

GÖKTÜRK ANITLARINDA JEODEZİK ÇALIŞMALAR

Tayfun ÇAY, Ayhan CEYLAN, İbrahim YILMAZ,
İsmail ŞANLIOĞLU, Hakan KARABÖRK, Murat YAKAR*

ÖZET

Göktürk Anıtları Türk tarihinin ilk yazılı belgelerinden biri olması bakımından büyük önem taşır. Bu nedenle Türkiye Cumhuriyeti tarafından Türk tarihinin yaşatılması, tanıtılması, anıtların korunması ve restorasyonuna yönelik çalışmalar başlatılmıştır. Bu çalışmaların ilk aşaması olarak anıtlar bölgesinin bundan sonraki çalışmalara altlık olabilecek nitelikte topoğrafik haritalarının yapılması plânlanmıştır. Topoğrafik harita üretim çalışmaları sonucunda bölgenin değişik ölçeklerde ve değişik hizmet alanlarına yönelik lokal haritaları üretilmiştir. Bu çalışmada Orhun Anıtları bölgesinin topoğrafik harita üretim aşamaları verilmiştir.

ABSTRACT

Gokturk monuments are very important structures in terms of that they are one of the first written inscription for Turkish history. For this reason, it is started a serious of works on the monuments for restration, prevention, presentation and bring them into the live. The first stage of these works is to topographically map the area of the monuments for the future works that will take place in the area. At the end of this stage the local maps have been produced in various scales and for various purposes of special services. In this study, map production stages of Gokturk monuments area are given.

1. GİRİŞ

M.S. 8. yüzyılın ilk yarısında Göktürkler tarafından dikilen Orhun (Göktürk) Anıtları Türk dili ve edebiyatının ilk yazılı örneklerinden biri olarak kabul edilmektedir. Özellikle Türk milletinin adının geçtiği ilk Türkçe metin olması, Türk milliyetçiliğinin, kültürünün, devlet ve millet olma şuurunun temelini oluşturması ve taşlar üzerine yazılmış ilk Türk tarih kaynağı olması bakımından da büyük önem taşır. Şu anki sınırlar itibarıyla Moğolistan topraklarında kalan Orhun anıtlarının korunması, restorasyonu ve tanıtılmasına yönelik olarak Türkiye Cumhuriyeti tarafından bir çalışma başlatılmıştır. Bu çalışmaların ilk aşaması olarak ve daha

* İsimler soyadı alfabetiğine göre dizilmiştir.

sonraki her türlü çalışmaya temel altlık olmak üzere Orhun anıtlarının bulunduğu alan ve etrafındaki kazı yapılması düşünülen alanın topoğrafik haritasının üretimi yapılmıştır.

Bunun için yürütülen jeodezik çalışmalarda iki ayrı bölgede (Tonyukuk ve Kültigin anıtlarında) proje alanının tesbiti, alım için gerekli olacak sabit noktaların (nirenge, poligon) istikşaf ve tesisi, noktaların konum ve yüksekliklerinin hesaplanmasına yönelik ölçümler, hesaplamalar ve sonucunda haritaların üretimi çalışmaları yapılmıştır.

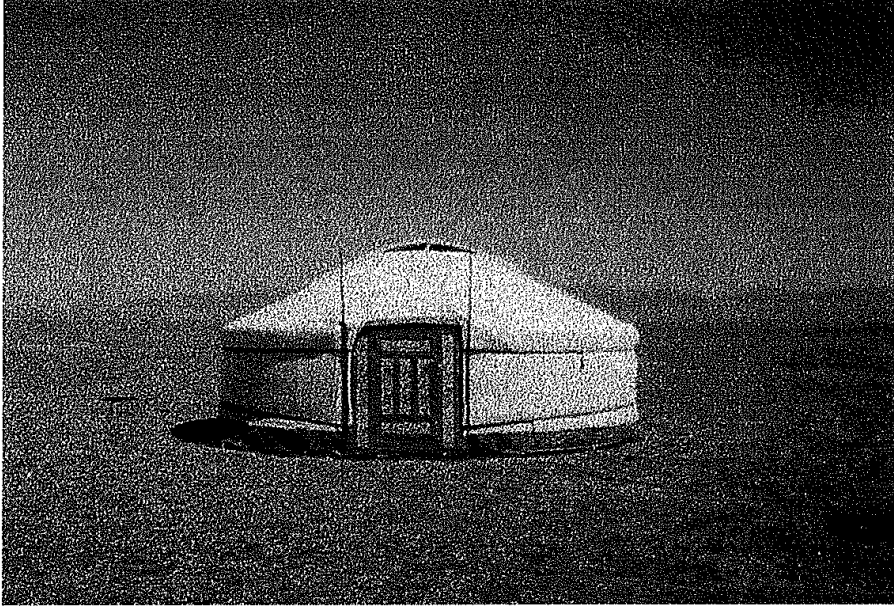
2. TONYUKUK ANITINDA YAPILAN JEODEZİK ÇALIŞMALAR

2.1. Proje Alanının Tanıtılması

Tonyukuk Anıt Külliyesi (Şekil 1) Moğolistan'ın başkenti Ulaan-Baatar' a 40 km. uzaklıkta Orhun nehrinin eski yatağında Nalayh bölgesindedir. Bölgeye ulaşım karayolu ile sağlanmaktadır. Bölgede Kazak Türkleri ve Moğollar "Ger" adı verilen çadırlarda yaşamaktadır (Şekil 2). Proje alanındaki çalışmalar 24.06.1997 – 30.06.1997 tarihleri arasında yapılmıştır.



Şekil 1. Tonyukuk Anıtları (Girişe göre soldaki yazıt, T1)



Şekil 2. Ger

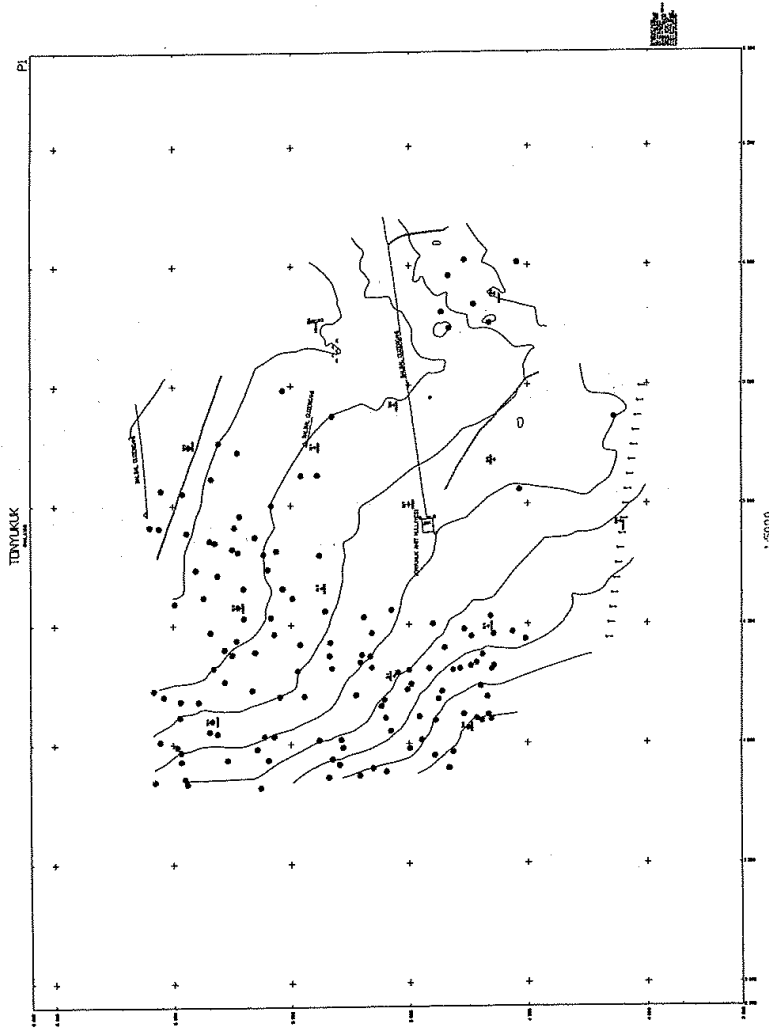
Proje alanında Tonyukuk anıtları, üç adet Balbal güzergâhı, enerji nakil hattı ve anıtlara yaklaşık 2.5 km uzaklıkta bir harabe, bir adet Anonim anıt, bu Anonim anıtın iki ucundan başlayan iki adet Balbal güzergâhı ve çok sayıda hüyük bulunmaktadır (Şekil 3).

Çalışma esnasında çadırlarda ikamet edilmiştir. Çadırların aydınlatılması, bilgisayarın kullanılması ve elektronik ve elektrikli cihazların kullanılması ve şarj edilmesi jeneratör ile yapılmıştır. Topoğrafik çalışma grubu 6 teknik eleman ve 3 işçiden oluşmuştur.



Şekil 4. Tonyukuk Anıtları

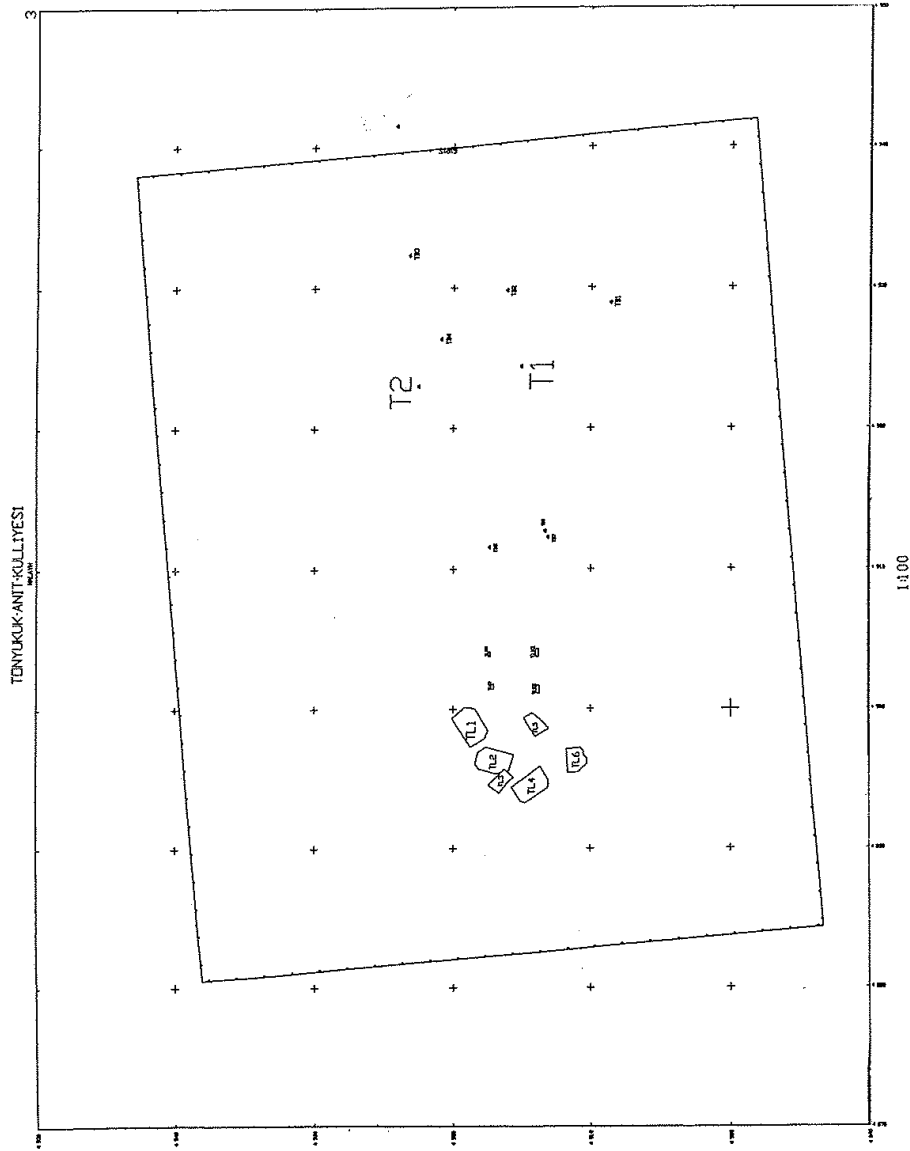
Tonyukuk Anıt Külliyesi'nin etrafı demir parmaklık ile çevrilidir (Şekil 4). Parmaklık içinde kalan topoğrafik detaylar Şekil 5'te verilmiş olup sembol ve isimleri Tablo 1'de görülmektedir. Bunların dışında Tonyukuk anıtlarını tanıtıcı bilgiler içeren ve Moğollar tarafından dikilen bir yazıt demir parmaklığın girişinde sağ tarafta bulunmaktadır.



Şekil 3. Tonyukuk Anıt bölgesi genel durumu.

Tablo 1. Tonyukuk Anıt Külliyesi içindeki detaylar.

SEMBOL	İSİM	SEMBOL	İSİM
T1	Tonyukuk 1. yazıt	TL2	Tonyukuk Lahit 2
T2	Tonyukuk 2. yazıt	TL3	Tonyukuk Lahit 3
TB1	Tonyukuk Bark 1	TL4	Tonyukuk Lahit 4
TB2	Tonyukuk Bark 2	TL5	Tonyukuk Lahit 5
TB3	Tonyukuk Bark 3	TL6	Tonyukuk Lahit 6
TB4	Tonyukuk Bark 4	TLK1	Tonyukuk Lahit Kolon 1
TB5	Tonyukuk Bark 5	TLK2	Tonyukuk Lahit Kolon 2
TB6	Tonyukuk Bark 6	TLK3	Tonyukuk Lahit Kolon 3
TB7	Tonyukuk Bark 7	TLK4	Tonyukuk Lahit Kolon 4
TL1	Tonyukuk Lahit 1		



Şekil 5. Tonyukuk Anıtları'ndaki topoğrafik detaylar

2.2. Arazi Çalışmaları

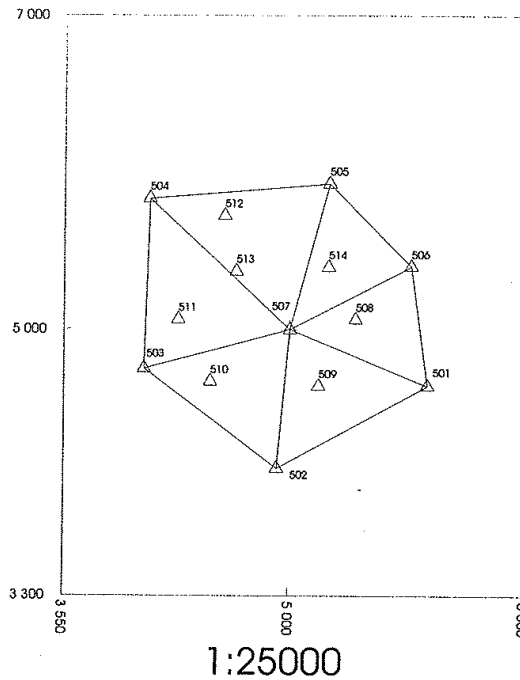
2.2.1 Proje alanının sınırlarının tespiti

Proje alanı Tonyukuk Anıtı yaklaşık merkez olmak üzere doğu, batı, kuzey ve güney yönlerinde ortalama 1300 m dışarıya doğru alınmıştır. Doğuda kaplıcanın yakınından geçen stabilize yol, batıda yoğun olarak bulunan hüyüklerin sonu, kuzeyde Balbal güzergâhı ve güneyde enerji nakil hattı çalışma alanı sınırları olarak kabul edilmiştir. İlâve bölgede ise Anonim anıt külliyesindeki barkın yaklaşık 250 m doğusundaki dere ve 300 m mesafede bulunan batısındaki şev, kuzeyindeki enerji nakil hattı sınır olarak alınmış, güney yönünde 200 m kadar dışarıya taşılmıştır. Proje alanı yaklaşık 7.5 km^2 dir.

2.2.2 Nirengi ve poligonların istikşafı ve tesisi

Proje alanı tespit edildikten sonra ve jeodezik ölçmelerden önce yapılması gereken bazı işler vardır. Bunlar özellikle proje alanının gezilerek tesis edilecek nirengi ve poligon noktalarının yerlerinin seçilmesi (istikşaf), seçilen noktaların yer altı ve yer üstü işaretlerinin yapılması (tesis), tesisi yapılan noktaların kolay bulunabilmesi veya kaybolduğunda yeniden tesis edilebilmesi için röper krokilerinin hazırlanmasıdır. Bunun için proje alanı gezilerek geniş görüşü olan yerler, bunların nereleri gördüğü tespit edilir. Nirengi şebekesinin şekli belirlenir. Çok büyük olmayan alanlarda santral şebekeler daha kullanışlıdır. Nirengi noktaları belirlendikten sonra alanı bloklara ayırmak ve detay noktaları ve arazinin karakteristik noktalarının daha kolay ölçülmesine yönelik poligon noktalarının yerleri belirlenir. Nokta yerleri belirlendikten sonra, noktanın yerinin belirtilmesi, istenildiği zaman aynı yerde ölçü yapılabilmesi ve noktaların uzaktan görülebilmesi için tesis yapılır. Tesisler arazinin yapısına uygun olarak pilye (ara nirengi ve daha üst dereceler için), beton blok (çıkış vermeyen ara nirengi, tamamlayıcı ve dizi nirengiler için) veya demir boru (blok kayalık olan yerlerde) şeklinde olabilir.

Tonyukuk Anıt Külliyesi'nde çalışma alanını kaplayacak şekilde 7 noktalı santral nirengi ağı (tamamlayıcı nirengi) oluşturulmuştur. Bu noktalardan çıkış almak suretiyle 7 adet dizi nirengi ve anıtın etrafında 3 adet poligon tesis edilmiştir. Tesis edilen bütün noktalarda nokta cinsine göre yönetmeliğe uygun olarak beton blok tesisler yapılmıştır. Nokta numaraları 501'den itibaren verilmiştir. İlâve bölgede ise 505 nolu nirengiden çıkış almak suretiyle 3 adet dizi nirengi tesis edilmiştir. Tonyukuk Anıt Külliyesi'nde tesis edilen nirengilerin hesaplama sonunda kesin koordinatlarına göre çizilen kanava Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Tonyukuk Anıt Külliyesi nirengi kanavasını

2.2.3. Nirengi, poligon rasatları ve kenar ölçmeleri

Proje alanında yerel bir koordinat sistemi oluşturulmuştur. Koordinat başlangıcı olarak 507 numaralı nirenginin koordinatları $Y = 5000.00$ m., $X = 5000.00$ m olarak alınmıştır. Bu noktadan 501 numaralı nirengiye olan semt (kuzeyden itibaren saat ibresi yönündeki açı) ve kenar ölçülmüştür. Ayrıca nirengi noktalarının yüksekliklerinin belirlenebilmesi için Tonyukuk Anıt bölgesine ait 1 / 25000 'lik haritasından 507 numaralı nirenginin başlangıç kotu alınmıştır. 507 numaralı nirengi santral nokta olacak şekilde tamamlayıcı nirengiler arasındaki ve bunlardan çıkış olarak oluşturulan dizi nirengi ve poligon kenarları karşılıklı olarak Sokkisha SET2 elektronik mesafe ölçer aletiyle ölçülmüştür. Noktalar arasındaki açı ölçümleri (rasatlar) ise en az 1° yi doğrudan ölçebilen Universal Wild T2 aletiyle dizi nirengilerde 4 tam silsile, poligon noktalarında iki yarım silsile açı ölçümü yöntemiyle yapılmıştır.

2.2.4. Takimetrik alım

Takimetrik alım proje alanının haritasının yapılabilmesi için gerekli olan noktaların yatay konumlarının ve yüksekliklerinin belirlenmesi işlemidir. Ölçülmek istenilen noktaların konumları kutupsal yöntemle (ölçü aletinin kurulu olduğu nokta ile alımı yapılacak nokta arasındaki mesafe ve açının ölçülmesi) belirlenir. Alımı yapılan nokta yükseklikleri trigonometrik yükseklik belirleme yöntemiyle yapılır. Ölçmelerde klâsik takeometre veya elektronik takeometreler kullanılabilir. Ancak ölçme aletlerindeki gelişmeler sayesinde klâsik takeometreler neredeyse hiç kullanılmamaktadır. Elektronik takeometrelerde tüm işlemler düğmeler ve tuşlar sayesinde olup okumalar sayısaldır. Elektronik takeometreler yansıtıcılar (reflektör) ile birlikte kullanılır. Takimetrik alımda alet koordinatları ve yüksekliği bilinen (veya hesaplanması için yeteri kadar ölçünün yapıldığı) noktalara (nirengi, poligon vb.) kurulur. Alet yüksekliği ölçülür. Alet yüksekliği ve atmosferik düzeltme miktarı aletin mikroişlemcisine girilir. Ölçme işlemi başlatılır. Uzunluk ölçme tuşu ile yatay mesafe, açı ölçme tuşu ile yatay ve düşey açı değerleri mikroişlemciye gelir. Ölçü verileri mikroişlemcide değerlendirilir. Sonuç sayısal olarak ekranda görülür. İstenildiği takdirde kayıt ünitesine gönderilir.

Tonyukuk anıt külliyesinde takimetrik alım olarak Sokkisha SET2 aletiyle proje alanındaki enerji nakil hattı direkleri, tek hüyükler, arazinin eğimini değiştirdiği karakteristik noktalar (yaklaşık 30 m. aralıklarla), anıtları çevreleyen demir parmaklık, demir parmaklığın içindeki yazıtlar, lahitler, anıtlar, Balbal güzergâhı (yaklaşık 1300 m.) ve anıtların kuzeyinde iki ayrı Balbal güzergâhının (yaklaşık 125 m. ve 475 m.) ölçüsü yapılmıştır.

İlave bölgede ise yine benzer olarak enerji nakil hattı direkleri, arazi topoğrafyasını belirleyen noktalar, Anonim anıt külliyesinde iki bark ve Balbal güzergâhının alımı yapılmıştır (Ek 1).

Ölçülen tüm değerler Sokkisha SET2 aletinin kayıt ünitesine otomatik olarak kaydedilmiş ve her günün sonunda çadırda bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

2.2.4. Büro Çalışmaları

Öncelikle 7 noktalı santral kenar ağında ölçülen 12 kenar için gerekli düzeltme ve indirgemeler yapılmıştır. Kenar ağı dengeleme programı ile en küçük kareler yöntemi esas alınarak serbest dengeleme yapılmış ve birim ağırlıklı ölçünün karesel ortalama hatası $m_0 = \pm 8.234$ mm. bulunmuştur. Dengeleme sonunda noktalara ait konum hataları (tamamlayıcı nirengilerde maksimum ± 5 cm) Tablo 2 de verilmiştir.

Nokta No	M_x (mm)	M_y (mm)	M_p (mm)
501	0.060	0.075	0.096
502	0.069	0.056	0.088
503	0.058	0.066	0.088
504	0.058	0.062	0.086
505	0.068	0.058	0.089
506	0.057	0.071	0.091
507	0.051	0.050	0.072

Tablo 2. Tonyukuk Anıt Külliyesi nirengi ağı dengelemesi nokta konum hataları

Dengelenmiş koordinatlar yardımıyla diğer noktaların koordinatları dizi nirengi ve poligon hesabı yapılarak hesaplanmıştır. Noktaların yükseklikleri trigonometrik olarak hesaplanmıştır. Noktaların deniz seviyesinden olan yüksekliklerinin (kotlarının) belirlenmesi aşamaları şunlardır.

1 - Kenar ölçüsü yapılan noktalar arasındaki yükseklik farkları, zemine indirilmiş düşey açılarla, meteorolojik düzeltme getirilmiş eğik uzunluklar yardımı ile hesaplanır.

2 - Bu noktalar arasındaki yatay uzunluk, meteorolojik düzeltme getirilmiş eğik uzunluklar ile yukarıda bulunan yükseklik farkları yardımıyla hesaplanır.

3 - Bu yatay uzunluklar ve ölçülen yatay açılarla ölçülmeyen üçgen kenarları hesaplanır.

4 - Hesaplanan yatay uzunluklar, düşey açılar, ülke nirengi ağına ait kotlar ve varsa aynı sistemde nivelmanla bulunan nokta kotlarına dayalı olarak, tüm ağ noktalarının yükseklikleri en küçük kareler yöntemine göre dengelenir.

Trigonometrik yükseklik ağının dengelenmesinde iki yöntem izlenebilir.

a - Zenit (düşey açılar) açılarına dayalı olarak en küçük kareler dolaylı ölçüler yöntemi,

b - Hesaplanan yükseklik farklarına göre yine en küçük kareler yöntemiyle dolaylı dengeleme.

Tonyukuk anıt külliyesindeki çalışmalarda nivelmanla hesaplanmış ülke nirengi ağına ait yüksekliği bilinen bir nokta olmadığı için 2.2.3.'te sözü edildiği gibi 507 numaralı nirenginin kotu, o bölgeye ait 1/25000'lik haritadan okunarak diğer noktaların yüksekliklerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Nirengi ağına ait 14 noktada trigonometrik serbest nivelman dengelemesi yapılmıştır. Dengeleme modeli zemine indirgenmiş düşey açılar için oluşturulmuş, birim ölçünün karesel ortalama hatası $m_0 = \pm 13.671^{cc}$ olarak bulunmuştur. Proje alanındaki yatay ve düşey kontrol noktalarının koordinatları ve yüksekliklerine ait özet bilgiler Ek 2'de sunulmuştur.

3. KÜL-TİĞİN VE BİLGE KAĞAN ANITLARINDA YAPILAN JEODEZİK ÇALIŞMALAR

3.1. Proje Alanının Tanıtılması

Kül-Tigin (Şekil 7) ve Bilge Kağan Anıtları Moğolistan'ın başkenti Ulaan-Baatar'a yaklaşık 450 km uzaklıkta Karakurum Bölgesinde, Khöşöt-Saydam mevkiinde Orhun nehri kenarındadır. Bölgeye ulaşım helikopter vasıtasıyla yapılmıştır. Ancak karayolu ile de ulaşım imkânı vardır. Bölgede özellikle Orhun nehri kıyısında çadırlarda yaşayan göçebe aileler bulunmaktadır.

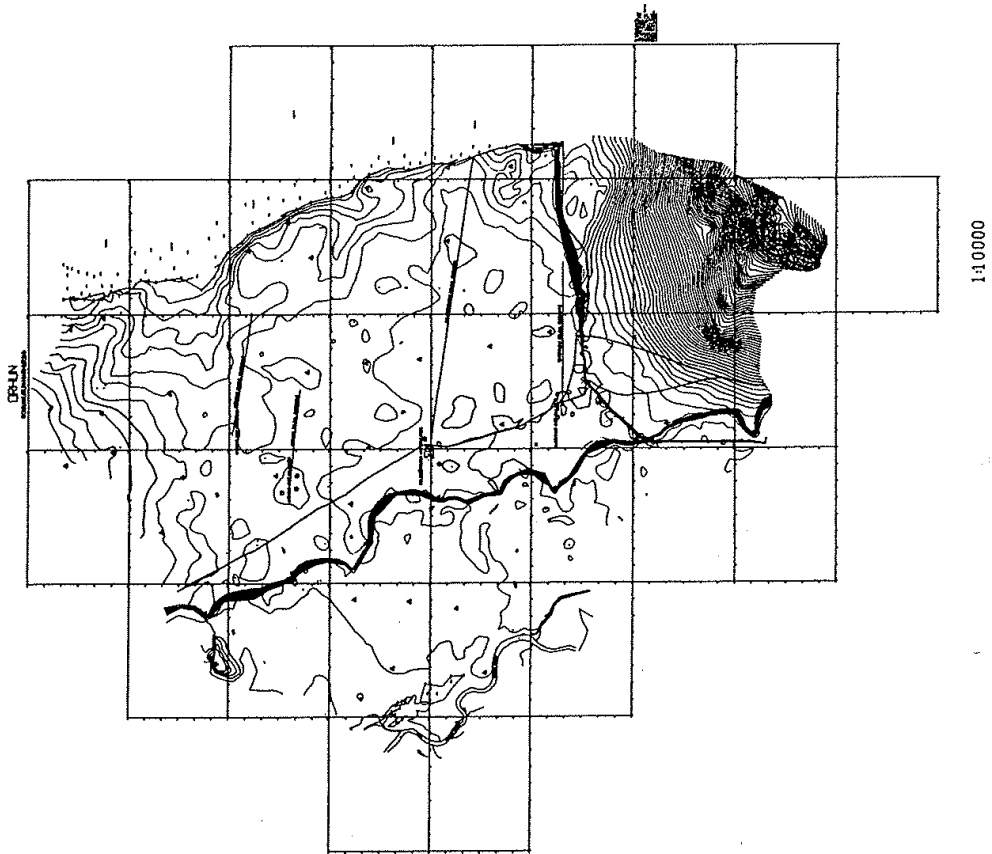
Proje alanında Kül-Tigin ve Bilge Kağan Anıt Külliyesi (araları yaklaşık 1 km kadardır), Anonim-1 ve Anonim-2 Anıt Külliyesi, Khöşöt-Saydam gölü, Taşlı Tepe (Moğolcadan çeviri), 1 adet kuyu, göl ile Orhun nehrini birleştiren kuru bir kanal ve hüyükler bulunmaktadır (Şekil 8, Şekil 9). Proje alanındaki çalışmalar 01.07.1997 – 18.07.1997 tarihleri arasında yapılmıştır.



Şekil 7. Kül Tigin Anıtları (yazıt, KY1)



Şekil 8. Orhun Nehri ve Taşlı Tepe' den bir görünüş

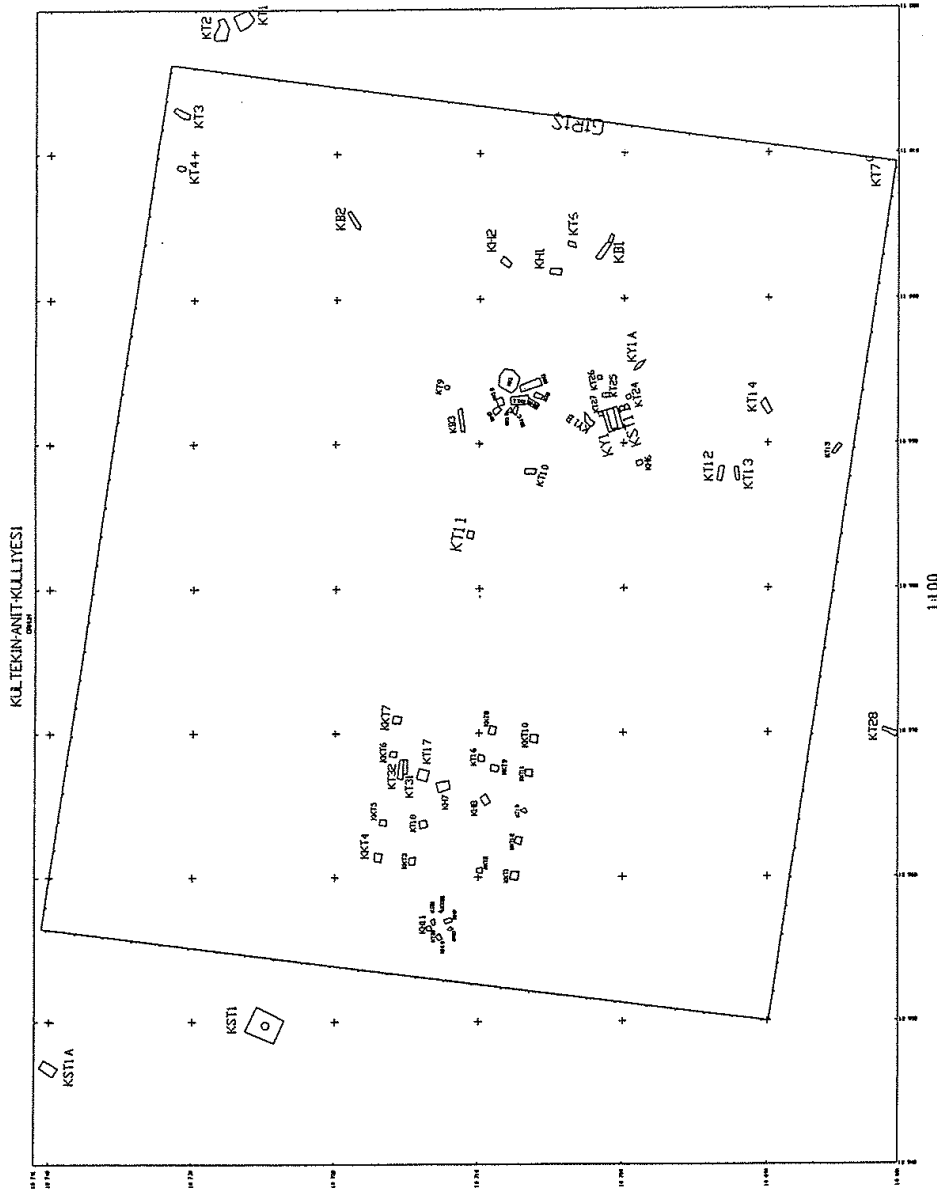


Şekil 9. Kül-Tigin ve Bilge Kağan Anıtları bölgesi genel durumu.

Çalışma esnasında çadırlarda kalınmıştır. Tonyukuk Anıt bölgesinde olduğu gibi her elektrik ihtiyacı jeneratörler ile sağlanmıştır. Topoğrafik çalışma ekibi 6 teknik eleman ve 3 işçiden oluşmuştur. Anıtların etrafı demir parmaklık ile çevrilidir. Kül-Tigin anıt külliyelerine ait parmaklık içinde kalan topoğrafik detaylar Şekil 10'da verilmiş olup sembol ve isimleri Tablo 3'te görülmektedir. Bilge Kağan anıtına ait topoğrafik detaylar Şekil 11, sembol ve isimler Tablo 4'de verilmiştir.

SEMBOL	İSİM	SEMBOL	İSİM
KY1	Kül-Tigin Yazıt 1	KT28	Kül-Tigin Taş 28 (Dışarıda)
KT1	Kül-Tigin Taş 1 (Dışarıda)	KT29	Kül-Tigin Taş 29
KT2	Kül-Tigin Taş 2 (Dışarıda)	KT30	Kül-Tigin Taş 30
KT3	Kül-Tigin Taş 3	KT31	Kül-Tigin Taş 31
KT4	Kül-Tigin Taş 4	KT32	Kül-Tigin Taş 32
KT5	Kül-Tigin Taş 5	KH1	Kül-Tigin Heykel 1
KT6	Kül-Tigin Taş 6	KH2	Kül-Tigin Heykel 2
KT7	Kül-Tigin Taş 7	KH3	Kül-Tigin Heykel 3
KT8	Kül-Tigin Taş 8	KH4	Kül-Tigin Heykel 4
KT9	Kül-Tigin Taş 9	KH5	Kül-Tigin Heykel 5
KT10	Kül-Tigin Taş 10	KH6	Kül-Tigin Heykel 6
KT11	Kül-Tigin Taş 11	KH7	Kül-Tigin Heykel 7
KT12	Kül-Tigin Taş 12	KH8	Kül-Tigin Heykel 8
KT13	Kül-Tigin Taş 13	KH9	Kül-Tigin Heykel 9
KT14	Kül-Tigin Taş 14	KH10	Kül-Tigin Heykel 10
KT15	Kül-Tigin Taş 15	KH11	Kül-Tigin Heykel 11
KT16	Kül-Tigin Taş 16	KB1	Kül-Tigin Balbal 1
KT17	Kül-Tigin Taş 17	KB2	Kül-Tigin Balbal 2
KT18	Kül-Tigin Taş 18	KB3	Kül-Tigin Balbal 3
KT19	Kül-Tigin Taş 19	KST1	Kül-Tigin Sunak Taşı 1 (Dışarıda)
KT20	Kül-Tigin Taş 20	KST1-A	Kül-Tigin Sunak Taşı 1-A (Dışarıda)
KT21	Kül-Tigin Taş 21	KST1-B	Kül-Tigin Sunak Taşı 1-B
KT22	Kül-Tigin Taş 22	KK1	Kül-Tigin Kaplumbağa 1
KT23	Kül-Tigin Taş 23	KK1-A	Kül-Tigin Kaplumbağa 1-A
KT24	Kül-Tigin Taş 24	KK1-B	Kül-Tigin Kaplumbağa 1-B
KT25	Kül-Tigin Taş 25	KK1-C	Kül-Tigin Kaplumbağa 1-C
KT26	Kül-Tigin Taş 26	KK1-D	Kül-Tigin Kaplumbağa 1-D
KT27	Kül-Tigin Taş 27		

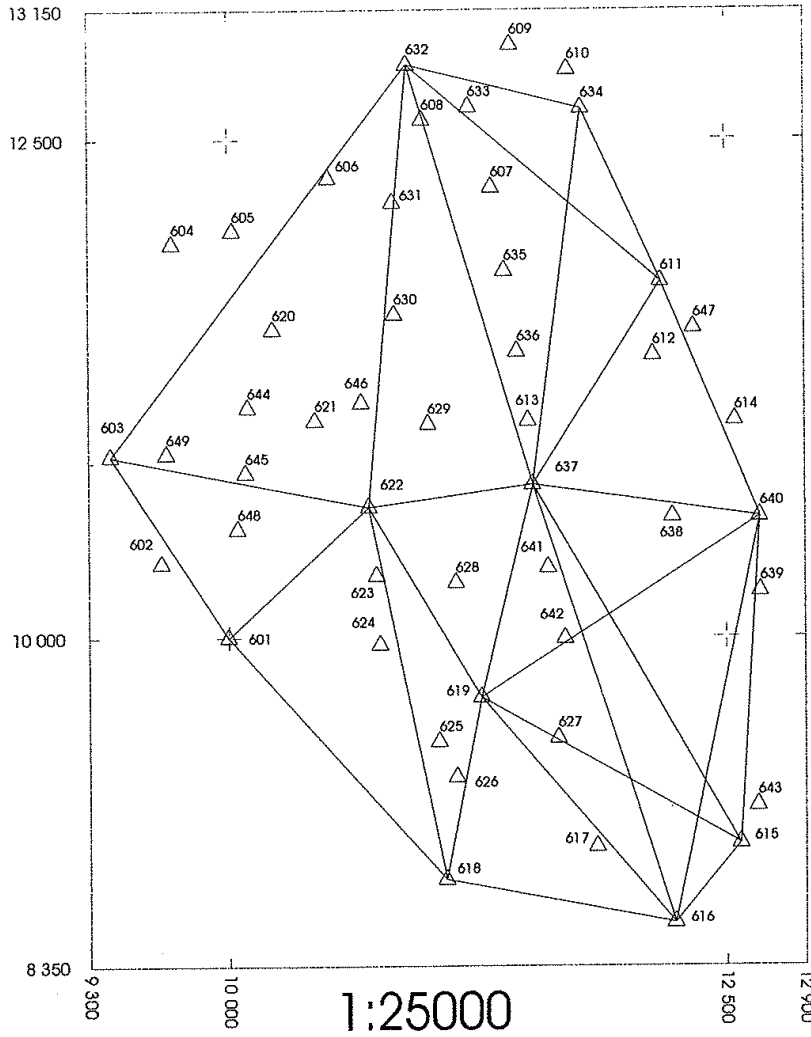
Tablo 3. Kül-Tigin Anıt Külliyesi içindeki detaylar.



Şekil 10. Kül-Tigin Anıtları'ndaki topoğrafik detaylar

SEMBOL	İSİM	SEMBOL	İSİM
BKY1	Bilge Kağan Yazıt 1	BKH4	Bilge Kağan Heykel 4
BKY1-A	Bilge Kağan Yazıt 1-A	BKH5	Bilge Kağan Heykel 5 (Dışarıda)
BKY1-B/C	Bilge Kağan Yazıt 1-B/C	BKS1	Bilge Kağan Sunak 1 (Dışarıda)
BKH1	Bilge Kağan Heykel 1	BKK1	Bilge Kağan Kaplumbağa 1
BKH2	Bilge Kağan Heykel 2	BKK1-A	Bilge Kağan Kaplumbağa 1-A
BKH3	Bilge Kağan Heykel 3		

Tablo 4. Bilge Kağan Anıt Külliyesi içindeki detaylar.



Şekil 12. Kül-Tigin ve Bilge Kağan Anıt Külliyesi nirengi kanavasını

3.2.3. Nirengi, poligon rasatları ve kenar ölçmeleri

Bu proje alanına yönelik yerel bir koordinat sistemi oluşturulmuştur. Koordinat başlangıcı olarak 601 numaralı nirenginin koordinatları $Y = 10000.00$ m, $X = 10000.00$ m olarak alınmıştır. Bu noktadan 602 numaralı nirengiye olan semt ve kenar ölçülmüştür. Ayrıca nirengi noktalarının yüksekliklerinin belirlenebilmesi için anıtlar bölgesine ait 1 / 25000'lik harita üzerinden Taşlı Tepe'den başlangıç kotu alınmıştır. Tüm nirengiler arasındaki ve bunlardan çıkış olarak oluşturulan dizi nirengi ve poligon kenarları karşılıklı olarak Sokkisha SET2 elektronik mesafe ölçer aletiyle ölçülmüştür. Noktalar arasındaki açı ölçümleri (rasatlar) ise en az 1^{cc} yi doğrudan ölçebilen Universal Wild T2 aletiyle tamamlayıcı nirengilerde ve dizi nirengilerde 4 tam silsile, poligon noktalarında iki yarım silsile açı ölçümü yöntemiyle yapılmıştır. Silsileler ortalamasında bir doğrultunun karesel ortalama hatasının $\pm 10^{\text{cc}}$ yi geçmemesine dikkat edilmiştir. Açı ölçmeleri mümkün olduğunca refraksiyonun (ışın kırılması) az olduğu sabah ve akşam saatlerinde yapılmıştır.

3.2.4. Takimetrik alım

Kül-Tigin ve Bilge Kağan anıt külliyelerinde takimetrik alım olarak Sokkisha SET2 aletiyle proje alanındaki ağıllar, ahşap evler, tek hüyükler, Orhun nehri, Khöşöt-Saydam gölünün batı sınırı, Taşlı Tepe'nin zirvesi ile proje alanına bakan etekleri, Kül-Tigin ve Bilge Kağan anıt külliyelerindeki demir parmaklık içinde ve dışında kalan yazıtlar, heykeller, barklar, Balbal güzergâhı, Anonim-1, Anonim-2, Orhun Nehri ile Khöşöt-Saydam Gölü arasındaki kuru kanal, tek kuyu, tek bark, şevler ve arazinin eğiminin değiştiği karakteristik noktalar (yaklaşık 30 m. aralıklarla) noktaların alımı yapılmıştır.

Ölçülen tüm değerler Sokkisha SET2 aletinin kayıt ünitesine otomatik olarak kaydedilmiş ve her günün sonunda çadırda bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

3.2.4. Büro Çalışmaları

Dengelemeye konu olan ölçüler normal dağılımda olmalıdır. Yani içlerinde kaba ve sistematik hatalarla yüklü ölçüler olmamalıdır. Düzensiz ölçü hatalarına çok yakın büyüklükte olan kaba hatalar önceden fark edilemezler ama dengeleme sonuçlarını olumsuz etkilerler. Bu tür hatalı ölçüleri ortaya çıkarmak ve ayıklamak amacıyla uyumsuz ölçü testi yapılır. Bunun içinde önce ölçülerin serbest olarak dengelenmesi gerekir. Burada doğrultu ağı dengeleme programı ile en küçük kareler yöntemi esas alınarak serbest dengeleme yapılmış, POPE testine göre uyumsuz ölçüler yapılmış ve birim ağırlıklı ölçünün karesel ortalama hatası $m_0 = \pm 4.043^{cc}$ bulunmuştur. Dengeleme sonunda noktalara ait konum hataları (tamamlayıcı nirengilerde maksimum ± 5 cm) Tablo 2 de verilmiştir.

Nokta No	M_x (mm)	M_y (mm)	M_p (mm)
601	7.197	5.244	8.905
603	7.783	7.953	11.128
611	7.424	4.971	8.935
615	6.431	6.388	9.064
616	6.292	5.801	8.558
618	5.737	5.553	7.984
619	4.453	3.442	5.629
622	4.559	4.835	6.645
632	7.076	6.552	9.644
634	7.695	6.828	10.288
637	4.690	3.718	5.985
640	6.706	4.843	8.272

Tablo 5. Kül-Tigin ve Bilge Kağan anıt külliyeleri nirengi ağı dengelemesi

nokta konum hataları dengelenmiş koordinatlar yardımıyla diğer noktaların koordinatları dizi nirengi ve poligon hesabı yapılarak hesaplanmıştır.

Kül-Tigin ve Bilge Kağan anıt külliyelerindeki çalışmalarda nirengi ağına ait noktalarda trigonometrik serbest nivelman dengelemesi yapılmıştır. Dengeleme modeli zemine indirgenmiş düşey açılar için oluşturulmuş ve birim ölçünün karesel ortalama hatası $m_0 = \pm 10.313^{cc}$ olarak bulunmuştur. Proje alanındaki yatay ve düşey kontrol noktalarının koordinatları ve yüksekliklerine ait özet bilgiler Ek 3'de sunulmuştur.

4. SONUÇ

Topoğrafik çalışmaların son aşaması ise yapılan ölçü ve hesaplamaların değerlendirilip bir altlık üzerine aktarılması yani haritasının çizilmesidir. Topoğrafik harita çizimleri bilgisayar ortamında paket programlarla yapılmış ve çıktılar çiziciden (plotter) aydın paftalara siyah, diazo paftalara siyah ve renkli olmak üzere üç takım olarak alınmıştır (Bir takım 56 Adettir). Toplam çıktısı alınan pafta sayısı 168'dir. Aşağıdaki tabloda Tonyukuk Anıt Külliyesi ve Kül-Tigin ve Bilge Kağan anıt külliyelerine ait çıktısı alınan haritaların ölçekleri ve sayıları verilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. çıktısı alınan haritaların ölçekleri ve sayıları

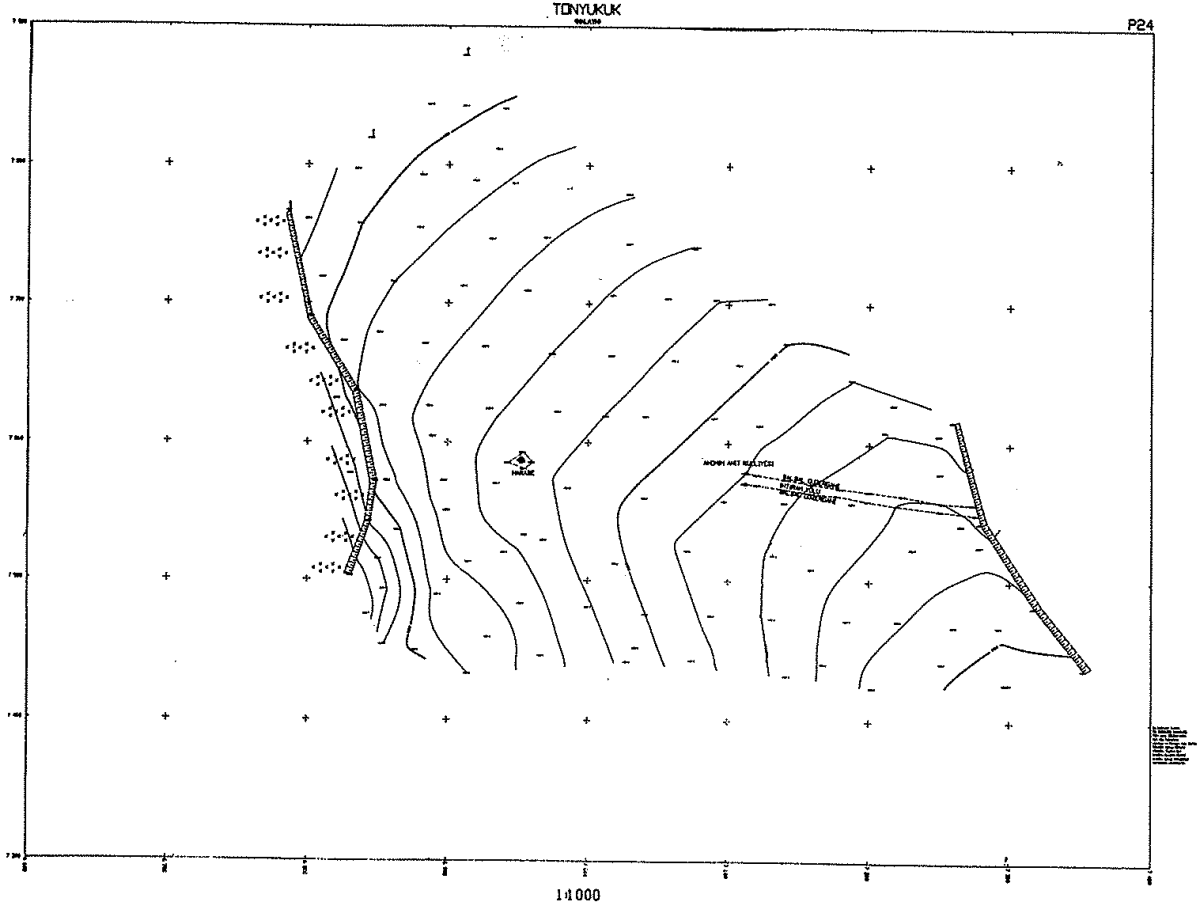
Tonyukuk Anıtları Külliyesi			Kül-Tigin ve Bilge Kağan Külliyesi		
Ölçek	Adet	Toplam	Ölçek	Adet	Toplam
1/100	1	3	1/100	2	6
1/1000	15	45	1/1000	34	102
1/5000	1	3	1/5000	2	6
		51	1/10000	1	3
					117

Bütün ölçü, hesaplama ve çizimlerde 31 Ocak 1988 tarihli Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliğine uygun olarak yapılmıştır.

5. KAYNAKLAR

1. M. N. Ergin, *Ölçme Bilgisi 1*, Selçuk Üniversitesi, Müh. Mim. Fakültesi, Konya, 1990
2. M. N. Ergin-C. İnal, *Ölçme Bilgisi 2*, Selçuk Üniversitesi, Müh. Mim. Fakültesi, Yayın No:22, Konya, 1990
3. C. İnal-T. Baybura, *Açıklamalı Ölçme Bilgisi 1-2 Problemleri ve Çözümleri*, Selçuk Üniversitesi, Müh. Mim. Fakültesi, Yayın No:32, Konya, 1996
4. *Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği*, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, İstanbul, 1992

Ek 1. İlave Bölgenin (Tonyukuk) Topoğrafik Haritası



Ek 2. Tonyukuk Anıt Külliyesi Koordinat ve Yükseklik Özetleri

Nokta No	Y (m)	X (m)	H (m)
501	5879.13	4636.75	1538.072
502	4921.84	4113.38	1541.232
503	4066.19	4750.88	1555.575
504	4098.09	5833.23	1532.177
505	5247.37	5930.34	1518.798
506	5772.28	5402.53	1520.434
507	5000.00	5000.00	1532.264
508	5417.45	5063.25	1526.022
509	5184.40	4639.11	1532.886

510	4488.02	4668.22	1542.922
511	4284.28	5063.77	1539.630
512	4575.55	5724.85	1523.765
513	4652.60	5371.33	1529.048
514	5244.01	5397.42	1525.721
515	5995.83	6846.90	1507.744
516	6869.12	7575.83	1502.355
517	7266.62	7541.05	1508.537

Ek 3. Kül-Tigin ve Bilge Kağan Anıt Külliyesi Koordinat ve Yükseklik Özetleri

Nokta No	Y (m)	X (m)	H (m)
601	10000.07	10000.05	1376.691
602	9663.25	10371.47	1375.591
603	9409.38	10909.45	1374.126
604	9719.29	11975.26	1379.440
605	10025.00	12039.27	1379.785
606	10509.43	12303.16	1379.710
607	11330.04	12256.00	1378.992
608	10982.05	12596.45	1382.375
609	11248.14	12972.73	1384.277
610	11713.42	12847.38	1377.634
611	12176.15	11783.42	1377.458
612	12137.20	11413.17	1377.660
613	11511.78	11085.34	1379.250
614	12548.05	11085.94	1376.417
615	12569.89	8964.58	1436.534
616	12239.97	8564.99	1470.328
617	11847.30	8945.88	1419.795
618	11093.78	8784.84	1382.734
619	11272.80	9697.19	1381.840
620	10227.60	11543.50	1378.790
621	10439.82	11086.18	1379.490

622	10709.30	10653.94	1379.694
623	10747.14	10308.90	1380.124
624	10763.30	9963.30	1380.394
625	11059.47	9476.27	1381.569
626	11148.51	9299.56	1381.199
627	11657.05	9492.01	1383.116
628	11147.50	10273.49	1380.635
629	11008.68	11070.14	1379.774
630	10840.17	11618.51	1379.036
631	10832.62	12180.20	1379.341
632	10904.71	12874.13	1384.831
633	11218.03	12660.60	1381.219
634	11780.73	12651.40	1377.786
635	11395.18	11838.39	1377.304
636	11457.06	11432.35	1377.604
637	11533.70	10765.72	1379.615
638	12231.89	10601.33	1380.720
639	12673.82	10226.47	1378.322
640	12671.67	10602.81	1378.468
641	11609.03	10347.66	1379.911
642	11692.49	9991.08	1380.732
643	12658.35	9151.207	1415.647
644	10101.06	11152.593	1375.463
645	10088.85	10824.724	1375.515
646	10672.90	11176.633	1380.036
647	12341.12	11549.428	1376.052
648	10048.11	10543.464	1375.790
649	9690.26	10921.035	1375.237
101	10869.20	10762.480	1379.836
102	10909.34	10650.900	1379.942
103	11032.83	10651.360	1379.890
104	11060.62	10734.620	1379.747
105	11335.28	9876.010	1379.870
106	11203.06	9855.090	1380.720
107	11185.32	9942.730	1380.162
108	11322.42	9944.150	1380.050

109	10841.84	11492.740	1379.539
110	10764.73	11497.610	1379.489
111	10740.34	11582.400	1379.566
112	10993.53	10721.080	1380.252
113	11322.63	9944.320	1379.732