

BÜYÜK OBJELERDE TARİHİ DOKÜMANTASYON VE TANITIM AMAÇLI GPSSİT DESTEKLİ DİJİTAL FOTOGRAMETRİK 3B MODELLEME

İ. Asri¹, Ö. Çorumluoğlu²

¹Hacettepe Üniversitesi Polatlı Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu 06900 Polatlı/Ankara

²Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Müh. 42031 Kampüs/Konya
iasri@hacettepe.edu.tr, ocorumlu@selcuk.edu.tr

Anahtar Kelimeler; 3B modelleme, Tarihi Eser dokümantasyonu, CBS, GPSSİT, VRML, Alâeddin Camii.

ÖZET:

Uzun yıllardır yeryüzünde yaşan insanların bu günün insanlarına bıraktığı mirasın en önemlisi Kültür Mirası'dır. Bu mirasın bizden sonrakilere de ulaşması için üzerimize düşen önemli görev onları *aslına uygun* şekilde korumak ve nedensel bir mirasa sahip olduğumuzu yerli ve yabancı herkese tanıtmaktır. Yakın zamana kadar yapılan çok az çalışma varken, son zamanlarda ülkemizde dokümantasyon, koruma, restorasyon, yeniden yapma ve tanıtma eksenli çalışmalar hızla artmaktadır. Bu konuda kat etmemiz gereken oldukça uzun bir yol olduğu göz önünde tutulursa; en hızlı, en doğru, en ekonomik ve en hassas şekilde çözümler üretmemiz önemli hale gelmektedir.

Bu çalışmada gelişen teknolojinin sağladığı 3B modelleme olanakları kullanılarak dijital fotogrametri yöntemiyle genelde büyük objelerden oluşan bizimle özdeşleşmiş Tarihi Kültür Mirasımız ve Abide Yapıtların bir örneği olan Alâeddin Camii'nin 3B modelini oluşturmak ve görselleştirmek amaçlanmıştır. 4750 m²'lik bir alana yerleşmiş olan Alâeddin Camii'nin 3B modeli yaklaşık 200 adet resimden dijital fotogrametri yöntemiyle GPS destekli olarak çıkarılmıştır. Oluşturulan model doku (texture) kaplama yapılarak görselleştirilmiştir. Daha sonra ise internette sunumu yapılmak amacıyla VRML formatına dönüştürülmüştür. Alâeddin Camii'nin iç bahçesi de dahil olmak üzere modeli oluşturulurken kontrol noktalarının alımı GPSSİT tekniği ile yapılarak, bu kadar büyük bir alanda ağ kurmadan, nokta tesisi yapmadan ülke koordinat sisteminde model oluşturulmuştur. Bu sayede Konya merkezi için ülke koordinat sisteminde oluşturulan üzerine uydu fotoğrafı geçirilmiş DTM üstüne 3B model dönüşüm yapmadan kolayca oturtulabilmektedir.

Bu yolla büyük objelerde tarihi eser veya bina dokümantasyonu sağlayarak; tarihi eser, turizm ve kent bilgi sistemlerinin en önemli ögesi olan bina vb. yapıların etkin bir şekilde modellenebileceği gösterilmiştir. GPSSİT desteği ile de kontrol noktalarının ölçümünde kolaylık sağlanabileceği aynı koordinat sisteminde elde edilen 3B modellerin tek bir platformda kolayca gösterilebileceği ispatlanmıştır. 3B modeller, oluşturulduğu yazılımların modelleri farklı veri modellerine dönüştürme yeteneği ile Miniatur, Miniatur benzeri minyatür parklar için çok kolayca minyatür elde etme olanağı da sağlamaktadır. Ayrıca 3B modellerden tarihi eserleri yeniden oluşturma, koruma ve tanıtım amacıyla mimarlık ve arkeoloji alanında da faydalanılabileceği ortaya konmuştur.

1. GİRİŞ

Yeryüzü asırlarca insanlığa ev sahipliği yaptığı gibi onların oluşturduğu eserlere de ev sahipliği yapmaktadır. Bu eserlerin en kalıcı olanları da kuşkusuz yapısal nitelikli olan binalar, köprüler, sosyokültürel yapılar v.b. dir. İnsanlığın ömrünün bu eserlere göre kısa olması bu eserlerin bir sonraki insanlara miras olarak kalmasını sağlamıştır. Bırakılan bu miras günümüze Kültür Mirası olarak adlandırılmaktadır. Zaman, doğa, insan vb. birçok yıpratıcı faktör tarafından bu kültür mirası zarar görmekte, hatta birçoğu zaman için de yok olup gitmektedir. Bizden öncekilerin günümüz insanına bıraktığı bizimle bizden sonrakilere devretmek zorunda olduğumuz bu mirasın aslına uygun bir şekilde korunarak aktarılması son zamanlarda dünya ve ülkemizde oldukça önem kazanmıştır.

Medeniyetler beşiği Anadolu'muzun milattan önceki dönemlerden günümüze kadar birçok medeniyete ve 1000 yılı aşkın geçmişi ile Türk medeniyetine ev sahipliği yapması dolayısı ile Kültür Mirası konusunda oldukça zengin olduğu herkes tarafından bilinmektedir. Anadolu'nun bu zenginliğine rağmen bu mirası korumada bir çok ülkeye göre çok gerilerde olsak da bu günlerde ülkemizde dokümantasyon, koruma, restorasyon, yeniden yapma ve tanıtma amaçlı çalışmaların, gelen devlet desteğiyle birlikte artmaya başladığı görülmektedir. Bu çalışmalarda alacağımız yolun uzunluğu bizi en hızlı, en doğru, en ekonomik ve en hassas şekilde çözümler üretmeye yöneltmektedir. Bu bağlamda, dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanan dijital fotogrametrik teknikler bu çözümlerin en önemli parçasını oluşturacaktır.

Gelişen ve gelişmekte olan teknolojinin de imkan verdiği olanaklar göz önünde tutulursa; artık dijital fotogrametrik yöntemle bir çok tarihi yapının dokümantasyonu, korunması, restorasyonu, yeniden yapılması ve tanıtımı yapılabilmektedir. Fotogrametrinin sağladığı en önemli avantajlardan biriside objelerin gerçeğine uygun bir şekilde modellenerek üç boyulu (3B) gösterimine olanak tanınmasıdır. Ayrıca tarihi objelerin çoğunun çok büyük yapılardan oluşması ve bu objeleri aynı uzayda ilişkisel olarak birlikte sergileme ihtiyacı, fotogrametrik çalışmaların en iyi destekçisi ve e modern ölçme tekniği olan GPS tekniğinden faydalanmayı zorunlu kılmaktadır (Çorumluoğlu ve ark. 2004).

2. 3B MODELLEME

Klasik iki boyutlu fotogrametrik uygulamalar birçok uygulama için yetersiz kalmaktadır. O nedenle coğrafi alanın üç boyutlu hesabı, sorgulanması, analizi, simülasyonu ve görselleştirilmesi önem kazanmıştır. Bugünkü CAD teknolojisi ile bir coğrafi alanın perspektif görünüşü elde edilebilmekte, üç boyutlu görselleştirme olanağı bulunmakta, sanal ortamda arazinin üzerinde uçmak, kent içinde dolaşmak mümkün olabilmektedir. Gerçek dünyada sonsuza yakın coğrafi varlık, bunlar arasında da çok karmaşık topolojik ilişkiler bulunmaktadır. Sonuç itibarıyla de sonsuza yakın coğrafi varlığın ve coğrafi alanın gerçek dünyadakine yakın temsil edilmesi, bu temsilin modellenmesi ve otomatik olarak tanımlanması gerekmektedir (Alkış, 2003).

Üç boyutlu görselleştirme çok çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır; Çevre, Kent ve coğrafi mekanların planlanmasında doğru kararlar verebilmek; jeolojik yapının ortaya konmasında, telekomünikasyon için alıcıların doğru yerleştirilmesinde, turizm amaçlı mekansal görselleştirme, madencilik, hidroloji vb. animasyon çalışmalarında, gelecek için etkileşimli üç boyutlu projeksiyonların üretilmesinde (Örneğin, bir köprünün, gökdelenin vb. yapımında) sanal gerçeklik çalışmalarında kullanılmaktadır (Alkış, 2003).

2.1. Dijital Fotogrametrik Yöntemlerle 3B Modelleme

Yakın Resim Fotogrametrisi de denilen bu yöntemler bir nesne hakkında, üç boyutlu konumsal bilgi elde etmek için kullanılan ölçme teknolojileridir. Ayrıca hava fotogrametrisine benzer şekilde, bir nesneyi doğrudan ölçmek yerine, nesnenin görüntülerinden yararlanarak ölçümleri gerçekleştiren teknolojilerdir.

Dijital fotogrametri de, üç boyutlu verilerin elde edilmesi ve yüksek doğruluğa ulaşılması için değişik istasyonlardan ardışık ve bindirmeli görüntülerin çekilmesi şarttır. Bu şartı gerçekleştirmek için kamera düzeninin iyi tasarlanması ve işleme en uygun matematik modelin seçilmesi gerekmektedir. Ayrıca yüksek ölçü hassasiyetine ulaşılması, kamera ağ tasarımı olarak adlandırılan kaç tane kameranın, nereye ve nasıl yerleştirilebileceği, cisim üzerindeki kontrol noktalarının sayısı ve konumlarının nasıl olması gerektiği, uygun optimizasyon metodu kullanılarak sağlanmaktadır.

2.2. Dijital Fotogrametride Alım ve Değerlendirme İşlemleri

Yakın resim fotogrametrisi uygulamalarının çoğunluğunu topografik olmayan uygulamalar oluşturmaktadır. Topografik olmayan fotogrametrisinin özelliklerinden biri de, isteklerin ve ihtiyaçların uygulamadan uygulamaya farklılık göstermesidir. Bununla beraber fotogrametrik ölçme işleminin amacı, bu istek ve ihtiyaçların ortaya koyduğu sınırlar içerisinde kalitenin yükseltilmesini sağlamaktır. Yüksek kalite ise her projenin ayrı ayrı doğruluk ve ekonomiklik açısından optimizasyonu ile mümkün olmaktadır (Baş, 1993). Proje sonunda istenen doğruluk düzeyine ulaşabilmek için, fotogrametrik ölçme sistemini meydana getiren bileşenleri gerçekleştirmek gerekir. Bunlar;

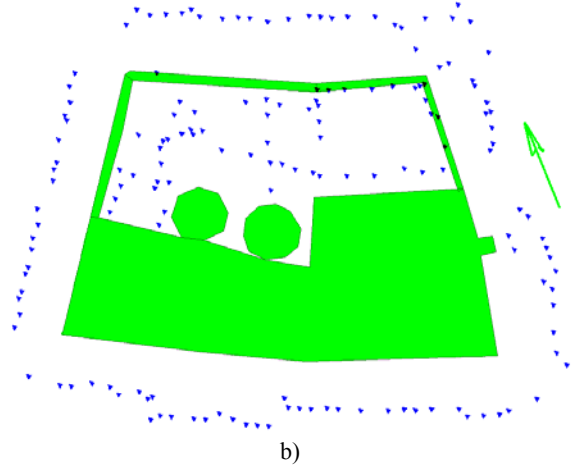
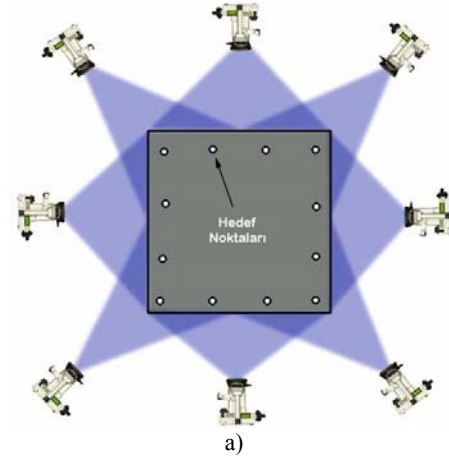
1. Planlama ve ağ tasarımı
2. Çekim hazırlıkları
3. Ölçüm işleri
4. Değerlendirme

şeklinde dört grupta toplanabilir. Bu temel bileşenler aynı zamanda bir cismin fotogrametrik yöntemle ölçme ve değerlendirilmesinin temel aşamalarını ifade etmektedirler.

Bütün mühendislik çalışmalarında olduğu dijital fotogrametrik yöntemle 3B modelleme işlemi yapabilmek için planlı bir resim çekim (Şekil 1) ve jeodezik alım işlemi yapılmalıdır.

- Model oluşturmak için gerekli her detay noktası en az iki (tercih edilen dört) resimde görünecek şekilde çekilmelidir.
- Modelleneyecek nesnenin şekil ve ebatlarına göre uygun konum ve sayıda resim çekilmelidir.
- Dış yöneltme için her resimde en az 4 kontrol noktası olacak şekilde resim çekilmelidir. Bu noktalar aynı doğrultu üzerinde olmamalıdır.
- Bindirmeli bölümlerde (model alanda) en az 3 ortak nokta olmalıdır. Tabi ki fazlası daha iyi olacaktır.
- Bu ortak noktalar bir doğrultuda olmamalıdır.
- Eğer modelleme işlemi kontrol noktasız yapılacaksa ölçek için değeri iyi bilinen bir mesafe gerekir.

- Bu mesafenin mümkün olduğu kadar uzun olması tercih edilir.
- Modellemede obje üzerindeki detaylar hedef noktası olarak kullanılabilir gibi, hassasiyetin artırılması için otomatik veya belirli bir işaret kullanılabilir (Şekil 1).



Şekil 1. Resim çekim planları ve oluşan model alanlar
[a] www.geodetic.com b)Asri, 2005]

Jeodezik ölçmeler için yani nesne üzerinden ölçülecek noktalar içinse;

- İyi bir jeodezik ağ kurulmalıdır.
- Ağ noktaları yukarıda bahsettiğimiz kontrol ve bağlama noktalarını iyi görebilecek şekilde tasarlanmalıdır.
- Kontrol noktaları için iyi görünebilen düzgün hedef işaretleri kullanılmalıdır.

Resim çekimi ve alım işleri sırasında iyi bir krokilendirme yapılmalıdır. Değerlendirme işlemi, resim çekimi ve jeodezik ölçmeler arasında fazla süre geçmemelidir. Obje büyüdükçe bu ağ işlemlerinin yükü artacağından GPSSİT (Çorumluoğlu ve Kalaycı, 2007) gibi teknikler ağ işlemini ortadan kaldırdığı gibi istendiği zaman ağa nokta ekleme çıkarma gibi olanaklar da sağlanabilmektedir.

3. DİJİTAL FOTOGRAMETRİNİN TARİHİ ESERLERİN 3B MODELLENMESİNDE KULLANILMASI

Fotogrametrisinin mimarlık ve arkeolojik alanlarda kullanımının bir parçası olan tarihi eserlerde kullanımı Yersel Fotogrametri ve Yakın Resim Fotogrametrisi olarak bilinir.

Yersel fotogrametri oldukça geniş uygulama alanlarına sahiptir. Bu alanlar, mimarlık, arkeoloji, endüstri, madencilik ve

deformasyon ölçmeleri, yol inşası, su yapıları, tıp, kriminoloji, trafik kazaları vb. olarak sayılabilir (Duran 2003).

Artan nüfus ve sanayileşmenin doğurduğu hızlı bir kentleşme sonucu eski yerleşim bölgelerinde özen gösterilmeden yeni imar planlarına göre, hatta çoğu kez hiçbir plan ve programa bağlı kalınmadan yeni inşaat yapılması, kitle turizmine neden olan tarihi eserler ve sitlerin civarının yerleşim bölgesi durumuna getirilmesi sonucu bu bölgeler eski karakterlerini tamamen yitirmektedirler. Bu durumun önüne geçmek için çeşitli yöntemler uygulanabilir. Ancak mimarlık ve arkeoloji fotogrametrisi gerek ekonomiklik gerekse hız bakımından bu yöntemlerin en önemli olanlarıdır. Bu uygulamalarda tarihi yapıların ve sit bölgelerinin amaca uygun olarak yerden veya havadan resimleri çekilip gerekli işlemler yapılarak rölöve planları, ortofoto ve kesitleri elde edilebilmektedir. Elde edilen bu veriler ise tarihi eserler ve sit bölgelerinin dokümantasyonunda ve korunmasında çok önemli ve gerekli belgelerdir. Alınan resimlerin değerlendirilmesi grafik veya sayısal olarak yapılabilir. Bu sayede bilinen ölçme metotları ile elde edilecek detayla kıyaslanamayacak sayıda çok bilgi elde edilebilir. Yeterli veri, tarihi bina ve yapıların resimlerinden, bilgisayar ortamındaki üç boyutlu koordinatlarından yeniden oluşturulması, koruma ve restorasyon amaçları için elde edilir. Tarihi yapılarda bulunan karmaşık şekil ve motiflerin Ölçekli çizimleri klasik yöntemle çoğu kez yapılamazken, fotogrametrik yöntemler bu şekilleri gerçek konumlarında ve bütün ayrıntıları ile istenen ölçekte vermektedir (Marangoz, 2001).

Fotogrametrik yöntemlerle elde edilen resimler karışık yapı taşlarını içeren yüzeylerin yenilenmesi veya tamir edilmesini içeren mimarlık projelerinde ve diğer alanlardaki projelerde ne kadar önemli olduğu ispatlanmıştır. Fotogrametri çoğunlukla tarihi yapılarda kullanılmakla beraber, modern yapıların ölçümlerinde de kullanılmaktadır.

Mimarlık fotogrametrisinin çalışma alanı içine sadece binaların çizimi ile ilgili çalışmalar girmemektedir. Aynı zamanda binaların çeşitli hasarlardan sonra yenilenmesi, deformasyon miktarlarının ve restorasyon çalışmalarındaki ölçmelerin elde edilmesi de mimarlık fotogrametrisinin içinde yer almaktadır (Dallas 2001).

Mimarlık fotogrametrisinde elde edilen 3 boyutlu modeller;

- Yapıların imalat sonrası ölçümünün yapılması
- Yeni yapılar içeren alanların planlanması,
- Mevcut temel planların değiştirilmesi ve geliştirilmesi,
- Oluşturulan 3 boyutlu modellerle modelin üzerinde veya içinde gezerek animasyonların yapılması,
- Verilerin CAD ve mühendislik yazılımlarına dönüştürülmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Digital fotogrametrisinin mimarlık fotogrametrisi uygulamalarına sağladığı katkıları ise şöyle sıralanabilir;

- Yüzeylerin tüm inceliklerini ortaya çıkarır. Sağladığı doğruluk bakımından diğer yöntemlere göre daha ekonomiktir.
- Yüzey resimleri ve kontrolüne yönelik uygulamalar küçük hatalar içerir.
- İleride yapılacak çalışmaların hızlı sonuç vermesini sağlar. Elle yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında geniş hacimli veriler daha hızlı elde edilebilir.
- Bu yöntem elle yapılan araştırmalara göre daha güvenlidir.
- Elde edilen verilerin direkt olarak CAD sistemlerine aktarılmasında ideal bir yöntemdir.
- 3 boyutlu verilerin doğrudan elde edilmesini sağlar. Bu durum CAD alanında önemini giderek arttırmaktadır.

Tüm bu avantajların yanında, bazı projelerde fotogrametrik ürünlerin kullanımını sınırlandırabilecek çeşitli dezavantajlar bulunmaktadır.

- Karışık bir teknik olup özel girdiler ister. Küçük uygulamalar için uygun değildir.
- Ayrıntıların standardı ve ürünlerin kalitesi çok iyi olabilir. Fakat bu değerler söz konusu proje için çok yüksek olabilir. Ürünün parasal değeri yeteri olsa bile projenin tümüyle karşılaştırıldığında gerçek fiyat daha yüksek çıkabilir (Marangoz, 2001).

Binalar, tarihi eserler ve alanların dahil olduğu kültürel mirasla ilgili teknik dokümantasyon farklı metot, doğruluk ve güvenilirlikle elde edilen verilerden oluşur. Mevcut dokümantasyonla ilgili anlaşılır bilgi elde etmek için, dokümantasyonun bir bilgi sistemi içinde iyi düzenlenmiş ve entegre edilmiş olması gerekir (Fras, 2001).

CBS bu noktada, modern veri elde etme yöntemiyle bilgisayar teknolojisini birleştiren yeni bir teknolojidir. Herhangi bir planlama, yönetim, depolama vb bilgilerle ilgili problemleri çözmek için, yazılım ve donanım bileşenleri ve veri elde etme, depolama, editleme, yöneltme, analiz, modelleme ve sunma gibi birtakım işlemleri içerir.

Günümüz toplumu mimari mirasın korunmasıyla ilgili giderek daha hassas hale gelmektedir (Perez ve diğerleri, 1999). Bundan dolayı, tarihi alan ve yapıların fotogrametri ve CBS yöntemiyle dokümantasyonu ve internet üzerinde sunumu üzerine dünyada birçok çalışma yapılmaktadır.

Dünya turizm pastasından pay almak isteyen ülke ve girişimciler tanıtım çalışmalarına oldukça büyük miktarlarda kaynak aktarmaktadırlar. Bu kaynakların çok azıyla yukarıdaki bahsedilen çalışmalar profesyonelce yapılarak hem kültürel miras kayıt altına alınmış olur hem de etkili bir tanıtım çalışması yapılmış olur. İnternet ve interaktif araçlarla dünyanın her yerine ulaşan çalışmaları gören hedef kitle ise dünya gözüyle bu mekan ve yapıları görmeyi düşünecektir.

4. UYGULAMA

CBS ve digital fotogrametri mimari alanlardaki görevlerde diğer yöntemlerin hızlı ve ekonomik olarak sağlayamadığı birçok avantajlar sağlar. Bu avantajlar şunlardır:

- Kaliteli grafik veri tabanı sağlar
- Koordinasyon için temel bir araç sağlar,
- Bilgiye ulaşmayı ve bilginin güncellenmesini kolaylaştırır.
- Koruma, restorasyon ve dokümantasyon işlemi boyunca elde edilen veriler daha sonra da kullanılacağı için maliyette bir azalma sağlar.
- Farklı disiplinler arasında veri alışverişini sağlar.
- Objelerin ölçekli gerçeği ile aynı görünen bir modelini oluşturma imkanı sağlar.

Fotogrametri ve CBS'nin entegrasyonu sonucunda verinin uygun koşullarda ve amaç doğrultusunda kullanılması, analiz edilmesi ve sunulması kültürel mirası koruma çalışmalarında vazgeçilmez bir olanak oluşturmaktadır. Bu çalışmada, tüm bu gelişmelerden yararlanılarak tarihi eserlerin fotogrametrik olarak belgelenmesi ve bu belgelemenin CBS ile en uygun kullanım olanaklarına ulaştırılmasını amaçlayan bir çalışmanın en önemli ayağından birisi olan 3B modellemenin daha etkin bir şekilde yapılması hedeflenmektedir. Bu amaç doğrultusunda GPS destekli fotogrametrik yöntemle Selçuklular zamanından kalan tarihi Alaeddin Keykubad Camii'nin 3 boyutlu olarak modellenmesi ve görselleştirilmesi yapılmıştır (Şekil 2) (Asri, 2005).



Şekil 2. Konya-Alaeddin Tepesi ve üzerine kurulmuş Alaeddin Keykubad Camii

4.1. GPS Sanal İstasyon Tekniği (GPSSİT) ve Fotogrametrik Uygulamaları

GPSSİT (GPS Sanal İstasyon Tekniği), GPS ölçümleri sayesinde belirlenen GPS anteni faz merkezinin, tek bir üçayak düzeçleme sistemi yardımıyla uygun tüm aletlerin ana gövdesinin orta eksenini aynı düzeye getirme esasına dayanan TeT (Tek Tribrak) birleştirme tekniğini kullanarak konu aletin referans merkezine indirilmiş olan GPSSİN'nin (GPS Sanal İstasyon Noktalarının) elde edilmesini ve bunların ölçüm işlemlerinin devam eden aşamalarında dayanak noktası olarak kullanılmasını esas alan bir tekniktir. GPS ile detay alımının direk yapılamadığı durumlarda, GPSSİT'ne dayanan GPSSİT-TSK(GPS Sanal İstasyon Tekniği Total Station İle Kutupsal Alım) GPSSİT-TSU (GPS Sanal İstasyon Tekniği Total Station İle Uzunluk kestirme) şeklinde geliştirilen yöntemler aracılığıyla bu tür detayların alımının da yer tesisli noktalardan bağımsız olarak yapılabilir (Kalaycı, 2003).

GPSSİT'nin yukarıdaki mühendislik ölçmelerine benzer şekilde yersel fotogrametrik çalışmalarda (tarihi, kültürel, mimari, arkeolojik vb.) kamera çekim merkezinin küresel bir koordinat sistemi olan GPS koordinat sisteminde (WGS84) belirlenmesi maksadıyla kullanılması durumunda (istenildiğinde yerel koordinatlara dönüşüm her zaman mümkündür), bir birinden ayrı alım gerektirecek kadar uzak objeler arasında koordinat birliğinin oluşturulmasını sağlaması tekniğin yersel fotogrametri alanındaki avantaj oluşturmaktadır. Ayrıca çekilen görüntülerin yönlendirilmesi ve ölçeklendirilmesi için obje üzerinde tespit edilip koordinatlandırılmaları gereken kontrol noktalarının alımında da, yine kamera çekim noktaları olarak belirlenen GPSSİN'nden yere herhangi bir nokta tesis edilmeksizin yararlanılması ve klasik yersel fotogrametrik çalışmalarda kullanılan ağa ihtiyaç duyulmaksızın ölçüm yapılması GPSSİT'nin sunduğu diğer avantajlar olarak zikredilebilirler (Çorumluoğlu ve diğerleri, 2004).

4.2. Alaeddin Camii'nin 3B Modellenmesi

4.2.1. Kullanılan Teknik Donanım ve Yazılımlar

Proje kapsamında Donanım olarak; fotoğraf kamerası için Olympus C-8080 Wide Zoom, GPS alıcısı için Leica SR9500 çift frekanslı GPS alıcısı ve TotalStation içinse Topcon GTS-701, yazılım olarak; PhotoModeler isimli yersel fotogrametri değerlendirme yazılımı, Photoshop görüntü biçimleme ve düzenleme programı, VRML programı olan Cosmo Player programı 3boyutlu modeli internet ortamında yayınlamak için kullanılmıştır.

4.2.2. 3B Modelleme İşlemi

4.2.2.1. Resimlerin Çekilmesi.

3B modellemesi için resmi çekilecek Alaeddin Camiinin Alaeddin tepesinin yamacında bulunmasından dolayı yerden resim çekildiğinde caminin bazı yerlerinin çekilen resimlerde görünmeyeceği, bundan dolayı da resimlerin bir birine bağlanması ve bazı detayların modellenmesinin zor olacağı düşünüldüğünden Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Amirliği'ne başvurularak tedarik edilen 30 metre uzunluğunda merdivene sahip sepeti hidrolikli olarak düzeçlenebilen ve oldukça iyi teknik özelliklere sahip bir itfaiye aracı yardımıyla resim çekimleri yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. İtfaiye kullanılarak resim çekimi.

İtfaiye üzerinde çekilen resimlerde duvarlar çapraz olarak görüntülediği ve bu işleminde doku kaplamada iyi bir sonuç vermeyeceği bilindiğinden yerden duvarlara paralel resimler çekimi tercih edilmiştir. Doku kaplamada da tercihen bu resimler kullanılmıştır. İtfaiye üzerinde ve yerden yaklaşık % 50-60 bindirmeli, 500 civarında resim çekilmiş ve bu resimlerin de yaklaşık 200' ü modelleme ve görselleştirmede kullanılmıştır.

4.2.2.2. Jeodezik Ölçmeler

Bina üzerindeki fotogrametrik değerlendirme için kullanılacak kontrol noktalarının jeodezik ölçümü için, bu tür yersel fotogrametrik ve modelleme çalışmalarında öncelikli olarak objeyi tüm yönlerden tamamen kapsayan jeodezik bir ağı oluşturulması gerekir. Yaptığımız çalışmada bu ağ kurulumuna GPSSİT'ten faydalandığı için gerek kalmamıştır. Böylece yere nokta tesisi ortadan kalktığı gibi kontrol noktalarının alımında ağa yeni nokta ilave etme yerine aleti kaldırıp yeni bir yere kurmak yeterli olmuş ve bu olanak da alımda büyük kolaylık sağlamıştır. Buna ek olarak bu ölçme tekniğinin kullanımı sayesinde ağaçlık ve engebeli bir tepede olan Alaeddin tepesinde ağ noktalarının bir birini görme zorunluluğu da ortadan kalkmıştır. GPS ile ağ noktalarının tesisinde bir birini görme zorluğu önemli olmasa da elektronik uzaklık ölçeri sifra bağlamak için her ölçüm noktası yanında mutlaka başka bir noktanın alınma gerekliliği gözden kaçırılmamalıdır. Bu sıkıntılar yine GPSSİT kullanarak kolayca aşılmıştır.

GPSSİT kullanılarak kontrol noktaları ölçülürken normal prizma reflektör duvar üzerine tutulduğunda nokta üzerine tam olarak tatbik edilemeyeceğinden kağıt reflektör diye adlandırılan bir yansıtıcı kullanılmıştır.

Obje üzerinde uygun bir dağılımda yerleri belirlenen kontrol noktalarının GPSSİT ile ölçümünde GPSSİT tekniğinin genel özelliği (Kalaycı, 2003) gereği GPS ile Tribrak üzerine koordinat verildikten sonra, GPS antenini bu tribraktan ayırıp sinyal kesikliğine neden olmayacak bir şekilde taşıyıp başka

bir istasyon (alet sehpa) üzerine yerleştirilmesi ve buranın da koordinatlarının ölçülmesi gerekmektedir. Bu prosedüre aynen uyularak elektronik uzaklık ölçer GPS ile koordinatları belirlenen ilk istasyona kurulmuş ve diğer istasyona sıfıra bağlanarak görüş alanındaki tüm kontrol noktaları ölçülmüştür. Daha sonraki kontrol noktaları için bu ölçme sistemine ardışık bir şekilde devam edilmiştir. Bu çalışmada genel diferansiyel GPS ölçüm tekniği bağlamında, bir nirengiye sabit bir GPS kurulmuş ve eş zamanlı olarak Dur-Git (Stop and Go) tekniğine uygun olarak ölçüm verileri toplanmıştır. (Şekil 5).



Şekil 5. Sabit GPS İstasyonu ve Kontrol noktalarının ölçümü

4.2.2.3. Fotogrametrik Değerlendirme ve 3B Modelin Oluşturulması

Kullanılan yersel fotogrametrik değerlendirme yazılımı, fotogrametrik değerlendirmede, demet dengeleme tekniğini esas alan ve Windows işletim sistemi altında çalışan bir yazılım olup, belirli bindirme oranına sahip resimlerden 3B model elde etmek için kullanılan bir digital fotogrametrik yazılım olarak karşımıza çıkmaktadır. Değerlendirme işlemi ve 3 boyutlu modelin oluşturulması bağlamında, programa öncelikle yaklaşık obje boyutu, kalibre edilmiş kamera değerleri ve fotoğrafların girilmesiyle bir proje oluşturularak başlanılmıştır. Bu projeye iki veya daha fazla resimde görünen ölçümleri yukarıda belirtildiği şekilde yapılmış kontrol noktalarının üretilen koordinatları da düzenlenmiş bir metin dosyası formatında eklenerek, daha sonra resimler üzerinde bu noktalar ölçülüp resimlerin dış yöneltme işlemleri de bu kontrol noktalarına bağlı olarak gerçekleştirilerek değerlendirilmeye devam edilmiştir (Şekil 6).

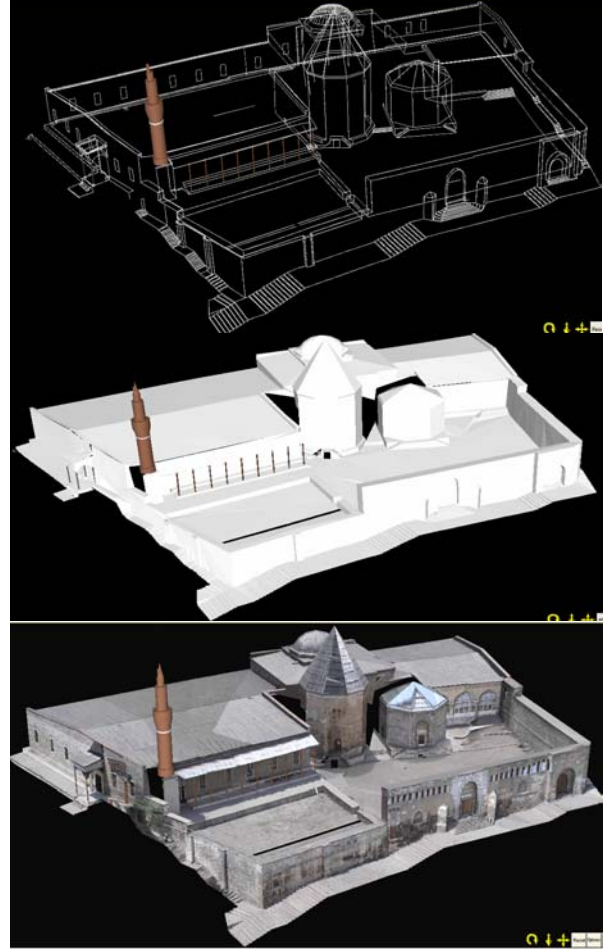


Şekil 6. Kontrol noktalarının yazılımda ölçümü

Daha sonra yine resimler üzerinde yapı üzerindeki keskin detay noktaları (Tie points) ölçüldü. Ölçülen bu noktalar yapıyı tanımlayacak şekilde çizgilerle birleştirildi. Yaklaşık %50-60 bindirme oranındaki resimlerdeki ortak noktalar referanslandırıldı. Nokta ve çizgiler arasında kalan yüzeyler uygun geometrik şekiller yardımıyla tanımlandı. Sütun, direk, minare vb. şekiller programa özel silindirik model oluşturma modülüyle modellendi. Bu yapılan işlemlerin sonucunda proses işlemine geçildi. Yapılan fotogrametrik değerlendirme ve yaklaşık 200 adet resimden oluşturulan 3B model, çalışmanın daha kolay ve bilgisayarı yormadan yapılabilmesi için parçalara ayrıldı. Bu kapsamda modelleme işlemi, cami Kible, Mevlana, Adliye, Zafer, Bahçe ve Çatı olmak üzere 6 parçaya ayrılarak gerçekleştirildi. Oluşturulan bu modeller

yine aynı programda birleştirilerek yeniden proses yapıлып tamamlanmış komple sonuç model elde edildi (Şekil 7).

4.2.2.4. 3B Modelin Görselleştirilmesi



Şekil 7. Oluşturulan 3B çizgi, katı ve gerçek resim giydirilmiş model görünümü.

Fotogrametrik değerlendirme ve modelin oluşturulmasından sonra gerçek resmin kaplanması işlemi uygulamanın görselleştirilmesi adımı yapılmıştır. Görselleştirme aşamasından önce model, aslında programın kendi atadığı beyaz renkli materyal ile kaplanmış katı (solid) model halinde elde edilmektedir. Modelin gerçek resminin (texture) doku kaplanması programın "materials" menüsünden materyal atanarak yapılmıştır (Şekil 7). Bunun için "texture" adında bir materyal ismi tanımlanmış, bu materyal için "Photo as texture" seçeneği seçilmiştir. Hangi resimlerden materyal alınacağı da programın sağladığı resim kalitesi atama seçeneği aracılığıyla yapılmaktadır. Bu seçeneklerde resim kaliteleri için, binaya dik ve ışık-gölge farklılığı olmayan resimlere yüksek kalite, diğerlerine de düşük kalite verilmiştir. Bu işlemlerden sonra yine de resimler arasında ışık-gölge farklılığı oluşur, yani materyal alınacak başka bir resim yoksa Photoshop programında renk ayarlaması yapılarak modelde oluşacak görselleştirme farklılığının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Daha sonra tüm yüzeylerin ortofotosu şekil 8'de görüldüğü gibi oluşturulmuştur.



a)



b)

Şekil 8. a) Alaeddin Camii'nin Mevlana tarafındaki duvarının perspektif resmi b) bu resme ait modelden sonra oluşturulan ölçekli ortofoto

4.2.2.5. Uydu görüntülü 3B model üzerine 3B obje modelin bindirilmesi

Bu işlem için Konya yerleşim alanına ait uygun dağılımlı noktalara kullanılarak öncelikle DEM üretilmiş daha sonra DEM'de ve uydu görüntüsünde bilinen noktalardan faydalanarak üretilen bu DEM üzerine alınan uydu görüntüsü çakıştırılmıştır. Bu şekilde elde edilen üzerine doku giydirilmiş arazi modeli koordinatlı olduğu için bunun da üzerine yersel fotogrametri yazılımında üretilen 3B obje modeli de obje bina taban koordinatlarına uygun olarak bindirilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Uydu görüntüsü üzerine bindirilmiş 3B model

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada tarihi eserlerin dokümantasyonu için dijital fotogrametri ve GPS teknolojilerinin birlikte kullanılmasıyla ileride yapılacak tarihi eserlerle ilgili çalışmalarda bu iki bileşenin birlikte düşünülmesi ve ileride CBS entegrasyonunun da yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Dijital yersel fotogrametri tekniğinin kullanıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar dijital fotogrametri tekniğinin, mimari ve tarihi yapıların dokümantasyonu için önemli bir yeri olduğunu bir kez daha vurgulamıştır. Değerlendirme işleminin dijital fotogrametrik yöntemle yapılması zaman, maliyet ve görsellik açısından önemli avantajlar sağlamıştır.

Görüntü alımı esnasında yerel koşullar nedeniyle uygun resim çekme koşullarının ve üç boyutlu modelin oluşturulmasında ve doku kaplamada bazı sorunlarla karşılaşmıştır. Bu güçlükler, 30 metre merdivene sahip bir itfaiye merdiveni ile, resim çekimi yapılmak suretiyle aşılacak istense de itfaiyeden çekilen resimlerin çok uzak ve perspektif olarak

çekilmesinden dolayı gerçek resimlerin kaplanmasında kötü sonuçlar verdiği görülmüş ve ayrıca bina duvarlarına paralel %50-60 bindirmeli resimler çekilmiştir. Modellemeye ve resimlerin bir birine bağlanmasında bu resimler kullanılmış, gerçek resimlerin kaplanmasında bina duvarlarına paralel çekilen resimler kullanılarak bu güçlükler aşılmıştır. Ancak resim sayısındaki artma oluşturulan modelin boyutlarını arttırdığından modelleme esnasında ve internetten sunumunda yavaşlamaya neden olmuştur. Bu sorun da binanın modelinin parça parça yapılarak sonradan birleştirilmesi ile aşılmıştır.

Jeodezik ölçmeler bir jeodezik ağ kurulumunu gerektirmeyecek GPSSIT yöntemi ile yapılmıştır. Yalnız bu yöntemin dezavantajlarından biride yukarıdaki bahsettiğimiz bina ve çevresinin fiziksel şatlarının GPS ölçmelerine müsait olmayan yerlerdeki ölçmelerdir. Bu sıkıntıda kör noktalar atılarak yapılmıştır. Ancak bu kör noktalar atılarak ölçülen kontrol noktaları hassasiyeti GPSSIN noktalarına nazaran daha azdır.

Modelleme işlemi sırasında yaklaşık 4750 m² bir alana kurulmuş Alaeddin Ketkubad Camii'nin 3B modeli yapılarak, görselleştirme işlemleri tamamlanmıştır. Model GPS destekli olarak yapıldığı için ülke koordinat sisteminde elde edilmiştir. Buda büyük çaplı tarihi dokümantasyon çalışmalarının birbiriyle bütünlük sağlaması açısından büyük imkan sağlayabileceğini ortaya koymuştur. Bu bütünlük CBS ile entegre olarak öz nitelik verileriyle de desteklenince 3B CBS uygulamalarının bir örneği olan faydalı bir tarihi eser bilgi sistemi elde etme olanağı sunmaktadır.

6. REFERANSLAR

- Alkış, Z., 2003. *3 Boyutlu Modelleme*, Lisansüstü Ders Notları, İstanbul
- Asri, İ., 2005. "Üç Boyutlu Modelleme ve Alaeddin Camii Örneği", Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.Lisans tezi.
- Baş, H. G., 1993. *Analitik Fotogrametri*, Devinim & Full-art Ajans, İstanbul.
- Çorumluoğlu, Ö., İ. Kalaycı, S.S. Durduran, İ. Asri and İ.A. Önal, 2004. "GPS Virtual Station Technique And Its Challenge In Terrestrial Photogrammetric Applications", XX. ISPRS Congress, 5, 494-497, İstanbul.
- Çorumluoğlu, Ö. and İ. Kalaycı, 2007. "The Use of GPSSIT (GPS Virtual Station Technique) with Total Station for The Measurement of Details in Residential Areas", Survey Review, 39, 303, 54-67.
- Dallas, R. W. A., 2001. *Architectural and Archeological Photogrammetry*, In. K.B. Atkinson (ed), *Close Range Photogrammetry and Machine Vision*, 283-303, Whittles Publishing.
- Duran, Z., 2003. *Tarihi eserlerin fotogrametrik olarak belgelenmesi ve coğrafi bilgi sistemine aktarılması*. Doktora Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Fras, M. K., 2001. *Structured and integrated technical documentation on cultural heritage an approach in Slovenia*, XVIIIth International Symposium of CIPA, Postdam, Germany, September 18-21.
- Kalaycı, İ., 2003. "GPS Destekli Detay Alımında Yeni Bir Teknik (GPSSIT)'in Uygulanabilirliğinin Araştırılması", Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi.
- Marangoz, A. M., 2001. *Sayısal kameralarla tarihsel yapıların rölelerinin çıkarılması olanakları*, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Perez, A. S. H., Diego, T. M. and Carreras, M. P., 1999. *Digital photogrammetry integration possibilities to heritage record by an architectural information system*, XVII CIPA International Symposium, Olinda, Brasil, October 3-6
- www.geodetic.com, 2005