



## FOTOĞRAFİK MODELLEME: FOTOGRAMETRİ TEKNİĞİ İLE VİDEO OYUNLARINDA NESNE-SAHNE TASARIMI<sup>1</sup>

Mehmet Uluç CEYLANI\* Uğur GÜNAY YAVUZ\*\*

### Öz

Yaşamı oluşturan tüm kültürel, teknolojik, bilimsel kavramlar ve değerler ile sanat sürekli olarak iletişim ve etkileşim halindedir. Gelişen teknoloji ile gerek hikaye anlatımı ve kurgusu gerek görsel tasarımı ile video oyunları, sanat dünyasında kendine yeni bir alan edinmektedir. Özellikle görsel tasarım açısından değerlendirildiğinde, ilk dönem video oyunlarında görseller iki boyutlu grafiklerle oluşturulurken, günümüzde iki boyutlu bu yöntem geliştirilerek, üç boyutlu grafiklere dönüştürülmüştür. Video oyunlarındaki bu dönüşüm ve ilerleme nedenlerinin en başında, gerçeğe en yakın görüntüleri elde etme çabası yatmaktadır. Bu görüntüleri elde etme yöntemlerinden biri de, daha önce haritalama uygulamalarında kullanılan fotogrametri tekniğidir. Fotoğraf tabanlı modelleme yöntemi olan fotogrametri uygulamaları ile gerçek dünyadaki nesnelere, araçlar, hatta bina ve sokaklar sanal dünyaya kolaylıkla taşınabilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda yapılan çalışmada, video oyunlarında olması istenen gerçeklik algısının görsel olarak nasıl arttırılabileceği sorusu yanıtlanmaya çalışılmaktadır. Bu sorudan yola çıkarak fotogrametri yöntemi ile fotoğrafın görsel gücü kullanılarak video oyunlarındaki gerçeklik algısının daha da arttırılabileceği amaçlanmaktadır. Yapılan araştırma ve uygulamaların sonucunda da fotogrametri yönteminin video oyunlarına uygulanabilir hale getirilmesi ile hem üretim sürecinde tasarruf hem de doğada var olan herhangi bir nesnenin video oyunlarına neredeyse gerçeğe en yakın şekilde aktarılabilmesi ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Fotoğraf, Fotogrametri, Video oyunları, Üç boyutlu modelleme, Fotoğrafik modelleme.

**Photographic Modeling: Object-Scene Design in Video Games with Photogrammetry Technique**

### Abstract

With the developing technology, video games are gaining a new field in the art world with both storytelling and editing and visual design. In terms of visual design, while images were created with two-dimensional graphics in the first period video games, they were transformed into three-dimensional graphics in the process. At the beginning of this transformation and progress in video games lies the effort to obtain the most realistic images. With the different use of photogrammetry technique, which is a way of obtaining images Objects, vehicles, even buildings and streets in the real world can be easily transferred to the virtual world. In the study conducted in line with this information, the question of how to visually increase the perception of reality desired in video games is tried to be answered. Based on this question, it is aimed to increase the perception of reality in video games by using the visual power of photography with the photogrammetry method. As a result of all these, it has been revealed that by making the photogrammetry application applicable to video games, both savings in the production process and any object that exists in nature can be transferred to video games in a way that is almost realistic.

**Keywords:** Photography, Photogrammetry, Video games, Three-Dimensional modeling, Photographic modeling.

<sup>1</sup> Bu çalışma, Doç. Uğur GÜNAY YAVUZ danışmanlığında, Öğr. Gör. Mehmet Uluç CEYLANI tarafından, Akdeniz Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsünde tamamlanmış olan 511431 tez numaralı yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

\* Öğr. Gör., Akdeniz Üniversitesi, Fotoğraf Bölümü, [uluceylani@gmail.com](mailto:uluceylani@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-1379-3452>

\*\* Doç., Akdeniz Üniversitesi, Fotoğraf Bölümü, [ugurgunay@gmail.com](mailto:ugurgunay@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-3111-8277>

## **Giriş**

Sanat, teknoloji ve bilim 19. yüzyıldan itibaren, daha önceki yüzyıllarla kıyaslanmayacak şekilde büyük ve önemli gelişmelere tanık olmuştur. Bu gelişim, yeni araştırmaları ve yaklaşımları beraberinde getirmiştir. Bu süreç içerisinde fotoğraf, ortaya çıkan bu yeni yaklaşımları ve gelişmeleri disiplinler bir yöntemle uygulamaktan ziyade; teknoloji, bilim ve sanat disiplinleri ile disiplinlerarası bir yöntem sergileyerek gerçekleştirmiştir.

Fotoğrafın ulaştığı yüksek çözünürlük sayesinde, üç boyutlu modelleme programlarının yanı sıra, fotoğraf tabanlı tekniklerle oluşturulan üç boyutlu görüntülerle gerçeğe yakın sonuçlar elde edilmektedir. Fotoğrafik temelli üç boyutlu uygulamalarla, video oyunları için görsel üretimin hemen hemen her aşamasında çalışabilmek mümkündür. Üç boyutlu çalışmalar ile geleneksel yöntemlerle elde edilemeyen, derinlik, detay, doku ve farklı açılarla izleme seçenekleri elde edilmektedir. Yurt dışındaki video oyunlarında, yeni yeni örneklerine rastladığımız fotogrametri tekniği, ülkemizde henüz uygulanmamaktadır. Bunun sebepleri arasında tekniğin yeni kullanılmaya başlanması ve oyun geliştiricilerinin fotogrametri tekniği ile ilgili yeterli derecede bilgi sahibi olmadıkları gösterilebilir.

Günümüzde, en hızlı gelişim gösteren sektörlerin başında video oyunları gelmektedir. Video oyunları sektörü, mobil oyunları da dahil edersek, yaklaşık 200 milyar dolarlık pazar hacmine ulaştığı görülmektedir. Bu eser metninin, ülkemizdeki gelişen bu teknolojinin kullanılmasına destek olmak ve bu konudaki eksiklikleri kapatmak açısından örnek teşkil etmesi planlanmış ve bu amaçla yola çıkılarak, oyun sektöründeki yeni gelişmeleri gerek oyun şirketleri gerekse bağımsız oyun geliştiricilerinin faydalanması açısından katkı sağlaması hedeflenmektedir.

## **2. Yöntem**

### **2.1 Araştırma modeli**

Yapılan çalışmada çalışmanın kapsamına bağlı olarak olgu ve olayları nesnelleştirerek gözlemlenebilir ve ölçülebilir bir şekilde ortaya koyan nicel araştırma yöntemi (Yiğit, 2013) kullanılmıştır. Bu bağlamda birçok ögeden meydana gelen araştırma alanında, konu ile ilgili bir kaniya ulaşmak için uygulanan tarama modeli ve kesit alma yaklaşımı (Karasar, 2015) çalışma için uygun görülmüştür. Belirtilen araştırma modellerine ilaveten üç boyutlu sayısallaştırma yöntemi olarak fotogrametri tekniği ile deneysel örnek uygulamaları oluşturulmuştur.

### **2.2 Araştırmanın evreni ve örnekleme**

Araştırmanın evreni, görsel olarak video oyunlarının sahne tasarımlarında kullanılan nesnelere ya da yüzeylerin oluşturduğu üç boyutlu modellemelerdir. Genel olarak bu görseller vektörel ya da grafiksel işlemlerle modellenmektedir. Var olan bu evrenden seçilen ve sadece fotoğraf temelli fotogrametri yöntemi ile sınırlandırılarak oluşturulan üç boyutlu modeller, çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır.

### **2.3 Araştırmanın verilerinin değerlendirilmesi**

Haritalama alanında kullanılan fotogrametri yöntemi bu çalışmada çok sayıda fotoğrafın hizalanması, örtüşmesi ve sıraya konarak yeni bir görsel oluşturma maksadı ile kullanılmıştır. Fotogrametrik bu yöntem için PhotoScan yazılımına ait fotoğrafik verilerle çalışılmıştır. Yazılımın oluşturduğu nokta bulutu ve yine bu sayede oluşan çok sayıda poligona ait veriler nihai görselin oluşturulmasında büyük rol oynamıştır. Neticede oluşan verilere ait nihai görselin süreci ve değerlendirilmesi çalışmanın devamı olan “Bulgular ve Yorum” bölümü altında çeşitli başlıklarda detaylı olarak ortaya konmuştur.

## 2.4 Fotogrametri: Üç Boyutlu Sayısallaştırma Yöntemi

Fotogrametri sözcüğü eski Yunan sözcükleri olan; Photo (ışık) + Grama (çizim) + Metron (ölçme) kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Buradan yola çıkarak ışıkla çizilerek ölçme anlamı taşımaktadır. Kelimenin yazımı ve ayrımında, Jörk Albertz öncülük etmiştir. Bir diğer deyişle, fotonlar yardımıyla yazmak olarak da tanımlanabilir. Yazma işleminin nasıl tanımlandığı belirtilmemiştir, fakat klasik fotoğrafta foto kimyasal ya da modern fotoğrafta foto elektriksel olarak açıklanabilir. Klasik fotoğrafçılıkta yazma işlemi analog fotoğraf, modern fotoğrafçılıkta yazma işlemi ise dijital fotoğraf olarak değerlendirilir (Kraus, 2007).

Fotogrametri, nesnenin bir veya birkaç fotoğrafından yararlanılarak uzaydaki şeklini, boyutlarını ve konumunu incelikli bir şekilde belirlemeyi amaç edinmiş bir bilim dalıdır. Fotoğraflar üzerinde yapılan ölçümleri kullanan bu tekniğin genel amacı, nesnenin ayrıntılı olarak tam bir görünümünü vermesidir. Fotoğraf ölçümlemesi, geniş kapsamlı olarak aslına uygun merkezi perspektiflerin oluşturulmasına ait optik teknik yöntem olan fotoğrafçılığın ortaya çıkması ile pratikleşmiştir. Fotoğrafik yöntemler, diğer yöntemlerin kullanılmadığı alanlarda kolaylıkla uygulanabilmektedir (Marangoz, 2002).

Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Derneği olan ISPRS'nin (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) tanımına göre fotogrametri: “fotoğrafik görüntülerin ve elektromanyetik enerjinin kayıt, ölçme ve yorumlanması sonucu fiziksel cisimler ve bunların çevresine ilişkin bilgileri oluşturan ve bu bilgilerin analizini yapan bir bilim dalıdır.” Fotogrametrinin birçok tanımı yapmıştır. En genel tanımı olarak, “cisimlerin şekil ve büyüklüklerinin resimlerinden ya da diğer elektronik ortamlardan belirlenmesi bilimi ve sanattır” verilebilir. İçinde bulunduğumuz 21. yüzyıla en uygun tanım bu şekilde yapılmaktadır. “Bilim” kelimesi matematik, fizik, kimya ve bilgisayar teknolojileri bilimlerini ve pratikteki uygulamalarını kapsamaktadır. “Sanat” kelimesi ise, günümüz koşulları içerisinde fotogrametrinin son evriminde çeşitli modellemeler dahilinde tasarımla birleşerek ortaya çıkarılan eserleri temsil etmektedir (XYZ Dergi, 2010).

## 2.5 Araştırma Etiği

Araştırmanın her aşamasında bilimsel disiplinin gerektiği şekilde bütün etik ilkelere dikkatle uyulmuştur. Ortaya konulan tüm veriler nesnel bir şekilde araştırmaya dahil edilmiş ve yararlanılan tüm kaynaklar hem kaynakçada hem de metin içinde yer almıştır.

## 3. Bulgular ve Yorum

Çalışmaya ait bulgular genel olarak üç başlık altında toplanmıştır. “Fotoğrafik Tabanlı Fotogrametri ve 3D Modelleme Programları ile Video Oyunu Sahne Tasarımı” başlığında yapılan uygulamaların verileri ile birlikte analiz edilmiştir.

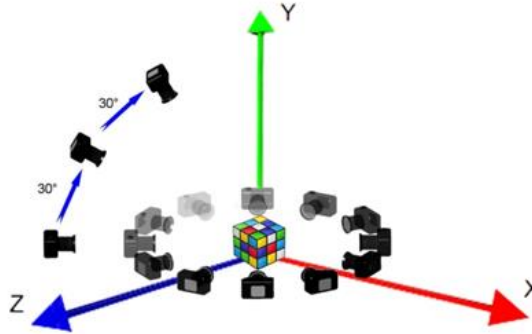
### 3.1 Fotoğrafik Görüntü Tabanlı Modellemeler ve Fotogrametri Tekniği

Fotogrametrinin ilk uygulamaları 15.yüzyıla kadar dayanmaktadır. Leonardo da Vinci ve Albert Durer gibi sanatçıların, uzayın düzlem perspektiflerden ve üç boyutlu resimlerden tekrar oluşturulmasında kullandıkları merkezi iz düşün ve perspektif kavramları, fotogrametrinin matematik temelini oluşturmaktadır (Doyle, 1963).

Günümüzde ise Dijital (Sayısal) fotogrametri, ileri teknolojiye ulaşmıştır. Klasik fotogrametri film üzerine kaydedilmektedir. Dijital fotogrametride ise bu durum, piksel tabanlı dijital fotoğraflar üzerinden ilerlemektedir. Bilgisayar ortamlarında depolanabilen bu fotoğraflar ile çeşitli yazılımlarla farklı alanlara fotogrametrik uygulamalar yapılabilmektedir.

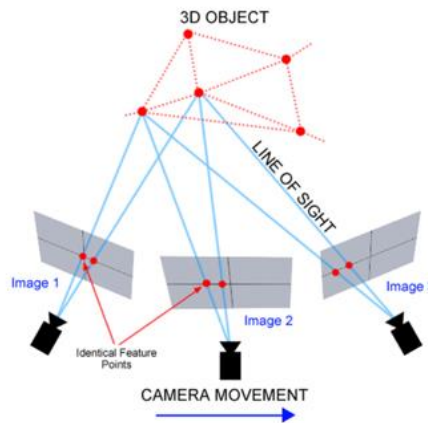
Sayısal resmin en küçük elemanı olan piksel, dijital kameraların en küçük hücresidir. Sayısal ortamda, pixellerden (picture x element) oluşan ve her bir piksele bir renk tonunun atanması ile oluşan sayısal bilgiye, dijital (sayısal) fotoğraf adı verilir. Dijital resmin kullanıldığı fotogrametri, sayısal fotogrametri olarak adlandırılır. Analog film kullanılarak elde edilmiş fotoğraflar da, tarayıcılar yardımı ile sayısal ortama geçirilerek, sayısal fotogrametri içerisinde kullanılırlar. Sayısal fotogrametride 3 temel koordinat sistemi kullanılır. Bunlar piksel koordinat sistemi, resim koordinat sistemi ve cisim koordinat sistemidir (Ergün, 2016).

Fotogrametride tüm üç boyutlu ölçme işlemleri cisim koordinat sisteminde yapılır. Fotoğrafi genel anlamıyla üç boyutlu dünyayı iki boyutlu görsellere dönüştürme işlemi olarak tanımlayabiliriz. Üç boyutlu modelleme işlemi ise bu işlemin tam tersi şekilde, yani iki boyutlu görseller olarak tanımlanan fotoğraftan, üç boyutlu model elde edilmesi işlemi olarak gösterebiliriz. Bu işlemi tek bir fotoğraf üzerinden yapmak mümkün değildir. Bunun sebebi düzlem, uzaklık, perspektif ve derinlik gibi bazı verilerin tek fotoğraf üzerinden elde edilememesinden kaynaklanır ve bundan dolayı birden fazla fotoğraf çekimi yapmak gerekmektedir. Üç boyutlu modelleme tekniği olarak kullanılan fotogrametri, üç boyutlu nesnelerin iki boyutlu fotoğraflarının çekilmesi ve çekilen tüm fotoğrafların çeşitli yazılımlar ile işlenmesi sonucu tekrar üç boyutlu modeller oluşturulması işlemidir.



**Şekil 1.** Üç boyutlu düzlemde makinenin çekim konumu

([http://www.clemson.edu/restoration/wlcc/equipment\\_services/equipment/photogrammetry.html](http://www.clemson.edu/restoration/wlcc/equipment_services/equipment/photogrammetry.html))



**Şekil 2.** Üç boyutlu nesnenin farklı açılardan çekilen fotoğrafi

(<https://paleoaerie.org/tag/photogrammetry/>)

Örtüştürme tekniği, panoramik olarak bilinen fotoğraf çekim tekniğiyle, büyük bir oranda benzerlik göstermektedir. Fakat fotogrametride orijinal görüntü oluşturulurken x, y, z koordinatlarının belirlenmesi için, kameranın üç boyutlu uzayda çekim konumunu (Şekil 1) da hesaplamalara dahil

etmek gerekmektedir (Mason, 2016). Şekil 2 de görüldüğü gibi, üç boyutlu objenin üzerindeki 2 nokta, birbiriyle örtüşen farklı açılardan çekilen 3 adet fotoğraf, oluşturulması planlanan üç boyutlu model üzerinde derinlik kazanımını sağlamaktadır. Bu koordinatlandırma sisteminin sonucu olarak nesnenin üç boyutlu modeli oluşturulmaktadır.

Fotogrametrinin tarihsel gelişimi içerisinde, kuşkusuz en önemli etken optik sistemler olmuştur. Günümüzde optik sistemlerin görüntülemeye etkileri sayesinde, fotogrametrinin kullanım alanları da değişmekte ve girdiği her alanda şüphesiz önemli sonuçlar elde edilmektedir. Bu alanların en gelişmiş teknolojileri kullanan ve sürekli gelişim içinde olanlarından biride, video oyunlarıdır. Bilgisayar ve çeşitli oyun konsolları için tasarlanan video oyunları, bilgisayar programcılığı ve sanat tasarım gibi farklı disiplinlerin birlikte uygulanmaları ile gerçekleşir. Video oyunları iki ana temel üzerine kuruludur; bunlardan biri oyun kodları ve programlanması, bir diğeri oyunların görsellerinin hazırlanmasıdır. İlk dönem video oyunlarında, görseller iki boyutlu grafiklerle oluşturulurken, günümüzde iki boyutlu bu yöntem geliştirilerek, üç boyutlu grafiklere dönüşmüştür. Video oyunlarındaki bu dönüşüm ve ilerleme nedenlerinin en başında, gerçeğe en yakın görüntüleri elde etme çabası yatmaktadır.

### 3.2 Geçmişten Günümüze Video Oyunlarının Grafikleri ve Fotogrametri Gerçekliği

Video oyunları, modern çağın popüler kültürünün bir parçası olmak için yeterince uzun bir süredir varlığını sürdürmektedir. Birkaç yıl öncesinde oyunların piksellerinin saf bir biçimden, küresel sanayiye dönüşeceği, 2022 yılında ise 200 milyar dolarlık bir gelir beklentisiyle büyüyeceği tahmin edilemezdi. Küresel oyunlar, e-sports ve mobil oyunları kapsayan pazar istihbaratının önde gelen sağlayıcısı olan Newzoo verilerine göre, eğlence sektörünün lideri konumunda olan video oyunları sektörünün 2022 yılında 196.8 milyar dolara ve 3.2 milyar oyuncuya ulaştığını ve bu miktarların her yıl giderek artacağını açıkladı (Newzoo). Bu hızda büyüyen bir sektör için sürekli kaliteyi yükseltmek ve üretimi arttırmak için, teknolojik bilgi takibi kaçınılmazdır.

Video oyunlarının geçmişine bakıldığında, oyun içeriğini görselleştirmek için uygulanan birçok farklı yöntem vardır. Bu farklı tasarım tekniklerini kullanarak, oyun geliştiricileri ve sanatçıları video oyunlarının görünümünde çeşitli sonuçlar elde etmişlerdir. Bu farklı görsel tasarımlar, grafiksel stiller olarak bilinir ve aynı zamanda oyun dünyasının tasarımcılarının sunum içeriği olmakla beraber, yaratıcılıklarının göstergesidir. Oyun dünyasının grafiklerinin genellikle soyut stil olarak adlandırılan grafiklerle başladığı varsayılır. Soyut grafik, karakteri, nesnelere veya farklı yerleri doğrudan göstermek yerine, geometrik şekiller ve formlarda temsil etmeye odaklanan grafik kategorilerinden biridir. Egenfeldt-Nielsen ve arkadaşlarının araştırmalarından yola çıkarak, bu tarz grafiklere sahip ilk oyun 1971 yılında piyasaya sürülen “Computer Space”dir. Hemen ardından “Pong”, tenis oyunu olarak piyasaya çıkmış ve ünü zamanının tüm oyunlarını geçmiştir (Egenfeldt-Nielsen, vd., 2016).

Soyut stil grafiklerin ardından, 1980'lere doğru 8 bitlik renkli oyun grafikleri, oyun teknolojisinde devrim yaratmıştır. Oyun konsollarının destekleri ile video oyun sektörü gelişmiş ve bugün ekonomiye etki edecek kadar gelirler elde etmeye başlamıştır. Bunlar içerisinde en ünlü olanları 1985 de piyasaya çıkan, Super Mario Brothers ve RPG oyunu (1986) Legend of Zelda'dır. Aynı zamanda platform oyunlarındaki kayan ekran sistemi, yeni konsolların yeteneklerindeki en önemli değişikliklerden biri olmuştur. Ekran çözünürlüğündeki artış, video oyunlarına daha büyük bir renk paleti ve ekranda görülen hareketli nesnelere sayısında artış olarak yansımıştır.

Üçüncü nesil oyun konsolları ve buna bağlı tasarımların gelişimiyle, üç boyutlu grafikler iki boyutlu grafiklerin yerini aldı ve tamamen tercih edilir hale geldi. Piksel sanat gelişimi, 16 bitlik dönem boyunca devam etti. Yeni eğilime rağmen, piksel sanatı, soyut grafik tarzlarının yaptığı gibi asla eski haline gelmedi. Bunun yerine, sanat stili oyun grafiklerini daha ayrıntılı hale getirmek ve

hareketli nesnelere ve figürlere daha iyi animasyonlar eklemek için ekran çözünürlüğü, veri saklama ve renk paletindeki gelişmeler gibi teknolojik unsurları kullandı. Piksel sanatı iki ana kategoriye ayrıldı: Retro piksel sanatı ve modern piksel sanatı (Keo, 2017).

90'lı yılların sonu video oyunlarında yenilikçi ve gelişimin en hızlı olduğu dönem olarak değerlendirilir. üç boyutlu bilgisayar grafiklerinin ana akım haline gelmesinin başında, karikatür grafikleri bulunan oyunların tasarımı gelmektedir. Tasarım açısından 2 boyutlu karikatürlerinin ya da çizgi film karakterlerinin kendi hayatlarından ve çevrelerinden oluşan üç boyutlu grafikler, gerçekçilik kavramına güçlü bir boyut kazandırmıştır. Gerçekçilik, üç boyutlu görselleştirme ile oyun grafikleri için yeni standart haline gelmiştir. O dönemden itibaren günümüze kadar olan dönemde gerçekçilik, tartışmasız modern oyunların en çok aranan görünümüdür (Jarvinen, 2009). Piksel sanat adı altında, piksel tabanlı iki boyutlu düzlem üzerinde piksellerin boyanması ile oluşturulan üç boyutlu görseller 21.yüzyılın başlarında yerlerini, üç boyutlu yazılımlar sayesinde oluşturulan, çokgen poligonlu modellere bırakmışlardır. Bu modeller, 3D StudioMax, AutoCAD, Blender, SketchUp, Solid Works gibi üç boyutlu yazılımlar sayesinde sanal uzayda çokgen yüzeylerden elde edilerek oluşturulmaya başlanmıştır. Bu modelleme yöntemi ile video oyunlarında oynanabilirlik, görsellerden oyunun senaryosuna kadar oyuncular üzerinde daha etkili olmuştur.

Bilgisayar yazılımlarıyla simule edilmiş bir video oyununda, üç boyutlu modeller genellikle belirli bir referansları olsa da, çoğunlukla sıfırdan yaratılır. Üç boyutlu modelleme yazılımları için üçgen, dörtgen ya da diğer çokgen yapıları nedeni ile nesneyi manuel modellemek yorucu ve yavaş bir süreçtir. Bu durumda oyun üreticileri için en büyük zorluklardan biri, zamana karşı yarışmaktır. Bu durumu hızlandırmak adına bir nevi çözüm olarak Watkins'in makalesinde belirttiği gibi; ağaçlar, dallar, yapraklar, çiçekler ve otlar gibi organik canlılar, organik olmayan nesne ve objeler ya da hayvanlar veya oyun karakterleri gibi yüksek poligonlu modellerin yaratım süreçlerini kısaltmak için, modeller sıklıkla simetrik olarak eş değerlenir (Watkins, 2011). Bu durum herhangi bir nesnenin modellemeye başlandıktan sonra belirli alanların aynı simetrik değerle tamamlanması demektir. Bunun sonucunda modellenen nesnelere tam anlamıyla gerçekçi görünümünü tamamlanamazlar.

Tüm bunların sonucu olarak, modellenen nesnenin ya da karakterin gerçekçi bir biçimde sayısal olarak video oyunlarına aktarımı, çok fazla emek ve zaman harcanan çalışmaları gerektirir. Bu çalışmaların neticesi olarak, oyunun dizayn edilmesinde modellenen nesnelere, karakterler, mekanlar, vb. yoğunluğuna bağlı olarak oyunun tamamlanma sürecini direkt olarak etkilemektedir. İki büyük oyun motoru programlarından biri olan Unity'nin programcıları, klasik üç boyutlu modelleme yöntemi ile fotogrametri yöntemini modelleme süresi olarak karşılaştırmışlar ve fotogrametrinin süreci ciddi oranda kısalttığı sonucunu ortaya çıkarmışlardır (Şekil 3).

Days	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Classic workflow	High Mesh					Texturing			Retopology	UV + baking	Material	Import IG	LOD	
Photogrammetry workflow	Photos	HM+T	Retopology	UV + baking	Material+ Delighting	Import IG	LOD	Time saved						

**Şekil 3.** Klasik üç boyutlu modelleme ve Fotogrametri ile modelleme zaman çizelgesi (Unity, Photogrammetry Workflow, s. 5)

Aynı şekilde, 2016 Game Developers Conference'da dünyanın en büyük video oyun şirketlerinden EA DICE'nin (EA Digital Illusions Creative Entertainment) modelleme sanatçısı Andrew Hammilton ve sanat yönetmeni Kenneth Brown, kullandıkları fotogrametri yönteminin tekniği ve sürecini nasıl inşa ettikleri konusunda açıklama yaptılar<sup>2</sup>. Açıklamada, daha önceki

<sup>2</sup> Konferansın kayıtları için: <https://www.gdcvault.com/play/1023272/Photogrammetry-and-Star-Wars>

oyunlarda örnek olarak: “Battlefield 4” de klasik modelleme yöntemleri ile nesnenin modelleme şekli ve süresi belirtilirken, aynı şekilde “Star Wars Battlefront” da ilk kez kullanılan fotogrametri tekniğinin şekli ve süresi ile ilgili bilgi verildi. Her iki firmanın açıklamaları ve verdikleri grafiklerden yola çıkarak fotogrametri ile yapılan çalışmaların, çalışma sürelerini neredeyse yarı yarıya düşürdüğü gözlenebilmektedir.

Fotogrametri, ilk olarak dokulardaki keskin ayrıntıları birebir ortaya çıkarmasıyla, oyun dünyasında etkisini göstermeye başladı. Video oyun yapımcısı The Astronauts’un hem kurucu ortağı, hem sanat yönetmeni olan Andrzej Poznanski, yayınladığı yazısında gerçekçi varlıklarla oyun tasarımında fotogrametriden şu şekilde bahsetmektedir:

*“Bu tuğla duvar veya bu yer karoları, popüler inancın aksine, bir şeylerin tanımı değildir. Bazı kenarların diğerlerinden daha fazla nasıl yıprandığına, bazı parçaların diğerlerinden nasıl daha pürüzsüz görüneceğine, belirli alanlarda nasıl kir ve toz biriktiğine bakın. Bazı parçalar yontulmuş olabilir, bazı bölgeler lekeli, bazı kısımlarda küf veya pas yerleşmeye başlamış olabilir... Ve hepsi de rastgele değil. Eğer gerçekten istiyorsan, muhtemelen her şeyi anlayabilirsin. Zemin, ön kapının etrafından daha fazla yıpranabilir veya sandalyenizin tekerleklerinin zeminin bir parçasını sürekli olarak temizleyebildiği ve dış duvarın, yağmurun daha sık çarptığı taraflardan daha karanlık olabileceği gibi. Ancak işler normal olmadığında beyniniz fark eder. Video oyunlarında olduğu gibi. Bilinçsiz düzeyde olsa bile, beyniniz size mükemmel bir şekilde dokunan tüm dokuları, tüm yıpranmış yüzeyleri, tüm yanlış yerlere yerleştirilmiş lekeleri kulağınıza fısıltılarla işaret eder” (Poznanski, 2014, s. 1).*

Bilinçli aklın fark edemediği ayrıntıları, bilinçaltımız fark edebilir. Pasın bir yüzey üzerinde oluşumu, yaprakların, tozların ve çöplerin zamanla nasıl biriktiği, tuğlaların ve duvarların bozulması, bunların hepsi uzun süren bir bozulma ortamının ince ipucudur ve kusurlu olmanın mükemmelliği gerçek doku ve detaylarda gizlidir. Poznanski’nin de belirttiği gibi fotogrametri, oyun dünyasında gerçek doku deneyimleri açısından devrim niteliğindedir. Buna ilaveten, fotogrametrinin doku üzerine geldiği noktada, DICE, Epic Games, Sony ve V1 Interactive gibi dünyanın en büyük video oyun şirketlerinde teknik sanat yönetmeni olarak görev alan Rense de Boer, hazırladığı doku üzerine fotogrametrik çalışmalar için: Gerçeğe en yakın modellemeden de ileri giderek fotogrametri ile gerçeğin modellendiğini öne sürmektedir (De Boer, 2017).

### **3.3 Fotoğrafik Tabanlı Fotogrametri ve 3D Modelleme Programları ile Video Oyunu Sahne Tasarımı**

Üç boyutlu olarak fotoğrafları çekilecek nesnemiz için, yani bu çalışmada kullanılacak olan Millennium Falcon adlı uzay aracı maketi (Şekil 4), çekim hazırlıklarının yapılması aşamasıyla başlanmıştır. Çekimler stüdyo ortamında yapılmıştır. Maket üzerinde detayların kaybolmaması için ışıklandırma kaynağı olarak paraflaş set kullanılmış aynı şekilde mümkün olan en yüksek görüntü kalitesine ulaşabilmek için fotoğraf makinesi olarak Fujifilm GFX orta format fotoğraf makinesi tercih edilmiştir.





**Şekil 4.** *Millennium Falcon Maket*

Çekimlerde dikkat edilmesi gereken önemli noktalar; net alan derinliğinin sığ olmaması için kısık diyafram değeri seçilmelidir (f:11 ve üzeri), tüm çekimler aynı ışıklandırma ile yapılmalıdır, özellikle geniş açılı objektifler ve lens distortion (bozulma) oranı yüksek olan merceklerle çalışmamak gerekmektedir. Aksi halde çekilen fotoğraflar, yazılıma aktarıldıktan sonra birleştirme işlemi sırasında hatalara neden olacak ve modelleme işlemi başarılı bir şekilde neticelenmeyecektir. Bir diğer önemli noktada; objenin her yüzeyinin birden fazla açıyla fotoğraflanması ve arka planda temiz bir fon kullanılmasıdır. Fon tercihi genellikle yeşil olarak belirlenir. Bu çalışmada objemizin açık renkli oluşundan dolayı siyah bir fon üzerinde objenin 80 farklı açı ve konumda fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5). Fotoğraf sayısı objenin büyüklü-küçüklüğü, biçimi ve dokusu bakımından artırılıp, azaltılabilir.



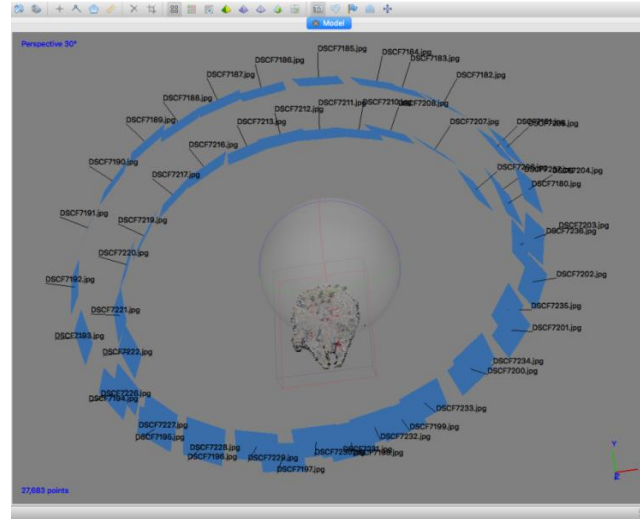
**Şekil 5.** *Stüdyoda farklı açılarla çekilen fotoğraflar*

Fotogramtride, temel olarak fotoğraflar sürecin en önemli parçasıdır. Aktarılan yazılımda algoritmanın başarısı kaliteli fotoğraflara bağlıdır. Bu çalışmada üç boyutlu modeli oluşturmak için



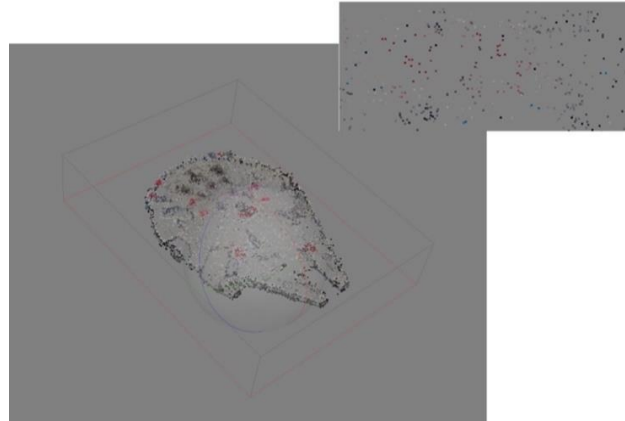
Agisoft PhotoScan yazılımı kullanılmıştır. Fotogrametri için ReCap, VisualSFM gibi farklı birçok modelleme programları bulunmaktadır. En yaygın olanı açık kaynak olan ve kar amacı gütmeyen akademik çalışmalar için sık kullanılan VisualSFM'dir. Fakat bu tarz programların dezavantajları vardır. Fotoğrafi işlemek için tekrar boyutlandırılır, bu da yüksek çözünürlüklü fotoğraflarımızın kalitesinin düşmesine sebep olur.

PhotoScan programına yüklenen fotoğraflar öncelikli olarak hizalandırılır. Align olarak adlandırılan hizalandırma işlemi bir nevi matematiksel veriler içeren ve koordinat sistemleridir. Program fotoğraflardaki görüntüleri inceler, aralarındaki ortak özellikleri belirler. Bu bilgileri kameranın konumunu bularak ortaya çıkarır (Şekil 6). Sonucunda seyrek nokta bulutu olarak ortaya çıkar ve tiepoints olarak adlandırılan bağ noktaları kümesini oluşturur. Model sanatçısının, doğru bir sıralama yapıp yapmadığının kontrolü için gereklidir.



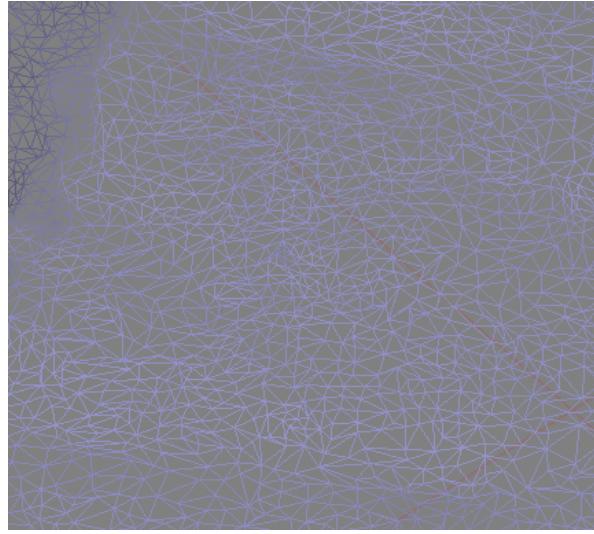
**Şekil 6.** Hizalama sonrası oluşan noktalar ve kameranın hesaplanan konumları

Hizalama işlemi tamamlandıktan sonra Point Clouds olarak bilinen üç boyutlu yoğun nokta bulutları üretim aşamasına geçilir. Point Clouds, her bir noktanın uzayda x, y, z koordinatlarının oluşturulduğu üç boyutlu ve yoğun noktalar topluluğudur. Aynı zamanda objenin yüzey dokusu üzerindeki tüm renk değerlerine sahiptir. Nokta bulutu dosyaları, objeleri tekrar tasarlayabileceğimiz ya da ek modeller ilave edebileceğimiz tasarım sürecinde kolaylık sağlayan dosyalardır. Oluşturulan noktalarla üç boyutlu ham veri elde edilmiştir (Şekil 7).

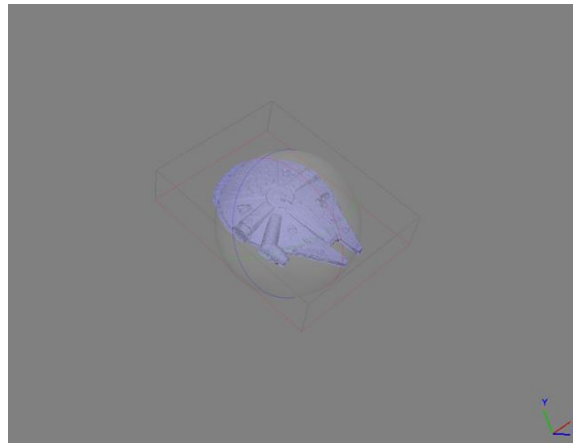


**Şekil 7.** Dense Cloud ile oluşturulan nokta bulutu ve detayı

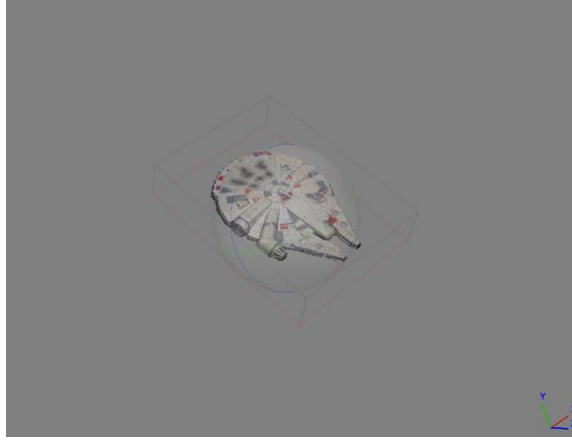
Dense cloud ile oluşturulan nokta bulutundaki her bir noktanın birbirlerine bağlanmaları “mesh” inşa aşaması ile gerçekleştirilir. Mesh (kafes ya da ağ olarak adlandırılır) üç boyutlu objeleri üçgensel olarak temsil eder bir başka deyişle üç boyutlu objenin yüzeyini çok sayıda üçgenlere böler. Her üçgenin köşelerinde bulunan noktalar, yoğun nokta bulutundaki noktaların birbirine bağlanması ile oluşur ve bu noktaların x, y, z koordinatlarını ve özelliklerinin aynen taşır. Objenin yüzeyinde barındırdığı üçgenlerin sayısı arttıkça, görüntülerdeki detaylar artar. Ama bunun dezavantajı, diğer programlara aktarılmasında ve işlenmesinde çok büyük dosyalarla çalışma zorluğudur. Render ve işleme sürelerini oldukça uzatır. Mesh işlemi sonucunda üç boyutlu objenin yüzey dokusu belirginleşir (Şekil 8), (Şekil 9). Sonraki işlemde oluşan üç boyutlu poligon yüzeylerin üzerine fotoğraflarda aynı x, y, z koordinatlarına karşılık gelen noktalar aracılığı ile “texture” (doku) kaplaması için texture inşa edilir (Şekil 10).



**Şekil 8.** Oluşturulan üçgen poligon detayı



**Şekil 9.** Doku Kaplı poligonlar

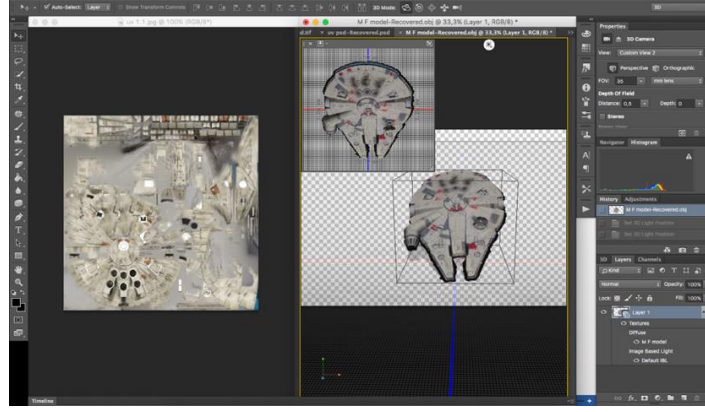


**Şekil 10.** *Texture, Modelin üç boyutlu ve renk değerli görünümü*

Ortaya çıkan sonuç, üç boyutlu grafik ve görüntü endüstrisinde evrensel olarak geçerli olan “.obj” dosyası olarak kayıt edilir. Ortaya çıkardığımız bu dokuyu yeni ağlarla bağlayabilir ve farklı uygulamalarda kullanabiliriz. Mesh export’u alındıktan sonra texture export alınmalıdır. Bu aşamadan sonra gelen tüm işlemler, elimizdeki üç boyutlu görüntünün farklı programlar aracılığı ile temizlik ve işleme evreleridir.

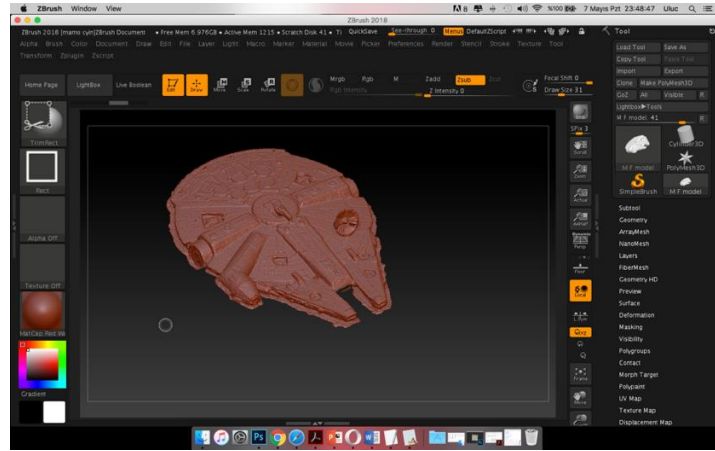
İlk temizlik PhotoScan programında gereksiz kenar ayrıntıları silinerek yapılmıştır. Oluşturulacak olan texture, renk ve yüzey ayrıntılarının karışmaması ve daha etkili doku elde etmek için ilk yöntemdir. Aynı zamanda UV koordinatları ve doku haritası (UV coordinates and texture maps) oluşturulur. Bunlar PhotoScan programında oluşturulabileceği gibi farklı programlarla da yapılabilmektedir. Bu çalışma, PhotoScan programında oluşturulmuş, temizlik ve düzenleme işlemleri ZBrush ve Photoshop programları ile yapılmıştır. UV eşlemesi modele iki boyutlu düzlemde modelin dokusunun ve koordinatlarının oluşturulmasını sağlar, Modelin üç boyutlu x, y, z ve iki boyutlu u, v koordinatları arasındaki ilişkiyi hedefler. Bir modelin UV koordinatları yoksa, nesnenin yüzeyinde bir doku var olamaz.

Çoğu uygulama, modelin dokusunu açıp oluşturmak için otomatik özelliklere sahiptir. Ama genelde dokularda yüksek kalite elde etmek için, muhakkak manuel düzenlemeler gerekmektedir. Oluşturulan doku düzenlemeleri için, daha iyi sonuçlar elde edilebilen ve aynı zamanda çekilmiş olan, gerekirse tekrar çekilen fotoğraflardan birebir doku taşımaya olanak verdiği için Photoshop programı tercih edilmiştir. Ayrıca .obj (dosya uzantısı) formatlı üç boyutlu objeler üzerinden çalışma imkanı da sağlamaktadır. Oluşturulan texture ile direkt olarak çalışma yapılacağı gibi, üç boyutlu obje üzerinden de doku işlemleri yapılabilir (Şekil 11). Hem üç boyutlu model üzerinden hem de çekilen fotoğraflar üzerinden taşınan dokular ile modelin texture görüntüsündeki hatalar, minimuma indirilmiştir. Yüzeyde bulunan tüm girinti ve çıkıntılar ayrıca kontur hatlar baştan düzenlenmiştir.



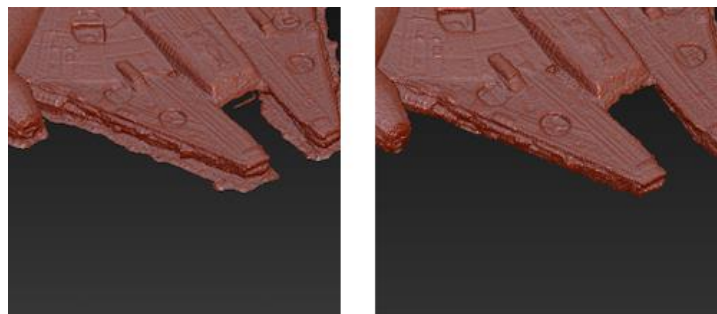
Şekil 11. Eşleştirilen doku ve üç boyutlu çalışma

Fotogrametri her ne kadar doku bilgisine sahip ağlar oluşturmayı mümkün kılrsa da, bu süreç gerçek bir doku oluşturmada tek başına tam anlamıyla yeterli değildir. Fotogrametrik çalışmalardan sonraki aşamalarda, objelerin, geometrik özellikleri konumları, biçimleri, renk ve yüzey dokuları üzerinde çalışmalar yapmayı gerektirmektedir. Modele, doku ve detayların aktarılması için gerekli bir diğer çalışma ise modelin geometrik şeklinin düzenlenmesidir. Bu işlem içinde birçok yazılım bulunmaktadır. Bunların en yaygın olanları içerisinde, Maya ve ZBrush kullanılmaktadır. Bu çalışmada ZBrush tercih edilmiştir. ZBrush bünyesinde bulundurduğu fırçalarla, ayrıca özelleştirilebilir fırça özelliği ile modellerin şekillendirilebilmesini sağlayan bir yazılımdır. Bu aşamaya kadar getirilen .obj (üç boyutlu) dosyası, yüksek poligonda çalışmaya olanak tanıyan ZBrush yazılımına aktarılmıştır. (Şekil 12).



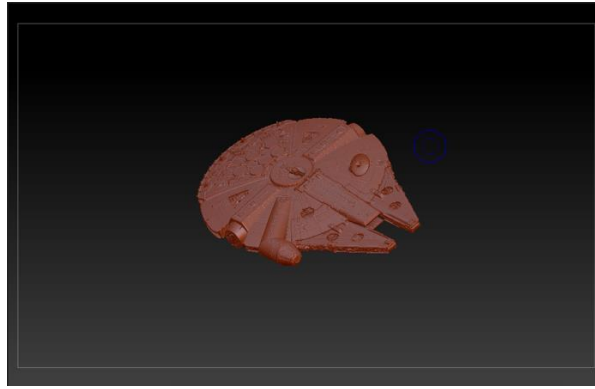
Şekil 12. ZBrush'a aktarılan .obj dosyasının görünümü

İlk olarak objenin kenarlarında fırçalar yardımıyla kaba temizlik yapılmıştır. Yapılan bu ilk seviye çalışma, objenin genel hatları ve görünümünü oluşturmak içindir. Model, çeşitli açılarda döndürülerek ana gövdeye kabaca en yakın şekle gelene kadar temizlenmiştir (Şekil 13).



**Şekil 13.** Kaba temizlik ile modelin ilk seviye ve ikinci seviye detay görüntüleri

Devamındaki aşama ZBrush sürecinin en uzun süren çalışmasıdır. İki boyutlu görüntüden elde edilen üç boyutlu modelin dokusu üzerinde bulunan her bir detayın, tek tek işlenerek doku ile birlikte objenin yüzeyi oluşturulmuştur. ZBrush yüzeylerin mikro düzeylere ayrılıp, çalışılmasında oldukça etkili sonuçlar vermektedir. Modelin, referans objesi fotogrametri ile kalıplandığı için, üzerinde bulunan net olarak oluşmamış detayları belirginleştirilmesi, uç ve kenar hatların tamamını keskinleştirilmesi, doku üzerinden kontrollerle daha etkili sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Ağırlıklı olarak fırçalar üzerinde çalışılması gereken bir çalışma uygulanmıştır. Kullanılan fırçaların başında Clip Brushlar modelin düz alanlarını topolojik yapısını değiştirmeden kullanımda etkili olmuştur. Yüzey üzerinde girinti ve çıkıntılarının açılarının oluşturulması, keskinleştirip temizleme işlemleri gibi birçok alanda Clay Polish fırçalar kullanılmış ayrıca Clay Polish fırçaların detay parametrelerinden, Sharpness Slider, Edge Contrast, Surface Contrast, Hard Surface Contrast, gibi slider effects, modellenen objesi simule etmekte etkili sonuçlar vermiştir (Şekil 14).



**Şekil 14.** Modelin tamamlanmış görüntüsü.

Buraya kadar olan çalışmanın amacı, gerçek dünyada var olan bir objenin, üç boyutlu modelini oluşturarak sanal bir ortama aktarmaktır. Bunu yaparken de gerçeğe en yakın görsel temsili elde edebilmektir. Kullanılan yöntem üzerinden açıklamak gerekirse: Gerçek dünyada var olan bir objeyi, fotoğrafın gerçeklik temsili özelliğinden hareketle, fotoğraflarının çekilmesi yani iki boyutlu olarak dijital bir ortama kaydedilmesi ve daha sonra bu fotoğraflardan yola çıkarak yukarıdaki tüm aşamaları kullanarak tekrar üç boyutlu gerçeğine en yakın temsilini çeşitli sayısal ortamlarda (video, sinema, animasyon, üç boyutlu model kullanım yazılımları, arkeoloji ve diğer bilimsel çalışmalar vb.) kullanabilmek amacıyla oluşturulmasıdır. Bu çalışmada çeşitli sayısal ortamlardan birine örnek olarak, video oyunu tercih edilmiştir.

Video oyunlarını yapmak için oyun motoru adı verilen programlara ihtiyaç vardır. Oyun motorları, nesne obje gibi varlıkları, grafiklerle destekleyen ve bunların kontrollerini sağlayan hazır yazılımlardır. En çok tercih edilen oyun motorlarının başında Unreal Engine ve Unity gelmektedir. Bu çalışmada Unity tercih edilmiştir.

Hazırlanan Millennium Falcon modeli kullanılarak Unity yazılımıyla birlikte bir oyun sahnesi tasarlanmıştır. Fotogrametri yöntemiyle hazırlanan Millennium Falcon modeli dışında farklı 3DMax ve benzeri üç boyutlu yazılımlarla oluşturulan hazır modeller de oyun için kullanılacak olan alana (environment) eklenmiştir. Ardından video oyununa ait sinematik sahne tasarlanmıştır ve video olarak çıktı alındıktan sonra çalışma tamamlanmıştır.

Öncelikle Unity de proje dosyası oluşturulup, “environment” olarak adlandırılan oyun oynandığı (oyunun tüm sahnesi) alan (Şekil15) Unity’e aktarılmıştır.<sup>3</sup> Yazılıma herhangi bir varlık eklemek, model dosyasını sürükle bırak şeklinde pratik olarak gerçekleşmektedir. Eklenen her dosya ve yapılan her işlem başlangıçta açılan proje dosyasına kaydedilmektedir. Environment eklendikten sonra, modellenen Millennium Falcon yazılıma eklenmiştir (Şekil 16), gerekli boyut ayarlamaları yapılmıştır. Ayrıca modele renk, arka motor aydınlatmaları gibi fiziksel özellikler de eklenmiştir.



**Şekil 15.** Unity sahne görüntüsü.

Yazılıma herhangi bir varlık eklemek, model dosyasını sürükle bırak şeklinde pratik olarak gerçekleşmektedir. Eklenen her dosya ve yapılan her işlem başlangıçta açılan proje dosyasına kaydedilmektedir. Environment eklendikten sonra, modellenen Millennium Falcon yazılıma eklenmiştir (Şekil 16), gerekli boyut ayarlamaları yapılmıştır. Ayrıca modele renk, arka motor aydınlatmaları gibi fiziksel özellikler de eklenmiştir.



**Şekil 16.** Modelin oyun sahnesinde görünümü.

Millennium Falcon’u sinematik sahnede hareketlendirmeye geçmeden önce, sahnenin boş kalmaması için hazır modellenmiş üç boyutlu üs, bina makine ve enkaz varlıkları (asset) oyun sahnesine eklenerek değişik alanlara oturtulmuştur (Şekil 17).<sup>4</sup> Varlık dosyalarının eklenmesi ve sahne içerisinde görünüm açısından göze hoş gelecek uygun yerlere yerleştirilme işleminden sonra,

<sup>3</sup> Kullanılan environment:

<https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/mars-environment-42564>

<sup>4</sup> Sahnede ekstra kullanılan 3D Maxtasarımı assetler

<http://scifi3d.com/list.asp?intGenreID=10&intCatID=8>

<http://scifi3d.com/list.asp?intGenreID=10&intCatID=39>

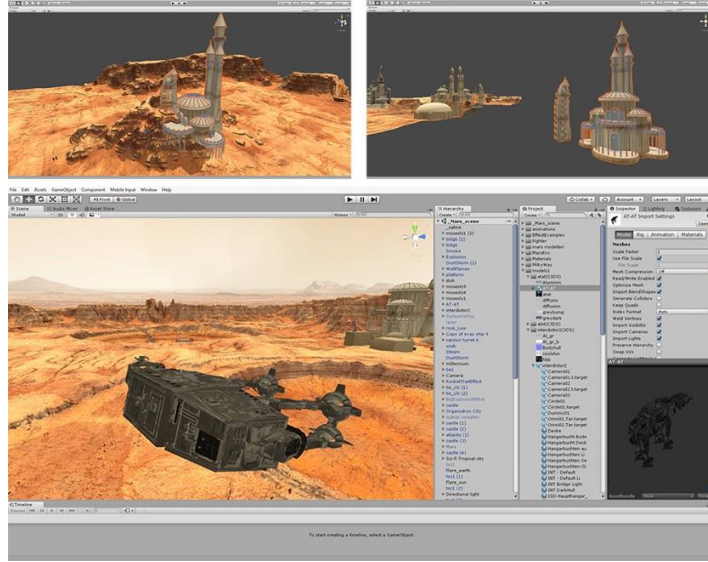
<http://scifi3d.com/list.asp?intGenreID=10&intCatID=43>

<http://scifi3d.com/list.asp?intGenreID=10&intCatID=16>

<http://scifi3d.com/list.asp?intGenreID=10&intCatID=15>



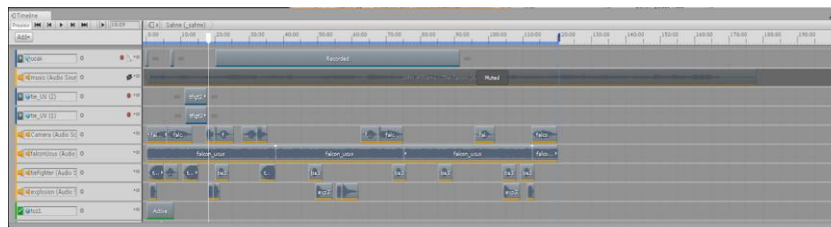
yapılacak olan işlemlerin hemen hemen tamamı animation ve timeline editör olarak adlandırılan pencerelerde yapılmıştır. Unity'nin Animasyon sistemi, belirlenen obje, karakter gibi nesnelerin zaman akışında konumlarını, rotasyonlarını, fiziki ve diğer özelliklerinin değişimini ve hareketlerini gerçekleştirir. Animation penceresinde Unity yazılımında var olan kamera hareketleri ile Millennium Falcon hareketlendirilmiş ve yüzey üzerinde uçuşu sağlanmıştır. Parça parça hareket-kayıt yöntemiyle oluşturulan animasyonlar timeline editörde birleştirilmiştir.



Şekil 17. Sahneye eklenen varlıklar (assetler)

Millennium Falcon'un sinematik sahne tasarımı kurgusu, "Star Wars, The Force Awakens Episod VII" filminde bir sahneden esinlenerek tasarlanmaya çalışılmıştır. Uçuş rota kurgusundan sonra sahne içindeki diğer hareketli varlıkların ve modeli takip eden Tie Fighter'ın kurgusu da eklenmiştir. Tie Fighter'lar ve Millennium Falcon arasında tüm sahne boyunca farklı çatışmalar tasarlanmıştır. Aynı şekilde bu çatışmalar için animasyon menüsünden çeşitli patlama ve lazer efektleri sahneye dahil edilmiştir.

Millennium Falcon, tüm varlıklar, efektler ve hareketlerin kurgu işleminin tamamlanmasının ardından, timeline üzerinde harekete geçmeleri gereken doğru zamana göre yerleştirilmiştir. Ardından tüm ses efektleri ve müzikler aynı şekilde timeline editöre aktarılmıştır (Şekil 18).<sup>5</sup> Ses dosyaları ile beraber görüntü kurgusu tamamlandıktan sonra .mp4 olarak video dosyası export edilmiştir. Fotogrametri tekniği ile modellenen Millennium Falcon'un, video oyunu için hazırlanan sinematik sahne tasarımı tamamlanmıştır (Şekil 19).



Şekil 18. Timeline editör.

<sup>5</sup> Kullanılan müzik ve tüm ses dosyaları

<https://soundcloud.com/real-mccoy20/laser-blasts-soundbible-com-108608437>

<https://www.youtube.com/watch?v=DWkagLnbnhXY>

<https://www.youtube.com/watch?v=PpRVyBbBD5k>

[https://www.youtube.com/watch?v=e8\\_2K7QNtpI](https://www.youtube.com/watch?v=e8_2K7QNtpI)





**Şekil 19.** Film ve oyun sahnelerinden görüntüler

#### 4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Video oyunlarının geçmişine bakıldığında, oyun içeriğini görselleştirmek için uygulanan birçok farklı çalışmalar vardır. Bu farklı çalışmalar farklı tasarım tekniklerini kullanarak, oyun geliştiricileri ve sanatçıları video oyunlarının görünümünde çeşitli sonuçlar elde etmişlerdir. Grafik ve vektörel yazılımların gelişmesi ile üç boyutlu görsel oluşturma oyunlarda standart olma özelliği göstermiştir. Fakat gerçeğe yakın olma arayışları da devam etmektedir (Jarvinen, 2009). Üç boyutlu çalışmada yapılan geçmiş dönem uygulamaların benzerleri açısından ele alındığında, tamamı bilgisayar yazılımlarında yaratılan (3D Studio Max, AutoCAD, Blender, SketchUp vb.) grafik görsellerdir. Alanda sıklıkla kullanılan grafik ya da vektörel tabanlı bir diğer yöntem ise simetrik tamamlama uygulamalarıdır. Watkins'in de belirttiği üzere simetrik modelleme yöntemi ile oluşturulan formlar olması gerekenden görsellikten uzaklaşabilmektedir (Watkins, 2011). Örnek olarak çürümüş bir yaprak şekil itibarı ile daha düzensiz bir şekilde olması gerekirken, bu yöntemle düzgün bir yapıda görünmektedir ya da bir ormanın içinde modellenen ağaçlar belli bir aralıktan sonara tekrar eden bir görünüme dönmektedir. Fakat bu çalışmada ortaya konan nihai görsel, oyunun sahnesinde olması istenen nesnelerin, kendi fotoğraflarından oluşturularak modellenmiştir. Fotoğrafın disiplinlerarası etkileşimi, yapılan bu çalışmayı benzer diğer çalışmalardan farklı kılmaktadır.

Disiplinlerarası kavram, gelişerek değişim gösteren bilgi alanlarının doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Sanatın ve ona bağlı kavramların değişiklikler göstermeye başlaması da, insanların toplumsal ve kültürel değişimleriyle ortaya çıkmıştır. Bu değişiklikleri tetikleyen en önemli unsurların başında da bilim ve teknolojiye gelişmeler yer almaktadır.

Fotoğraf, teknolojik gelişim bakımından en hızlı ilerleyen sanat dallarının başında yer almaktadır. Kimya ve fizik alanına dayalı keşfinin ardından, çinko ve cam levhalarla, ardından film yüzeyine ve sonuç olarak günümüzde sayısal teknolojilerle, dijital kullanım alanlarına dahil olmuş, gelişen teknoloji ve bilimin birçok disiplinleriyle iç içe girmiştir. Fotoğrafın disiplinlerarası ilişkisi de, evrimsel süreci göz önüne alındığında, neredeyse doğal olarak ortaya çıktığı söylenebilir.

Video oyunları, günümüzde birçok disiplini bünyesinde barındırır. Gelişen teknolojilerle fotoğraf da, video oyunlarının modellenmelerinde kullanılmaya başlanmıştır. Fotoğrafik görüntülerden elde edilen dokuların neredeyse birebir gerçeğiyle örtüşmesi sonucuna dayanarak: Özellikle fotoğrafın

gerçeklik misyonu üzerinden yola çıkarak, modellerin işlenmesi ile son derece etkili görseller elde edilebilirliği bakımından video oyunlarının sahne yaratımında/tasarımında fotogrametri tekniği önerilmektedir. Oluşturulan poligon sayısının fazlalığı ve bu sayede görsellerin istenen seviyeye ayarlanabilir olması, geometrik yapının orijinale uygun hale getirilebilmesi açısından da nesnelere fotoğraflarla kaplanarak modellenmesi önerilmektedir. Tüm bu teknik görsel veriler dışında fotogrametri yönteminin video oyunları sahne tasarımında önerilmesinin bir diğer sebebi de, üretim süreci ve maliyeti bakımından alternatiflerine oranla daha az maliyetli olması, hızlı şekilde üretilmesi ve bu durumun tasarımcılara/kullanıcılara avantaj sağlamasıdır.

### **Kaynakça**

- Doyle, F. J. (1963). The Historical development of analytical photogrammetry, Presented at 1963 semi-annual meeting. *Photogrammetric engineering*. 259-265. Wellesley Island,
- Egenfeldt-Nielsen, S., Smith, J. H., & Tosca, S. P. (2016). *Understanding video games: The Essential introduction*. Routledge.
- Ergün, B. (2016). *Sayısal fotogrametri ders notları*. Gebze Teknik Üniversitesi,
- Jarvinen, A. (2009). Gran stylissimo: The Audiovisual elements and styles in computer and video games in proceedings of computer games and digital cultures. F. Mayra (Ed) *In Proceedings of computer games and digital cultures* (ss. 113-128). Tampere University Press.
- Karasar, N. (2015). *Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar ilkeler teknikler*. Nobel Akademik.
- Keo, M. (2017). *Graphical style in video games* [Bachelor's thesis, Hame University]. Open Repository Theseus
- Kraus K. (2007). *Fotogrametri I*, (O. Altan, S. Külür, G. Toz, Z. Duran, M. Çelikoyan, Çev.). Nobel Akademik.
- Newzoo. (2022). Games markets and reports forecast. <https://newzoo.com/products/reports/global-games-market-report> adresinden 10.10.2022 tarihinde erişilmiştir.
- Marangoz, A. M. (2002). *Sayısal kameralarla tarihsel yapıların rölelerinin çıkarılması olanakları* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Mason, A. (2016). *Making 3D models with photogrammetry*. Carleton College
- Poznanski, A. (2014) "Visual revolution of the vanishing of Ethan Carter." *The Astronauts*. <http://www.theastronauts.com/2014/03/visual-revolution-vanishing-ethan-carter/>Erişim tarihi: 21.11.2017
- De Boer, R. (2017). Creative workflow. <https://artbyrens.artstation.com/> adresinden 21.11.2017 tarihinde erişilmiştir.
- Watkins, A. (2011). *Creating games with unity and maya: How to develop fun and marketable 3D Games*. Taylor & Francis Publishing.
- Yiğit, B. (2013). Bilimsel araştırmanın temelleri. S. Baştürk (Ed.) *Bilimsel araştırma yöntemleri içinde* (ss. 3-29). Vize.
- XYZ Dergi. (2010). *Fotogrametri nedir?* <http://www.xyzdergi.com/2010/08/25/fotogrametri-nedir-2> adresinden 24.12.2017 tarihinde erişilmiştir.