.



Şekil : 7

Ankara Geoid Rs Noktaları

GO GEOİDİNDE Kullanılan RS' ler

NO	VERİLEN	HESAPLANAN	FARK
610501	829.19	829.18	.01
610505	824.25	824.18	.07
610519	807.45	807.43	.01
610542	800.16	800.28	-.12
610550	904.68	904.77	-.10
610671	1132.20	1132.18	.02
610694	1091.74	1091.77	-.03
610719	1131.83	1131.92	-.09
610739	973.97	973.99	-.02
610741	1213.94	1213.88	.06
610744	977.58	977.54	.04
610759	1051.32	1051.41	-.09
620514	1140.08	1140.08	-.00
630546	929.54	929.57	-.03
630549	979.33	979.30	.02
630563	875.42	875.38	.04
630572	882.87	882.83	.03
630576	951.11	951.18	-.07
630579	1174.38	1174.44	-.06
630643	923.03	922.98	.04
630702	982.96	982.86	.09
630704	942.12	942.08	.04
710522	963.23	963.27	-.04
730506	955.81	955.80	.01
810516	1189.12	1189.24	-.12
810539	1175.68	1175.66	.02
810550	1195.95	1196.02	-.07
810576	1160.82	1160.74	.08
910541	866.89	866.86	.03
910591	967.82	967.83	-.00
910764	829.50	829.47	.03
911283	1159.19	1159.28	-.09
911326	1250.26	1250.22	.03
911387	978.39	978.37	.02
911846	1175.17	1175.22	-.05
911889	1025.01	1025.03	-.03
911892	1001.84	1001.84	-.01
911895	1040.74	1040.72	.03
911903	1080.51	1080.51	-.00

RMS VALUE = .057

NO	VERİLEN	HESAPLANAN	FARK
911913	1011.95	1011.93	.02
911919	1031.63	1031.63	-.00
911937	1027.01	1027.02	-.01
911954	1034.59	1034.58	.01
911966	988.90	988.93	-.02
911973	1055.98	1055.94	.03
911977	1196.12	1196.07	.05
911981	996.42	996.43	-.00
930515	806.21	806.13	.08
930638	814.20	814.19	.01
930655	970.29	970.24	.06
930670	858.11	858.17	-.06
930700	1017.38	1017.40	-.02
930707	938.27	938.18	.08
930741	841.46	841.37	.09
930777	901.24	901.24	-.00
930780	945.69	945.67	.02
930811	1142.62	1142.69	-.07
930827	921.57	921.47	.10
930854	916.57	916.48	.09
930873	957.74	957.68	.06
930875	932.27	932.21	.06
930903	1081.45	1081.45	-.00
930940	1167.49	1167.61	-.12
930952	998.30	998.29	.01
930981	1215.59	1215.71	-.12
930999	972.73	972.83	-.10
931005	1009.72	1009.73	-.01
931057	1114.89	1114.95	-.06
931102	1034.63	1034.68	-.05
931122	997.60	997.63	-.03
931482	978.91	978.90	.01
931506	984.35	984.31	.04
931620	981.87	981.84	.03
931723	1092.12	1092.10	.02

NİVELMAN İLE KONTROL EDİLEN NOKTALAR

Sıra No	Nokta No	GPS Kotu (m)	Nivelman (m)	Fark (m)
1	930596/1	851.420	851.452	-0.032
2	930603/1	844.580	844.627	-0.047
3	930608/1	830.470	829.407	+0.063
4	930609/1	835.660	835.649	+0.011
5	930599/1	874.950	875.049	-0.099
6	930600/1	849.800	849.889	-0.089
7	930553/1	892.010	892.053	-0.043
8	930556/1	894.450	894.272	+0.178
9	930587/1	975.530	975.422	+0.108
10	930586/1	983.900	983.827	+0.073
11	930581/1	937.640	937.561	+0.079
12	930651/1	832.510	832.479	+0.031
13	630501/1	831.840	831.830	+0.010
14	630502/1	835.220	835.226	-0.006
15	630782/1	897.230	897.129	+0.101
16	630566/1	901.510	901.391	+0.120
17	630568/1	924.410	924.278	+0.132
18	630557/1	927.200	927.066	+0.136
19	931116/1	1017.690	1017.607	+0.083
20	931113/1	1068.900	1068.772	+0.128
21	931115/1	1059.620	1059.451	+0.169
22	931107/1	1066.390	1066.255	+0.135
23	630585/1	1020.170	1020.120	+0.050
24	730516/1	971.980	971.957	+0.023
25	630629/1	928.620	928.623	-0.003
26	630626/1	933.980	933.886	-0.006
27	830533/1	1076.150	1076.288	-0.138
28	830535/1	1091.290	1091.432	-0.142