JEOLJİDE FOTOGRAMETRİNİN KULLANIMI VE YAKIN RESİM FOTOGRAMETRİ YÖNTEMİ İLE KAYAÇLARIN MODELLENMESİ

Fatih TUZLU¹, Mehmet ÖZCELİK²

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 32260-Isparta, fatihtuzlu@gmail.com

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 32260-Isparta, ozcelikmehmet@sdu.edu.tr

ÖZET

Üç boyutlu modellemede fotogrametri yöntemi veri ihtiyacının karşılanması ve 3 boyutlu modelin oluşturulması için günümüzde çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde çok farklı amaçlara hitap edebilecek farklı ölçek ve boyutlarda haritalar ve modeller çok kısa sürede oluşturulabilmektedir. Bir somut obje veya mekânın modellenmesi ve bu modellenen somut objenin veya mekânın modele benzerliğini sağlayabilmek oldukça zaman almaktadır. Modelin gerçeği yansıtabilmesi için verilerin doğru olması gerekmektedir. Verinin doğruluğunu etkileyen faktör ise ölçüm cihazları ve ölçülen yüzeylerle alakalıdır. Bu parametrelerin hepsi göz önüne alındığında fotogrametrik modelleme zamansal ve modelin doğruluğu açısından önemli sonuçlar elde edebilmemize imkân sağlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: fotogrametri, jeoloji, kayaç, modelleme, photoscan

ABSTRACT

USES OF PHOTOGRAMMETRY IN GEOLOGY, AND MODELING OF ROCKS WITH CLOSE-UP PHOTOGRAMMETRY METHOD

The photogrammetry method in three-dimensional modeling is now used in various fields to meet the needs of data and to create a 3D model. With this method, maps and models can be created in a very short time in different scale and sizes that can address many different purposes. It takes quite some time to model a tangible object or terrain and to provide the model similarity of the tangible object or terrain modeled. The data must be correct in order for the model to reflect the truth. The factor that affects the accuracy of the data is related to the measuring devices and the measured surfaces. Taking all these parameters into consideration, photogrammetric modeling allows us to obtain important results in terms of temporal and model accuracy.

Keywords: photogrammetry, geology, rock, modelling, photoscan

1. GİRİŞ

Fotogrametri çok çeşitli alan gruplarında ölçme, belirleme ve modelleme amacıyla fotoğrafların analizi sonucu veri oluşturmayı sağlayan bir bilim dalıdır.

20. yüzyılın başlarında geliştirilen fotogrametrik ölçme tekniği ile bir kentteki objelerin veya bir binanın konumu ve şekli, çekilen fotoğraflardan; bilgisayar ortamında çizgi, nokta vb. geometrik formlar ile sayısallaştırılarak objeleri veya şekli temsil eden vektör veriler üretilebilmektedir (hâlihazır haritalar, rölöveler). Benzer durum görüntüler içinde söz konusudur. Fotoğraflara çeşitli düzeltmeler getirilerek objelerin konumunun yanı sıra, şekilleri de orjinal görüntüleri ile pikseller ile kaplanabilmektedir (ortofotolar, ortogörüntüler, fotoplanlar). Bilgisayar ortamında üçgen yüzeyler veya piksel değerleri olarak temsil edilen arazinin, objelerin yüzeyini temsil eden sayısal yükseklik veya yüzey modelleri ile üç boyutlu modelleme yapılabilmektedir (Kısa, Batuk 2011).

Mühendislik alanında teknolojik gelişmelerin takibinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bunun başlıca sebebi ise hem gelecekte güncel teknolojik cihazlarla etkileşimli bireylerin var olmasına olan ihtiyaç hem de verilerin kolay elde edilebilmesi için önem taşımaktadır.

2. MÜHENDİSLİK ÇALIŞMALARINDA MODELLEMENİN ÖNEMİ

Günümüzde jeoloji mühendisliği alanında jeolojik ve topoğrafik veri temini için hem zamana hem de paraya ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca ham verinin temini modellemenin en titiz şekilde çalışılması gereken aşamasıdır. Çünkü elde edilecek veriler çeşitli veritabanlarında kullanılarak modelin oluşumuna imkân sağlayacaktır. Yani veri modelin en önemli değişkenidir. Yanlış ölçüm sonucu elde edilen verilerin kullanılmasıyla oluşturulacak modelin, gerçeği yansıtmaması sonucunda hem iş gücü bakımından hem de maddi açıdan yapılan çalışmaya yük olacaktır.

Güncel teknoloji ile elde edilen model ve verilerin analizleri sonucunda çok sayıda olasılık meydana çıkarılmaktadır. Örneğin baraj yeri için belirlenen birkaç alanın morfolojik kıyaslamasının yapılması gerektiğinde alanın büyüklüğüne göre değişken olmasıyla birlikte fotoğraflama işleminin saatler içinde yapılabilmesi mümkündür. Daha sonra arazinin modellenmesi ve bu modelin analiz için Gis ortamına aktarılmasıyla birkaç modelin kıyaslaması yapılabilir ve bu modeller vasıtasıyla kısa zamanda daha güvenilir sonuçlara ulaşmak mümkündür. Fotoğraf makineleriyle yapılan fotogrametrik bir modelin, Lidar algılayıcılarıyla elde edilecek modele kıyaslaması yapıldığında ise verinin detay potansiyeli daha düşük olduğu gözlemlenecektir.

Eski sisteme bakıldığında ise bu işlemler bütününe sağlayabilmek için çok zaman ve çalışana ihtiyaç duyulmaktadır. Yani zamanın verimsiz kullanımıyla birlikte elde edilecek verilerin tekrar hesaplanması söz konusu olabilir. Bu tür çalışmalarda günün şartlarına göre zaman ve para, bugüne göre ekonomik olmadığından eski yöntemlerden gün geçtikçe uzaklaşmaktadır. Komplike çalışmanın sağlanması ile birlikte elde edilen veriler tek bir dijital ortama aktarılarak çeşitli analizlerin ve görsellerin elde edilmesi günümüzde mümkündür. Elde edilen verilerin günümüzde tek amaca hizmet edilmesi için istenilebilmektedir. Fakat coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte bu veri öbeği çeşitlendirilebilir ayrıca daha detaylı sonuçlar alınabilir. Diğer bir deyişle arazinin sayısallaştırılması işlemi üç boyutlu modeller ile daha kapsamlı analizlere ve daha hassas ölçümlere imkân sağlamaktadır. Ayrıca verinin saklanabilmesi ve ulaşılması gerektiğinde kullanılması ve yenilenebilmesi daha olası bir hâl almıştır. Bu mekanizmanın kurulumu ile birlikte zaman ve iş gücünden tasarruf edilmiş olunacak ve güvenilir çoklu sonuçlara ulaşılabilecektir.

Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri diğer mühendislik dalları gibi jeoloji mühendisliğinde de kendisine özel bir kullanım alanı oluşturmuştur. Geçmiş teknolojik dönemlerdeki el ile harita çizimleri 2 boyutlu modellerin oluşturulması için harcanan iş gücü bugün yerini model ve modelleme teknolojilerine bırakmıştır. Çeşitli veri parametreleri ile elde edilen sonuçlar sayesinde oluşturulan modeller ortam hakkında yorumlamayı ve üç boyutlu görüntülemeyi kolaylaştırmıştır.

3. FOTOGRAMETRİ İLE MODELİN OLUŞTURULMASI VE MODELİN KULLANIM ALANLARI

Modelin oluşturulabilmesi için öncelikle modellenecek objenin fotoğraflanması gerekmektedir. Bu işlemi yapmak için fotoğraf makineleri, lazer tarayıcılar, drone ile kuş bakışı, açılı fotoğraflama ve en detaylı yüksek çözünürlüklü modelleri oluşturabilmek için ise lidar ile veri alımı gerçekleştirilebilir. Yakın resim fotogrametri yönteminde modelin görsellerini almak için yüksek çözünürlüklü ve odaklama özellikli fotoğraf makinesi kullanılmaktadır. Fotoğraf makinesi tripod üzerine yerleştirilerek sabitlenen objenin sabit açı ve yükseklikte, farklı noktalardan fotoğraflama işlemi gerçekleştirilir. Bu aşamada en önemli husus kameranın açısının ve yüksekliğinin sabit olmasıdır.

Şekil 1. Resim Çekim İstasyonları ve Modellenecek Obje.

Objenin farklı açılarda ve yüksekliklerde de fotoğraflama işlemi yapıldıktan sonra verilerin dijital ortamda işlenmesi için görseller bilgisayara aktarılır. Çalışmada modelin oluşturulması için Agisoft PhotoScan programı kullanılmıştır.

Bu programa aktarılan görsellerin hizalama işlemi yapılır ve kontrol edildikten sonra nokta bulutlarının oluşturulma işlemine başlanılır.

Şekil 2. Agisoft PhotoScan Programında Hizalama İşlemi Sonrası Görsellerin Konumu.

Bu işlemin ardından her bir noktada 3 farklı kamera yüksekliği ve kamera açısı değiştirilerek obje üzerinde farklı yüzeylerin de pozlaması yapılmıştır. Oluşturulacak modelin gerçeği yansıtabilmesi için alınacak görüntülerin açısının değiştirilmeden farklı noktalar üzerinde alınabilmesi gerekmektedir. Yani açının aynı konumun değiştirilmesi gerekmektedir. Daha sonra bu açı değiştirilerek daha önce çekim yapılmış noktalardan tekrar görsel alınması gerekmektedir.

Şekil 3. Resim Çekim İstasyonlarının ve Modellenecek Objenin Şeması.

Fotoğraflama sayısının ve çekim açısının çeşitliliği modelin detayıyla doğru orantılıdır. Bu yüzden görsel sayısının fazla olması görselin detayını doğrudan pozitif şekilde etkileyecektir. Çalışmada 49 farklı görsel kullanılmıştır. Bu görsellerin konumlandırılması yapıldıktan sonra nokta bulutlarının oluşturulması işlemine geçilmektedir.

Guo et al. (2015), Gerçek nesnelerinin 3B modellerinin oluşturulmasında, bu nesnelere ait özellik çıkarımlarında, nesne tanıma ve nesne bulma gibi birçok uygulamada, Reconstruction (Yeniden Yapılandırma) yöntemleri içerisinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan Point Cloud (Nokta Bulutu), iki boyutlu resim veya görüntü üzerinde yaptığımız işlemleri üç boyutlu sayısal ortamda yapmamızı sağlamaktadır (Özbay ve Cınar'dan 2016).

Bischoff et al. (2002), Nokta bulutları, fiziksel nesnelerin, uzaysal düzlemdeki kapladıkları alanlara ait kütesel koordinat bilgilerinin bilgisayar ortamındaki sayısal karşılıklarıdır. Bir bütün şeklinde oluşturulan bu nokta bulutu yapısı birbiri ile ilişkilendirilmiş olan noktaların birleştirilmesi şeklindeki Mesh (Örgü) yapısını oluşturmaktadır (Özbay ve Çınar'dan 2016).

Programa girilen komut sonucunda 49 farklı resimden 41293 nokta elde edilmiştir. Bu aşamada oluşan görsel anlamlandırılmayan uzaydaki noktaları temsil etmektedir. Nokta bulutlarına program içeriğindeki yapay zekâ modülü yardımıyla, anlamlı bir yoğunlaştırma işlem uygulanmasıyla birlikte nokta sayısı 41293'ten 3619751 noktaya yükselmiştir. Bunun sonucunda modelin detayları belirgin bir hâlde ortaya çıkmıştır. Yoğunlaştırma işleminde nokta sayısının yükselmesi de modelin detayını arttırmaktadır. Bu artışın yüksek olabilmesi için açısı ve yüksekliği farklı olan görsellere ihtiyaç duyulmaktadır.

Şekil 4. 1A:Nokta bulutunun uzaktan görünümü,1B:Nokta bulutunun yakın görünümü, 2A: Yoğunlaştırma işlemi sonrası modelin görünümü, 2B: Yoğunlaştırma işlemi sonrası modelin yakın görünümü.

Görsellerden elde edilen nokta bulutlarının anlamlı bir hâl alabilmesi için birbirleri arasında ilişki kurulması gerekmektedir. Konumsal olarak birbirine yakın olan üç noktanın birleşmesiyle birlikte mesh (örgü) yapısı meydana gelmektedir. Yani noktaların arasında anlamlı üçgenler oluşturarak yüzeyleri meydana getirmektedir ve bununla birlikte model oluşmaktadır.

Şekil 5. 3A: Modele Mesh (Örgü) Yapısının Uygulanması Sonrası Yüzeylerin Açık Görünümü, 3B: Modele Mesh (Örgü) Yapısının Uygulanması Sonrası Yüzeylerin Açık Yakın Görünümü, 4A: Modele Mesh (Örgü) Yapısının Uygulanması Sonrası Yüzeylerin Kapalı Görünüm, 4B: Modele Mesh (Örgü) Yapısının Uygulanması Sonrası Yüzeylerin Kapalı Yakın Görünümü.

Bu işlem sonucunda noktalar arasındaki boşlukları yüzeyler doldurmuş ve katı modelin oluşumu tamamlanmıştır. Bu işlemde 3619751 nokta anlamlı bir şekilde birleştirilerek 629320 yüzey ve 315879 köşe noktası oluşmuştur. Oluşturulan modele görseller bindirilerek modelleme işlemi tamamlanmıştır.

Şekil 6. 5A: Modellenmiş Kayacın Görünümü, 5B: Modellenmiş Kayacın Yakın Görünümü 6A: Oluşturulan Modelin Görünümü, 6B: Kayacın Gerçek Görünümü.

4. SONUÇLAR

Modelin oluşturulması aşamasında modelin konumunun belirlenmesi, çekim istasyonlarının belirlenmesi ve fotoğraflama işlemi sonrası yapılacak işlemler bilgisayarda yapılmış ve zaman açısından bakıldığında çok pratik bir çalışma süresinde model oluşturulmuştur. Modeli el ile modellemeye çalışıldığında ise modelin oluşturulma süresi ve modelin gerçeği yansıtmaması gibi olumsuz sonuçlar yaratmaktadır. Fotogrametri sayesinde modelin ölçüm ve modelleme işlemi bilgisayar tarafından kısa ve masrafsız bir şekilde yapılmaktadır. Model yalnızca numune boyutunda değil farklı ekipmanlar (drone, lidar, uydu görselleri vb.) yardımıyla arazilerde, yol, köprü, baraj tünel, bina, tarihî yapılar, doğal yapıların modellenmesi de bu şekilde yapılabilir.

Arazi modelinin oluşturulmasını ve oluşturulan modelin kullanımını göz önüne aldığımızda arazide drone yardımıyla veri temini (fotoğraflama işlemi) yapılıp, dijital ortamda işlenip ve sonuç olarak modelin oluşturulması ekiple ya da bireysel olarak gerçekleştirilebilecek bir işlem öbeği olarak görülebilir. Bu çalışmadan elde edilecek arazi verileriyle çalışma alanının ölçüm işleri, araziye uygulanacak mühendislik yapısının modellenerek ortama yerleştirilmesi, varsayımsal senaryolar ile doğal afetler sonucu meydana gelecek hasarın tespiti veya beklenen bir afetin vereceği hasarın tespiti, çevre kütle hesapları, var olan yeşil alanın tespiti, yüzey akışında olan dere vb. akışkan kontrolünün yapılacağı taşkın koruma sisteminin modellenmesi yüzeyin eğimi ve açısının hesaplanması, kentleşmeye açılacak arazinin modellenmesi ve şehir düzeninin üç boyutlu oluşturulması gibi model çalışmaları ve analizler yapılabilir.

Sonuç olarak görsel model ve modelleme günden güne kullanım alanı artan ve saygınlık kazanan bir etken artık mühendislikte olmazsa olmaz olarak görülebilmektedir. Çalışmalarımızın daha kapsamlı olabilmesi için bu tür yenilikleri yakından takip etmeli ve katma değer sağlanmasına vesile olunmalıdır.

KAYNAKLAR

Bischoff, B.S., et al. 2002. OpenMesh—a generic and efficient polygon mesh data structure. In OpenSG Symposium.

Guo, Y., et al. 2015. An Integrated Framework for 3-D Modeling, Object Detection, and Pose Estimation From Point-Clouds. Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions, 64, 683-693.

Kısa A., Batuk F., 2011. Cbs veri altyapısı ve fotogrametri ile ilgili teknolojik gelişmeler. Tmmob Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2011.

Özbay E., Çınar A., 2016. Nokta Bulutu Verileri ile Nesne Modellerini Sınıflandırmak için Metriksel Bir Yaklaşım, 16:128-136.

Agisoft PhotoScan Kullanım Kılavuzu : <http://www.agisoft.com>