

Sinemada Motion Capture Uygulamalarında Yazılım Şirketlerin Estetik ve Teknolojik Çözümleri

Ersin KOZAN*

Öz

Yakın dönemde motion capture teknolojisinin birçok farklı sektörde uygulama alanında kullanılmaya başlanması kuşkusuz sinema sektörünün de ilgi alanına girmeye başlamıştır. Film yapımında motion capture teknolojisinin başta animasyon türünde sinema filmlerinde kullanılması dışında live action türünde sinema filmlerinde de artan yoğun kullanımına şahit olunmaktadır. Sektörün teknoloji ile bu şekilde iç içe geçmesi, yazılım sektörünün film yapımında belirleyici rol oynadığı günümüz film prodüksiyon koşullarını ortaya çıkarmıştır. Sinema anlatısının farklılaştığı, oyunculukta yepyeni pratiklerin ortaya çıktığı bu dijital dönemde yazılım şirketleri, amatör kullanıcılardan profesyonel çalışanlara birçok farklı düzeyde kullanıcıyı içine alacak şekilde yapılandırılmış teknolojik çözümlerle yoluna devam etmektedir.

Çalışmamız yazılım sektörünün filmlerin yapım sürecinde motion capture uygulamalarını daha rahat ve hızlı bir şekilde yapabilmesi için geliştirmiş olduğu çözümlerin estetik ve teknolojik detaylarını ortaya çıkartmaya dönük hazırlanmıştır. Çalışmamız bu belirtilen amaç doğrultusunda motion capture uygulamaları için geliştirilen Adobe, Autodesk, Blender, Daz3D, Houdini, MakeHuman gibi yazılım şirketlerinin üretmiş olduğu çözümleri doküman incelemesi tekniği ile inceleyerek yazılımların birbirinden ayrılan teknolojik yönlerini, kullanıcıya sunmuş olduğu fırsatları ve geleceğe yön veren inovatif kimliğine dair bileşenleri tespit etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sinema, Film Yapımı, Motion Capture, Yazılım Sektörü

* Sakarya Üniversitesi İletişim Fakültesi'nin 29 Kasım 2021 tarihinde düzenlemiş olduğu Uluslararası İletişim Bilimleri Sempozyumu (ICOMS)'nda "Sinemada Motion Capture Teknolojisi Kullanımında Yazılım Sektörünün Çözümleri" başlığıyla sunulan özet bildirinin genişletilmiş özgün bilimsel makale halini içermektedir.

Araştırma Makalesi

* Sorumlu Yazar Öğr. Gör. Dr.- Sinop Üniversitesi
Gerze Meslek Yüksek Okulu - Görsel İşitsel Tek. ve Medya Yap. Bölümü
ersinkozan@hotmail.com

Orcid No:0000-0003-3482-5417
Makalenin Geliş Tarihi: 21.01.2022
Makalenin Kabul Tarihi: 23.05.2022
Makalenin Yayın Tarihi: 31.05.2022

Aesthetic and Technological Solutions of Software Companies in Motion Capture Applications in Cinema

Ersin KOZAN*

Abstract

The recent use of motion capture technology in the field of application in many different sectors has undoubtedly started to be of interest to the cinema industry. In addition to the use of motion capture technology in movie making, especially in animation movies, it is also being used in live action movies. This intertwining of the industry with technology has revealed today's film production conditions, in which the software industry plays a decisive role in filmmaking. In this digital era, where the narrative of cinema is differentiated and brand new practices emerge in acting, software companies continue on their way with technological solutions that are structured to include users at many different levels, from amateur users to professional workers.

Our study has been prepared to reveal the details of the technological solutions that the software industry has developed in order to make motion capture applications more convenient and faster during the production process of the films. In line with this purpose, our study examines the solutions produced by software companies such as Adobe, Autodesk, Blender, Daz3D, Houdini, MakeHuman, developed for motion capture applications, with the document analysis technique, and the technological aspects of the software that differ from each other, the opportunities it offers to the user and the components of the innovative identity that shapes the future. has detected.

Keywords: Cinema, Filmmaking, Motion Capture, Software Industry.

* Revised and extended version of the oral presentation which presented at the 4th International Conference on Cultural Informatics, Communication and Media Studies, 20-21 May 2021.

Research Article

* Corresponding Author Dr. Lecturer - Sinop University
Gerze Vocational School
ersinkozan@hotmail.com

Orcid No:0000-0003-3482-5417
Submitted: 21.01.2022
Accepted: 23.05.2022
Published: 31.05.2022

GİRİŞ

Sinemada yaşanan dijital dönüşüm film yapım sürecinde kullanılan birçok uygulama sürecini değiştirirken teknolojiye daha fazla bağımlı bir sinema-teknoloji ilişkisinin günümüzdeki varlığını ortaya çıkartmıştır. Bu ilişkinin bir yansıması olarak motion capture teknolojisi filmlerdeki artan kullanımı dikkat çekici bir şekilde kendisini göstermektedir. Dünyada en çok seyredilen “Avangers: Endgame” (2019), “Avatar” (2009), “Titanic” (1997), “Star Wars: The Force Awakens” (2015), “Avengers: Infinity War” (2018), “Jurassic World” (2015) gibi sinema filmlerin yapımının önemli bir kısmının motion capture teknolojisinin kullanımına başvurularak gerçekleştirilmiş olması, bu durumun en güçlü kanıtını oluşturmaktadır.

Çalışmamız motion capture teknolojisinin sinemada artan bu kullanımı karşısında yazılım sektörünün üretmiş olduğu çözümlerin ne gibi özellikleri taşımakta olduğu gerçeğinin tespitine dönük hazırlanmıştır. Çalışmamız dört temel bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde motion capture teknolojisinin kavramsal temellerine yer verilerek sektörel kullanım alanlarında kullanıcılara sunmuş olduğu avantaj ile dezavantajlarına değinilmektedir. İkinci bölümde motion capture teknolojisinde kullanılan teknik sistemler ve ekipmanların özelliklerine yer verilmektedir. Üçüncü bölümde sinemada motion capture teknolojisi kullanımının geçmişten günümüze tarihsel gelişimi ve teknolojinin kullanımında öncü rol oynayan isimler ve yapmış oldukları çalışmalarla ilgili bilgiler bulunmaktadır. Dördüncü bölümde ise çalışmamızın araştırma kısmı yer almaktadır. Araştırma ile ilgili tercih edilen bilimsel yöntem açıklanarak araştırma sonucu elde edilen bulgular; Adobe, Autodesk, Blender, Daz3D, Houdini ve MakeHuman gibi popüler yazılım şirketlerin üretmiş olduğu çözümlerin detaylandırılması ve farklılıkların ortaya konulması ile tamamlanmaktadır.

1. Motion Capture Teknolojisi ve Özellikleri

Motion capture, “mocap” kısaltması ile anılan dijital çağın önemli bir teknolojik ürünü olarak insan, hayvan, nesnelerin canlı hareketlerinin bilgisayar ortamında kaydedilerek uygun grafik yazılımlar üzerinde işlenip 2D ve 3D animasyon görsellerin ortaya çıkartılmasını içeren uygulamaları içermektedir. Motion capture teknolojisi; hareket yakalama, performans yakalama, hareket izleme gibi farklı adlarla çeşitli sektörlerde kullanımına günümüzde karşılaşılmaktadır. Motion Capture teknolojisinde canlıların hareketinde konum belirleme ve pozisyonların yönlendirilmesinde verilerin toplaması amacıyla elektromanyetik veya optik teknoloji bileşenlerle organize edilmesi gerçekleştirilmektedir. Bu üretilen verilerin 3D sanal figürlerde görsele dönüştürülmesi ile nihayete ulaştırılır. Fakat motion capture teknolojisinin yüksek ücretlere denk düşebilecek bir teknik donanım alt yapısı ile çok fazla karakterin ve hareketin yakalanmasını içeren çalışmalar için uygulanabilirliği düşük olmaktadır. Aynı zamanda motion capture teknolojisi oluşturulmuş olan animasyonun dolaylı kontrolünü de mümkün kılmaktadır. Gerekli değişiklikler için hareketleri kayıt altına alınan karakterin tekrardan hareketinin kaydedilmesinde süreç işlemektedir (Chi, 1999: 7).

Motion capture teknolojisinin ağırlıklı olarak sinema ve televizyon yapımlarında kullanımına sık rastlansa da tıp, savunma, spor, eğlence, oyun, sanat gibi birçok farklı iş kolunda kendisini güçlü bir şekilde hissettirdiği bir gerçek olarak durmaktadır. Örneğin, spor alanında atletlerin fiziksel performansların ölçümü ve değerlendirilmesinde motion capture teknolojisi yerinde ve etkili çözümlerin üretilmesinde büyük kolaylıklar sunabilmektedir.

Sinemada Motion Capture Uygulamalarında Yazılım Şirketlerin Estetik ve Teknolojik Çözümleri

Motion capture teknolojisinin sıradan kullanıcılarla olan etkileşimine günümüzde daha çok video oyunların yer aldığı eğlence endüstrisinde görebilmek mümkündür. 90'lı yıllarda bu teknolojinin mevcut özelliklerinin korunarak yüksek nitelikli teknik alt yapı temelinde estetize edilmiş grafik görsellerle kullanıcıların hizmetine uyumlu hale getirilmiştir. "Nintendo Wii", "Xbox" ve "Playstation EyeToy" gibi dijital oyun konsollarında karşımıza çıkan bu teknoloji, oyuncuların hareketlerini oyunlardaki sanal karakterlerin aksiyonlarına taşıyarak eyleme dönüştürmektedir (Rahul, 2018: 25).

Motion capture teknolojisi özellikle "Electronics Arts" gibi video oyun endüstrisinin en büyük firmaları tarafından ilgi ile takip edilerek, Kanada'nın Vancouver şehrinde dünyanın en büyük stüdyolarında motion capture stüdyolarını kurmuştur. Electronic Arts, "FIFA Worldcup", "Madden NFL", "NBA Live" gibi önemli futbol ve basketbol maçlarını konu edinen oyun konsülleri için zamanın ünlü spor takımları ve oyuncuları ile anlaşarak motion capture kıyafetleri giyerek elektronik kayıtlarını almıştır. Bu kayıtlar daha sonra oyun konsüllerindeki sanal oyuncuların hareket komutları için uygun kalıplara dönüştürülmüştür (Bregler, 2007: 156).

Motion capture teknolojisinin farklı sektörlerde yaratmış olduğu olumlu etki yadsınmaz bir gerçek olarak dursa da; günümüzde ilgili şirketlerin sayısı, eğitim kurumları ve kuruluşların sınırlı varlığı bireylerin dünyasında çok bilinen bir teknoloji olarak konumlandırılmasını zorlaştırmaktadır. Birçok insan izlediği televizyon yapımında, filmlerde, oynadığı bilgisayar oyunlarında bu teknoloji ile yaratılan imgelerin varlığından bihaber durumdadır. Ancak günlük yaşamın nerdeyse her yerinde insanların dünyasında var olabilmektedir (Kitagawa, 2008: 1).

Bilgisayar ortamında 2D ile 3D animasyon görsellerin oluşturulmasında motion capture teknolojisinin kullanımı ile elde edilen hazır bir veri seti üzerinden animasyonun gerçekleştirilmesi, hem daha kolay ve hızlı çalışmaların ortaya çıkartılmasını sağladığı gibi filmlerdeki sanal karakterlerin seyirci tarafından daha gerçekçi ve olumlu bir şekilde değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır. Fakat bu teknolojinin kullanımı üzerine genel bir hükme ulaşmaktan ziyade tekniğin uygulanması sırasında karşılaşılan avantaj ve dezavantajların detaylarını tespit etmekte fayda vardır. Bu hususta motion capture teknolojisinin avantajları kısaca şunlardır (wikipedia.org, Erişim Tarihi: 24.10.2021):

- Düşük gecikme ile gerçek zamana yakın sonuçlar anında işlenebilir veriye dönüşebilmektedir. Böylece animasyon üretiminde ana karenin bağlayıcılığında maliyetin azaltılması mümkün olabilmektedir.
- İşin miktarı, performansın karmaşıklığına veya uzunluğuna göre geleneksel teknikleri kullanırken olduğu kadar değişmez. Bu, birçok testin farklı stiller veya teslimatlarla yapılmasına izin vererek, yalnızca oyuncunun yeteneği ile sınırlı farklı bir kişilik kazandırır.
- İkincil hareketler, ağırlık ve kuvvet alışverişi gibi karmaşık hareketler ve gerçekçi fiziksel etkileşimler, fiziksel olarak doğru bir şekilde kolayca yeniden oluşturulabilir.
- Belirli bir süre içinde üretilebilecek animasyon verilerinin miktarı, geleneksel animasyon teknikleri ile karşılaştırıldığında oldukça fazladır. Bu, hem maliyet etkinliğine hem de üretim sürelerinin kısaltılmasına katkıda bulunur.
- Maliyetlerini azaltan ücretsiz yazılım ve üçüncü taraf çözümleri için potansiyel.

Motion capture teknolojisinin avantajlarına dair detaylarda kendisini gösteren bu teknik bilgiler dışında, teknolojinin kullanımında bazı yaşanan olumsuz ve eksik kalan konulara Sakarya Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi / Yıl 2022/ Sayı 3

rın varlığı da bilinmektedir. Bu hususta motion capture teknolojisi kullanıcıların karşısına çıkardığı sorunlar şunlardır (wikipedia.org, Erişim Tarihi: 24.10.2021):

- Verileri elde etmek ve işlemek için özel donanım ve özel yazılım programları gereklidir.
- Gerekli yazılım, ekipman ve personelin maliyeti küçük üretimler için engelleyici olabilir.
- Yakalama sistemi, kamera görüş alanına veya manyetik bozulmaya bağlı olarak çalıştırıldığı alan için özel gereksinimlere sahip olabilir.
- Sorunlar oluştuğunda, verileri manipüle etmeye çalışmak yerine sahneyi tekrar çekmek daha kolaydır. Yalnızca birkaç sistem, işlemin yeniden yapılması gerekip gerekmediğine karar vermek için verilerin gerçek zamanlı olarak görüntülenmesine izin verir.
- İlk sonuçlar, verilerin fazladan düzenlenmesi olmadan yakalama hacmi içinde gerçekleştirilebileceklerle sınırlıdır.
- Fizik yasalarına uymayan hareketler yakalanamaz.
- Squash ve streç animasyon tekniklerinde olduğu gibi, beklenti ve devam etme üzerine ek vurgu, ikincil hareket veya karakterin şeklini manipüle etme gibi geleneksel animasyon teknikleri daha sonra eklenmelidir.
- Bilgisayar modeli, yakalanan öznenin farklı oranlara sahipse, yapaylıklar meydana gelebilir. Örneğin, bir çizgi film karakterinin büyük, büyük boy elleri varsa, insan oyuncu fiziksel hareketlerine dikkat etmezse, bunlar karakterin vücudunu kesebilir.

2. Motion Capture Teknolojisinde Kullanılan Sistemler

Motion capture teknolojisinin uygulama alanında farklı çeşitlerde sistemlerin kullanımına rastlanılmaktadır. Genel olarak üç farklı sistemde verilerin kayıt edilerek bilgisayarda işlenebilir malzemeye dönüşmesi sürecinin gerçekleştiği şekilde tezahür etmektedir. Bunlar mekanik, elektromanyetik ve optik sistemler başlıklarında temellendirmek mümkündür.

Mekanik sistemlerde özel hazırlanmış kıyafeti giyen kişinin hareketi esnasında dış kısımda yer alan iskelete baskı uygulanan hareket sürdürülmektedir. Çevresinde yer alan herhangi bir ışık kaynağından ve manyetik alanın etkilerine kapalı olması bakımında olumlu bir grafik çizmektedir. Ancak bu teknolojiye hareketlerin algılanması ile ilgili zeminin olduğu yerin tespitinde zorlandığından zıplama gibi hareketlerin yakalanma süreci gerçekleşmemektedir (modsim.metu.edu.tr, Erişim Tarihi: 10.10.2021).

Tarihte ilk olarak pilotların baş hareketlerini izlemek için kullanılan elektromanyetik sistemlerde ise bir dizi manyetik alıcı özelliğindeki malzeme kişiler tarafından giyilerek sabit duran vericiye göre konumun izlenebilir kılınarak çalışır. Hareketlerin her bir pozisyonu net bir şekilde kesin veriler oluşturur. Ancak bu pozisyonun uzaklığı arttıkça manyetik bir bozulmayı beraberinde getirmektedir. Ayrıca, verilerin üretilmesinde optik sistemdeki kadar net bir veri akışını görmek mümkün değildir. Manyetik alandan gelebilecek bir müdahaleye açık konumdadır. Kıyafete takılan kablolar bilgisayara bağlı olduğundan kişilerin rahat hareket etmesi güçleşir (modsim.metu.edu.tr, Erişim Tarihi: 10.10.2021). Ayrıca manyetik alanlarda var olan metal içeriklere sahip nesnelerin ve parçaların oluşturduğu parazit sinyaller uygulama sırasında sağlıklı bir şekilde verinin üretilmesini zorlaştırabilmektedir (metamotion.com, Erişim Tarihi: 10.10.2021).

Sinema filmlerin yapımlarında daha çok kullanılagelen optik sistemlerde ise, birçok kamera tarafından kişilerin hareketlerinin izlenerek takip edilmesini sağlayan işaretleyiciler ön plana çıkmaktadır. Kablo bağlantısı olmadığından kişilerin hareketlerini daha özgürce hareket etmesi kılınarak verilerin üretilmesi gerçekleştirilir. Verilerin üretilmesi sürecinde sahnede birden fazla kişi aynı anda bulunabilmesi mümkündür. Gerçek zamanlı uygulamaların hazırlanması sürecinde de diğer sistemlere göre daha etkin çözüm üretebilmektedir. En tipik özelliği verilerin kesintisiz bir şekilde temiz ve detayları belirgin şekilde var kılabilmesidir (modsim.metu.edu.tr, Erişim Tarihi: 10.10.2021).

Motion capture teknolojisinin sistematik alt yapısına dair mekanik, elektromanyetik ve optik sistemler temelinde canlı hareket eden varlıkların bedeninde var olan değişikliklerin bir izini, kopyasını matematiksel veri olarak dijital ortamda işlenebilir hale dönüştürüyordu. Ancak sinemada 2000'li yıllara kadar sadece karakterlerin beden hareketlerinin yakalanması sürecinde bu teknolojinin kullanılması beraberinde çok detaylı ve karmaşık insan yüzünün mimiklerinin de hareketlerin yakalanması gerekliliğini doğurmuştur. Bu noktada facial motion capture sistemi kişilerin yüzündeki ifadeleri veri olarak kaydederek sanal karakterlerde uygulanabilmesini sağlamıştır.

Facial motion capture sistemi temelde işaret tabanlı çalışan birçok kameranın kişilerin yüzün belli bölgelerine yerleştirilen marker adlı işaret noktalarını referans olarak hareketini takip etmesi temeline dayanır. Kişilerin özel yüzlerine göre sistemde işaret noktalarının yeri ve konumu ayrıca belirlenebilmektedir. Oyuncu olarak seçilecek kişilerde güçlü yüz hatları ve belirgin ifade biçimleri olan yetenekli kişilerin seçilmesi sistemin üreteceği sonuçları olumlu etkileyecektir. Yüzün temiz ve traşlı olması işaret noktalarının veri üretebilmesini kolaylaştıracaktır. Yine çekim sırasında filmde görüntü ve ses senkronizasyonu için sesin bir mikrofon aracılığı ile kaydedilmesi verilerin sanal karakterlere uyarlanması hızlandıracaktır (Kayacık, 2011: 89-90).

3. Sinemada Motion Capture Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi

Sektörel olarak birçok alanda kullanılmakta olan motion capture teknolojisinin temelinde hareket eden varlıkların pozisyonlarının tek tek tespiti ile işlenebilir bir veriye dönüşümü söz konusudur. Günümüzde bu teknolojinin ağırlıklı olarak kullanımına öncü olan ilk teknolojik gelişmeler, hareketli görüntü üretilmesi alanında bilinen Eadweard James Muybridge ile Étienne-Jules Marey'in deneysel çalışmaları ile olmuştur. Bunun dışında Max Fleisher'in 1917 yılında patentini aldığı rotoskop tekniği, hareketli film kaydının her bir karesinin referans alınarak tek tek çizimlenmesi ile hareketi yakalama işlevini gerçekleştiriyordu.

İlk olarak Eadweard James Muybridge atların dörtlüye koşarken ayaklarının tamamen yerden kesildiğine dair bir iddiayı belgelemek için atların hareketlerini 24 kare fotoğraf makinesi ile çekerek ilk hareketli fotoğrafları dünya tarihinde elde etmiştir. Bunun peşi sıra bir saat mekanizmasıyla otomatik olarak çekim yapan makine geliştirerek de çektiği bir kadının merdiven basamaklarından inmesi gibi görüntülerin tek tek hareket kayıtlarını fotoğraf karesinde kalıcı hale getirebilmiştir. Her ne kadar sabit bu fotoğraf kareleri içinde saklı hareketli bir öznenin konumu hakkında bilgi verse de, bu görüntülerin arka arkaya gösterilmesi ile öznenin hareketine dair bir izlenim gerçekleşmiş olmaktadır (Jensenius, 2013: 53).

Étienne-Jules Marey geliştirmiş olduğu "strobophotography" tekniği, hareketli görüntülerin elde edilmesinde diğer bir önemli buluştur. Hareketin çoklu pozlamalara maruz bırakılarak öznenin değişken konumu aynı fotoğraf plakası üzerinde kaydedilebilmiştir. Sakarya Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi / Yıl 2022/ Sayı 3

Bunu yaparken hareketli öznenin siyah bir takım kıyafet giymesi sağlanmıştır. Siyah kıyafetin üzerinde vücudun eklemlerinin olduğu yerlere küçük yansıtıcı işaretler takılarak hareketin izleri yakalanması amaçlanmıştır. Böylece çekilen fotoğrafta hareketin hem zamansal hem de uzamsal özellikleri hakkında bilgi veren görseller kayıt altına alınabilmiştir. Yaklaşık yüz yıl sonra 1970'lerde hareketin yakalanmasına dair benzer bilimsel deneylerin yapıldığına şahit olunmuştur. İsveçli psikolog Gunnar Johansson vücudun ana eklemlerinde yansıtıcı bant ve yalnızca işaretleyicileri yakalamak için özel bir video kayıt tekniği geliştirdi. Bu kayıtlara dayanarak, insanların sadece noktasal ışık göstergelerinden çeşitli hareket özelliklerini verimli bir şekilde tanıyabilen teknolojik araçların geliştirilme süreci başlamış olmuştur (Jensenius, 2013: 53).

1970'li yıllardan itibaren motion capture teknolojisi Lee Harrison, Rebecca Allen, Twyla Tharp, Tom Calvert, Robert Abel gibi birçok bilim insanının katkısı ile geliştirilerek birçok farklı sektörde çeşitli amaçlar için kullanılmaya başlanmıştır. 1990'lı yıllara gelindiğinde sinema alanında da bu teknolojilerin kullanılmasına rastlanmaktadır. İlk defa motion capture teknolojisinin kullanıldığı film 1990 yılında Paul Verhoeven'in yönettiği "Total Recall" adlı film olmuştur. Filmde X-ray cihazından geçmekte olan karakterlerin hareketleri, hareket eden iskelet animasyonu şeklinde filmde görselleştirilerek sunulmuştur.

1991 yılında çekilen Terminator 2: Judgement Day" filminin bazı sahnelerinde karakterlerin hareketlerinin bir kısmı görselleştirilirken motion capture teknolojisinin kullanımına yine başvurulmuştur. Döneminin birçok Hollywood filmlerinde yer yer motion capture teknolojisi kullanılarak hazırlanan karakterlerin animasyonuna rastlamak mümkündür.

Tamamı dijital animasyon teknikleri hazırlanan 3D animasyon filmlerinde motion capture teknolojisinin kullanımına ise ilk defa "Final Fantasy: The Spirits Within" filminde izleyici karşılaşmıştır. Filmde yer alan tüm karakterlerin gerçekçi vücut hareketleri, motion capture teknolojisi ile elde edilerek animasyon için uygun hale getirilmiştir. Ancak bu teknolojinin filmde kullanımı karakterlerin vücut hareketlerinin üretilmesi ile sınırlı kalmıştır. Karakterlerin yüzündeki ifadelerin animasyonu için animatörler bu teknoloji dışında, kare kare grafik yazılımlar üzerinden uygulamalar yapmak zorunda kalmıştır. Filmde karakterlerin gerçekçi vücut hareketlerin aksine yüzündeki ifadelerin donuk, anlamsız ve gerçekçi durmayan forma dönüşmesini beraberinde getirmiştir.

Motion capture teknolojisinin sinemada başarılı kullanımına dair örnekler, 2000'li yıllardan itibaren sinema seyircisinin dünyasına girme fırsatı elde edebilmiştir. İlk başarılı motion capture teknolojisi kullanım örneğine Peter Jackson tarafından 2001 yılında gösterime giren "The Lord of the Rings" filminde görmek mümkündür. Bu filmde ve filmin diğer devam serilerinde karşılaşılan "Gollum" karakteri başarılı bir teknik uygulama ile gerçekçi duran bir sanal karakterin filmde var olabilmesini sağlamıştır.

Filmdeki motion capture uygulamasının ana bileşenlerini oluşturan veri seti, filmdeki Gollum karakterini canlandıran İngiliz oyuncu Andy Serkis'in kol, bacak, gövde gibi vücut kısımlarının hareketlerinin kaydedilmesi ile oluşturulmuştu. Dönemi itibari ile oyuncuların yüz hareketlerini kaydetmek için özel olarak geliştirilmiş facial motion capture gibi uygulamalar yapmak daha henüz mümkün değildi. Serkis'in oyunculuk performansının yüz hareketleri ile ilgili kısımların oluşturulması için görevlendirilen animasyon sanatçısı Bay Raitt, "Mirai" adlı 3D heykel modelleme yazılımını kullanarak insan yüzündeki 64 kontrol noktasından yola çıkılarak 10.000'den fazla yüz pozunu oluşturdu. Bu hazırlanan birbirinden farklı yüz pozları ile diğer animasyon sanatçıları, filmdeki Gollum karakterinin yüz ifadelerinin canlandırması için ek bir yüz pozunu modellendirilmesi için uğraşmayarak eldeki bu malzemelerle rahatlıkla yüz animasyonlarını gerçekleştirebilmiştir (Singer, 2003).

Sinemada Motion Capture Uygulamalarında Yazılım Şirketlerin Estetik ve Teknolojik Çözümleri

Gerçek olmayan bir sanal karakterin filmlerde motion capture teknolojisinin kullanımı ile önemli bir aktöre dönüşebilmesi, döneminde birçok önemli sinema yönetmenin filmlerinde tercih etmesine neden olmuştur. Dönemi itibarıyla "I, Robot" (2004), "The Polar Express" (2004), "Happy Feet" (2006), "King Kong" (2005), "Monster House" (2006), "Barnyard" (2006) gibi popüler filmlerde motion capture teknolojisinin kullanımına dair başarılı örneklerin verildiğine şahit olmak mümkündür (Jones ve Oliff, 2007: 178).

Motion capture teknolojisinin filmlerde hareket eden karakterlerin performansına dair üretmiş olduğu ileri teknik çözümler, karakterlerin yüzlerindeki ifadelerin hareketini yakalaması için geliştirilen facial motion capture teknolojisinin eklenmesiyle de daha gerçekçi sonuçların filmlerde ortaya çıkması sağlanmıştır. 2004 yılında gösterime giren "The Polar Express" filminde karakterlerin yüzlerindeki ifadelerin gerçekliğe yakın sonuçlar üretmesi, filmin gişede başarılı sonuçlar elde etmesinde etkili olmuştur.

Sinema tarihi açısından motion capture teknolojisinin kullanımına dair en başarılı örnek, 2009 yılında gösterime giren James Cameron'un yönettiği "Avatar" filmi ile olmuştur. Bu genel kabul gören düşüncede etkili olan faktör, filmde motion capture teknolojisini kullanan oyuncuların hareketlerinin stüdyoda yönetmen tarafından sanki canlı aksiyon çekilen bir filmin kaydını izlemiş gibi gerçek zamanlı olarak bilgisayar ekranından izleyebilir olmasında yatmaktadır. Özel geliştirilen sanal kamera sistemlerinden elde edilen görüntüler mekanik sistemlerle donatılmış kostümlerin içindeki oyuncunun yüz ve beden hareketlerini anı anına sanal karaktere işleyebilmekte ve yönetmenin gerçek zamanlı izleyebilmesini mümkün kılmaktadır. Böylece yönetmen filmde sahnelenecek animasyon görsellerinin durumunu çekim süreci içerisinde izleyebilme ve süreci daha rahat ve hızlı kontrol edebilme şansı elde etmiş olabilmektedir.

Sinemada dijital dönüşümün yapım, dağıtım ve gösterim aşamalarında tamamen dijitalleştiği 2010 yılı ve sonrasında dünyada popüler olmuş birçok sinema filmlerinde motion capture teknolojisinin kullanımına sıkça rastlamak sıradan hale gelmiştir. Bu yaşanan durum hakkında dünyada en çok izlenen sinema filmlerin listelendiği Tablo 1 incelendiğinde filmlerin motion capture teknolojisi ile oluşturulduğu bir gerçek olarak durmaktadır. Ayrıca bu film türlerinin bilimkurgu, fantastik ve aksiyon-macera türlerinde yapımlar olması, motion capture teknolojisinin yoğun olarak tercih edildiği film türlerinin genel yapısı hakkında bilgiler sunmaktadır.

Tablo 1: Motion Capture Teknolojisinin Kullanıldığı Dünyada En Çok İzlenen Sinema Filmleri

Gişe Sıralama	Tarih	Filmler	Film Türleri
1	2009	Avatar	Bilimkurgu, Fantastik, Aksiyon-Macera
2	2019	Avengers: Endgame	Fantastik, Aksiyon-Macera, Çizgi Roman
3	1997	Titanic	Dram, Aksiyon-Macera
4	2015	Star Wars: Episode VII - The Force Awakens	Bilimkurgu, Fantastik, Aksiyon-Macera

5	2018	Avengers: Infinity War	Fantastik, Aksiyon - Macera, Çizgi Roman
6	2015	Jurassic World	Bilimkurgu, Fantastik, Aksiyon-Macera
7	2019	The Lion King	Dram, Aksiyon - Macera
8	2012	The Avengers	Bilimkurgu, Fantastik, Aksiyon - Macera
9	2015	Furious 7	Aksiyon - Macera
10	2019	Frozen II	Animasyon
11	2015	Avengers: Age of Ultron	Fantastik, Aksiyon - Macera, Çizgi Roman
12	2018	Black Panther	Fantastik, Aksiyon - Macera, Çizgi Roman
13	2011	Harry Potter and the Deathly Hallows: Part 2	Fantastik, Aksiyon - Macera
14	2017	Star Wars: Episode VIII - The Last Jedi	Bilimkurgu, Fantastik, Aksiyon - Macera
15	2018	Jurassic World: Fallen Kingdom	Bilimkurgu, Fantastik, Aksiyon - Macera
16	2013	Frozen	Animasyon
17	2017	Beauty and the Beast	Dram, Fantastik, Aksiyon - Macera
18	2018	Incredibles 2	Animasyon

Kaynak: (www.imdb.com, Erişim Tarihi: 24.10.2021)

4. Sinemada Motion Capture Uygulamalarında Yazılım Şirketlerin Çözümleri

Hollywood sineması başta olmak üzere tüm dünyada egemen olmaya başlayan dijital teknolojiler filmlerin içerik ve biçim olarak farklı bir boyuta taşıyarak başkalaştırmıştır. Sinemanın yaşamakta olduğu bu değişim sürecinde filmlerde yoğun olarak karşılaşılan cgi animasyon uygulamaları, ilişki kurmak zorunda olduğu yazılım sektörünün daha fazla sinemada belirgin rol oynamasında etkili olmuştur.

Yazılım sektörü filmlerde uygulanacak cgi animasyon uygulamaların daha gerçekçi ve estetik; aynı zamanda seyircinin yükselen beğeni düzeyine ulaşmak için motion capture sistemleri ile koordineli teknik çözümleri sinemacıların önüne sunmuştur. Bu hususta yazılım şirketlerinin film sektörünün ihtiyaçlarını karşılamak için geliştirdiği belli başlı yazılım çeşitleri ile kurumsal işbirliğinin daha kalıcı ve gelecek için sürdürülebilir olmasının zemini sağlam kılımlardır.

Bu konu hakkında yazılım şirketlerinin sinema filmlerindeki motion capture uygulamaları için ne gibi çözümler sunmakta olduğu sorusu problem olarak durmaktadır. Bu problemin çözümü noktasında yaptığımız araştırmamız ile film sektörü için geliştirilen yazılımların teknik özellikleri ve birbirinden farklılıkları tespit edilerek çalışmada sunul-

Sinemada Motion Capture Uygulamalarında Yazılım Şirketlerin Estetik ve Teknolojik Çözümleri

maktadır. Bu amaç doğrultusunda film sektöründe kullanılmakta olan yazılımlar araştırılarak nitel araştırma yöntemlerinden olan doküman analizi tekniği ile incelenerek anlamlı verilere ulaşılmıştır. Verilerin analiz edilip yorumlanmasında betimsel yöntem tercih edilmiştir.

Araştırmamız sonucu popüler sinema filmlerinde kullanılan yazılımların birçoğunun Adobe ve Autodesk yazılım şirketleri bünyesinde geliştirildiği ve After Effects, Animate CC, 3ds Max, Motion Builder yazılımlarında eklentiler olarak yoğun kullanıldığına ulaşılmıştır. Ayrıca Blender, Daz3D, Houdini ve MakeHuman yazılım şirketlerin özel olarak geliştirmiş olduğu motion capture eklentileri ile sektörde önemli pozisyonlara sahip olduğu görülmüştür. Bu yazılım şirketlerin film yapımında motion capture uygulamaları için üretmiş olduğu teknik çözümler yazılım alt başlıkları ile aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

4.1. Adobe

Adobe şirketinin hareketi yakalamaya yönelik geliştirmiş olduğu "Character Animator" yazılımı, motion capture alanında popülerleşen ve kullanıcıların bilgisayarlara kurulumunu kolaylaştırabileceği, zengin efekt kütüphanesi ve script geliştirme imkanı ile kullanıcıların deneyimine sunduğu fark edilmektedir. Bu yazılımda uygulamaların rahatlıkla gerçekleştirilebilmesi için kullanılan bilgisayarın donanımının yeterli ve güncel teknolojilerle uyumlu özelliklere sahip olması gerekmektedir. Adobe şirketinin animasyon ve görsel efekt yapımı için geliştirmiş olduğu "Animate CC" ve "After Effects" yazılımları ile bütünlük çalışmaları gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır.

Yazılımda yerleşik bir 3D kamera izleme sistemiyle birlikte sistemin kamera hareketlerini rahatlıkla kayıt edebildiği görülmektedir. Böylece tamamen iki boyutlu bir video kaydına 3D modellerin eklenenebilir olmasını kolaylaştırmaktadır. Yazılımda hareket takibinin gerçekleştirilmesi için oyuncuların performansının takibinde genellikle kullanılan özel geliştirilmiş kostümlere ve sensor kameralara ihtiyaç yoktur. Başlangıçta pek profesyonel durmasa da, herhangi bir web kamerası ve mikrofonla Character Animator yazılımı üzerinden gerçek zamanlı olarak yüzünüzdeki ifadelerin sanal karakterle eşleştirilmesi eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir.

"Adobe Sensei" tarafından desteklenen eklenti olanakları ile basit bir ses parçasının karakterinize karşılık gelen dudak senkronizasyonu ve yüzde beliren anlamlı ifadelere dönüşebilmesinin önü açılabilir. Benzer şekilde sanal karakterlerin hareketlerinin filmdeki zemini algılayabilmesi ve uzuvların sahneye sabitlenerek birçok hareketin karakterler üzerinde gerçekleştirilebilmesi sağlanabilmektedir. Adobe Sensei'nin yapay zekâ desteği ile hazırladığı "Body Tracker" özelliği bu uygulamalar için yetkin çözümler sunmaktadır. Kullanıcılar web kameralarını referans görsel olarak yazılım ara yüzünde açarak, kendi hareketlerini yazılımdaki kukla animasyon karakterlerin hareketlerine bire bir işleyebilmektedir.

4.2. Autodesk

"Autodesk" şirketinin motion capture uygulamasını gerçekleştirilmesini mümkün kılan iki önemli yazılımından birisi "3ds Max" yazılımıdır. Bu yazılım kullanıcılara çok farklı alanlarda üretmiş olduğu çözümlerle ön plana çıkması ile sektörde bilinen en popüler yazılımlardan biri olmuştur. Film prodüksiyonu için geliştirmiş olduğu çeşitli fonksiyonel araçları ile kullanıcıların filmlerde zengin cgi animasyon uygulaması yapabildiğini kolaylaştırmaktadır. Fakat yazılımda motion capture işlevinin kullanılabilmesi için Windows işletim sistemi kurulu bilgisayarların tercih edilmesi gerekmektedir.

Motion capture özelliğinin 3ds Max yazılımında uygulama olarak iki önemli eklenti paneli ile kategorileştirilerek çözümlerin sunulduğu görülmektedir. Bu kategorilerden biri "Character Studio" başlığı altında daha çok iki ayaklı insan gibi varlıkların sanal karakter olarak hareketlerinin tasarlanması sürecinde aktif kullanılmaktadır. Diğer bir kategori başlığı ise, "CAT" adı altında insansı olmayan varlıkların ve objelerin hareketlerinin canlandırılmasında çözüm üretmektedir.

"Autodesk" şirketinin motion capture uygulaması için üretmiş olduğu diğer bir önemli yazılım ise "MotionBuilder" yazılımıdır. Video oyunları ve animasyon film yapımında ağırlıklı olarak kullanımına rastlanan bu yazılımda motion capture uygulamaların gerçekleştirilmesinde geniş araç yelpazesi ile başarılı uygulamaların yapılmasını kolaylaştırmaktadır. Yazılım kullanıcılara özellikle 3D modellerin hareketlerinin en küçük ayrıntısını maksimum hassasiyetle hızlı bir şekilde dengeli ayarlamaların ileri çözümlerini sunmaktadır.

MotionBuilder yazılımında motion capture uygulamasının gerçekleştirilmesinde efektif uygulamalar ile zenginleştirme ya da yapılan bir animasyonun üzerinde düzeltmeler yaparak rahatlıkla temizleme işlevinin aktif kılınabileceği görülmektedir. Yazılım bünyesinde karakterlerin hareketlerinin belirli bir dinamik gövde içerisinde etkileşimini mümkün kılan fiziki mekanizmanın motor görevi yürüttüğü ortaya çıkmaktadır.

Motion Builder yazılımı içerisinde grafik animasyon programlarında genellikle karşılaşılan keyframe (anahtar kare) animasyon yapma imkânı mevcuttur. Böylece kullanıcılar filmleri içerisinde sadece motion capture uygulamaları yapmanın dışında diğer karakter veya nesne animasyonu yapma ihtiyaçları içinde bu yazılımı tercih edebilir. Kullanıcılar bu yazılımla üretmiş oldukları verileri diğer 3D animasyon yazılımları içerisinde kullanmak isterlerse, verilerde herhangi bir kayıp olmadan birbirleri arasında etkileşimi mümkün kılan kitlelerle rahatlıkla dosyalarını taşıyabilirler (www.remotebless.com, Erişim Tarihi: 23.05.2022).

4.3. MakeHuman

MakeHuman şirketi üretmiş olduğu yazılımla sadece film sektörü için değil birçok bilimsel araştırma projesinin 3D modellenmesi ve animasyonu alanında fotogerçekçi detayları taşıması ile ön plana çıkmaktadır. Motion capture uygulamaların da gerçekçi hareketlerin yakalanması konusu MakeHuman şirketi tarafından önemsendiği görülmektedir ki, her farklı karakter için özelleştirilmiş uygulamanın işlenmesini mümkün kılmıştır.

MakeHuman yazılımının kütüphanesinde önceden hazırlanmış hareket yakalama dosyalarından herhangi biri veya kendi kaydetmiş olduğunuz herhangi bir ekstra dosya uygulanarak doğrudan uygulama içinde tüm işler gerçekleştirilebilmektedir. Bu yazılım aynı zamanda motion capture dosyalarını üzerinde çalıştığınız belirli karaktere uyacak şekilde düzenlemenize ve ayarlamaya izin veren kullanışlı araçları ile kolaylık sağlamaktadır.

Motion capture uygulamaları için kullanıcılara birçok fırsat tanıyan MakeHuman yazılımı geliştirmiş olduğu modellerle kinematik özelliğine sahip imkânları oluşturup Blender yazılımı ile üzerinden gövde ağına entegrasyonunu mümkün kılabilir. Bu özellikleri ile modeller üzerinde çeşitli insan bedeni özelliklerinin işlenerek dinamik kılınması sağlanabilmektedir. Çok faktörlü girdi değişikliği sağlayan Blender yazılımındaki bu kinematik örgü ağı modeli, motion capture kayıtlarını yazılım üzerinden çalıştırabilme pratikliği sunmaktadır (Paul & Scataglini, 2019: 201).

4.4. Blender

Blender yazılım şirketi 3D modelleme ve animasyon yazılımı alanında ücretsiz olarak kullanıcıların erişimine imkân sunan uygulamaları içerisinde motion capture işlemleri için profesyonel olarak tasarlanmış eklentileri ile sektörün ihtiyaçlarına cevap vermektedir. Şirketin farklı çeşitlerde sunduğu hareket yakalama özellikleri de etkileyici görsellerin sunulmasını sağlamaktadır. Özellikle facial mocap denilen yüz hareketleri için geliştirmiş oldukları çözümler dikkat çekicidir. Bir kişinin yüzüne boyanmış işaretçileri yerleştirerek yazılım üzerinden yüz hareketlerini izleyerek yüz maskesini motion capture uygulamaları için işlevsel kılabilirsiniz. Ardından, bu yazılımı kullanarak modellerinize gerçekçi davranan ve armatür tarafından ayarlanabilen giyim eşyaları ekleyebilirsiniz.

Blender yazılımının kullanıcılara motion capture uygulamaları için sağlamış olduğu bu avantajları yanında diğer resim, video gibi dosyalarla etkileşime girmesini sağlayacak digital compositing (dijital birleştirme) uygulama özellikleri ile de farklılıklar oluşturmaktadır. OpenEXR denilen çok katmanlı dosyaların render işlemlerini mümkün kılan özellikleri ile diğer dijital uygulama süreçlerinin birlikte yapılabilmesini sağlamakta ve kullanıcılara film yapım sürecini daha esnek ve rahat gerçekleştirebilmesini mümkün kılabilir (www.remotebless.com, Erişim Tarihi: 23.05.2022).

4.5. Daz3D

Daz3D şirketi yazılım olarak hazır gerçekçi insan modellerin yer aldığı zengin geniş kütüphanesi ve detaylı bir şekilde modellemeyi imkân tanıyan "Hexagon 3D" modelleme eklentisi ile fark yaratmaktadır. Yazılımda motion capture uygulamaları yapılabilmesi için geliştirdiği çözümlerde hareket yakalama kayıtlarının bir ızgara zemini üzerinde karakterlerin eklem yerlerindeki düğümleri kukla oynatma aracı ile aktifleştirerek hareketli kıldığı görülmektedir.

Daz 3D yazılımı kullanıcıların hareket yakalama uygulamalarını diğer 3D animasyon işlemleri ile de birlikte kullanabilmeyi mümkün kılan avantajlar sunmaktadır. Kullanıcılar hareket yakalama kayıtlarını karakterlere işlerken yazılımın içindeki kütüphanelerindeki karakterlerden faydalanabilecekleri gibi aynı zamanda belirli ücretler ödeyerek özel karakterler satın alabilmekte ya da diğer 3D yazılımlardaki üretilen karakter modellerini uygulamaya taşıyabilmektedir. Bu özellikleri ile kullanıcılar hem hazır modellere sahip olabilmekte hem de istedikleri modellerin uygulamanın içine dâhil edilerek daha zengin kompozisyonlar üretilebilmesine sağlayabilmektedir.

4.6. Houdini

Houdini şirketi yazılım olarak görsel efekt tasarımı için büyük bir malzeme koleksiyonu sunması ile film sektörü için cazip fırsatlar sunabilmektedir. Ayrıca ücretsiz elde edilebilen olanaklarını sunması kullanıcı için sunduğu bir diğer fırsattır. Houdini yazılımı tarafından özellikle sunulan prosedürel modelleme sistemi, tüm modeli hızla değiştirmeye ve kullanıcıların değerleri kendisinin bizzat girip ayarlayarak maksimum verimlilikle karmaşık geometrik hesaplamaları yapabilmelerini sağlayabilmektedir. Motion capture uygulamasında böylece gerçekçi bir şekilde duran kas simülasyon sistemi ile beraber işlendiğinde karaktere anatomik olarak doğru duran bir görünüm gerçekleştirebilmiş olabilmektedir. Ancak karmaşık kullanıcı arayüzü işlemlerin uygulanmasında zorluklar çıkartabilmektedir.

Houdini yazılımı motion capture uygulamaları için uygun setler sunması dışında hareketli modellerin çoğaltılarak kopyalanması işlemleri yani crowd duplication görsel efekti ile diğer simülasyon gereken efektif işlemlerle de uyumlu çözümler kullanıcılara sunmak-

tadır. Yazılımın yapay zekâ destekli algoritmasındaki dikkat çeken “HScript” programlama dili bu hususta önemli görevler üstlenmektedir. Carnegie Üniversitesi tarafından yazılama yüklenen devasa kütüphanede kullanıcılar, motion capture uygulamaları için hazır iskelet sistemlerine de sahip olabilmektedir (Camacho & Arturo, 2010).

SONUÇ

Sinemada motion capture teknolojisinin kullanımı ile ilgili günümüze kadar gelen bilimsel araştırmalar genellikle, sinema filmlerinde bu teknolojilerin kullanımının sinemasal anlatıya etkisine ilişkin kuramsal tartışmaları ve sinemada oyunculuk alanında getirmiş olduğu farklılıkları tespit etmeye dönük şekillenmiştir. Ancak film sektörünün kullanmış olduğu motion capture teknolojisi için yazılım şirketleri ile ilgili geliştirmiş olduğu ilişkide, yazılım şirketlerin üretmiş olduğu teknik çözümler üzerinde pek durulmayan eksik bilgilerden oluşan çalışmaları ortaya çıkartmıştır. Çalışmamız bu kapsamda sektörde ön plana çıkan yazılımların üretmiş olduğu çözümleri, film yapımına katkısı yönünden mercek altına alarak anlamlı sonuçların ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Yazılım sektörünün üretmiş olduğu teknik çözümlerin detaylarına ilişkin yürüttüğümüz çalışmalarımız kapsamında Adobe, Autodesk, Blender, Daz3D, Houdini ve MakeHuman gibi popüler yazılım şirketlerin çözümleri doküman incelemesi tekniği ile incelenmiş ve betimsel yöntemle analiz edilerek yorumlanmıştır. Araştırma sonucunda Adobe şirketinin “Animate CC” ve “After Effects” gibi popüler yazılımları için geliştirmiş olduğu “Character Animator” yazılım uygulamasının motion capture teknolojisi kullanımında ileri çözümleri kullanıcının hizmetine sunduğu sonucuna varılmıştır.

Character Animator yazılımın ürettiği çözümler özellikle kullanıcıların script geliştirerek yeni eklentileri filmlerin içinde kullanabilme imkanı elde edilmiş olması yönünden anlamlı durmaktadır. Böylece filmlerdeki sanal karakterlerin animasyonu için özel geliştirilmiş sayısal formüller kullanılarak filmlerin yapım süreci kısaltmakta ve film anlatısı çok farklı yönlerden zenginleştirilebilmektedir. Yazılımdaki hazır motion capture uygulama kalıplarından oluşan zengin içerikteki kütüphaneye sahip olması, hızlı ve seri bir şekilde film yapımının gerçekleştirilmesinde dinamitleyici rol oynamaktadır. Yazılım kullanıcılara sunmuş olduğu bu ücretsiz hazır motion capture uygulama kütüphanesi dışında, ara yüzünde kullanıcıların rahat ve etkili bir şekilde uygulama yapabilmesi için basitleştirilmiş uygulama komutlarına yer vererek fonksiyonel çözümler üretmektedir. Kullanıcılar farklı düzeyde motion capture uygulama tecrübesine ve bilgisine sahip olsalar da, aynı yazılım üzerinden zorlanmadan uygulama yapabilmektedir.

Diğer yazılım şirketlerin incelendiği çalışmamızda genel olarak her şirketin az ya da çok bu teknolojin geliştirilmesi hususunda fonksiyonel çözümlerin olduğunu söylemek mümkündür. Şirketlerin en önemli faydası özellikle belirli motion capture uygulama başlıklarında spesifik olarak üretmiş oldukları teknik çözümlerle fark yaratması şeklinde olmaktadır. Örneğin, yazılım şirketlerinden MakeHuman motion capture uygulamaları için 3D modellerin fotogerçekçi bir görünüme daha güçlü bir şekilde dönüşmesi hususunda özelleştirilmiş uygulama başlıklarını kullanıcıya sunması filmlerde özgün karakterlerin tasarlanabilmesini güçlendirmektedir.

KAYNAKLAR

Bregler, C. (2007). Motion Capture Technology For Entertainment (In The Spotlight), IEEE Signal Processing Magazine, 24(6), 160-158.

Camacho, R. & Arturo, R. (2010). Development of Artificial Intelligence-Based Tools for Houdini Software for Static and Dynamic Crowd Replications, Double Degree Program Thesis, Pontificia Universidad Javeriana.

Chi, D. (1999). A Motion Control Scheme For Animating Expressive Arm Movements, University of Pennsylvania. "Hareket Yakalama Teknolojisi Motion Capture System", <http://modsim.metu.edu.tr/en/system/files/node-export/seminermocap3.pdf> (Erişim Tarihi: 10.10.2021).

Jensenius, A. R. (2013). Some Video Abstraction Techniques For Displaying Body Movement in Analysis and Performance, Leonardo, 46(1), 53-60.

Jones, A. & Jamie, O. (2007), Thinking Animation: Bridging The Gap Between 2d And Cg, Thomson Course Technology, Boston: Ptr.

Kayacık, M. (2011). Beden ve Hareket Bağlamında Görüntü Teknolojileri ve Motion Capture (MOCAP) Tekniği, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Kitagawa, M. (2008). MoCap for Artists: Workflow and Techniques for Motion Capture, Focal Press. "Most Popular Movies and TV Shows",

<https://www.imdb.com/search/keyword/?keywords=motion-capture> (Erişim Tarihi: 24.10.2021) "Magnetion Motion Capture Systems",

<http://www.metamotion.com/motion-capture/magnetic-motioncapture-1.htm>. (Erişim Tarihi: 18.02.2021).

"Motion Capture" https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture (Erişim Tarihi: 24.10.2021).

"11 Best Motion Capture Software", <https://remotebloss.com/motion-capture-software/> (Erişim Tarihi: 23.05.2022).

Paul, G. & Scataglini, S. (2019). Open-Source Software to Create A Kinematic Model in Digital Human Modeling, In DHM and Posturography (pp. 201-213), Academic Press.

Rahul, M. (2018). Review On Motion Capture Technology, Global Journal of Computer Science and Technology, 18(1), 22-26.

Singer, G. (2003). "The Two Towers: Face to Face with Gollum", <https://www.awn.com/animationworld/two-towers-face-face-gollum> (Erişim Tarihi: 24.05.2022).