

Sayısal Yersel Fotogrametri Yöntemiile Sarıyer İstanbul'da Siluet Üretimi

Naci Yastıklı¹, Zehra Çetin¹, Elif Arslan¹

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
e-posta:(ynaci, zerisir>@yildiz.edu.tr, arslanelif9@gmail.com

Geliş Tarihi: 27.01.2017 ; Kabul Tarihi: 24.07.2017

Özet

Sayısal yersel fotogrametri uzun yıllardır tarihi ve kültürel miras özelliği taşıyan yapıların belgelenmesi ve 3 boyutlu modelleme çalışmalarında başarıyla kullanılmaktadır. Siluet üretiminde de sayısal yersel fotogrametri yöntemi, sadece fotoğrafların kullanımına ihtiyaç duyması, 3 boyutlu değerlendirmeimkânı, görüntü eşleme algoritmaları ile nokta bulutu ve ortofoto üretimi imkânları ve ekonomik olması nedeniyle başarı ile kullanılmaktadır. Sayısal yersel fotogrametri yöntemi tüm yöneltme ve çizim işlemlerini, sayısal yüzey modeli (YM) ve ortofoto üretimini sayısal ortamda gerçekleştirme olanağına sahiptir. Çalışmaların amacı doğrultusunda yersel fotogrametri ile yersel lazer tarayıcılar ya da hava LiDAR sistemleri gibi farklı yöntemlerle de bütünleşik olarak kullanılabilir. Bu çalışmada, İstanbul silüetinin korunması ve değişimlerin izlenmesi amacıyla sayısal yersel fotogrametri kullanılarak Sarıyer Yeni Mahalle'de siluet üretiminin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, kalibre edilmiş 49,1689 mm odak uzaklıklı Nikon D3X sayısal SLR kamera kullanılarak konvergent alım yöntemi ile denizden sayısal fotoğraflar kaydedilmiştir. Sayısal fotoğraflar kullanılarak yöneltme işlemleri, 3B siluet çizimi ve nokta bulutu üretimi PhotoModeler yazılımı kullanılarak başarı ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışma ile İstanbul'daki Tarihi Yarımada, Haliç ve Boğaz'daki siluet çalışmalarının sayısal yersel fotogrametri yöntemi ile ekonomik bir şekilde yapılabileceği ortaya konulmuştur. Önerilen yaklaşımla sayısal yersel fotogrametri yöntemi ile büyük bütçelere ihtiyaç duyulmadan İstanbul kent silüetindeki değişimler kolaylıkla izlenebilir ve mevcut silueti bozan kentsel yapılaşmaya zamanında müdahale edilebilir.

Anahtar kelimeler

Siluet; Sayısal Yersel Fotogrametri; Yöneltme; 3B Değerlendirme; Nokta Bulutu; Sayısal Yüzey Modeli

The Silhouette Generation by Digital Terrestrial Photogrammetry Method in Sariyer, Istanbul

Abstract

Digital terrestrial photogrammetry has been used successfully for many years in the documentation and 3D modeling of buildings, which have recorded historical and cultural heritage. In silhouette generation, digital terrestrial photogrammetry method is used successfully because it requires only the use of photographs, possibility of 3-D evaluation, the generation of the dense point cloud and orthoimage using the image matching algorithms and its low cost. The digital terrestrial photogrammetry has the ability to perform all the orientations and drawings, generation of digital surface model (YM) and orthoimage in the digital environment. Terrestrial photogrammetry can be integrated with different methods such as terrestrial laser scanners or air LiDAR systems according to goal of the studies. In this study, it was aimed to perform silhouette generation in Sariyer, Yeni Mahalle using digital terrestrial photogrammetry in order to preserve the silhouette of Istanbul and monitor the changes. For this purpose, digital photographs were recorded by using a calibrated Nikon D3X digital SLR camera with a focal length of 49.1689 mm with a convergent acquisition mode from the sea. Orientations were performed with digital photographs and 3D silhouette drawing operations and point cloud generations have been successfully accomplished by using PhotoModeler. The results of the our study revealed that the silhouette studies of Historical Peninsula, the Golden Horn and the Bosphorus in Istanbul can be done economically using low cost digital terrestrial photogrammetry. According to the proposed approach, the changes in the urban silhouette of Istanbul can be easily monitored and intervened in time to the urban structure that damage the existing silhouette using digital terrestrial photogrammetry method without the need for large supply.

Keywords

Silhouette; Digital Terrestrial Photogrammetry; Orientation; 3D Plotting; Point Cloud; Digital Surface Model

1. Giriş

Dünyanın en tarihi şehirlerinden biri olan İstanbul, Türkiye'nin en kalabalık, ekonomik ve sosyo-kültürel açıdan en önemli şehridir. İstanbul, Avrupa ve Asya'yı birbirine bağlayan stratejik konumu, doğal ve coğrafi özellikleriyle tüm Dünya için geçmişten günümüze çok önemli bir yere sahip olmuştur. İstanbul'un en önemli simgelerinden biri, kuzeyde Haliç, doğuda İstanbul Boğazı ve güneyde Marmara Denizi ile çevrili kısmı olan Tarihi Yarımada'nın silüetidir. Yedi tepeli İstanbul, sayısız tarihi ve kültürel miras özelliği taşıyan yapıları ile her noktadan farklı bir kent silüeti sunmaktadır. Tarih boyunca farklı uygarlıklara tanıklık eden ve üç imparatorluğa başkentlik yapan İstanbul, tarihi ve kültürel mirasının yanı sıra sahip olduğu bu eşsiz kent silüeti ile de diğer kentlerden ayrılmaktadır.

Kültürel miras özelliği taşıyan yapılar ve özellikle bu yapıların gökyüzü ile kesiştiği hat olarak ifade edilen silüetin korunması kentlerin tarihi kimliklerinin kaybolmaması açısından oldukça önemlidir (Şahin vd. 2012). Tarihi kimliği oluşturan alanların mevcut silüetinin elde edilmesi koruma prosedürünün en önemli adımlarından biridir (Kultur vd. 2003). Silüet değişiminin izlenmesi ve kontrol altında tutulması amacıyla belli periyotlarda tespitinin yapılması gerekmektedir.

1950'lerden itibaren artan nüfus yoğunluğu ve düzensiz kentleşme, ulaşım ve sosyal yapıda yaşanan değişimler başta Tarihi Yarımada ve Boğaziçi olmak üzere İstanbul'un tarihi kimliği ve kentin silüetini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle silüetin korunması için bazı çalışmalar yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. İstanbul'da ilk silüet projesi 1998'de, ikincisi ise 2003'te üretilmiştir (Kultur vd. 2003). Bu projeler eski kentin yapısını korumak için en önemli belgelerdendir. Bu çalışmalarda, boğazın her iki tarafındaki silüet değişiminin kontrolü için silüet haritaları üretimi ve bu dokümantasyon çalışmalarının belirli sıklıklarda tekrarlanmasının önemi vurgulanmıştır (Kultur vd. 2003). İstanbul'un silüetini bozan olumsuzlukların önüne geçilmesi ve yüzyıllardır değişmeyen

kendine has bu silüetin gelecek kuşaklara aktarılması için gerçekleştirilen bir diğer çalışma ise, İstanbul Büyükşehir Belediyesi 13.01.2012 tarih ve 173 nolu meclis kararıdır. Bu karar ile kentin silüetinin kontrol altına alınması hedeflemiştir. İstanbul silüet ana planı ve bu plana destek olacak bölgesel silüet çalışmalarının yapılması, silüet değişiminin kontrol edilmesi ve özellikle Tarihi Yarımada'nın silüeti etkileme potansiyeline sahip çeper alanlardaki yapılar için deniz seviyesine göre maksimum saçak kotu yüksekliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılması ilgili meclis kararı ile kararlaştırmıştır. Bu karar, İstanbul silüetinin korunması için mevcut bina yüksekliği sınırlamalarının kontrol edilmesi, silüeti olumsuz etkileyen planlama hatalarının tekrar yaşanmaması için uygun nitelikte şehir planlaması ve sonucunda yapılaşmanın sağlanması ve kaçak yapılaşmaların da izlenebilmesi noktasında belirli aralıklarla gerçekleştirilecek silüet çalışmalarının önemini arttırmıştır.

Sayısal yersel fotogrametri yöntemi, tarihi ve kültürel yapıların belgelenmesi ve rölelerinin hazırlanmasında yıllardır başarı ile kullanılmaktadır. Gelişen bilgisayar ve bilgi teknolojileriyle birlikte daha da ön plana çıkan yersel fotogrametri ile elde edilen sonuç ürünler, CAD ortamında belgeleme, üç boyutlu (3B) modelleme gibi sayısız mühendislik uygulamalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Yastıklı, 2005). Bu tür çalışmalarda, yersel fotogrametrinin yanı sıra son yıllarda gelişme gösteren yersel lazer tarayıcılar da kullanılabilir (Yastıklı, 2005). Proje bütçesi, zaman ve çalışma alanının özellikleri dikkate alınarak sayısal yersel fotogrametri ya da yersel lazer tercih edilmekte ve bazı durumlarda her iki yöntem bütünleşik olarak kullanılmaktadır. Silüet üretimi çalışmalarında ise sayısal yersel fotogrametri yöntemi, sadece fotoğrafların kullanımına ihtiyaç duyması, 3 boyutlu değerlendirme imkânı, görüntü eşleme algoritmaları ile nokta bulutu ve ortofoto üretimi imkânları ve diğer yöntemlere göre ekonomik olması nedeniyle öne çıkan yöntem olarak göze çarpmaktadır.

Bu çalışmada, sayısal yersel fotogrametrinin sunduğu imkânları kullanarak, İstanbul Boğazı'nda birinci koruma kuşağında yer alan diğer bir ifade ile yapı yasağı bulunan Sarıyer Yeni Mahalle'de siluetin korunması ve çeşitli sebeplerden dolayı meydana gelen değişimlerin izlenmesi amacıyla bir siluet uygulaması gerçekleştirilmiştir. Kalibre edilmiş Nikon D3X sayısal SLR kamera kullanılarak konvergent alım yöntemi ile denizden sayısal fotoğraflar kaydedilmiştir. Kaydedilen sayısal fotoğraflar kullanılarak yöneltme işlemleri, 3B siluet çizimi ve nokta bulutu üretimi PhotoModeler yazılımı kullanılarak başarı ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın amacı doğrultusunda, ikinci bölümde siluet üretimi için önerilen yöntemin detaylarına, çalışma alanı ve kullanılan verilere, üçüncü bölümde ise siluet üretimine ilişkin uygulama aşamalarına yer verilmiştir. Sonuç ve öneriler ise çalışmanın son bölümü olan dördüncü bölümde sunulmuştur.

2. Materyal ve Metod

Tarihi ve kültürel mirasın korunması için belgeleme, röleve, restorasyon, siluet üretimi gibi çalışmalarda sayısal yersel fotogrametri düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir bir yöntem olarak ifade edilebilir. Alım merkezinin yer üzerinde bir noktada olduğu sayısal yersel fotogrametri yönteminde, sayısal (dijital) kameralar ile çekilen fotoğraflar fotogrametrik değerlendirme aletlerine aktarılmakta ve bütün yöneltme ve çizim işlemleri bilgisayar ortamında gerçekleştirilmektedir (Yastıklı, 2005). Sayısal üç boyutlu vektör veri, sayısal ortofoto, sayısal yüzey ve arazi modelleri sayısal yersel fotogrametrinin yaygın ürünlerindendir ve bu ürünler belgeleme ve fotogrametrik röleve dışında üç boyutlu modelleme, üç boyutlu verinin görselleştirilmesi, yönetilmesi ve CBS ortamında sunulması gibi farklı uygulama alanlarında da sıklıkla kullanılmaktadır.

Günümüzde araştırmalar, fotoğraflar kullanılarak yüzey modeli üretimi üzerine yoğunlaşmıştır. Sayısal fotogrametri ile otomatik sayısal yükseklik modeli ya da yüzey modeli üretiminde kullanılan

geleneksel görüntü eşleme algoritmaları çoğunlukla öznelik tabanlı (feature-based matching) görüntü eşleme yaklaşımını kullanmaktadırlar (Yastıklı ve Bayraktar, 2014). Bu yaklaşımda önce stereo görüntü çiftlerinden birinde öznelikler çıkarılmakta sonrasında bu özneliklerin diğer görüntüdeki karşılıkları bulunmaktadır (Haala, 2013; Yastıklı, 2013). Öznelik tabanlı görüntü eşleme yaklaşımı dışında alana dayalı görüntü eşleme (area-based matching) ve ilişkisel görüntü eşleme (relational matching) diğer temel görüntü eşleme yöntemlerindedir (Wang, 1998). Bugün, görüntü eşlemeye dayanan 3B nokta bulutu üretimi için çeşitli yazılım araçları bir dizi araştırma enstitüsü ve fotogrametrik yazılım satıcısı tarafından sıklıkla geliştirilmektedir (Haala, 2013).

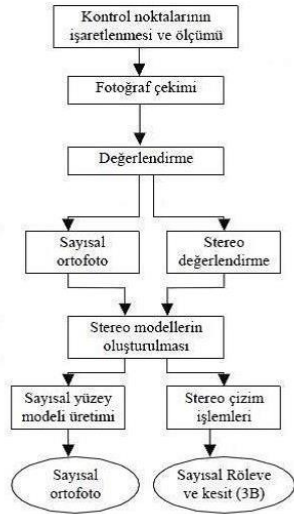
Bu çalışmada, İstanbul siluetinin korunması ve çeşitli sebeplerden dolayı meydana gelen değişimlerin izlenmesi amacıyla sayısal yersel fotogrametri yöntemi kullanılarak Sarıyer Yeni Mahalle'de siluet üretimi gerçekleştirilmiştir. Fotoğraflar kullanılarak, 3B siluet çiziminin yanında, görüntü eşlemeye dayanan yüzey modeli ve bu yüzey modeli kullanılarak elde edilen ortofoto da diğer sonuç ürünler olarak göze çarpmaktadır.

Siluet üretimi, İstanbul'un, en güzel ilçelerinden biri olan Sarıyer'e bağlı Yeni Mahalle'de gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Sarıyer Türklerin, Ermenilerin ve Rumların uzun yıllar boyunca birlikte barış içinde yaşayarak kültürel mozaığın en güzel örneklerini sergilediği bir ilçedir. Bugün de bu kültürlerin izlerini Yeni Mahalle gibi bir bölgede hem mimari hem de kentsel doku açısından görmek mümkündür. Boğazla bütünleşen yapısı, kıyı şeridindeki yalı ve köşklere de göz önüne alınırsa Yeni Mahalle siluet çalışması için uygun bir yer olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 1.Sarıyer Yeni Mahalle'de seçilen çalışma bölgesi.

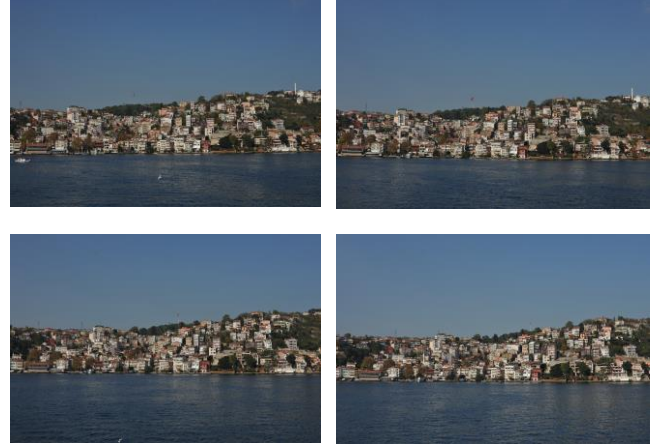
Bu çalışmada sayısal yersel fotogrametri yöntemi kullanılarak Sarıyer, Yeni Mahalle'de stereo çizim, üç boyutlu nokta bulutu üretimi ve ortofoto üretiminin gerçekleştirilmesi için izlenen işlem adımları (Yastıklı, 2005) Şekil 2'de özetlenmiştir.



Şekil 2.Yersel fotogrametri işlem adımları (Yastıklı, 2005).

Siluet üretimi için, 11 Kasım 2015 tarihinde Yeni Mahalle bölgesinin kıyı şeridi boyunca, kalibrasyonu daha önceki bir araştırma projesi çerçevesinde 2012 yılında yapılmış (Yastıklı vd., 2012), 49,1689 mm odak uzaklığına sahip, asal noktanın konumu (x0, y0) ise 0.6691 mm, -0.2326 mm olan Nikon D3X sayısal SLR kamera kullanılarak konvergent alım yöntemi ile denizden sayısal fotoğraflar kaydedilmiştir.Kıyı boyunca bindirmeli

olarak elde edilen fotoğraflar incelenerek en uygun görülen dört tanesi çalışmada kullanılmak üzere belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3.Siluet çalışması için elde edilen fotoğraflar.

3. Bulgular

Siluet çalışması, fotoğraflardan 3 boyutlu değerlendirme, nokta bulutu ve ortofoto üretimine olanak sağlayan PhotoModeler yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak çalışmada kullanılacak fotoğraflar seçilerek ve geometrik kalibrasyon sonucu elde edilen kamera bilgileri sisteme girilerek standart proje oluşturulmuştur. PhotoModeler yazılımı karşılıklı ve mutlak yöneltme işlemlerini bir arada yaptığı için kontrol ve bağlama noktaları aynı aşamada ölçülmüşve eşleştirilmiştir. Noktaların ölçülmesinde, ölçülen noktanın her fotoğrafta seçilebilir olmasına dikkat edilmiştir. Her fotoğraf için ölçülen kontrol ve bağlama noktalarının sayıları Tablo 1'de verilmiştir. Yöneltme aşamasında, kontrol ve bağlama noktalarının ölçülmesinin ardından bir fotoğraf referans olarak alınarak ölçülen her noktanın diğer fotoğraflarda da eşleştirilmesi sağlanmıştır.Eşleştirme işlemi 1.94 piksel karesel ortalama hata ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Kontrol ve bağlama nokta sayıları

Fotoğraf Numarası	Kontrol ve Bağlama Nokta Sayısı
1. Fotoğraf	2805
2. Fotoğraf	1774
3. Fotoğraf	2441
4. Fotoğraf	1273

Görüntü koordinatlarından referans koordinat sistemine geçiş için kontrol noktalarının sisteme girilmesi ve bu noktaların görüntülerde tanımlanması gerekir. Bu çalışmada kullanılan kontrol noktaları, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 2013 Eylül tarihinde çekilen hava fotoğraflarından üretilen 1/1000 ölçekli fotogrametrik hâlihazır haritalarda yer alan bina köşesi ve ayrıntı noktalarından seçilmiştir. Bu aşamada, referans koordinat sistemine ilişkin projeksiyon ve datum bilgileri sistemde tanımlanarak kontrol noktalarının referans koordinat sistemindeki koordinatları (X, Y, Z) .txt dosyası ile sisteme yüklenmiştir. Kullanılan kontrol noktası sayısı fazla değilse bu işlem manuel olarak da gerçekleştirilebilir. Sisteme yüklenen her referans koordinatının görüntüdeki yeri ile eşleştirilmesinin ardından referans koordinatlarına geçiş işlemi tamamlanmış olur (Şekil 4) ve bu aşamadan sonra kontrol ve bağlama noktaları 3 boyutlu olarak görülebilir.



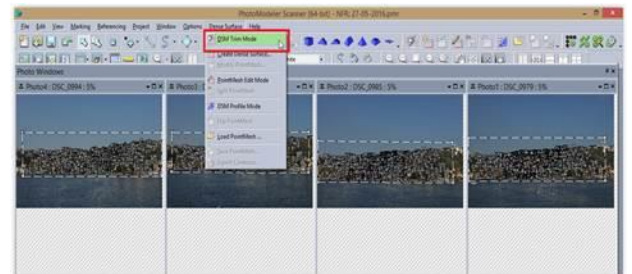
Şekil 4.3B referans koordinatlarının sistemde tanımlanması.

Siluet çizim işlemi sırasında, mevcut referanslandırılmış noktalara ek olarak çizgiyi oluşturan her yeni nokta referanslandırma işlemi yeniden yapılmıştır. Böylece çizgileri oluşturan tüm noktalar her fotoğrafta eşleşmiş olduğundan çizim sadece bir fotoğrafta gerçekleştiğinde diğer fotoğraflarda da otomatik olarak gerçekleşmiştir. Siluet üretiminin amacından yola çıkılarak binalarda pencere, kapı gibi detaylar olmadan, yapıların ve nesnelerin sadece kenar kısımları ifade edilecek şekilde çalışma bölgesinde 3 boyutlu siluet çizimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5.3B siluet çizimi.

Nokta bulutu üretimi aşamasında, ilk olarak nokta bulutu üretilecek alan tüm fotoğraflarda belirlenmiştir (Şekil 6). Bu sayede istenilen alan dışında nokta bulutu üretimi engellenmiş ve işlem daha kısa sürede gerçekleşmiştir. Nokta bulutu üretiminin tüm fotoğrafların kombinasyonunda gerçekleşmesi istendiğinden tüm kombinasyonlar işaretlenmiş ve uygulama alanının büyük olması nedeniyle 500 mm yer örnekleme aralığı (GSD) ile hedeflenen bölgelerde nokta bulutu üretiminin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Nokta bulutu üretimi sonrasında ise üçgenleme aşamasında, kaba hatalı noktaların temizlenmesi, nokta bulutunun seyreltilmesi, ayrıca nokta bulutu üretilemeyen alanlarda boşluk doldurma işlemlerinin gerçekleştirilmesi için ilgili adımlar da tamamlanmıştır. Nokta bulutu kullanılarak üretilen üçgenlenmiş ve boşlukları doldurulmuş çalışma alanına ait yüzey modeli Şekil 7'de görülmektedir. Şekil 7'de görüldüğü üzere nokta eşleştirme işlemindeki başarısızlıklar sebebi ile hedeflenen bölgede nokta bulutu üretilemeyen alanlar oluşmuştur. Bu uygulamada, ölçülen noktaların tamamının çalışma alanında bulunan ağaç ve yeşil alan, gölgeler, perspektif değişimleri sebebiyle tüm fotoğraflarda eşlenememesi ya da düşük doğrulukla eşlenmesi buna sebep olarak gösterilebilir.

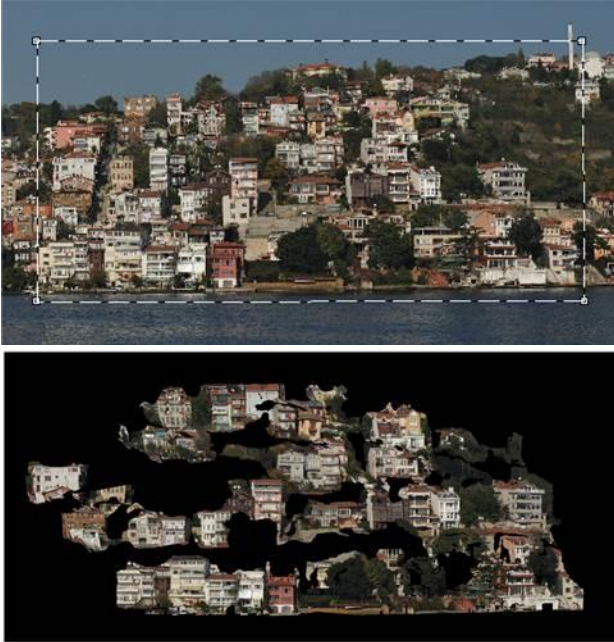


Şekil 6.Nokta bulutu üretilecek alanın belirlenmesi.



Şekil 7. Üretilen çalışma alanına ait yüzey modeli.

Üretilen yüzey modelinin ardından son olarak çalışmanın amacı doğrultusunda ortofoto üretimine geçilmiştir. Yine ortofoto üretilmek istenen alan belirlendikten sonra çekilen fotoğraflar ve üretilen yüzey modeli kullanılarak bilinear enterpolasyon yöntemi ile 10 cm yer örnekleme aralığına sahip 1/2000 ölçekli ortofoto üretim işlemi gerçekleştirilmiştir. Ortofoto için ölçek tanımlaması yapılacak çalışmanın amacı ve hedeflenen doğrulukla ilgilidir. Daha hassas çalışmalar için ortofoto ölçeği 1/1000 olarak da seçilebilir. Ortofoto üretimi için belirlenen bölge ve bu belirlenen bölge için üretilen ortofoto Şekil 8'de verilmiştir. Yüzey modeli üretimine benzer şekilde nokta eşlemede yaşanan sorunlardan dolayı üretilen ortofoto da boşluklar oluşmuştur.



Şekil 8. Ortofoto üretimi için belirlenen bölge (üst) ve bu belirlenen bölge için üretilen ortofoto (alt).

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, Sarıyer Yeni Mahalle'de sayısal yersel fotogrametri yöntemi ile 3B siluet üretimi başarıyla

gerçekleştirilmiştir. Çalışma sırasında yersel fotogrametri iş adımları izlenerek ilk olarak fotoğraf çekimi gerçekleştirilmiştir. PhotoModeler yazılımı kullanılarak yöneltme işlemleri, siluet çizimi, 500 mm yer örnekleme aralığı ile belirlenen bölgede sayısal yüzey modeli üretimi ve son olarak yine belirlenen bölgede bilinear enterpolasyon yöntemi kullanılarak yer örnekleme aralığı 10 cm olacak şekilde 1/2000 ölçekli ortofoto üretimi yapılmıştır.

Çalışma sırasında önerilen yaklaşımla düşük maliyetli yersel fotogrametri yönteminin siluet üretimi çalışmalarında başarı ile kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Bu çalışmada kamera kalibrasyon tarihi ile görüntü alım tarihi arasında 3 yıllık bir zaman farkı mevcuttur. Çalışmanın yersel fotogrametri uygulaması olması nedeniyle fotoğraf ölçeği hava fotogrametrisine göre daha büyüktür ve bu durum kamera kalibrasyon değerlerindeki zamana bağlı değişimin etkilerini azaltmaktadır. Ayrıca çok fazla sayıda ölçülen kontrol ve bağlama noktaları sonrasında elde edilen sonuçlar söz konusu zaman farkının doğruluğa etkisinin sınırlı olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmadaki yaklaşıma göre, nokta bulutu üretiminin görüntü eşleme yöntemi ile üretilmesi nedeniyle, eşlenik nokta sayısının fazla olması, eşlenik nokta ölçümünün uygun dağılımı ve ölçümün hassas bir şekilde gerçekleştirilmesi nokta bulutu üretiminin sıklığı ve doğruluğunu açısından dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardandır. Bu uygulamada, ölçülen noktaların tamamı çalışma alanında bulunan ağaç ve yeşil alan, gölgeler, perspektif değişimler sebebiyle tüm fotoğraflarda eşlenememiştir ve fotoğraf ölçeğinin oldukça küçük olması da nokta eşleme işlemi zorlaştırmıştır. Bahsedilen sorunlar işlem adımları sonucunda üretilen yüzey modeli, ortofoto kalitesi ve çözünürlüğünü olumsuz yönde etkilemiştir. Ayrıca geometrik doğruluğun daha da artırılması için kontrol noktalarının da fotogrametrik hâlihazır haritalardan seçilmesi yerine arazide ölçümleri gerçekleştirilebilir ve çok daha yüksek doğruluk gerektiren siluet çalışmaları için daha büyük ölçekli fotoğraflar kullanılabilir.

Bu çalışmada sayısal yersel fotogrametri işlem adımları izlenerek çalışma bölgesi olarak seçilen Boğaz'a komşu Yeni Mahalle'de gerçekleştirilen 3B siluet, yüzey modeli ve ortofoto üretimi 6 ay ya da 1 yıl gibi belirli zaman aralıklarında tekrarlanabilir niteliktedir. Bu şekilde, İstanbul Büyükşehir Belediye Meclisi'nin 13.01.2012 tarihli ve 173 nolu kararı ile bu bölge için tanımlanan yükseklikleri aşan binaların tespiti ve izlenmesi başarı ile gerçekleştirilebilir. Sayısal fotogrametri yöntemi ile izlenen siluet üretimi işlem adımları tüm Boğaz kıyı şeridinde ekonomik bir şekilde uygulanabilir ve mevcut silueti bozan yapılaşmanın önlenmesi sağlanabilir.

5. Kaynaklar

Haala, N., 2013. The Landscape of Dense Image Matching Algorithms. In: *Fritsch, D. (Ed.): Photogrammetric Week '13*, Wichmann, Berlin/Offenbach, 271-284.

Kulur, S., Altan, M. O., Duran, Z. ve Kardas, Y., 2003. Documentation Of The Silhouette Changes Of Istanbul Using Digital Photogrammetric Methods, *CIPA 2003*, Antalya, Turkey.

Şahin, C., Ergun, B. ve Alkış, A., 2012. Yakın Resim Fotogrametrisinde 3 Boyutlu Silüet Örnek Uygulaması: İstanbul Galata Bölgesi, *IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012)*, 16-19 Ekim 2012, Zonguldak, Türkiye.

Wang, Y., 1998. Principles and applications of structural image matching, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 53, 154-165.

Yastıklı, N., 2005. Sayısal Fotogrametri ve Yersel Lazer Tarayıcılar ile Belgeleme ve Üç Boyutlu Modelleme, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara, Türkiye.

Yastıklı, N., Güler, E. ve Bal, A., 2012. Fotogrametrik Belgelemede Kullanılan Sayısal ve Termal Kameraların Geometrik Kalibrasyonu, *IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012)*, 16-19 Ekim, Zonguldak, Türkiye.

Yastıklı N., 2013. Sayısal Arazi Modelleri Yüksek Lisans Ders Notu (Basılmamış), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yastıklı, N. ve Bayraktar, H., 2014. Yoğun Görüntü Eşleme Algoritmaları ile Yüksek Çözünürlüklü Sayısal Yüzey Modeli Üretimi, *V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)*, 14-17 Ekim, İstanbul, Türkiye.