

OYUN DÜNYASINDA MODEL VE DOKU ÜRETİMİNDE FOTOGRAMETRİ KULLANIMI

M.A.Güven^{a,*}, L. Çoruh^b, E.Bebek^a,

^a Erciyes Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 38039, Talas, Kayseri, Türkiye - (akif,ebesdok)@erciyes.edu.tr

^b Erciyes Üniversitesi, Görsel İletişim Tasarımı Bölümü, 38039, Kayseri, Türkiye - lcoruh@erciyes.edu.tr

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Fotogrametri, Yersel Lazer Tarama, 3D Grafik Yazılımı, 3D Modelleme

ÖZET:

Günümüz bilgisayar oyunlarında gerçekçilik, rekabet avantajı sağlayan önemli özelliklerden bir tanesidir. Geleneksel yöntemlerle gerçekçi bir karakter ya da sahne tasarımı için yoğun ve zaman gereklidir. Bu nedenle, yüksek gerçeklik hissi sağlayan kısa üretim sürecine sahip bir iş akışı arayışı tasarımcıları diğer disiplinlerden gelecek çözümlerine sürüklemiştir. Bu anlamda fotogrametri gerçek dünyadaki figür, nesne ve mekânların fiziksel özelliklerini zahmetsiz, hızlı ve uygun maliyetli bir biçimde sanal sahneye aktarmada kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemle gerçek dünyadan optik olarak alınan verinin işlenmesi ile oyun sahnesindeki eğriler, yeryüzü nesnelere, araçlar, karakterler ve mekânlar oluşturulabilmektedir. Üretilen modeller, oyun ortamının çokgen bütçesi için uygun detay seviyesinde geometrilere ve kaplama dokularına sahip olmaktadır. Modeller küçük düzeltmelerle oyun sahnesine eklenebilmekte veya karakter modelleme gibi sanatçı eliyle yapılması gereken modellere referans altlık olarak kullanılabilir.

PHOTOGRAMMETRY USING MODEL AND TEXTURE PRODUCTION IN THE GAME WORLD

KEY WORDS: Photogrammetry, Terrestrial Laser Scanning, 3D Graphics Software, 3D Modeling

ABSTRACT:

Realism is one of the important features that provide competitive advantage in today's computer games. It takes a lot of work and time to design a realistic character or scene with traditional methods. For this reason, while seeking a workflow with a short production process while providing a high sense of reality, designers have sought to find solutions from other disciplines. In this sense, photogrammetry has begun to be used to transfer the physical characteristics of figures, objects and spaces in the real world to the virtual scene in an effortless, fast and cost-effective way. With this method, the processing of the data taken optically from the real world can be used to create objects, objects, tools, characters, and spaces on the game screen. The models produced have geometry and covering textures at the level of detail suitable for the polygonal budget of the playing environment. Models can be added to the game scene with minor corrections, or they can be used as references for models that need to be done by the artist, such as character modeling.

1. GİRİŞ

Bilgisayar oyunu geliştirme süreci mühendislik ve sanat/tasarım disiplinleri gibi birden çok disiplini ilgilendiren çalışmaları gerektirir. Oyun geliştirme iş akışı en temel biçimde, oyun programlama ve oyun grafiklerinin hazırlanması şeklinde iki ana iş paketi ile özetlenebilir. Bu iş paketleri kendi içlerinde alt gruplara ayrılır. Programlama işi kendi içinde fizik motorunun kodlanması, oyun mekanizmalarının ve görsel efektlerin hazırlanması, vb. alt iş gruplarına ayrılırken oyun grafiklerinin hazırlanması işi de oyunda yer alacak karakterler, eğriler, araçlar ve mekânların konsept çizimlerinden başlayarak, çeşitli yöntemlerle sayısal model üretimi, dokularının üretilmesi ve modellere uygulanması, hareketlerin üretilmesi vs. alt iş gruplarına ayrılır ve bu dallanma detaylanarak devam eder (Berger,2015).Günümüzdeki oyun program kodları her ne kadar oyun üretiminin erken dönemindeki program kodlarına nazaran çok daha karmaşık hale gelmiş olsa da bilgisayar oyun

üretiminin başlangıcından günümüze kadarki süreçte kodlama işi adım adım daha pratik bir hal almıştır. Oyun ortamının sayısal ortamda gerçekleştirilmesine yönelik yazılan hazır kod kütüphaneleri ve belli kütüphanelerin tek arayüz altında bir araya getirilmesi ile oluşan ve oyun motoru adıyla anılan oyun geliştirme ortamlarının piyasaya sürülmesi ile neredeyse tek satır kod yazmadan oyun üretmek mümkün hale gelmiştir. Fakat oyun grafikleri için tam tersi bir durum söz konusudur. İlk nesil piksel tabanlı oyun grafikleri ile günümüzün 3D grafiklerine sahip oyun grafikleri birbirinden çok farklıdır. Erken dönem bilgisayar oyunlarında oyundaki görsel öğeler iki boyutlu düzlemde piksellerin boyanması ile oluşturulurken günümüz 3D oyunlarındaki öğeler üç boyutlu sanal bir uzayda çokgen yüzeylerden oluşturulan modeller ve bu modellerin üzerlerine çeşitli katmanlar halinde giydirilen kaplama dokularından oluşmaktadır (Tan, 2011). Benzer şekilde öğelerin hareketleri de piksel boyamasıyla üretilmiş görseller ile hareketin amaçlarını peşpeşe gösterilmesi prensibine dayalı sprite

* Corresponding author. This is useful to know for communication with the appropriate person in cases with more than one author.

denilen yapılarla gerçekte tirilirken, günümüzde sanal iskelet sistemleri, bilgisayar üretimi ara kare hesaplaması veya hareket-yakalama gibi birçok yöntemi bir arada kullanmayı gerektiren çok daha karmaşık bir hal almıştır.

Bilgisayar oyun endüstrisinde rekabeti etkileyen oyundaki; oynanabilirlik, senaryo, mücadele-keşif-başarı hissi gibi etkenlerin ötesinde, rekabete önemli derecede etkisi olan gerçekçilik ve bunu sağlayacak foto-gerçekçi görsellerin hazırlanma süresi/maliyeti ayrıca önem arz etmektedir. Bir model sanatçısı tarafından fiziki dünyadaki nesnelere foto-gerçekçi biçimde kaliteden ödün vermeksizin sayısal ortama aktarılması uzun emek ve zaman gerektiren çalışmayı gerektirir. Bu da doğrudan olarak oyun planlaması içindeki nesne, mekân ve karakter sayısına bağlı olarak projenin tüm çalışmaları takvimini doğrudan etkiler. Bunun sonucu olarak kısıtlı bütçe ve zamana sahip oyun projeleri nesnelere görsel kalitesinden ya da sayısından ödün vermek zorunda kalmaktadırlar. Bu noktada fotogrametri gerçek dünya nesnelere geometrik yapısı ve malzeme özelliklerini gösteren renkli kaplama dokusunun tespiti ve bilgisayar ortamına gerçekçi biçimde hızlı aktarılması için pratik bir çözüm sunmaktadır (Laycock v.d., 2007). Bu çalışmada ise oyun tasarımında ihtiyaç duyulan gerçek dünya nesnelere referans alınarak oyun Asset'leri üretilmesi için yersel lazer tarama yöntemi ile örnek bir uygulama gerçekleştirilmiştir ve Asset üretimi için önerilen yeni iş akışı adımları detaylı biçimde verilmiştir.

2. ÖN HAZIRLIKLAR

2.1 Mekândan izole edilmiş nesne çekimi için sahne hazırlanması

Asset olarak taranacak nesnenin en iyi sonucu almak için ışıklandırma ayarları (nesnenin ışık kaynaklarına göre konumu) de önemlidir, nesne yüzeyini oluşturan tüm yüzler için tarama işlemlerinin tamamlanması gerekmektedir (Bergeron, 2006). Nesne yersel ortamda bulunduğunda sabitlenecek olursa nesnenin tüm yüzlerinin aynı ışıklandırma altında taranması sorunsuzca tamamlanabilir. Çekimin yapılacağı stüdyoda bu mümkün olmadığından ya nesneyi bir yüzeyin üzerine bir düzleme yerleştirilerek ya da ekipmanlar (taahhüt armatürü, ince ipler vb.) yardımı ile mekân teması engellenerek tarama işlemi yapılabilir. Bu noktada oyun içerisinde taban kısmının görünmeyeceği veya rötuvasında eklenebilecek basitlikte olan (örneğin bu çalışmada kütük nesnesi gibi) nesnelere bir düzlem üzerinde taban yüzeyleri hariç taranarak kullanılabilir. Fakat oyunda bir zemin üzerinde duracak bir varil, kütük, kaya vb. nesnelere dışındaki silah, çanta vb. her yönden detayının görülmesi gereken nesnelere mutlaka zeminden çekim açılarına izin verecek yükseklikte bir konumda sabitlenmelidir. Sabitleme işleminde misina ip vb. esnek malzemelerin kullanılması zemindeki titreşimler nedeniyle havada asılı nesnenin (her ne kadar küçük olsa da) hareketine ve dolayısıyla tarama verisinde gürültülere neden olmaktadır. Stop-motion animasyon kuklalarını çekim esnasında sabitlemeye yarayan nesneyi tek noktasal bağlantı ile tutan metal armatürlerin kullanımı iple asmaya nazaran daha iyi bir çözümdür (Hoban, 2014). Armatür kullanımı bir çekim sahnesi ekil 1'de verilmiştir.



ekil 1. Armatür kullanımı Çekim Sahnesi

2.2 Parlaklık ve yansımalar problemi

Özellikle saydam veya reflektansı yüksek nesnelere fotogrametrik yöntemlerle bilgisayar ortamına aktarılması zaman zaman sorun olabilir. Parlak veya kırılan ışık yüzey geometrisinin doğru biçimde tespitine engel olabilmektedir (Zhang v.d., 2005). Bu durumda en iyi çözüm yüzeyleri yansıtıcı olmayan opak hale getirmektir. Taranacak saydam (veya yansıtıcı yüzeyli) nesne mat bir boya ile boyandıktan sonra fırça ile üzerine baskın bir tonda düzensiz küçük noktacıklar atılarak tarama için en uygun hale getirilir. Tarama sonrası kaplama dokusu için UV açılımı ayrıca hazırlanarak yüzey üzerine kaplanır. Bir diğer çözüm de geometrideki bozuklukları bilgisayar ortamında rötuvası olarak giderilmesidir (Mullen, 2009).

3. TARAMA ALGİSİ

3.1 Yersel Lazer Tarayıcılar

Yersel lazer tarama teknolojisi son yıllarda popülerliğini koruyan ve hızla kendine farklı alanlarda yer edinen oldukça önemli bir konudur. Kültürel mirasın korunmasından, arkeolojik kazı alanlarının taranmasına cinayet alanlarından kazı dolgu ölçümüne ve deformasyon ölçümlerine kadar çok farklı konularda kendine yer bulmuştur. Faz farkı ve Time of Flight (ToF) olmak üzere iki farklı çeşidi olan lazer tarayıcılar genel olarak giden ve gelen lazer ışığının mesafesine dayalı olarak nesnelere ait nokta bulutunun elde edilmesini sağlamaktadır (Boehler, 2003). Elde edilen nokta bulutundan nesneye ait birçok bilgi çıkarılabilmektedir. Bildiri kapsamında faz farkı yöntemi ile çalışılan ve yakın nesne taramasında ToF yöntemiyle çalışılan yersel lazer tarayıcılara göre daha başarılı sonuç üreten Faro x130 yersel lazer tarayıcı kullanılmıştır (Faro, 2017). Ekil 2'de taranan nesnelere ve kullanılan yersel lazer tarayıcı birlikte sunulmuştur.



ekil 2. Yersel Lazer tarayıcı ve taranan nesnelere

3.2 Nokta Bulutu

3 boyutu model olu turmak ve elde edilen modeli yorumlamak, i lemek ve bir sonuç üretmek günümüzde güncelli ini koruyan geni bir konudur. Nesnelere 3 boyutlu model olu turmak hem u ra tırıcı hem de vakit alıcı bir i lemdir. Kullanıcıların kendi yetenekleri vasıtasıyla modeli elde ederek nokta bulutuna geçmesinin yanı sıra; havai ve yersel fotogrametri, RGB-D sensörler ve Yersel lazer tarayıcılar ile nesneyi temsil eden nokta bulutu elde edilmektedir (Henry v.d.,2010),(Güven v.d.,2016).

3.3 Nokta Bulutunun Çakı tırılması ve Renklendirilmesi

Bildiri kapsamında taranan nesnelere 6 farklı sahneden taranmıştır. Farklı sahnelerden elde edilen nokta bulutlarını Iterative closest point (ICP) yöntemiyle çakı tırılmıştır. ICP yöntemi Chen and Medioni tarafından önerilen iki farklı sahneden taranan nokta bulutunun arasındaki mesafeyi minimize etmeye yarayan ve oldukça robust bir yöntemdir. ICP yönteminde do ru sonuç elde etmek için yakla ık olarak nokta bulutlarının çakı tırılması gerekmektedir aksi halde istenilen sonuç elde edilememektedir (Chen, 1992). Birçok lazer tarayıcı lazer tarama i lemi yaptıktan sonra çevreye ait foto raf çekmektedir. Elde edilen bu foto raflar yardımı ile nokta bulutu renklendirilmektedir. Faro x130 hem renkli hem de renksiz tarama özelli ine sahip bir cihazdır. Tıpkı foto raf makinalarında oldu u gibi sahneye ait çe itli foto raf ayarları manuel olarak girilebilmekte ve bu da do rudan nokta bulutundan elde edilen meshin görsel kalitesini etkilemektedir.

3.4 Mesh Olu turma

Katı model elde etmek için nokta bulutunu olu turan noktaların birbiriyle ba lanmasını mesh kavramı ile açıklanabilmektedir. Mesh noktaların birbiriyle a ekinde örülmesi ekinde de tanımlanabilir. Mesh elde edebilmek için Delaunay üçgeni bazlı, yüzey örten ve büyüyen bölge tekni i olmak üzere birden fazla yöntem vardır (Sarangi, 2007). Hem hızlı olması hem de istenilen güzellikte görsel sa laması açısından bildiri de Delaunay üçgen meshler kullanılmıştır.

4. TARAMA SONRASI LEMLER

4.1 Geometrinin Temizlenmesi

Tarama sonrası yansıma/saydamlık/gürültü v.b. nedenlerden ortaya çıkan yanlı lıklar elde edilen veri henüz nokta bulutu halindeyken ya da mesh haline dönü türüldükten sonra temizlenebilir. Bu çalı mada nesne dı nda kalan yüzeylere ait veriler nokta bulutu halindeyken Geomagic Studio yazılımı ile temizlenmiş nesne geometrisindeki hatalar ise mesh model üzerinden ZBrush ve 3D Studio MAX yazılımları ile düzeltilmiştir. Temizlenmiş nokta bulutu görseli ekil 3'de verilmiştir. ekil 4'te ise checker map ve Yersel Lazer Tarayıcının kendi çekti i foto raflar ile renklendirilmiş ve sahne i i yla i klandırılmış görünümü bulunmaktadır.



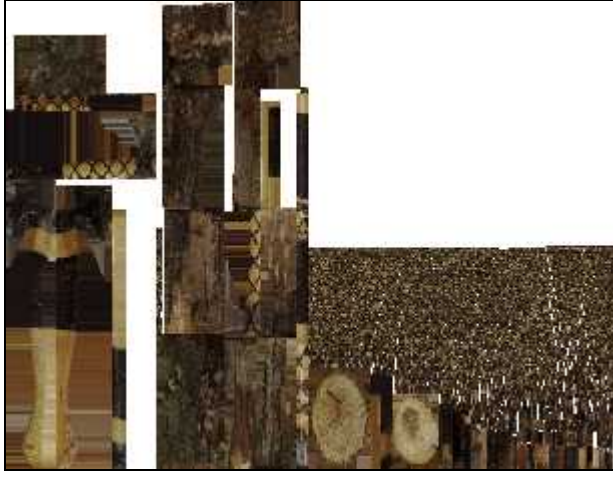
ekil 3. Renkli nokta bulutunun Cloud Compare Yazılımı ile görünümü.



ekil 4. Checker Map ve Orijinal Texture Dokulu Temizlenmiş Mesh Model.

4.2 Texture Verisinin Rötü lanması

Tarama sırasında yüzey geometrisi ile birlikte taranan noktanın renk bilgisine göre yüzey doku kaplaması UV açılımı biçiminde üretilmiştir. Fakat gerek farklı açılardan birden fazla tarama yapılarak bu verilerin birleştirilmesi sonucu gerek tarama kalitesini etkileyen di er etkenlerden kaynaklı olarak kaplama dokusu olarak üretilen sonuç görüntü dosyasında rötü a ihtiyaç duyulmaktadır. Bu hataların giderilmesi için nesneden yüksek çözünürlüklü foto raflar çekilmiş ve foto raf i leme yazılımı ile yazılım tarafından otomatik üretilen UV açılımındaki hatalı dokular üzerine sonradan çekilen foto raflardaki orijinal dokular kopyalanarak görüntü dosyasındaki eksiklikler ve hatalar giderilmiştir. ekil 5'te taranan nesneye ait orijinal UV açılımı gösterilmiştir.



ekil 5. Yazılım tarafından üretilen UV açılımı görüntü dosyası.

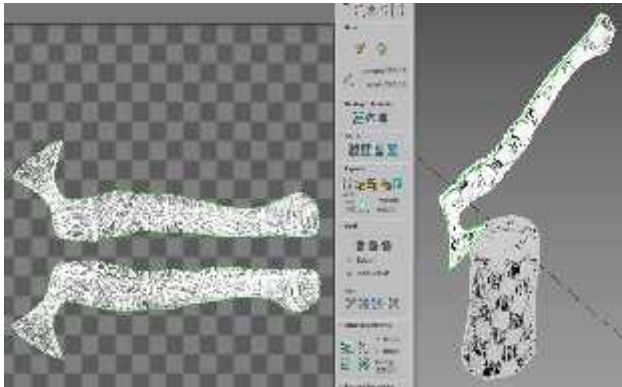
ekil 6'da ise yazılımdan elde edilen UV açılımının rötu lanmı ve foto raf makinası ile ayrıca çekilmi orijinal doku detay görselleri birlikte verilmi tir.



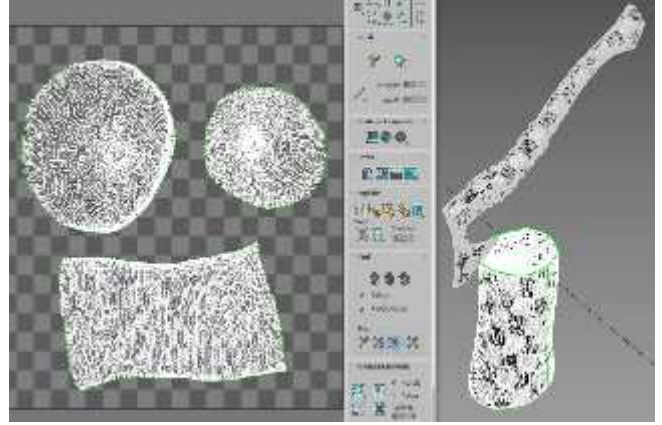
ekil 6. Orijinal ve Rötu lanmı Doku Detay Görseli.

4.3 Kaplama Koordinatları ve UV Açılımı Hazırlanması

Orijinal UV açılımına alternatif bir yöntem de model geometrisi rötu landıktan sonra yeni bir yerle im üzerinde UV açılımının hazırlanmasıdır. Balta ve Kütük nesneleri için ayrı ayrı iki UV açılımı yapılmı ve bu açılımlara uygun kaplama koordinatlarına uygun doku boyaması yapılmı tir. ekil 7 ve ekil 8'de UV açılımı yapılmı nesnelere görülmektedir.



ekil 7. Balta Nesnesi için UV açılımı.



ekil 8. Kütük Nesnesi için UV açılımı.

UV açılımı yapıldıktan sonra çe itli platformlarca sa lanan veya uygulayıcılar tarafından çekilen foto ralar kullanılarak doku kaplaması yapılmaktadır. ekil 9'da doku kaplaması yapılan nesnelere gösterilmi tir.



ekil 9. UV açılımı üzerine doku uygulanmı kaplama.

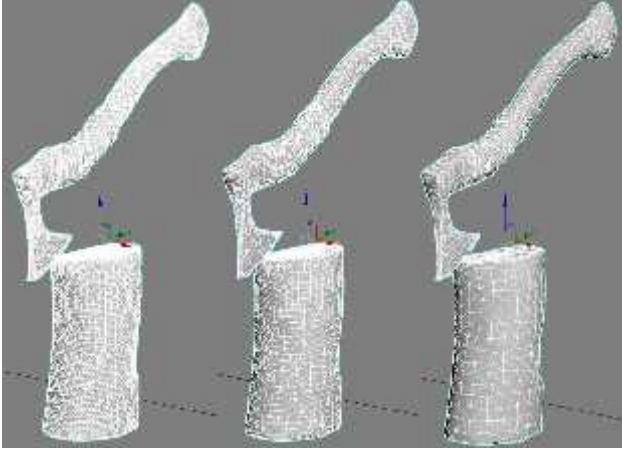
Doku kaplaması yapılan nesnelere artık katı model üzerine bindirilebilir hale gelir. ekil 10'da nesneye ait katı model ve rötu yapılarak doku uygulanmı hali gösterilmi tir.



ekil 10. Sonuç model ve kaplama dokusu uygulanmı hali.

4.4 Mesh'in Hedef Çokgen Bütçelerine Göre İndirgenmesi (LOD-Level of Detail)

Modelin kullanılacağı oyun projesinin; poligon bütçesi ve anlık hesaplanması gereken çokgen sayısına dair stratejisine göre aynı modelin farklı çokgen sayılarında kopyaları kullanılmaktadır. Modelin kullanıcı görüşüne uzaklığı (ekranda görüneceği büyüklük), sahnedeki önemi, ne hızda görüneceği gibi durumlara göre gösterilecek detay seviyesi belirlenir (Anders, 2005). Taranan orijinal iki modelin face sayısı toplam 530 bin civarında iken oyunda kullanılacak LOD'ların çokgen sayıları ihtiyaca göre düzenlenmiştir. Bu çalışmada için modelin çokgen çözünürlüğü indirgenerek yüksek 38.000 çokgen, orta 11.000 çokgen ve düşük 3.300 çokgen sayısı ile üç farklı çözünürlükte detay seviyesi üretilmiştir. Ekil 11'de farklı LOD seviyesine ait nesne gösterimi yapılmıştır.



ekil 11. Farklı kö e noktası detay seviyelerinde modeller.

Farklı LOD seviyesinde elde edilen katı modelden sonra model için rötu yapılarak oluşturulan ve renderi alınan ekran çıktıları ekil 12'de görülmektedir.



ekil 12. Doku eklenmiş farklı LOD seviyelerindeki katı model

5. SONUÇ

Asset üretiminde hedef nesnelere görece küçük ebatlı olduklarından çekim/tarama açıları mekanların taranması kadar sorun teşkil etmemektedir. Yüksek bir yapının üst kısımlarından çekimini yapmak için ek ekipmanlar (drone, helikopter vb) gerekirken, küçük nesnelere için bu ihtiyaç bulunmadığından

asset üretimi için yersel lazer tarayıcılar son derece kullanışlı bir yöntemdir. Hem hızlı hem de ekonomik olan bu yöntem sayesinde kullanıcılar daha az maliyetle daha fazla içeriği daha gerçekçi olarak oyun motorları aracılığıyla son kullanıcılara aktarmaktadır. Elde edilen model görselleri çeşitli doku detaylandırma yöntemleri kullanılarak daha gerçekçi hale getirilebilmektedir. Ayrıca oluşturulan katı modeller farklı seviyelerde (LOD) oluşturularak bilgisayar gücü gereksinimi (ekran kartı, GPU v.s.) minimuma indirilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu bildiri TÜB TAK tarafından 115Y235 kodlu araştırma projesi kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Anders, K. H. 2005. Level of detail generation of 3D building groups by aggregation and typification. In *International Cartographic Conference* (Vol. 2).

Berger, M., & Cristie, V., 2015. CFD Post-processing in Unity3D. *Procedia Computer Science*, 51, 2913-2922.

Bergeron, B., 2006. Developing serious games (game development series).

Boehler, W., Vicent, M. B., Marbs, A., 2003. Investigating laser scanner accuracy. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 34 (Part 5): 696-701.

Chen, Y., & Medioni, G., 1992. Object modelling by registration of multiple range images. *Image and vision computing*, 10(3), 145-155.

Faro, 2017, <http://pdf.directindustry.com/pdf/faro-europe-gmbh-co-kg/tech-sheet-faro-laser-scanner-focus3d-x-130/21421-25052.html>

Günen M.A., Beşikçi E., 2016. "Kompleks Yüzeylerde Mühendislik Tasarımı İçin Yersel Lazer Tarayıcı Kullanımı", 8. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İstanbul, Türkiye, 19-21, ss.40-40

Henry, P., Krainin, M., Herbst, E., Ren, X., & Fox, D., 2010, December). RGB-D mapping: Using depth cameras for dense 3D modeling of indoor environments. In *the 12th International Symposium on Experimental Robotics (ISER)* (Vol. 20, pp. 22-25).

Hoban, G., & Nielsen, W., 2014. Creating a narrated stop-motion animation to explain science: The affordances of "Slowmotion" for generating discussion. *Teaching and Teacher Education*, 42, 68-78.

Laycock, R. G., Ryder, G. D. G., & Day, A. M., 2007. Automatic generation, texturing and population of a reflective real-time urban environment. *Computers & Graphics*, 31(4), 625-635.

Mullen, T 2009. Mastering Blender. 1st ed. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc. ISBN 9780470496848

Tan, J., & Deng, F., 2011. Design and key technology of urban landscape 3d visualization system. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 1238-1243.

Sarangi, S., 2007. Surface reconstruction from unorganized point cloud data using incremental Delaunay triangulation. ProQuest.

Zhang, Y., Chen, J. M., & Miller, J. R. (2005). Determining digital hemispherical photograph exposure for leaf area index estimation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 133(1), 166-181.