

# DİJİTAL FOTOGRAMETRİNİN ARKEOLOJİDE KULLANILMASI VE GÖKTÜRK ANITLARI ÖRNEĞİ

Ferruh YILDIZ-Murat YAKAR-Hakan KARABÖRK-H. Murat YILMAZ

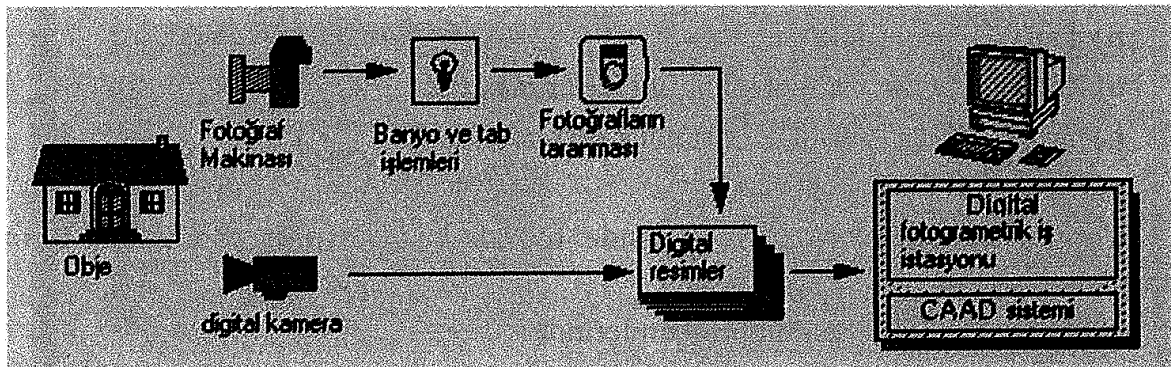
## 1. Giriş:

Fotogrametri resimler yardımıyla güvenilir ölçüler ve bilgiler elde etme bilimi ve sanattır. Başka bir deyişle cisimlerin boyut, şekil, konum gibi geometrik özelliklerini resimleri yardımıyla güvenilir ölçülerle belirleme tekniği ve bilimidir (Gürbüz, 1981).

Amerikan Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birimi (ASPRS) fotogrametrinin tanımını "Fotogrametri fotografik görüntülerin ve algılayıcı sistemlerden elde edilen, yayılan görüntü kalıplarının kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri ile fizikî cisimler ve çevre hakkında güvenilir metrik bilgilerin elde edildiği bir teknoloji, sanat ve bilim dalıdır" şeklinde yapmıştır. Tanımdan da anlaşılacağı gibi fotogrametri bir ölçme tekniğidir. Ancak ölçme işleminde ölçülecek objenin resminden faydalanılır. Cisimlerle bir temas söz konusu değildir.

Fotogrametri resimlerin çekiliş yerine göre hava fotogrametrisi ve yer fotogrametrisi olmak üzere ikiye ayrılır. Hem havadan hem yerden çekilen resimler topoğrafik amaçlar için kullanılabilir. Ancak topoğrafik amaçlar için hava fotogrametrisinin kullanılması daha ergonomiktir. Yersel fotogrametri ise topoğrafik olmayan amaçlar için kullanılır.

Teknolojik gelişmelere paralel olarak şu anda fotogrametrinin ulaştığı son aşama dijital fotogrametridir. Dijital fotogrametride sayısal görüntüler kullanılmaktadır. Sayısal görüntüler ya doğrudan elde edilmekte ya da hardcopy resimlerin taranması sonucu elde edilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Dijital fotogrametride dijital verilerin elde edilmesi

## 2- Yersel Fotogrametrinin Kullanım Alanları

Yersel fotogrametri, fotogrametri biliminin en önemli ve en eski uygulama alanıdır. Hemen hemen fotoğraf tekniğinin kendisi kadar eskidir. Başlangıçta topoğrafik amaçlı olarak kullanılmıştır. Ancak daha sonra topoğrafik olmayan amaçlar için de kullanılmaya başlanmıştır. Uygulama alanları ise oldukça fazlalaşmış hatta sadece kullanıcının hayal gücü ile sınırlı kalmıştır.

En önemli avantajı son derece doğru olması, cisimle herhangi bir fiziksel temas olmadan istenen noktaların üç boyutlu (X, Y, Z) değerleri elde edilebilmesidir. Ölçülecek cisim futbol topundan futbol sahasına veya daha büyüğüne kadar hemen hemen her şey olabilir. Bundan başka cisimler statik değil hareketlide olabilir. Kullanım alanları

- a) Kültür varlıklarının dökümantasyonu
- b) Mimarî röleve ve cephe alımları
- c) Kent ve bölge plânlama

Özellikle gelişme ve ıslâh imar plânlarının düzenlenmesine yönelik araştırmalarda kullanılır.

- d) Maket, büst, heykel ve endüstri modellerinin yapımı

Sanat yapılarının fotogrametrik yöntemle modellenmesi ve benzerlerinin üretimi gerçekleştirilebilir. Ayrıca otomobil, uçak, gemi modellerinin yapımında fotogrametri olanaklarından faydalanılır.

- e) Yapısal hareket ve deformasyonların gözlenmesi
- f) Köprü hareketlerin ölçümü
- g) Baraj deformasyonlarının ölçümü
- h) Yapı konstrüksiyon ölçmeleri
- i) Toprak işleri ( Hacim işleri)
- j) Tünel ve yer altı kazı ölçmeleri
- k) Yerkabuğu hareketlerinin tespiti
- l) Erozyon gözlemleri
- m) Kriminoloji
- n) Trafik kazalarında
- o) Zoolojide (Hayvan gelişiminin incelenmesinde)
- p) Ormancılıkta ( Orman envanter çalışmalarında)
- r) Tarımda

Toprak ve bitki örtüsü etütlerinde toprak haritalarının yapılması, tarım istatistikleri

- s) Tıpta ( Özellikle kemik problemlerinde)
- t) Mimarî röleve
- u) Arkeoloji (Tüdeş, 1986)

### 3-Arkeolojide Fotogrametri

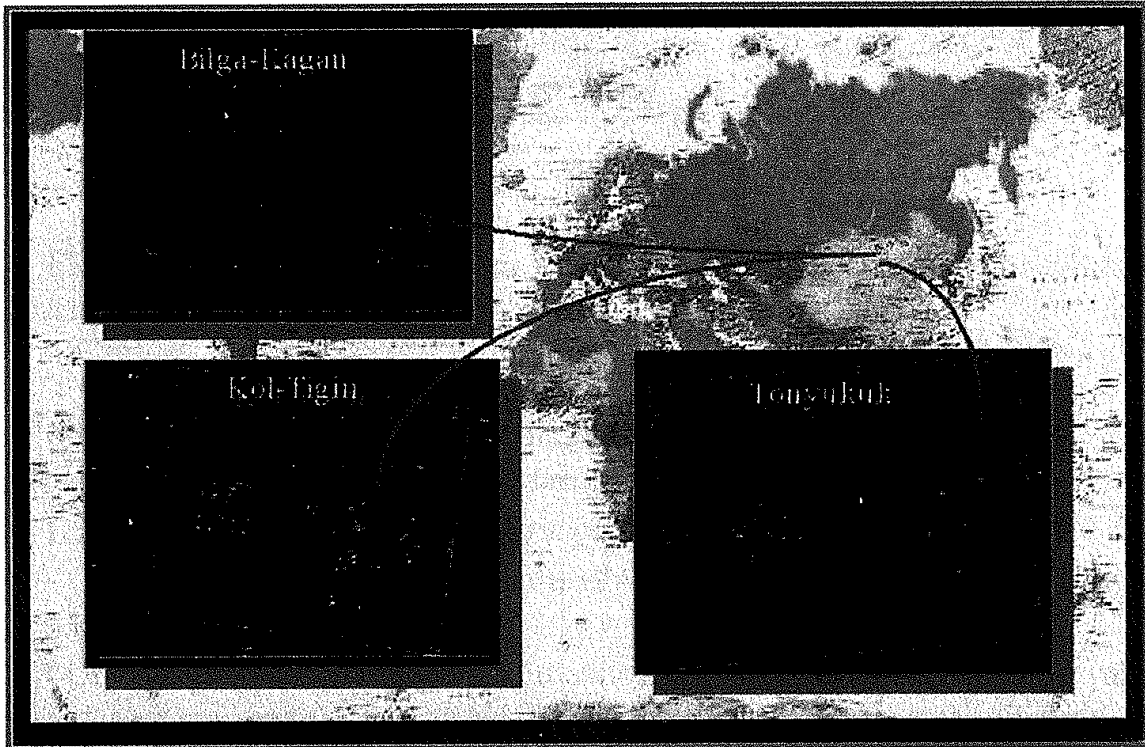
İnsanoğlunun tarihî eserlere sahip çıkma eğilimlerini dünya turizmindeki gelişmelere veya ekonomik ilerlemelere bağlama imkânı vardır. Fakat sebebi ne olursa olsun tarihî önemi olan bir yapının veya yapılar gurubunun korunabilmesi veya herhangi bir nedensebeple yıkılması durumunda yeniden ihya edilmesi, o yapının en ince ayrıntılarına kadar ölçülmüş plân ve kesitlerin çıkarılmış olması ile mümkündür. Bunu sağlamak amacı ile yapılan ölçülere rölöve denir. Basit ayrıntılar klâsik ölçme yöntemi ile ayrılabilir. Ancak yanına varılamayan karmaşık ayrıntıların ise fotogrametrik yöntemlerle ölçülmesi gerekmektedir. Fotogrametrik yöntem seçiminde daha önce bahsedilen avantajlara ek olarak ölçme kolaylığı, ekonomi, süre ve ölçme ince-liği etkin rol oynar.

Arkeolojik kazı yerlerinin ve harabelerin rölövelerinin yapımı plân, görünüş, kesit ve üç boyutlu modellerinin yapılmasında yersel ve hava fotogrametrisinin imkân-larından yararlanır. Diğer taraftan anıt, heykel, mabet gibi toprak üstü veya mağara, in v.b gibi toprak altındaki arkeolojik bulguların plân ve görünüşleri çizilir. Yerden yapılan çekimlerde merdiven veya kule gibi taşıyıcılar kullanılır.

## 4. MOĞOLİSTAN'DA YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 4.1 Arazi çalışmaları

Moğolistan'da anıtlar iki ayrı bölgede bulunmaktadır. Tonyukuk anıtları başkent Ulan-Bator'a 45 km mesafede, Bilge Kağan ile Kül Tigin anıtları ise Karakurum mevkiindedir (Şekil 2).



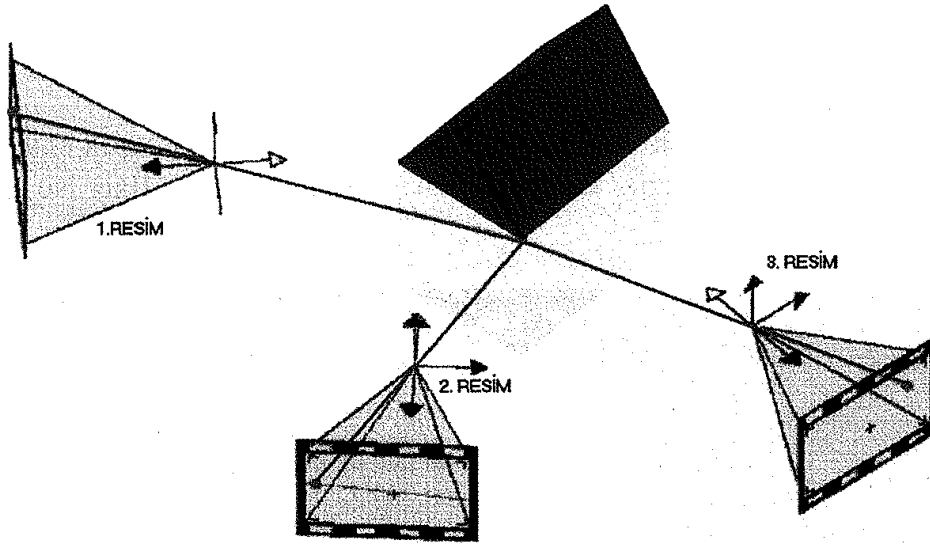
Şekil 2. Tonyukuk, Bilge Kağan ve Kül Tigin Anıtlarının Genel Durumu

Fotogrametrik bir değerlendirme yapabilmek için her bir obje yüzeyinde 4 veya daha fazla yer kontrol noktası bulunması gerekmektedir. Bu amaçla her bir obje yüzeyine yer kontrol noktaları tesis edilmiş ve üç boyutlu koordinatları (X, Y, Z) elektronik total station ile ölçülmüştür (Yıldız vd, 1998).

Bu noktaların ölçüm hassasiyeti  $m_x=7.197$  mm,  $m_y=5.244$  mm,  $m_z=11.261$  mm olarak hesaplanmıştır (İnal v.d, 1995). Ayrıca her bir obje yüzeyine ait yer kontrol noktalarının dağılımını gösteren krokiler tutulmuştur.

#### 4.2 Resimlerin Çekilmesi

Resim çekim işlemi üç boyutlu modelin oluşumuna imkân verecek fotogrametrik esasa göre yapılmıştır. Resim çekim işleminde Polaroid PDC 2000 dijital kamerası kullanılmıştır. Resimler doğrudan bilgisayar ortamına aktarılmış ve depolanmıştır. Elde edilen resimlerin çözünürlüğü 1600\*1200 piksel olup her bir resim 5.6 MB yer kaplamaktadır. Kullanılan resim formatı ise TIFF formatıdır.



Şekil. 3 Stereoskopik resim çekimi

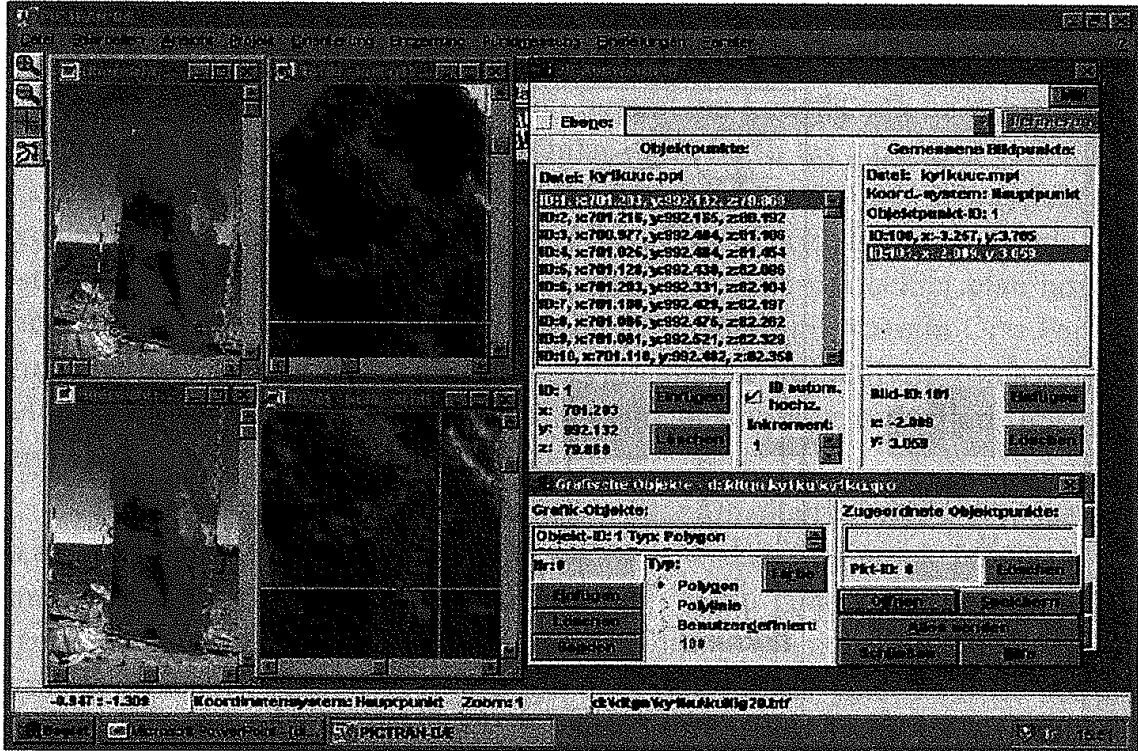
### 4.3 Resimlerin Değerlendirilmesi

Resimlerin değerlendirilmesinde dijital fotogrametrik yazılımlardan yararlanılmıştır. Kullanılan yazılım PICTRAN B-D/E yazılımıdır.

PICTRAN B modülünde demet dengeleme işlemi gerçekleştirilmektedir.

PICTRAN E modülünde ise resimlerin düzeye çevirme işlemleri gerçekleştirilmektedir.

PICTRAN D modülünde sonuçta noktaların üç boyutlu koordinatları elde edilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. PICTRAN yazılımında üç boyutlu koordinatların elde edilmesi

Elde edilen veriler CAD ortamına aktarılarak istenen ölçekte çıktı alınabilmekte ve düzenleme yapılabilmektedir (Şekil 5).

## 5-SONUÇ VE ÖNERİLER

Fotogrametrik rölove alımında, hassasiyeti yüksek yer kontrol noktalarının homojen dağılımı değerlendirmede çok önemlidir.

Değerlendirmeye esas olan resimlerin çekiminde ;

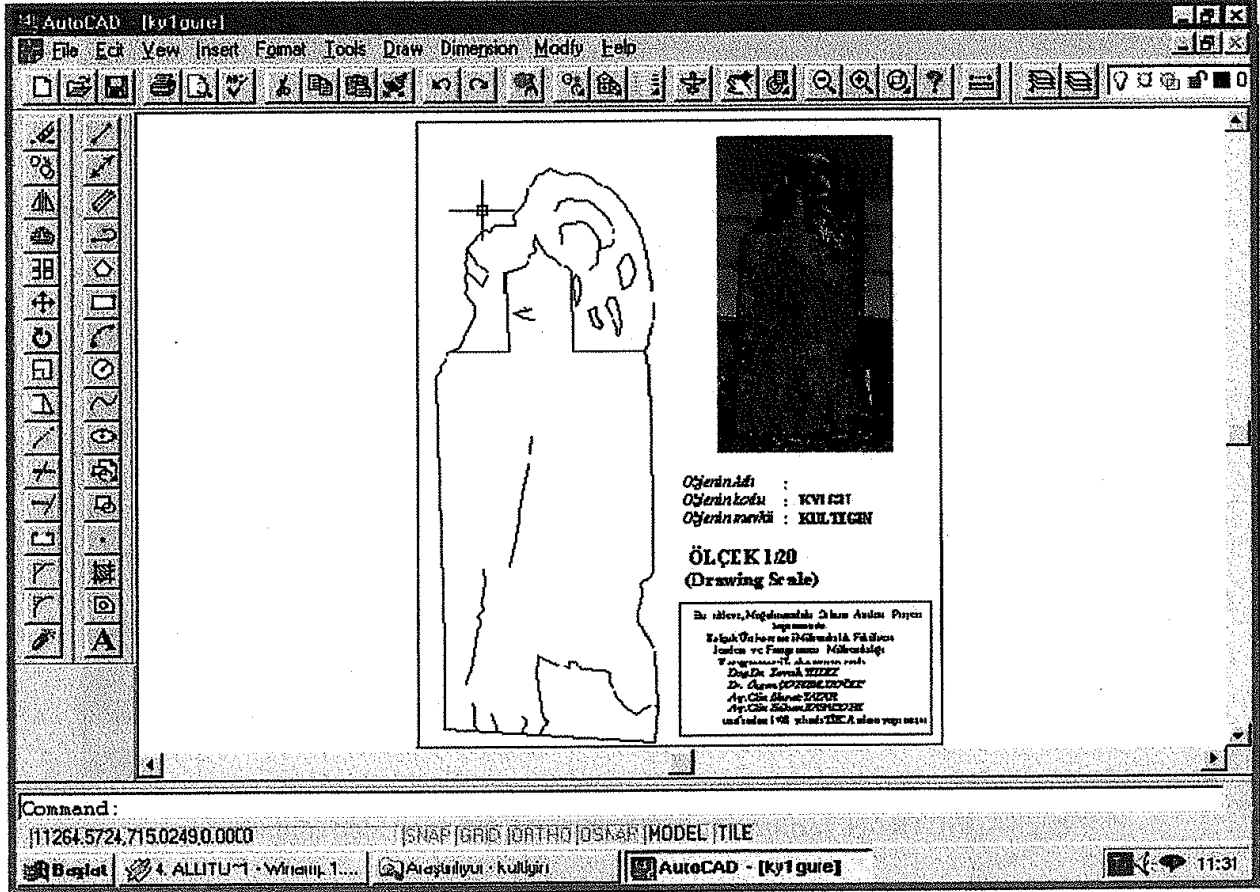
- Güneşin durumu dikkate alınmalı, güneşin obje üzerine objeyi tam aydınlatacak şekilde geldiği vakit beklenmeli,

- Objedeki tüm detaylar değerlendirilebilecek şekilde değişik açılardan ve yakınlıkta (İzdüşüm merkezleri, obje yüzeyi ile aynı doğrultuda olmamak şartıyla) resimler çekilmeli,

- Çekilen resimlerin çözünürlüğü yüksek olmalıdır.

Fotogrametrinin arkeolojide kullanımı Göktürk anıtlarında da başarı ile uygulanmış ve Anıtların rölevaleri ölçekli olarak çıkarılmıştır. Bu çalışmada hedeflenen amaçlar gerçekleştirilmiştir.

Fotogrametrik röleve çalışmalarında objelerdeki değişikliklerin izlenmesi için, çizgisel değerlendirmeden ziyade dijital ortofoto tekniğinin daha kullanışlı olacağı kanaatindeyiz.



Şekil 5. Cad Ortamına Aktarılan Çizgisel bir Değerlendirme

## KAYNAKLAR

- H. Gürbüz (1981), *Fotogrametriye Giriş*, S.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Yayın No:16, Konya.
- C. İnal-F. Yıldız-A. Erdi (1995), "Pratik jeodezide alım yöntemlerinin karşılaştırılması", *Harita Dergisi*, 114, s 15-17, Ankara
- B/D PICTRAN Handbook*  
*2000/40 POLAROİD Handbook*
- T. Tüdeş (1986), *Yersel Fotogrametri*, KTÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları, No: 34, Trabzon.
- F.Yıldız-O. Çorumluoğlu-M. Yakar-H. Karabork (1998), "Photogrammetric inventory work on Orkhon Monuments and Epitaphs (inscriptions) in Mongolia," *UNESCO forum on University and Heritage*, Melbourne, Australia