

CGI (Computer Generated Imagery) Animasyon Tekniği ile Oluşturulan Olası Dünyaların Gerçekçiliğinin İncelenmesi

Ebru Topçu¹

 Z

Günümüzde hızla gelişen teknolojinin geldiği nokta, yaşam döngüsünde var olan pek çok durumu derinden etkilemektedir. Disiplinler arası gerçekleşen teknolojik dönüşümlerden sanatta payını alarak etkilerini güncel olarak sinemaya aktarmaktadır. Uzak geçmişten beri derin izler bırarakarak kümülatif ilerleyen canlandırma sanatı, kameranın keşfiyle birlikte hareketli görüntünün devamlılığını sürdürmüştür. Geniş bir yelpazeye sahip olan canlandırma sanatı, bünyesine efekt kavramını katarak yeni boyut kazandırmıştır. Özel ve görsel efektleri George Melies'in (Ay'a Seyahat) filmi öncülüğünde keşfedilmiştir. Görsel efektlerin sinemaya aktarılması ile başlayan serüven, artırılmış gerçeklikle oluşturulan dünyalara kapılarını açmıştır. Modern sinemayı ele alarak CGI animasyon tekniklerinin her geçen gün daha çok geliştiğini, filmin türü ya da konusu ne olursa olsun örneklerine rastlamanın mümkün olduğu bir sinema dünyası ile karşı karşıya kalındığı baz alınmıştır. CGI Animasyon Tekniği ile Oluşturulan Olası Dünyaların Gerçekçiliğinin İncelenmesi adlı makale, CGI tekniğiyle oluşturulan filmlerin gerçeklik açısından, gelinen teknoloji, endüstri ve izleyici bağlamında değerlendirilmiştir. Sinema sektörüne ve günlük hayatımıza yansımaları ortaya konulmuştur. Bu derlemede, CGI teknolojisinin ortaya çıkışı animasyon ve sinema alanında incelenmiş, bu teknolojinin evirilerek günümüz yansımada günlük yaşantının içinde nasıl var olduğu irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: CGI, Teknoloji, Görsel efekt,  zel efekt, Animasyon, Sinema

¹ Yüksek Lisans  ğrencisi, İstanbul Aydın Üniversitesi Lisans st  Eğitim Enstitüsü,Görsel Sanatlar

Orcid No: 0000-0001-6272-6884, ebrut@stu.aydin.edu.tr

G nderilme Tarihi: 28 Ekim 2021 Kabul Tarihi: 25 Mart 2022

Investigation of the Realism of Possible Worlds Created by CGI (Computer Generated Imagery) Animation Technique

ABSTRACT

The rapidly developing technology, today, affects many situations in the life cycle deeply. This interdisciplinary technologic transformation in art has transferred its effects on the art of cinema livingly. The animation art that has a deep signature since early history provides continuity of moving images with the discovery of the camera. The animation art that has a wide range has added a new dimension by incorporating special and visual effects. It explored special and visual effects in the lead of the movie called "From the Earth to the Moon" by George Melies. The adventure that has started with the transformation of visual effects into the cinema opens doors to the augmented reality world. When we investigate modern cinema, it is clear that CGI animation techniques gradually improve and it is possible to find examples of this in a movie that is independent of the genre of the movie. The article named "Investigation of the Realism of Possible Worlds Created by CGI Animation Technique" has been evaluated in terms of the reality of the films created by the CGI technique, in terms of the current technology, industry, and audience. Its reflections on the cinema industry and our daily life have been presented. In this study, the emergence of CGI technology was searched in the field of animation and cinema, and how this technology evolved and existed in daily life in today's reflection.

Keywords: *CGI, Technology, Visual effects, Special effects, Animation, Cinema*

Giriş

Sinema dünyası dijital ortama analog bilgisayarların üretilmesi ile girmiştir. İlk zamanlarda analog bilgisayarlar askeri, endüstriyel ve mühendislik alanlarındaki eğitim programları için üretilmiştir (Kerlow, 2004, s. 10). İlerleyen zamanlarda analog bilgisayarların, donanımları geliştirilerek sinema dünyası için grafik tabanlı yazılımlar üretilmeye başlanmıştır. Böylelikle izleyiciye bilgisayar tarafından üretilen görüntüler sunulmaya başlanmıştır. Furniss bu konu üzerine şu ifadelerle yer vermiştir;

“Bilgisayar teknolojisi alanındaki pek çok gelişme hükümetler (özellikle askeri alanda) tarafından desteklenen büyük projeler sayesinde olmuştur: Örneğin ilk interaktif bilgisayar sistemleri uçuş simülasyon eğitimi için geliştirilmiştir” (Furniss, 2013, s.294).

Açılımı bilgisayar tarafından üretilen görüntü (Computer Generated Imagery) olan literatüre kısaltması CGI olarak geçmiştir (Bordwell, 2012, s. 25). Yıllardır çekimlerde kullanılan yeşil ekran teknolojisinin çok daha gelişmiş bir versiyonu olarak kullanılmaktadır. CGI, gelişen teknolojiyle birlikte birçok ürünün kullanım alanlarında etkili sonuçlar almaya yardımcı olmaktadır. Günümüzde özellikle aksiyon, fantastik ve macera türleri başta olmak üzere çoğu filmde CGI teknolojisinden başarılı örnekler bulmak mümkündür. Bilgisayar destekli oluşturulan öğelerin filmlerin içine aktarmak CGI teknolojisinin bir diğer artısı olarak görülmektedir. Böylece hayal gücü ne kadar geniş olursa olsun farklı projelerin altına imza atılabilmektedir.

CGI animasyon tekniği yalnızca sinema dünyasının değil, oyun ve sanal gerçeklik dünyalarının da gelişmesine yardımcı ol-

maktadır. Birçok oyun firması CGI teknolojisi sayesinde oyunlarına farklı senaryo modları eklemiştir.

Mimari, tıp, medya sektörü ve savunma içeren sektörler de CGI teknolojisinden faydalanmaktadır. CGI teknolojisi oluşturulan gerçeklik, bilgisayar alanındaki gelişim ile doğrudan ilişkilidir. Çeşitli yöntemler doğrultusunda uygulanan CGI animasyonu ile fotogerçekçi görüntüler elde edilmektedir.

CGI animasyon teknolojisi ortaya çıkışıyla birlikte yükselen bir ivmeye ulaşmıştır. Bu yükselişe ana etken olarak bilgisayar teknolojilerinin her geçen yıl daha da ilerlemesi gösterilebilir. Günlük yaşamın en büyük yardımcılardan olan bilgisayar, gelişimini sağlayan mühendis ve bilim insanlarının üstün çabaları ile farklı özellikleri içeriğinde barındıran bir aygıt dönüşmüştür. CGI animasyon teknolojisinin geldiği boyutu incelerken bilgisayarın serüveni es geçilmemelidir. Geçen zaman diliminde gelişimine devam eden grafik yazılımları ile sektör ağları genişletilmiştir. Bu bağlamda, filmlerinde canlı aksiyon (live action) tekniğini kullanan yönetmenler, yazılım ya da tasarım sektörlerinde faaliyet gösteren iş insanları, bilgisayarın yardımıyla gerçek ve dijital dünyasını birleştirmeyi başarmıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrasında Amerika Uzay ve Havacılık Dairesi (NASA) faaliyetlerini daha doğru bir şekilde gerçekleştirebilmek için bilişim teknolojisinin avantajlarından yararlanarak bilgisayarların gelişimine katkıda bulunmuştur. 1968 yılında gerçek anlamı etkili bir grafik ara yüzüne sahip bilgisayarlar geliştirilmiştir (Kırık & Kozan, 2020). Grafik, CGI animasyonu açısından çok önemli bir terimdir. 3 boyutlu teknolojinin gelişimi de grafik olarak ileri bilgisayarların varlığına bağlı olarak gelişimini sürdürmüştür. Başlarda tasarlanacak olan

modelin 3 boyutlu hallerinin taslak halinde çizilmesine olanak sağlayan bilgisayarlar, zamanla dosyanın büyüklüğü fark etmek-sizin render (işleme) alabilen bilgisayarlara bırakmıştır.

3D animasyon teknolojisi, 70’li yıllarda Amerikalı  nl  film yapımcılarının dikka-tini çekmiştir. 1979 yapımı Uzaylı (Alien) filmi dijital ortamlarda üretilen 3 boyutlu görselleri barındırmasından dolayı sinema tarihinde oldukça önemli bir yer tutmuştur. Lucas Film’in sahibi yönetmen George Lu-cas, CGI görsellerin yaratılmasında sürekli olarak destekleyici bir rol oynamıştır. Sine-ma endüstrisinin tüm dinamiklerine h kim olan Lucas kurduğu Endüstriyel Işık ve Sihir (Industrial Light & Magic) şirketi ile dijital çalışmalarını üretebileceği bir stüdyoya kavuşmuştur. 1977 yapımı Yıldız Savaşları;  l m Yıldız Dizisi (Star Wars; The Death Star Sequence) filminde dijital çalışmalara örnek olabilecek pek çok sahne vardır. Kanburoğlu’nun ifadelerine göre:

“Sinema tarihinde özel efekt anlamında “Star Wars- Yıldız Savaşları” (1977) film-inin özel bir önemi bulunmaktadır. CGI (Computer Generated Image- Bilgisayar ortamında yaratılmış görüntü) kısa süre içinde “birçok bilim kurgu ve fantastik sinema örneğinde ve gişe rekortmeni film-lerin vazgeçilmez ögesi olmuştur” (Bergan, 2008, Akt.Dayı & Kanburoğlu, 2020, s. 78).

Yine aynı şirket,  nl  Uzay Yolu (Star Trek) dizisinde CGI görsellerin oluşturulması için aralarında Edwin Catmull, Rob Cook, Loren Carpenter gibi başarılı bilgisayar uzmanları-nın bulunduğu bir ekiple beraber çalışmış-tır (şenler, 2005, s. 108). 1980’li yıllara ge-lindiğinde, CGI teknolojisi çoğunlukla canlı aksiyon (Live Action) tekniğiyle oluşturulan filmler için kullanılmaya başlanmıştır. 1981

yapımı olan öldüren Gözler (Looker) fil-mindeki Cindy karakterinin tamamı dijital ortamda üretilmiştir. 1984 yapımı Son Yıl-dız Savaşcısı (The Last Starfighter) filminde ise uzay gemileri ve gerçek dünyadan bazı nesnelere CGI tekniği ile hazırlanmıştır.

1990’lı yıllarda ise Steven Spielberg’in yönettiği Jurassic Park (Jurassic World) filmi animasyon teknikleri açısından hala en ba-şarılı örneklerden biri sayılmaktadır. Pixar stüdyoları CGI tekniği ile animasyon film-leri üreten yapım şirketidir. 90’lı yıllarda geliştirdiği teknoloji ile pek çok animasyon filmi üretmeyi başarmıştır. Marionette, Ringmaster ve Render-Man 11 gibi grafik yazılımları Pixar’ın kendi ürettiği bilgisa-yar yazılımlarıdır (şenler, 2005, s. 108). Bu yazılımlarla; 3D modelleme, ışıklandırma, fotoğraf sentezleme ve canlandırma gibi animasyon tekniklerinde büyük bir gelişme sağlanmıştır.

Günümüzde ise özellikle süper kahraman filmlerinde karakter oluşurmada CGI ani-masyon tekniği ilk başvurulan yöntemler-den biri olmuştur. CGI animasyon tekniği-nin geliştirmesine devam eden grafiker ve yazılımcılar, CGI animasyon teknolojisini insan derisinin sahip olduğu yapı ile uyum-lu hale getirmek için çalışmalar günümüz-de de sürdürülmektedir.

Sinemada Animasyon Tekniği

Animasyon sanatının tarihine bakıldığın-da, 19. yüzyıl sonlarında hareketli görüntü elde edilmesiyle bu görüntüler üzerinde yapılan çalışmaların, animasyon teknikleri-nin oluşumuna katkı sağladığı görülmekte-dir. Görsel efektler ise animasyon sanatının gelişimiyle ortaya çıkmıştır. Kozan, bu bağ-lamda şu ifadelere yer vermiştir;

“Animasyon daha eski bilinen bir kavram ve

bir sanat dalı olarak yer alırken görsel efekt ise, daha yeni bir terim olarak durmaktadır. Bu terim geçmişte ilk olarak ‘fotografik özel efekt’ terimi yerine kullanılarak tanınmaya başlamıştır” (Kozan, 2021, s. 80).

1892 yılında Emile Reynaud’un Optik Tiyatro’yu icat etmesiyle birlikte animasyon sanatı tam anlamı ile sinemaya yönelmiştir (Kalyoncu & Aslanyürek, 2016, s. 200). Canlandırma sanatı olan animasyon birden fazla tekniğin kullanılmasıyla oluşturulmaktadır. Bu teknikler üretim aşaması ve kullanılan materyallere göre farklılıklar içermektedir. Animasyon teknikleri, Yassı-düz animasyon (flat) ve Plastik obje animasyon şeklinde iki ana gruba ayrılır;

Yassı-düz Animasyon: İki boyutlu yüzeyde oluşan bir animasyon tekniğidir (Şenler, 2005, s. 102). Günümüzde en çok kullanılan bilgisayar animasyon tekniği bu grubun içine girmektedir. Çizgi filmler bu grubun en başarılı örneklerini sunmaktadır. Günümüzde pek çok büyük stüdyo, yassı-düz animasyon tekniğinin oldukça gelişmiş ve üç boyuta geçmiş tekniklerini kullanmaktadır.

Plastik Objeler ve Kukla Animasyon: Bu teknikte çizimler yerine karton ya da metal levha gibi farklı materyallerden yapılmış olan gölgeleri hareket ettirilmektedir (Şenler, 2005, s. 105-106). Bu tekniğin en çok kullanılan yöntemlerinden biri de kukla animasyonudur (Uçar, 2019, s. 106). Çekim sırasında kil yardımı ile modellenmiş olan kuklalar kamera önünde hareket ettirilerek seslendirilmektedir. Kuklaların hareket ritimlerini doğru ayarlamak bu iş sırasında sabrı da beraberinde getirmektedir. Bilgisayar ve animasyon ilişkisi 1950’li yılların başına dayanmaktadır. Ancak o yıllarda yapılan grafik çalışmaları genellikle bilimsel

ve askeri sektörlere hizmet etmekteydi. 1980’li yıllarda üç boyutlu grafiklerin daha çok gelişmesi bilgisayarlı animasyon tekniği kullanılarak yapılan film sayısında da artış göstermiştir (Kalyoncu & Aslanyürek, 2016, s. 205-206). Bilgisayar animasyonları iki ve üç boyutlu olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Şenler, 2005, s. 106). Günümüzde kullanılan üç boyutlu animasyon teknolojisi ile karakterler ve mekânı oluşturan nesnelere istenildiği gibi biçimlendirilmektedir. Animasyon tekniği kullanılarak oluşturulan filmler, aşamalar şeklinde tasarlanarak birleştirilmektedir. Son görüntünün oluşturulduğu bileşenlerde, farklı değişimler gerek görülürse düzeltilerek görüntü oluşturulmaktadır. Filmler, farklı animasyon şirketleri tarafından oluşturulmakta ve dijital projeksiyona hazır hale getirilmektedir.

Animasyon tekniklerinin bilgisayar ortamına geçişiyle birlikte sinema evreninin sınırları genişlemiştir. Yapılması çok güç olarak görülen filmler çok kısa bir sürede ortaya çıkmaya başlamış, sinema tam bir endüstri haline gelmiştir (Whitehead, 2012, s. 121). Özellikle Hollywood sinemasının film yapımı konusunda bilgisayarlı animasyon tekniklerinde ısrarcı bir tutum sergilemesi, son 15 yıllık süreçte bilgisayar animasyon tekniklerini tüm dünya sinemasına hızla yayılmıştır. 1960’lı yıllarda Bell Telephone Laboratuvarında E. E. Zajac tarafından yapılan İkili Transfer Çekim Durumunun Simülasyonu ve Kontrol Sistemi bir uydunun durumunun dünya etrafında dönerken ne gibi değişikliklere uğradığını göstermektedir. Bu filmde sonra bilgisayar animasyonları henüz Hollywood sinemasının ilgisini çekememiş, General Electric (General Elektrik) gibi yatırımcı firmaların ilgisini çekmeyi başarmıştır. İlk başlarda bilgisayar animasyonları, vektör grafiklerden ve ince çizgilerden oluşturulmuştur (Whitehead,

2012, s. 121-122). Örneğin dönemin modern grafikleri, raster grafiklerinden yani piksellerden oluştuğu Arabesque (1975) ve Sunstone (1979) filmlerinde görülmektedir.

60'lı yıllardan sonra Ivan Sutherland ve Dave Evans, bilgisayar grafik programlarının gelişmesine katkı sağlamıştır. Bu ikili Utah Üniversitesi'nde bilgisayar programlarını geliştirmekte görev almıştır (Withrow, 2009, s.11). Ivan ve Dave'in öğrencilerinden biri olan Ed Catmull 1970'li yıllarda bilgisayar programcılığının gelişmesine önemli katkılar sağlamıştır. Ed Catmull 1974 yılında Utah Üniversitesi'nin imkanlarının kısıtlı olması nedeniyle New York Teknoloji Enstitüsüne geçiş yapmış ve grafik laboratuvarının başına geçmiştir. New York Teknoloji Enstitüsü, Utah Üniversitesi'nden gelen kadrolarla Amerika içindeki en profesyonel bilgisayar uzmanları ekibini kurmuştur. Catmull, iki boyutlu animasyonla uğraştığı sırada Tween adında bir alet geliştirmiştir. Bilgisayarlı sistemle donatılan bu alet ara kareleri bir anahtardan diğerine geçirme görevi görmüştür. Enstitüde üretilen sistemlerden biri de tarama ve boyama sistemi olmuştur. Bu sistem geliştirilerek Disney'in bilgisayar animasyonu yapım sistemine çevrilmiştir (Withrow, 2009, s.12). Bilgisayar animasyon tekniğinin yayılmasıyla birlikte bu sektör sinema içinde adeta kendi bağımsızlığını ilan etmiştir.

1995 yılında yapılan Oyuncak Hikayesi (Toy Story) filmi, üç boyutlu animasyon tekniğinin kullanıldığı ilk film olarak tarihe geçmiştir. Bu filminden sonra çizgi film şeklindeki animasyon filmler de yavaş yavaş son bulmaya başlamıştır. Oyuncak Hikayesi (Toy Story) filmine gelene kadar pek çok kısa filmde başarılı bilgisayar animasyon tekniği

kullanılmıştır. Ünlü yönetmen George Lucas'ın kurduğu Lucas Film, bu dönemde Endüstriyel Işıklar ve Sihir (Industrial Lights & Magic) kısaltması ILM adındaki bir şirket ile ortak çalışmalar yürütmüştür. Endüstriyel Işıklar ve Sihir (Industrial Lights & Magic) adı, daha sonra Jurassic Park, Terminator 2 gibi filmlerde de görülmüştür. 1993 yılında ise IBM, James Cameron, ILM'den ayrılan Scott Ross ve özel efekt uzmanı Scott Ross, Digital Domain adlı bir şirket kurmuşlardır. Henüz yeni bir şirket olan Digital Domain, sektörde varlığını koruyabilmek için Silicon Grafik, ILM gibi şirketlerle iş birliğine gitmiş ortaklığın sonucunda kısa adı ile 'JEDI' olarak bilinen Ortak Dijital Görüntüleme Kurumu kurulmuştur. 1991 yılında iki dev şirket Disney ve Pixar birleşerek Güzel ve Çirkin filmi çekmişlerdir. Bu film ilk bilgisayar destekli uzun metraj animasyon filmi olarak tarihe geçmiştir. Bu filmde bilgisayar kullanımı tasarım, renk ve manzarayı desteklemek için kullanılmıştır. 1995 yılın Toy Story'nin müthiş gişe başarısı ile oldukça gelişen Pixar, o günkü başarısından sonra birçok dalda Akademi Ödülü olarak başarısını kanıtlamıştır (Wells & Moore, 2016, s.153). Bu başarı sayesinde bilgisayarın sadece animasyon değil farklı tür filmler için de farklı kapılar açtığı benimsenmiştir.



Resim 1. John Lasseter, Oyuncak Hikayesi (Toy Story), 1995.

Dreamworks Ant Z ve Shrek gibi filmlerle bilgisayar destekli animasyon film kervanına katılmıştır. Bilgisayar destekli animasyonun maliyetinin düşmesiyle beraber filmlerdeki anlatım da oldukça sıradan bir hale gelmiştir (Whitehead, 2012, s. 121-124). Bu durum izlediği filmlerde salt görünüme odaklanan bir izleyici için sorun olmazken, hikâyenin bütünlüğü ve kurgusu gibi anlatısal unsurlara odaklanan diğer izleyiciler için filmleri gittikçe kalitesiz hale getirmektedir.

Elektronik sinema olarak da bilinen bilgisayar animasyonu bir nevi dönüşüm sanatı olarak geçmektedir. (Sofuoğlu, 1995, s. 143-144). Bilgisayar animasyonunda görüntü, bir nesne olmaktan ziyade zamanın sinyal parçasını oluşturmuştur. Bilgisayar animasyonlarında aynı zamanı ve mekânı paylaşan farklı görüş açıları olabilmektedir. Bu durum da sinematik anlatının gelişmesine yardımcı olmaktadır.

CGI animasyon teknolojisi yardımı ile her türlü hareketli ve üç boyutlu görüntü hızla bilgisayara aktarılmaktadır. Çekilen görüntülerin işlenmesinde CGI teknolojisi profesyonel dokunuşlar yapılmasına imkân vermektedir. Artık en ufak yapımlarda dahi ön plana çıkan bu teknik sayesinde üretim maliyeti de azalmıştır. CGI tekniklerinden biri de Stop Motion (Duraklı Çekim) filmler için kullanılmaktadır. Geleneksel animasyon teknikleri içinde oldukça zahmetli olan stop motion son yıllarda tekrar popüler hale gelmiştir. Stop motion tekniğinin bu kadar yükselmesinin başlıca nedenlerinden biri, görsel efekt (VFX) teknikleri, kullanılarak var olan öğeleri daha çoğaltmaktır. Bilgisayar ortamının getirdiği serbestlik, oluşturulan kuklaların ya da el işi karakterlerin dijital ortamda çoğaltılmasına olanak sağlamaktadır. Buna örnek

olarak 2016 yapımı olan Kubo and The Two Strings filmi örnek gösterilebilir. Japon origami sanatı kullanılarak yapılan karakterler üç boyutlu baskı teknikleri ile çoğaltılmış ve filme katılmıştır. (Akören, 2018, s. 137)

Sinemada Hareket Yakalama (Motion Capture) Tekniği

Mocap olarak bilinen hareket yakalama (motion capture) tekniği, dijital ortamda hareketi yakalamayı sağlayan tekniktir (Kayacık, 2011, s. 23-24). Dijital olarak hazırlanan üç boyutlu nesne ya da karakter için fizik kurallarına uygun hareket tayin etme özelliğine sahip olan bu teknik, sinemaya gerçekçi animasyon efektlerinin kazandırılmasına yardımcı olmuştur. Motion capture tekniği, karakter yaratmada sadece vücut hareketlerini değil yüz hatlarını da oldukça gerçekçi bir şekilde dijital ortama dökmektedir.



Resim 2. James Cameron, Avatar, Motion Capture örneği, 2009.

Sistem tamamen giyilebilir yapıda tasarlanmış, hareket algılayıcılardan oluşmaktadır. Motion capture tekniği, uygulama aşamasında vücudu saran algılayıcı modüller karakterin vücut pozisyonu 120 Hz güncelleme hızı (Tuba Kurban, 2015) ile anlık olarak bilgisayara iletmektedir. Bilgisayara işlenen veriler 3 boyutlu modellenmeye entegre edilerek modelin hareket

kazanmasını sağlamaktadır. Motion capture tekniğine verilebilecek en başarılı örneklerden biri 2009 yapımı Avatar filmidir (Yurdigül & Zinderen, 2011, s.113). Bu tekniğin ilk kullanıldığı film ise 1990 yapımı Gerçeğe Çağrı (Total Recall) filmidir (Göktepe, 2015, s.63). Motion capture tekniği ile oyunculuğunu sergileyen oyunculara fiziksel hareketlerin büyük bir önemi vardır. Harekete dayalı olan oyunculuğun gerektirdiği durumlarda yıldız oyuncu oynatmaya gerek kalmadan motion capture tekniği kullanılabilir. Motion capture tekniğine en uygun örnek olduğunu belirttiğimiz Avatar filminde de Na'vi karakterleri için yıldız oyuncu kullanılmamıştır. Motion capture tekniğinin farklı çeşitleri bulunmaktadır. Elektromanyetik ve optik olarak iki sınıfa ayrılan hareket yakalama teknolojisi, farklı kullanım alanları ile geniş bir kullanım ağına sahiptir. Elektromanyetik hareket yakalama tekniğinde veriler optik tekniğine göre daha az net gelmektedir (Kayacık, 2011, s. 62). Elektromanyetik teknik, hareketi algılanan kişiye rahat bir hareket alanı tanımamaktadır. Kabloların hepsi bilgisayara doğrudan bağlanmaktadır. Bundan dolayı elektromanyetik sistem sinema sektöründe kullanılmamaktadır. Sinema sektöründe kullanımına tanık olduğumuz hareket algılama teknolojisi optik olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntemde kamera tarafından işaretlenen birçok işaret kullanılır ve kablo bağlantısı olmadan oyuncu rahat bir şekilde hareket ettirmektedir. Bilgisayara ulaşan veriler çok daha temiz ve net gelmektedir (Kayacık, 2011, s. 62). Optik sistem hem kullanım rahatlığı hem de daha temiz görüntüler elde edilmesi nedeni ile oldukça sık kullanılan bir yöntem olmuştur. Diğer motion capture teknikleri incelendiğinde akustik motion capture seçeneği ön plana çıkmaktadır. Bu yöntem

güçlü ses algılayıcıları vasıtası ile gerçekleştirilmektedir. Bir dizi ses vericisi, hareketi gerçekleştiren kişinin bedeninde bir yere yerleştirilir ve vericiler sırayla tık sesine odaklanmaktadır. Alıcılar gelen sesin vericiden ayrılıp hareket ederek yayılma sürecini ölçümleyerek alıcılardan toplanan ve hesaplanan mesafe, 3 boyutlu uzay yaratmak için bir araya getirmektedir. Akustik yöntemin en bilinen yararı, optik yöntemlerde çok görülen veri problemlerine yol açmamasıdır. Dezavantaj olarak ise elektromanyetik teknikte olan kablo sorununun hareket alanını kısıtlaması olarak gösterilebilmektedir (Kayacık, 2011, s. 62-63). İstenmeyen ses yansımaları da akustik sistemin dezavantajları arasında yer almaktadır.

İnersiyal (algılayıcı) tabanlı motion capture sistemi, vücudun genellikle eklem bölgelerine konularak sensörlerin yüksek hassasiyetle yön hareketlerindeki değişimini ölçmektedir. Her bir işlem, bilgisayara entegre olarak anlık alıcıya kablosuz olarak taşınmaktadır. Veri değerleri, performansı gerçekleştiren kişinin vücut ölçülerine orantılı bir şekilde bilgisayar ortamında yaratılmakta 3 boyutlu karakterlere eşleştirilmektedir. İnersiyal tekniği ile aktif sensörler kullanılmaktadır. Sensörlerin bağlı olduğu kostüm esnek bir yapıya sahiptir. Sensörler gayro denilen özel kostümlerin içine gömülmektedir (Tuba Kurban, 2015 s.2).

“Temel olarak sensörlere sahip özel bir giysi veya araç ile dünyada yapılan hareketleri dijital ortama aktaran sistemdir” (Uçar, 2019, s. 102).

Günümüzde inersiyal sistemler, verilerde doğruluk payının yüksek olması nedeni ile çok fazla tercih edilmektedir (Kayacık,

2011, s. 63). Kolay taşınması, hareket alanındaki rahatlık gibi etkenler bu sistemin avantajları arasında yer almaktadır.

Hollywood Filmlerinde CGI (Computer Generated Imagery) Animasyon Örnekleri

Animasyon dünyasına hükmeden Disney Stüdyosu, film endüstrisinin CGI tekniğine geçişine de öncülük etmiştir. Yönetmen Steven Lisberger'in 1982 yapımı TRON filmi CGI tekniğinin ilk örneklerindendir. Filmin olay örgüsü bir programcının bilgisayar ekranında yaşam ve ölüm oyunlarına çekilmesi üzerine oluşturulmuştur. Furniss TRON filmi için şu ifadelerle yer vermiştir;

“Temelde bir canlı aksiyon olan filmde bilgisayarının içine çekilen ve kendi yarattığı varlıklarla yaşam ölüm oyunları oynamaya zorlanan bir programcı konu ediliyor. Gösterime ilk girdiğinde çok iş yapmamış olsa da TRON filmi daha sonraları pek animatörü etkileyen kült bir film olmuştur” (Furniss, 2013, s.298).



Resim 3. Steven Lisberger, TRON, CGI tekniğiyle yapılan ilk yapım, 1982.

CGI animasyon tekniğinin gelişmesi ile dünya sinemasında pek çok CGI animasyon örneği bulmak mümkündür; ancak Hollywood sinemasında bu teknik çok daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

CGI teknolojisinin gelişmesindeki en büyük etken Amerikalı yapımcı ve yönetmenlerin yatırımları olmuştur. Uygulama efektlerinin CGI teknolojisi ile birleştirilmesiyle beraber Yüzüklerin Efendisi, Matrix gibi kült filmler ortaya çıkmıştır (Yurdigül & Zinderen, 2011, s. 106-107). Hollywood sinemasında CGI animasyon tekniklerine örnek verilebilecek ilk filmlerden olan Matrix filminde, kamera konumları ve pozlamalar 3 boyutlu simülasyonlar kullanılarak önceden oluşturulmuştur. Görsel efekt ekibi, kameraları aynı anda kayda almak yerine kameraları saniyeler içinde birbiri ardına çekmişlerdir. Böylece her kamera, hareket ilerledikçe aksiyonu yakalayarak süper ağır çekim efekti yaratmıştır. Kareler bir araya getirilmiş ve sonucunda ortaya çıkan ağır çekim efektleri, filmin saniyede normal 24 karesinin aksine, saniyede 12.000 kare frekansına ulaştırılmıştır (Yurdigül & Zinderen, 2011, s. 113).

Yönetmen Peter Jackson'ın Yüzüklerin Efendisi serisi de başarılı CGI animasyon örneklerindendir. Bilgisayar animasyonlarının oldukça yerinde ve başarılı bir şekilde kullanılması filmdeki gerçekliği arttırmıştır. Yüzüklerin Efendisi filminde oldukça gerçekçi makyaj ve minyatür yapılar kullanılmıştır. Bu durum filmdeki gerçekliği arttırmıştır.



Resim 4. Lana Wachowski, Lilly Wachowski, Matrix, 1999.



Resim 5. Peter Jackson, Yüzüklerin Efendisi (Lord of The Rings), Gollum Karakteri, 2001.

Filmde en dikkat çekici karakterlerden biri olan Gollum karakteri CGI animasyon teknolojisinde örnek bir başarıdır. Gollum, karakter gereği yüzüğün gücüne yenik düşerek hem ruhsal hem de fiziksel değişim geçiren bir karakterdir. Böyle bir karakterin oluşturulması da filmin işleyişi açısından önemli bir hale gelmiştir. Andy Serkis'in canlandığı Gollum karakteri yüz mimiklerine kadar CGI animasyon teknolojisi ile oluşturulmuştur (Çakal, 2020).



Resim 6. Peter Jackson, Hobbit: Smaug'un Çorak Toprakları (The Hobbit: The Desolation of Smaug), 2013.

Andy Serkis yalnızca Gollum karakteri ile değil aynı zamanda Maymunlar Cehennemi, King Kong, Yıldız Savaşları gibi filmlerde de CGI teknolojisinin yardımı ile beyaz perdeye misafir olmuştur. Genelde tuhaf ve karmaşık karakterlere hayat veren Serkis,

başarılı oyunculu ile hem mimik hem de fiziksel oyunculuğun üstesinden gelmeyi başarmıştır (Çakal, 2020). Hobbit filminde ise en başarılı CGI animasyon örnekleri arasında ejderha Smaug'un canlandırılması örnek olarak gösterilebilir. Hobbit filmi Yüzüklerin Efendisi filmine oranla çok daha fazla CGI animasyon örneği barındırır. Gerek mekân gerek karakter yaratımında CGI animasyon örnekleri göze çarpmaktadır. CGI animasyon teknolojisine başarılı örneklerden biri de 1992 yapımı Terminatör 2 filmidir. Bilgisayarlı animasyon konusunda kendini bir hayli geliştiren yönetmenlerden olan Cameron'un en başarılı projelerinden biri olan Terminatör 2, özellikle Robert Patrick'in canlandığı T-1000 karakteri sıvı metal CGI efekti ile üst düzey bir proje olarak örnek gösterilmektedir. James Cameron'a göre, «Terminator 2: Judgment Day» de kullanılan sadece 42 CGI teknolojisi çekimi kullanılmıştır (Şendünder, 2016).



Resim 7. James Cameron, Terminatör 2: Kıyamet Günü, 1991.

CGI animasyon teknolojisinin yardımı ile mekân oluşturulmasına en iyi örneklerden biri Gravity filmidir. Konusu gereği Uluslararası Uzay İstasyonunda geçen filmdeki mekânların birçoğu CGI animasyon teknolojisi ile oluşturulmuştur. Bu teknik uygulanırken yeşil perde (Green screen) ve mavi perde (Blue screen) tekniğinden faydalanılmıştır. Arka plana yerleştirilen perdelerle gerçekçi bir uzay derinliği yaratılmıştır (Şendünder, 2016).



Resim 8. Alfonso Cuarón, Yerçekimi (Gravity), 2013.

Endüstri ve İzleyiciler

Sinema daha tanınan bir sanat olmadan önceden itibaren insanlar için onu daha popüler hale getirmek için pek çok uğraşlar verilmiştir. Erken dönem sinemada sihribazlık, çeşitli optik illüzyon teknolojileri gibi faktörlerden faydalanılmıştır. Aslında sinemadan evvel de sahne sanatlarının bir endüstri haline gelmesi, sinemanın endüstrileşmesinde önemli bir rol oynamıştır. (Hines, 2014, s. 98) Sinemanın büyük bir endüstri haline dönüşmesi ile ortaya çık-

rılan filmlerde seyirciyi filme çekmek için anlatsal unsurlar kadar sinematografik unsurlar da önem kazanmıştır. 1920'li yıllarda büyük stüdyoların sinema sektörünü ele geçirmesi ile adeta fabrika gibi işleyen sinema sektörü, kaliteli filmlerin yanında izleyiciyi sinema salonuna çekecek yenilikler konusunda da yarışa girmişlerdir. İzleyiciler beyaz perdeye baktıklarında her defasında daha fazla hayran kalmışlardır. Bunu yapmak için en etkili yol ise özel efektlerin kullanımını olarak görülmüştür.

Sinemanın endüstrileşme sürecini ele alırken Hollywood sinemasının geçirdiği değişimi görmek mümkündür. 1930'lu yıllarda hem 1929 ekonomik krizinin hem de İkinci Dünya savaşının başlaması izleyici sayısının da düşmesine neden olmuştur. İzleyici oranındaki düşüş ile filmlerin kalitesinde de bütçelerine oranla ciddi bir düşüş görülmüştür. Stüdyolar yüksek kontratları ödeyememiş, endüstri haline gelen sinema sektörü ciddi çatlaklar vermiştir. 1960'lı yıllara gelindiğinde sinemanın tahtına göz diken televizyonlar yayılmaya başlamıştır (Özen & Çelenk, 2006, s. 75). Bu durum da sinema endüstrisi için alarm vermeye yetecek bir gelişme haline gelmiştir. TV filmi kavramının olduğu bu yıllarda sinemaya oranla çok daha düşük bütçeli filmler TV'lerde gösterilmiştir. Yeni Hollywood olarak tanımlanan 70'li yıllar, yeni teknolojilerin ortaya çıkışı ile farklı bir noktaya gelmiştir. Bu durum da kaçınılmaz olarak çok daha gelişmiş bilgisayar animasyonlarının giderek yaygınlaşmasına yardımcı olmuştur. Sinema sektörü bir taraftan televizyon filmleri ile uğraşırken, bir taraftan da yeni teknolojileri filmlerin işleyişine uyarlamaya çalışmıştır. Özellikle video teknolojisi ile sinema sektörü kendine yepyeni bir kazanç ortamı sağlamıştır. İnsanlar sinemaya git-

meden video teknolojisi sayesinde kaset kiralayarak evlerinde sinema ortamı yaratmışlardır. Bu teknoloji sinema için yepyeni bir global kazanç olmuştur. 80'li yıllarda belki de bu kazancın etkisi ile CGI animasyon ve bilgisayar destekli özel efektler filmin içine daha çok girmiştir. Tekniklerin artması ile çok daha geniş hayal gücüne sahip kalemlerin elinden çıkan filmlerin de sayısı artmıştır. Sinema artık tamamen küresel bir endüstri haline gelmiştir. 90'lı ve 2000'li yıllardaki değişim ise internet üzerinden sağlanmış video teknolojisi yerini online film platformlarına bırakmaya başlamıştır. Artık pastadan daha fazla pay alan yapım şirketleri, bütçelerini daha çok arttırmaya başlamıştır.

Günümüzde geldiğimiz sonuç ise pek çok farklı piyasada iş gören sinema endüstrisinin izleyici tekelinde nasıl bir büyüme içine girdiğidir. Endüstrileşen sinemaya Hollywood sinemasının katkıları hiç şüphesiz diğer dünya sinemalarına göre çok daha fazla olmuştur. İsim özelinde baktığımızda Steven Spielberg (Jaws, E.T, Jurassic Park gibi filmlerin yönetmeni) Stanley Kubrick (Dr. Strangelove, 2001: A Space Odyssey, A Clockwork Orange) Francis Ford Coppola (Apocalypse Now, The Godfather gibi filmlerin yönetmeni) gibi yönetmenler CGI animasyon ve özel efektlerin gelişmesinde önemli rol oynayarak sinemayı kendi endüstriyel bütünlüğüne bir adım daha yaklaştırmıştır. (Özen & Çelenk, 2006, s. 74-84)

Sonuç

Hareketli görüntünün geçirdiği bu serüven izleyiciye büyüleyici bir atmosfer sunmuştur. Geleneksel sinema dünyasının dijital bir döneme geçmesiyle analog bilgisayarlar hayatımıza hızlıca girmiştir. Bilgisayar

kullanımının başlamasıyla bilgisayar ortamında oluşturulan görüntüler sinema dünyasında hakimiyet sağlamıştır. Yüksek bir ivme ile devam eden bu süreç birçok filmin yapımında kullanılmıştır. Film üreticilerinin büyük ilgi gösterdiği grafik tabanlı analog bilgisayarlar yapımları daha güçlü kılmıştır. Yapımların efekt ve gerçeklik bakımından büyük bir gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Bilgisayarın gelişmesiyle birlikte film endüstrisi olağanüstü yapımlara imza atmıştır.

Teknolojik gelişmelerin hızına yetişmenin mümkün olmadığı bu günlerde, görsel kültürün bir yansıması olan sinema sektörünün bu gelişmelerden nasibi alarak büyümesi kaçınılmaz gerçekler içindedir. Bu gerçeğin farkında olan yapımcılar, bilgisayar animasyon konusundaki gelişmelerin tümünü sinemaya başarılı bir şekilde aktarmayı başarmak konusunda sıkı bir rekabet içine girmişlerdir. Hatta bu gelişme sadece sinema ile sınırlı kalmamış; belgesel, haber, TV dizileri gibi diğer görsel kültür yansımalarında da CGI animasyon teknikleri başarılı bir şekilde uygulanmıştır.

Fotoğraf makinelerinin icadı ile resim sanatının başka bir boyuta taşınması gibi sinema sektörü de bilgisayar destekli animasyonlarla hayat bulmayı başarmış ve kendini bambaşka bir noktaya taşımıştır. Özellikle 80'li yıllardan sonra ortaya çıkan kullanıcı dostu bilgisayarlar CGI animasyonunun yapımını ve uygulanmasını daha kolay hale getirmiştir. Günümüzde ise gelinen noktada kişisel bilgisayarlarda dahi farklı programlarla kısa videolara düzenlemeler, özel ve görsel efektler ve farklı animasyonlar uygulanabilmektedir.

Hayal gücü yüksek olan beyinlerin ortaya çıkardığı projeler CGI animasyon teknikleri

ile hayat bulmayı başarmıştır. Dijital grafik programları ile hazırlanan imgeler sayesinde projeler çok daha fazla detaylandırılabilir hale gelmiştir. CGI animasyon teknolojisinin sinema izleyicisinin seçimlerini yönlendirme konusunda da başarılı etkileri olmuştur. Dev bir endüstri haline gelen sinema sektöründe her dile, bedene ve fikre uygun projeler ortaya çıkarılmaktadır. CGI animasyon tekniği de sinemanın küresel dilini genişletmesine olanak sağlamaktadır. Üç boyutlu animasyon tekniklerinin geliştiği bu dönemde sadece sinema sektöründe değil farklı sektörlerde de gelişim aynı hızda devam etmektedir. Sinema sektöründe bu gelişimde söz sahibi olan yönetmen ve yapımcılar, özellikle 80'li yıllardan sonra tüm atılımlarını bilgisayar destekli animasyon programlarına yapmıştır. Yeni nesil CGI teknolojisi, sinema sektörünün tüm dinamiklerini yeniden yerleştirmiştir. Oluşturulan maliyetlerden yazılan senaryolara, karakter yaratımından çekim açılarına kadar pek çok şey bu yeni nesil teknolojinin arkasında değişmekte ve gelişmektedir. Sinemanın salt bir sanat mı yoksa endüstri mi olduğu gerçeği bu noktada bizlere en çok gelişen CGI animasyon teknolojisi kapsamında bakma şansı vermektedir.

Gelişen teknolojinin sunduğu olanaklar gittikçe daha gerçekçi bir görünüm elde etmiştir. Gerçekliğin içine yerleştirilen fantastik serüvenler izleyiciyi yeni olası dünyalara sürüklemiştir. CGI animasyon tekniği, olası dünyalar için kaçınılmaz bir teknolojidir. Günümüzdeki olası dünyaların kullanımını, günlük hayatımızdan örnek verecek olursak bir seminerde veya canlı online konuşma platformunda bulunduğu mekânı, kişinin yüzünü, formunu dijital ortamda yaratılan üç boyutlu modellere entegre edip, kişinin birebir mimiklerini, hareketlerini anlık olarak perdeye

veya bilgisayar ekranına yansıtılarak kullanıldığını görmekteyiz. Sonuç olarak, dünyaları hayallerimizin içine sığdıran sinema sektörü, en çok bilgisayar destekli animasyon programlarının sınırı olmayan yaratıcı gücünü kullanmıştır. Bu doğrultuda gelişmeye devam eden sektör, kendi içerisinde de birbirinden farklı sektörlerin doğuşuna katkıda bulunmaktadır.

Kaynakça

Kitaplar

Furniss, M. (2013). *Animasyon'un Kutsal Kitabı*. İstanbul: Karakalem Kitabevi.

Hines, J. F. (2014). *Fantastik*. İstanbul: Kolektif Kitap.

Sofuoğlu, H. (1995). *Sinemaya Katkıları Açısından Bilgisayar Animasyonu*. 143-144.

Wells, P., & Moore, S. (2016). *The Fundamentals of Animation*. Bloomsbury Publishing.

Whitehead, M. (2012). *Bilgisayar Animasyonu*. İstanbul: Kalkedon Yayınları.

Witrow, S. (2009). *Secrets of Digital Animation: A Master Class in Innovative Tools and Techniques*. Rockport Publishers.

Withrow, S. (2009). *Secrets of Digital Animation: A Master Class in Innovative Tools and Techniques*. Rockport Publishers.

Kerlow, I. V. (2004). *The Art of 3D: Computer Animation and Effects*. John Wiley & Sons .

Bordwell, D. (2012). *Pandora's Digital Box: Films, Files and The Future of Movies*. Wisconsin: The Irvington Way Institute Press.

Dergiler

Akören, A. N. (2018, Ekim). *Bilgisayar Görüntü İşlemeli Stop Motion*. Üsküdar Üniversitesi İletişim Fakültesi Akademi Dergisi, s. 137.

Albayrak, A. (2017, 05 31). *The Journal of Academic Social Science Studies*(56), 227-238.

Berk, M. E. (2017). *CGI Animasyon Teknolojisinin Tarihsel Evrimi*. İnif E- Dergi, 2(2).

Dayı, S., & Kanburoğlu, Ö. (2020). *Sinemada özel efekt kullanımının tarihi ve gelişimi*. ABMYO Dergisi (57), 67-83.

Kalyoncu, Z. Ö., & Aslanyürek, M. (2016). *Animasyonun Sanatının Farklı Sektörlerde Kullanımı ve Endüstriyelleşme Süreci*. Yaratıcı Endüstriler Uluslararası Tasarım Sempozyumu. İstanbul.

Kırık, A. M., & Kozan, E. (2020). *CGI Animasyon Teknolojisinin Türk Televizyon Yapımlarının Görsel Estetik Dönüşümüne Yansıması*. Ankara: Etimesgut Belediye Başkanlığı Kültür Yayınlar.

Kozan, E. (2021). *Dijital Animasyon ve Görsel Efekt Teknolojilerin Türk Sinemasında Kullanımı*. Uluslararası Kültürel ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (UKSAD), 7 (1) , 78-88 .

Özen, E., & Çelenk, S. (2006). *Klasik Hollywood Sinema Endüstrisi*. İletişim Araştırmaları, s. 77-84.

Şenler, F. (2005). *Animasyon Tarihi, Teknikleri ve Türkiye'deki Yansımaları*. Hacettepe Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları (HÜTAD) , (3) , 99-114 .

Uçar, C. (2019, Eylül). *Türk Sinemasında Dijital Görsel Efekt Kullanımı*. İstanbul Kültür Üniversitesi, 106. İstanbul, Türkiye.

Yurdigül, Y., & Zinderen, İ. E. (2012). *Sinemada Özel Efekt*. Atatürk İletişim Dergisi, (2), 101-123.

Tuba Kurban, E. B. (2015). *İnersiyal Algılayıcı Tabanlı Hareket Yakalama Inertial Sensor Based Motion Capture*. Kayseri: Mühendislik Fakültesi Erciyes Üniversitesi.

Tezler

Kayacık, M. (2011). *Beden ve Hareket Bağlamında Görüntü Teknolojileri ve Motion Capture Tekniği*. İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Ürtekin, Ö. (2018). *Animasyon*. İstanbul Işık Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İÇ Mimarlık Yüksek Lisans Programı. İstanbul.

Tuba Kurban, E. B. (2015). *İnersiyal Algılayıcı Tabanlı Hareket Yakalama Inertial Sensor Based Motion Capture*. Kayseri: Mühendislik Fakültesi Erciyes Üniversitesi.

Online / Çevrimiçi Kaynaklar

Başkut, Y. (2019). *Sinema Filmlerinin Olmazsa Olmazı CGI Nedir?*

<https://www.webtekno.com/cgi-nedir-h65249.html> (23.03.2019).

Çakal, A. T. (2020). *Gollum'u Canlandıran Andy Serkis'in CGI ile Gerçeklik Algısı*. <https://birparcatuhaftik.com/gollumu-canlandiran-andy-serkisin-cgi-ile-gerceklik-algisi/> (22.09.2020).

History of computer animation 1950's-2010's (Bilgisayar Animasyonun Tarihi).

<https://computeranimationhistory-cgi.jim-dofree.com/> (01.01.2018).

Gündoğan, M. (2017). *VFX, SFX ve CGI nedir? Aralarındaki farklar nelerdir?*

<https://www.bilgidairesi.com/2018/02/09/vfx-sfx-ve-cgi-nedir/> (09.02.2018).

Güntay, D. V. (2018). *Sinemada İlk Görsel Efekt Denemeleri: Özel Efektler*.

<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/sinemada-ilk-gorsel-efekt-denemeleri-ozel-efektler> (31.10.2018).

Şendüdar, B. (2016). *Terminator 2: Judgment Day*.

<https://www.bilimkurgukulubu.com/sinema/terminator-2-judgment-day/> (15.06.2016).

Görsel Kaynaklar

Görsel 1. Spiegel, J. (17.06.2019). *The Best 'Toy Story' Is Still the First One*. Screen-crush. <https://screencrush.com/which-toy-story-is-best/>

Görsel 2. Babbage, R. (22.11.2017). *Here's how James Cameron will do underwater mo-cap for the Avatar sequels*. Digitalspy. <https://www.digitalspy.com/movies/a843698/avatar-sequels-underwater-mo-cap/>

Görsel 3. Koehler, S. (16.03.2020). *The Untold Truth Of Tron. Looper*.

<https://www.looper.com/194749/the-untold-truth-of-tron/>

Görsel 4. I2dusk, (08.02.2014). *Neo and Smith CGI doubles from The Matrix Reloaded* (2003). Playtube. <https://playtube.pk/watch?v=Bz3vbzU1PiE>

Görsel 5. Karreman, L. (2017, Ocak). *Andy Serkis poses in a molon capture suit during his performance of Gollum during the shoot of The Lord of The Rings: The Two Towers* (Peter Jackson 2002). Researchgate. https://www.researchgate.net/figure/Andy-Serkis-poses-in-a-molon-capture-suit-during-his-performance-of-Gollum-during-the_fig10_316428528

Görsel 6. Walls, L. (25.10.2021). *L'art de la captura del moviment*. Elcinefil. <https://elcinefil.cat/lart-de-la-captura-en-moviment/>

Görsel 7. Knopf, E. (13.03.2015). *Is this how Skynet takes over? The shape-shifting liquid metal that channels the Terminator*. 9news. <https://www.9news.com.au/technology/the-shape-shifting-liquid-metal-that-channels-the-terminator/c6399c45-07b0-4862-a812-b220be805597>

Görsel 8. Vliex, L. (29.09.2020). *Avant/après: 61 effets spéciaux de films complètement bluffants*. Flair. <https://www.flair.be/fr/chillax/avant-apres-effets-speciaux-bluffants/>