

Fotogrametrik Modelleme Tekniği ile Bir Osmanlı Çinisinin Dokümantasyonu

Bahadır ERGUN¹, Cumhuri ŞAHİN², Elif Özlem AYDIN³

Özet

Sanatsal, kültürel mirasın korumadaki yeni yönelim en doğru ve en hızlı dökümantasyon yöntemlerinin kullanılmasıdır. Mimari alanda en değerli sanatsal eserler arasında tarihi çiniler bulunmaktadır. Osmanlı mimarisi içerisinde önemli bir yer tutan tarihi çiniler restorasyon çalışmalarında en çok korunması için çaba harcanan eserlerdir. Bu çalışmada fotogrametrik modelleme bir Osmanlı çinisinin dökümantasyonu için kullanılmıştır. Fotogrametrik modelleme tekniği, geleneksel metottan daha hızlıdır, daha hassastır. Bu metodun en büyük avantajı çini yüzeyine dokunmaksızın CAD modelinin elde edilmesi ve ölçülmesidir. Dijital modelde orijinal çini deseninin saklanması ve taşınması daha kolaydır. Gelecekte sayısal modelleme teknikleri, sayısal desen modelleri ve bina bilgi sistemleri açısından önemli tarihi eserlerin korunmasında ve restorasyonunda kullanılacak başlıca tekniklerdir. Bu çalışmadaki fotogrametrik model Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fotogrametri Laboratuvarı içerisinde kurulan fotogrametrik ölçme sisteminde üretilmiştir.

Anahtar Sözcükler

Osmanlı Çinisi, Yakın Resim Fotogrametrisi, CAD Modelleme, Bina Dökümantasyonu

Abstract

Documentation of an Ottoman Replica Tile via Photogrammetric Modeling

The concept of heritage is now broader than ever before, and its scope is growing wider every day. The change from the traditional idea of monument to the current concept of cultural heritage proves that there is a growing concern in society about the need to preserve and upkeep heritage so it can be passed on to future generations. A new approach focuses on the protection of certain instances of human art intervention. The most valuable architectural plating art was the work of art tile for cultural heritage in the artistic of Turkish landmark history. Reproduction of the tiles often utilized as covering material in Ottoman architecture is on the agenda during the restoration of the buildings. The documentation should be prepared before passing it on to the reproduction of the tiles. Photogrammetric modeling of objects is used for various purposes today. In this study photogrammetric modeling has been used for the documentation of an Ottoman replica tile. The primary goal of the photogrammetric measurement system, which was setup in the photogrammetry laboratory of the Gebze Institute of Technology, was to solve the problem of the issues concerning the time and the accuracy of modeling of small objects. Photogrammetric modeling is the best model that enables the minimum margin of error and documentation of the original model. There are conventional drawing methods for tile conservation and documentation. Photogrammetric modeling technique is faster and more precise than the conventional documentation. This modeling technique has the main advantage of measuring and modeling CAD documentation without touching the tile surface. The production by means of this process has long life for transportation and storing patterns of original Ottoman tiles in

digital surroundings. In the future, digital conservation techniques will be used for digital pattern models for building information systems in landmark restoration and conservation studies.

Key words

Ottoman Tile, Close Range Photogrammetry, CAD Modeling, Building Documentation

1. Giriş

Fotogrametrinin, dökümantasyon tekniği içinde evrenselleşmesinde birkaç faktör etkili olmuştur. Basitliği, ucuzluğu, hızlı bir metod oluşu onu çok sayıda insan için ulaşılabilir kılmıştır. Fotogrametrinin halka mal olması, herkes için fotogrametri gibi bazı terimler bu olgunun tanımlanması amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Bu yeni eğilim, koruma amaçlı dökümantasyon çalışmalarını hızlandırmıştır (DERENY 1993). Bu çalışmanın amacı, geleneksel Osmanlı çini motifininin dökümantasyonu için fotogrametrik modelin kullanılmasıdır. Restorasyon çalışmalarında sayısallaştırma hatalarını en aza indirirken, modelleme hızını arttıran bir yöntem kullanılması gereklidir. Özellikle tarihi Osmanlı çinilerinin restorasyonu çalışmalarında renksel ve motifsel doğruluğun yanı sıra geometrik model de önemlidir. Bu tarihi çinilerin dökümantasyon hızını, doğruluk azalmadan artırabilmek için yersel fotogrametri teknikleri kullanılarak bir ölçme sistemi tasarlanmıştır (KUBAN 2008, SAĞLAMER vd. 1999).

Yakın resim fotogrametrisi mimari ve arkeolojik çalışmalarda sıkça başvurulan bir yöntemdir. Özellikle modellenen ve ölçülecek cisimler eşsiz ve değerli olduklarında bunlara en az sayıda insan elinin değmesi gereklidir. Antik çiniye dokunmaksızın, onun gerçek ölçeğinde hızlı bir şekilde modellenmesi bu çalışmanın ana amacıdır (ATKINSON 1996, BRUMANA 2005, ERGUN 2006).

“Günümüz Teknolojisiyle Geleneksel İznik Çinilerinin Dökümantasyonu ve Reprüdüksiyonu” başlıklı bir araştırma projesi 1990’larda, Devlet Planlama Teşkilatı tarafından yürütülmüştür. Bu projenin kapsamı, Rüstempaşa Camiindeki Osmanlı çinilerinin dökümantasyonudur. Bu çalışmada çini desenleri elle çizilmiştir. Elle çizilen örnekler, bir tarayıcı ile taranmış ve 0.02 mm. sayısallaştırma duyarlılığı ile Adobe Photoshop yazılımı kullanılarak renklendirilmiştir. Çininin orijinal renklerine benzer olarak renkler Adobe Photoshop yazılımından seçilmiştir (ATKINSON 1996, BRUMANA 2005).

Benzer araştırmalar içerisinde bu tarz çini deseni örneklerinin dökümantasyonunda fotogrametrik modelleme daha iyi sonuç vermiştir. Bu araştırma Osmanlı çinisininin modellenmesini içerir. Seçilen çini 148,5 x 248,2 mm. boyutlarında Şekil 1’de gösterilen mimari desenli bir çini örneğidir.

¹ Yrd.Doç. Dr., ² Arş.Gör. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 41400 Kocaeli

³ Yrd.Doç.Dr., Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 41400, Kocaeli



Şekil 1: Çalışmada kullanılan çini (148,5x248,2 mm.)



Şekil 2: Çini figürü

Bu çalışmalar incelendiğinde, yapılan çalışma ile sadece ülkemizin tarihi eserlerinin başında gelen Osmanlı çinilerinin dijital ortamda belgelenmediği, aynı zamanda bu belgeleme çalışmasının tarihi eserin gerçek boyutlarını da ifade eden üç boyut bilgilerini içerdiği de görülmektedir. Bu çalışma, literatürde tarihi belgeleme için kendi alanında ülkemizde bir ilk olmuştur.

2. Anadolu Seramik Çinileri

Anadolu'da mimari süslemede çini örnekleri on üçüncü yüzyılın ilk çeyreği içinde görülmüştür. İlk örnekler, 15. yy. Klasik Osmanlı Dönemine kadar Selçuk çinileridir ve iki gruba ayrılırlar. İlk grup kil ocağının içinde fırınlanıp cilalanan "cilalı tuğla", ikinci grup ise "cilalı tablet"lerdir. Cilalı tabletler dikdörtgen, kare, altıgen veya sekizgen çinilerdir (KUBAN 2008).

Çiniler Osmanlı mimarisinde genellikle dekoratif özellikler için iç mekânlarda kullanılmışlardır. 16. yy.'ın ilk yarısında, çini üretimi ve kullanımı yaygınlaşmaya başlamış ve standartlar benimsenmiştir. 16. yy.'ın ikinci yarısında, Şekil 2'de gösterildiği gibi çiçek desenli kompozisyonlar kullanılmaya başlanmıştır. Yaprak, ağaç, çiçek figürleri içeren bu kompozisyonlar çini üretimin en önemli motifleri olmuştur. Diğer sıklıkla görülen motifler ise geometrik ve doğal motiflerdir (SAĞLAMER vd. 1999). Şekil 2 ve 3'de bu desenlerin örnekleri görülmektedir.



Şekil 3: Çiçeksel kompozisyon

Lale en yaygın olarak kullanılan çiçek motifidir. Başarılı bir çini uygulamasında motif ile arka plan arasında seçilen renklerin kontrastı da önemli faktördür. Bu farklı desenlerin ayırımı kolaylaştırır. Sarı ve yeşil 16. yy. 'ın ilk yarısında çini üretiminde baskın renklerdir, ikinci yarısında ise beyaz ve mavi baskın renk olmuşlardır. Mercan kırmızısı 16. yy'ın ikinci yarısında kullanılmaya başlanmıştır.

3. Fotogrametrik Modelleme

Objelerin fotogrametrik modellenmesi bugün çok çeşitli amaçlar için kullanılır. Dijital fotogrametrik sistemler, yüksek çözünürlüklü CCD kameralar ve güçlü bilgisayar teknolojileri kullanılmaya başlamasından bu yana, endüstriyel uygulamalarda, çeşitli ölçme problemlerinin çözümü için kullanılmışlardır. Yakın resim fotogrametri uygulamalarında çalışma koşulları genellikle zordur. Bu tarz koşullar içerisinde harita mühendisi en uygun çözümü bulmak zordur. Endüstriyel video kameralar, yaygın olarak yakın

resim fotogrametrisi için kullanılmaktadırlar. Sayısal görüntülerin kaydedilmesindeki kolaylıklarla beraber endüstriyel kameralar, küçük sensör yapıları ve taşıma kolaylıklarıyla bilgisayar görüntü kartlarının teknolojisini en iyi kullanan donanımlardır. Bu bölümde Osmanlı dönemine ait bir çini parçasının belgelenmesi için yapılan fotogrametrik modelleme uygulaması anlatılmıştır. Çalışma için genel akış şeması Şekil 4’de verilmiştir

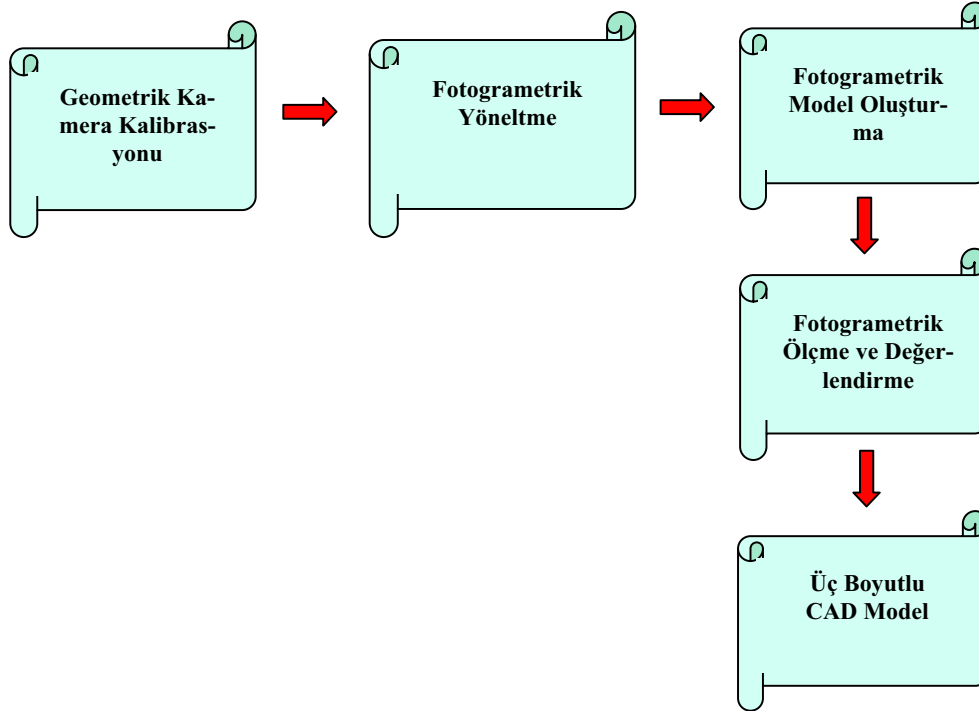
3.1. Geometrik Kamera Kalibrasyonu

Radyal distorsiyon; görüntüde düz çizgi olarak gözükmeye başlayan detayların eğrisel olarak iz düşmesini sağlayan temel bir etkidir. Bu etki farklı odak uzaklıklarında ve farklı merceklere değişen sistematik bir fonksiyondur. Her nokta iyi odaklanmış olduğu halde, radyal distorsiyon bütün görüntüyü deforme eder. Radyal distorsiyon, CAD sunumunda çini yüzeyi üzerinde geometrik hatalara sebep olur. Dizayn ve üretim aşamaları nedeniyle, mercekler

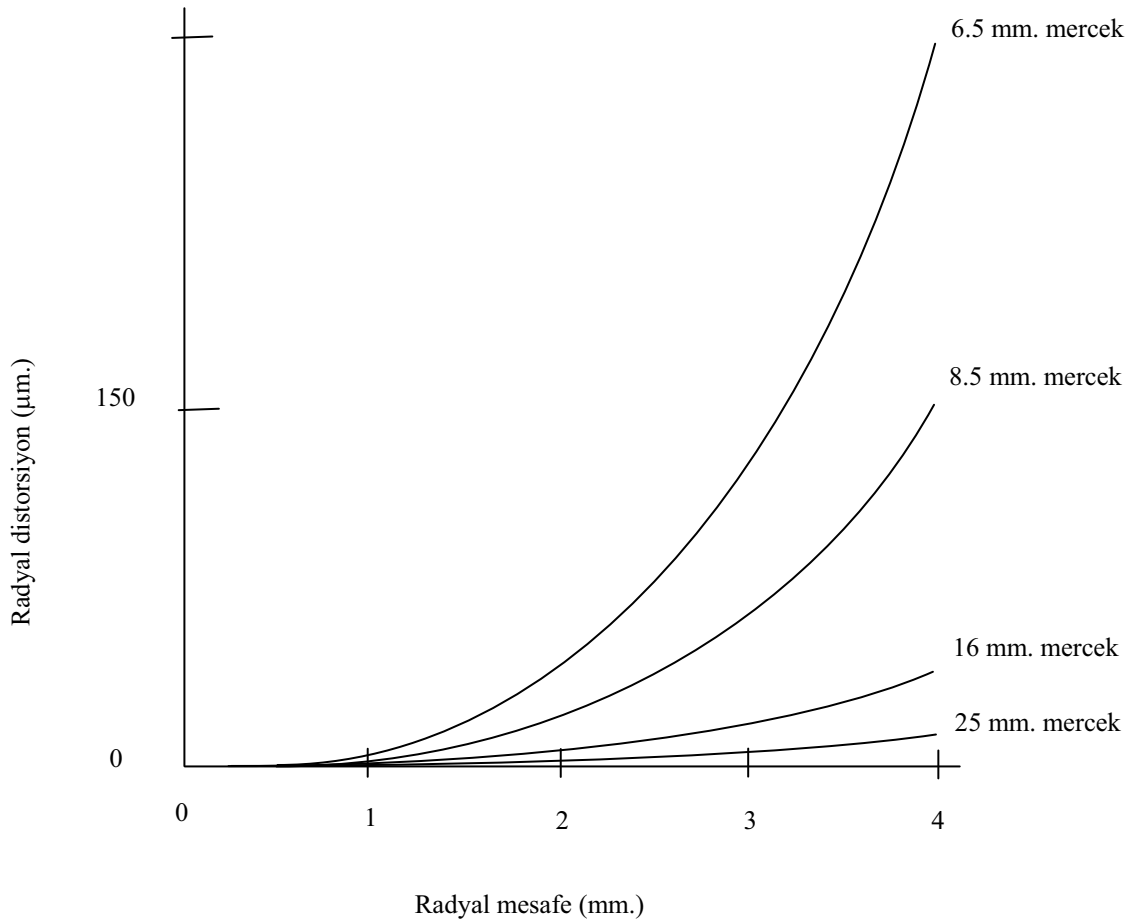
görüntü üzerinde bazı hatalar üretir. Küresel aberasyon, koma astigmatizm, alan eğriselliği, mercek radyal distorsiyonu ve kromatik distorsiyon altı ana hata kaynağıdır. Bu hata kaynaklarından en önemli olanı radyal mercek distorsiyonudur (ATKINSON 1996, BRUMANA 2005, ERGUN 2006).

Üretim fiyatını düşürmek için, dijital kameralar küresel yüzeye sahip merceklerle üretilirler. Bu küresel mercekler kendiliğinden radyal distorsiyona sahiptirler ve sistematik hata olarak resim koordinatlarına etki ederler. Bu etki, fonksiyonel olarak polinom denklemi ile ifade edilerek resim koordinatlarına düzeltme olarak getirilir. Böylece ayrı kamera modelleri tarafından kullanılan mercekler, farklı radyal distorsiyon derecelerine sahip olabilirler (ATKINSON 1996).

Radyal distorsiyonun radyal uzaklığa göre farklı odak uzunlukları için grafiği Şekil 5’te verilmiştir.



Şekil 4: Çalışma akışı



Şekil 5: Farklı odak uzaklıklarındaki distorsiyon eğrisi

Metrik kamera dizaynı ve yapımı bu tarz distorsiyonları en aza indirmeyi sağlar, fakat genellikle kalibrasyon gereklidir. Radyal mercek distorsiyon hatası genellikle ana noktadan uzaklığa bağlı olarak bir polinom fonksiyonu ile ifade edilir (ATKINSON 1996):

$$\delta r = K_1 r^3 + K_2 r^5 + K_3 r^7 \quad (1)$$

Burada δr bir fotoğraf noktasının radyal uzaklığıdır.

$$r^2 = (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2, \quad (2)$$

r bir noktanın resim koordinat sistemi merkezine açısal mesafesi olarak üzere, (x, y) fotoğraf noktasının koordinatları, (x_0, y_0) ana nokta koordinatlarıdır. K_1 , K_2 ve K_3 kamera odak ayarlarına bağlı katsayılarıdır.

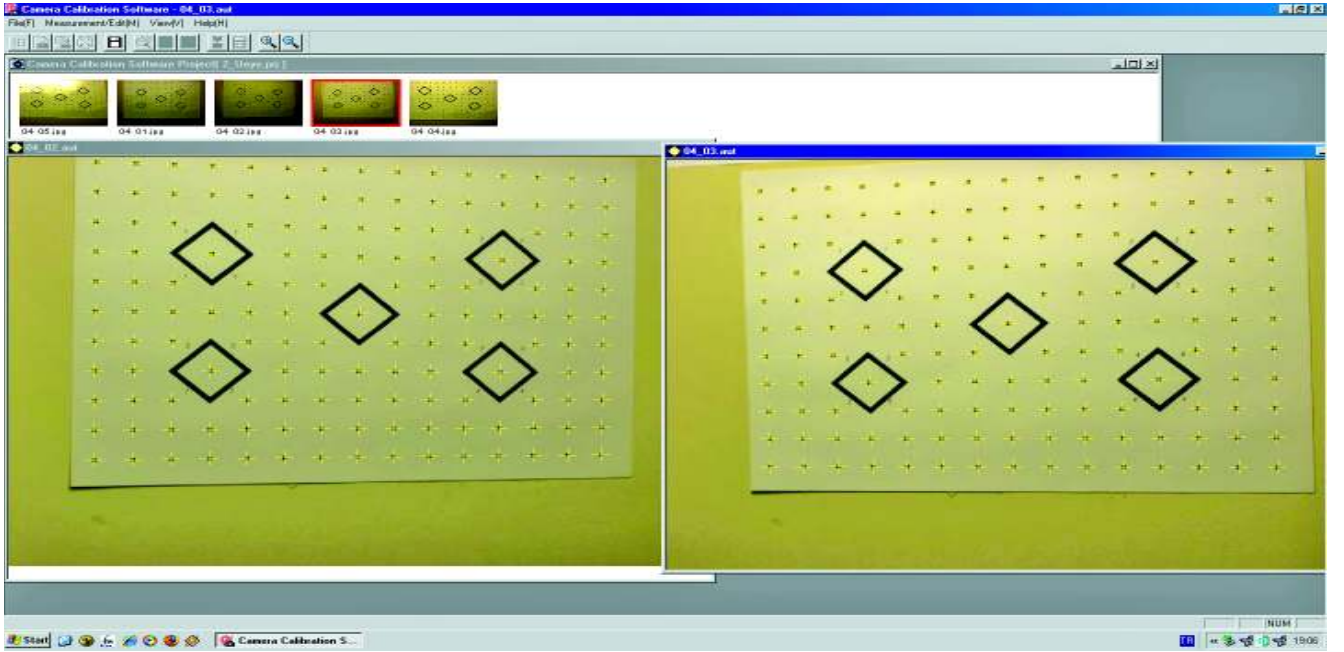
δr distorsiyonu genellikle iki bileşenle çözülür.

$$\delta r_x = \delta r (x - x_0) / r \quad (3)$$

ve

$$\delta r_y = \delta r (y - y_0) / r \quad (4)$$

Dört adet, sabit odak uzaklıklı 16 mm. Pentax mercekli (CCTV), Ueye-2230 kameralarının geometrik kalibrasyonu TOPCON PI-Calib yazılımı ile iki boyutlu A4 büyüklüğünde kalibrasyon alanı ile yapılmıştır. Bu kalibrasyon çalışmasına ait görüntü Şekil 6'da verilmiştir. Dört adet kamera için kalibrasyon parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 6: PI-3000 kalibrasyon yazılımından görüntü

Tablo 1: Kamera kalibrasyon parametreleri

Kamera no Mercek no	c (mm.)	X ₀ (mm.)	y ₀ (mm.)	K ₁ (mm.)	K ₂ (mm.)	P ₁ (mm.)	P ₂ (mm.)
4002704847 463490	16.126380	2.922502	2.241684	1.343546x10 ⁻³	-3.770213x10 ⁻⁵	-2.03327x10 ⁻⁴	-5.36897x10 ⁻⁴
4002704846 463459	15.984727	2.957662	2.059350	1.130501x10 ⁻³	-2.244936x10 ⁻⁵	-4.44978x10 ⁻⁴	-5.749067x10 ⁻⁴
4002704844 460535	15.950093	3.154344	2.186467	4.435404x10 ⁻⁴	1.756921 x10 ⁻⁶	-6.65668x10 ⁻⁴	-2.603092x10 ⁻⁴
4002679106 463644	15,886334	1,924322	1,588383	1,702855x10 ⁻³	-8,417302x10 ⁻⁵	1,22405x10 ⁻³	-6,726401x10 ⁻⁴

3.2. Fotogrametrik Yöneltilme ve Değerlendirme

Gerçek zamanlı yakın resim ölçme sistemi, 77 kontrol noktalı kalibrasyon alanı ile yöneltilmiştir. Gerçek zamanlı yakın resim ölçme sistemi, tasarım olarak video kameralar kullanılarak oluşturulmuş bir çalışma sistemidir.

Bu kontrol noktalarının üç boyutlu koordinatları CNC makinesinde ölçülüp, doğrulukları 0.001 mm. olarak belirlenmiştir. Dört adet kameranın fotogrametrik keşişmesi ışın

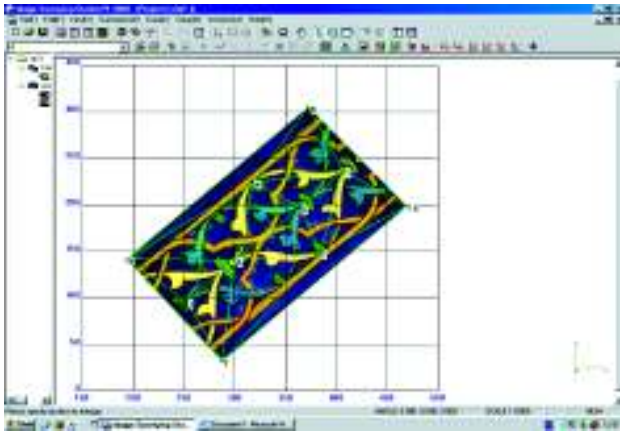
demetleri ile blok dengeleme metodu ile hesaplanmıştır. Ardından çini ölçme sistemine yerleştirilmiş ve dört farklı yöndeki kameradan eş zamanlı olarak görüntüler alınmıştır. Bu donanım için kullanılan görüntüleme yazılımı eş zamanlı görüntüleri kaydetmektedir.

Şekil 7 uygulama prosedürü ve kurulum uygulamasını göstermektedir.



Şekil 7: Kurulum ve görüntüleme yöntemi

Üç boyutlu modellemede görselleştirme için gerekli olan fotogrametrik ortofoto üretimi için düşeye çevrilmiş üç boyutlu model, dört farklı bakıştan dört farklı noktadan çekilen fotoğraf kullanılarak elde edilmiştir. 1:1 resim ölçeğinde tek bir pikselin büyüklüğü 0.015 mm. dir. Bu değer sayısal yüzey modelinde (TIN) detay kaybını en aza indiren değer olarak kabul edilebilir. Elde edilen yüzey modeli Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8: Çini yüzey modeli

Fotografların içerdiği belgesel bilgiler dışında (renk, desen, vb.) üç boyutlu konumlandırma için kullanılacak koordinat ve yüzey geometrisi, fotogrametrik olarak üretilip sonuçlar doğrulukları ile beraber incelenmiştir. Planimetrik olarak elde edilen yüzey modelinin gerçek ölçekteki hatası 0.01 mm. olarak hesaplanmıştır. 1:1 ölçeğinde bir model gösteriminde bu doğrulukta yöneltme yapabilmek için 77 kontrol noktası içeren bir test alanı kullanılmıştır. Öncelikle yapılan yöneltmede ulaşılan doğruluk test edilmiş ve obje için yapılan yöneltmede, aynı dış yöneltme parametreleri kullanılarak sonuca gidilmiştir. Sağlanan bu yöneltme doğruluğu ile yapılan düşeye çevirmede, 1:50 ölçeğinde 5 piksellik bir karesel ortalama hata elde edilmiş ve sonuç olarak elde edilen düşeye çevrilmiş görüntü 1:1 ölçeğinde Şekil 9'da sunulmuştur.

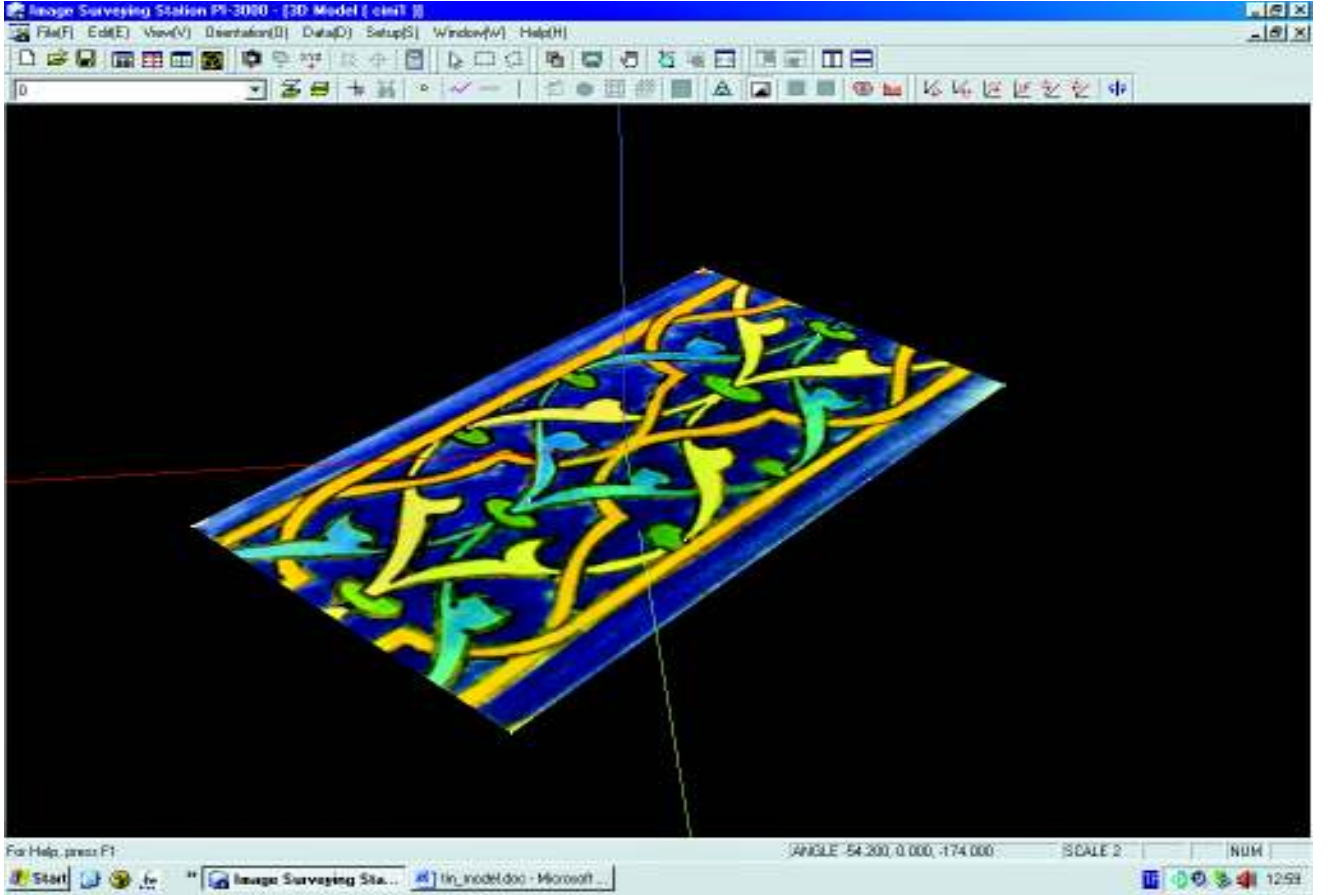


Şekil 9: Düşeye çevrilmiş resim

3.3. CAD Uygulaması ve Geometrik Doğruluk

Geleneksel metotlar ile gerçek çini yüzeyinin detaylı olarak üç boyutlu modellenmesi oluşturmanın zorluğunun yanı sıra, doğrudan ölçme ve CAD teknolojisi, eserin detaylarını yakalamak için aşırı zaman harcanmasını engellemiştir. CAD yazılımı kullanılması, görsel olarak desenlerin de sunulabildiği en gerçekçi modelin oluşturulmasını da sağlamıştır. Bu veri, renk ve yüzey şekli ile ilgilidir. Çini detayları yüksek kalitededir, gerçek ölçeğe dönüştürülmüştür ve CAD tekniği kullanılarak çizilmiştir. Metrik bilgileri içeren sonuç modeller ve üç boyutlu modeller görselleştirilmek, editlenmek ve işlenmek için geleneksel formatlara (dxf, dxb, vrm, vb.) çevrilmeye hazırdır. Bu ölçme sisteminin diğer bir özelliği de doğrudan elde edilen görüntülerden gerçek ölçekte ortofoto modellerin üretilmesinde sağladığı doğruluk ve kolaylıktır (ARIAS vd. 2007).

Üretilen üç boyutlu sayısal yüzey modelinin doğruluğunu hesaplamak için yöneltmelerin doğruluğu ve operatörün uygulama doğruluğu değerlendirilebilir. Yakın resim fotogrametrisinde fotoğraf ölçeği, baz uzaklığı ve cisim uzaklığı arasındaki ilişki, yöneltmedeki kontrol noktaları için bütün modelin karesel ortalama hatalarını etkilemektedir. Böylece, dış yöneltmenin doğruluğu sayısal yüzey modelinin hassasiyeti olarak tanımlanabilir. Yersel fotogrametrik uygulamalarda kalibrasyon doğruluğu ile model doğruluğu arasında doğrudan bir ilişki vardır. Gerçekten bu hatalar sayısal CAD modeli üretimi sırasında süzgeçlenerek ve çalışma sırasında yumuşatılarak elemine edilebilir. Tablo 2 dış yöneltme parametrelerini ve üç boyutlu modelin karesel ortalama hatasının göstermektedir. Şekil 10 fotogrametrik değerlendirme ile elde edilen ortofoto verisini gösterir.



Şekil 10: Çini ortofotosu

Tablo 2: Dış yöneltme parametreleri ve oluşan üç boyutlu model için doğruluk

Dış Patametreler	$X_0(\text{mm})$	$Y_0(\text{mm})$	$Z_0(\text{mm})$	ω (gon)	ϕ (gon)	γ (gon)
Görüntü No:4	708.7569	260.7872	739.0634	-3.42	39.02	-198.02
K.O.H.	± 0.023	± 0.022	± 0.028	± 0.001	± 0.001	± 0.001

4. Sonuç

150,0mm. x 250,0 mm. boyutlarındaki her çininin renklendirilmiş sayısal örneğinin hazırlanması, geleneksel metotla yaklaşık bir gün sürmektedir. Tablo 3'teki fotogrametrik metotla karşılaştırıldığında bu oldukça uzun bir zamandır. Geleneksel metotla elde edilen dokümantasyonda sayısallaştırma duyarlılığı 0.02 mm. iken, fotogrametrik metot ile elde edilen dokümantasyonda sayısallaştırma duyarlılığı 0.01 mm. dir. Aynı zamanda, renkler Adobe photoshop

yazılımından seçildiği için orjinal renk tonunu yansıtmaz. Elle çizimden elde edilen kağıt kopya, şeffaf kağıt zamanla çizimin orijinalliğini kaybettiği için yaklaşık beş yıl ömürlüdür. Beş yıldan sonra kağıt kopyadan desenin bir sayısal kopyasını tekrar üretmek mümkün değildir. Hassasiyet ve renkler orijinal deseni yansıtmaz. Geleneksel metot ile fotogrametrik metot arasındaki üretim zaman, hassasiyet, renk, yaşam ömrü ve taşınabilirlik bakımından karşılaştırma Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Restorasyonda kullanılan geleneksel metot ile fotogrametri metodunun karşılaştırılması

Metotlar	Harcanan Zaman	Hassasiyet	Renk	Saklama Ömrü	Taşıma
Geleneksel	18 saat	0.02 mm.	Orjinal Değil	5 yıl	Döküman
Fotogrametri	30 dakika	0.01 mm.	Orjinal	Sınırsız	Sayısal Döküman

Restorasyon amaçlı yeniden üretim için doğru ve en az sayısallaştırma hatası olan yöntem tercih edilir. Görüldüğü gibi minimum sayısallaştırma hatası fotogrametrik metottan elde edilmektedir. Ayrıca fotogrametrik metot ile hazırlanan dokümantasyonda çininin orijinal renkleri elde edilmektedir. Restorasyonun asıl amacı renk ve boyut dokümantasyonunun eksiksiz olarak uygulanacağı yeniden üretim çalışmasıdır. Buna ilave olarak renk ve boyut dokümantasyonunun doğruluğu yeniden üretimi etkileyen temel etkindir.

Binaların restorasyonu evresinde, özellikle Osmanlı mimarisi alanında çinilerin yeniden aslına en uygun şekilde üretimi yöntemi kullanılmaktadır. Bu çalışmalarda çini dokümantasyonu için yerinde tespitin dışında üretilecek, aslına uygun modellerin CAD ortamında oluşturulmaları yeni kullanılan yöntemlerdir. Bu tip çalışmalar için yakın resim fotogrametrisi esasen en iyi sonucu verebilecek süre olarak da en avantajlı yöntemdir. Restorasyon çalışmalarında yeniden üretilecek modelin kopyası, bina üzerinden söküldükten sonra hazırlanır. Bu sistem ile sökülen kopya laboratuvar ortamından çıkmadan arşivlenebilmektedir.

Osmanlı çinileri, eski Türk ve Balkan tarihinin en önemli kültürel miraslarındandır. Osmanlı mimarisinde, özellikle iç mekanlarda çiniler kullanılmıştır. Bu yüzden geleneksel çininin korunması kültürel mirasın belgelenmesinde önemlidir. Bu tür çalışmalar tüm dünyada kültürel mirasın ko-

runması için uluslararası kuruluşlar tarafından desteklenmektedir.

Kaynaklar:

- ARIAS P., ORDONEZ C., LORENZO H., HERRAEZ J., ARMESTO J.: **Low-Cost Documentation Of Traditional Agro-Industrial Buildings By Close Range Photogrammetry**, Building and Environment, Volume 42, Issue4:1817-1827, 2007.
- ATKINSON, K. B.: **Close Range Photogrammetry and Machine Vision**, Whittles Publishing, Whittles Publishing, ISBN: 1-870325-46-X, 1996.
- BRUMANA R., MONTI C., MONTI G., VIO E.: **Laser Scanner Integrated By Photogrammetry For Reverse Engineering To Support Architectural Site And Restoration of The Mosaic Floor Inside St. Mark's Basilica In Venice**, CIPA 20. International Symposium, Torino, Italy, 2005.
- DERENY E E.: **Low Cost Soft Copy Mapping**, Proceedings of the SPIE Conference on Integrating photogrammetric Techniques with Scene Analysis and Machine Vision. Orlando, Florida: SPIE; p. 223-30., 1993.
- ERGUN B.: **An Expert Measurement System For Photogrammetric Industrial Applications**, Measurement, Volume 39:415-419., 2006.
- KUBAN D.: **Selçuklu Çağında Osmanlı Sanatı**, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 2008.
- SAĞLAMER G., BATUR A., ERDEM A., KAHYA Y., TANYELİ G., TÛTENGİL A. : **"Iznik Tiles: Rüstem Paşa Mosque"**, Technical University of Istanbul Scientific CD-Rom Series No:001, İTÜ Vakfı, 1999.