

ÜÇ BOYUTLU ANİMASYONLARIN GELECEĞİ: HAREKET YAKALAMA TEKNOLOJİSİ

Ali Aycan GÜRBÜZ¹

ÖZ

Günümüz teknolojileri eğitim, ulaşım, alışveriş, eğlence gibi hayatımızın birçok alanında doğrudan ya da dolaylı olarak karşımıza çıkmakta ve gündelik işlerimizi kolaylaştırabilmektedir. Hızla gelişen dijital teknolojilerin sunduğu kolaylıklar birçok alanda yenilikçi yaklaşımlar sağlarken aynı zamanda kullanıma bağlı olarak sürekli güncellenip geliştirilmektedir. 20. yüzyılın ortalarında temelleri atılan dijital teknolojiler, animasyon alanında da hızlı bir gelişim göstermiş ve bu gelişimin getirdiği popülerite sayesinde geleneksel animasyon yöntemleri ile oluşturulan animasyon filmler, teknik anlamda yerini üç boyutlu dijital animasyon yöntemleri ile üretilen filmlere bırakmaya başlamıştır.

Bu çalışma, üç boyutlu animasyon üretim tekniği ile doğrudan bağlantılı olan hareket yakalama teknolojisinin tarihsel gelişimini, kullanım alanlarını ve üç boyutlu animasyonlara etkilerini örnekler üzerinden inceleyip alana veri sağlamayı amaçlamaktadır. Nitel araştırma yöntemi ile oluşturulan çalışmada ilgili alanyazın taranıp güncel bakış açıları değerlendirilmiş ve üç boyutlu animasyon üretimi için hareket yakalama teknolojisi sistemlerinin karmaşık fiziksel donanımları yerine, yakın gelecekte gelişmiş yapay zekâ destekli yazılımların ve ekipmanların kullanımı ile aynı sonuçlara ulaşılabileceği anlaşılmıştır. Ayrıca çalışmada, hareket yakalama teknolojisinde kullanılan sistemler, teknik yeterlikleri, çalışma prensipleri, avantajları, dezavantajları ve gelecekteki potansiyeli üzerinde durulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Animasyon, Hareket yakalama, Yapay zekâ

THE FUTURE OF THREE-DIMENSIONAL ANIMATION: MOTION CAPTURE TECHNOLOGY

ABSTRACT

Today's technologies appear directly or indirectly in many areas of our lives such as education, transportation, shopping, entertainment and can facilitate our daily work. While the conveniences offered by rapidly developing digital technologies provide innovative approaches in many fields, they are also constantly updated and developed depending on usage. Founded in the mid-20th century, digital technologies have shown a rapid development in the field of animation, and thanks to the popularity brought by this development, animated films created with traditional animation methods have started to be technically replaced by films produced with three-dimensional digital animation methods.

Araştırma Makalesi

Research Article

¹ Dr. Öğr. Üyesi

Kütahya Dumlupınar
Üniversitesi
Güzel Sanatlar Fakültesi

E-Posta
aliaycan.gurbuz@dpu.edu.tr

ORCID
0000-0001-6727-7846

Başvuru Tarihi / Received

24.12.2023

Kabul Tarihi / Accepted

10.06.2024

This study aims to provide data to the field by examining the historical development of motion capture technology, which is directly related to three-dimensional animation production technique, its usage areas and its effects on three-dimensional animations through examples. In the study, which was created with qualitative research method, the relevant literature was reviewed and current perspectives were evaluated, and it was understood that the same results could be achieved in the near future with the use of advanced artificial intelligence-supported software and equipment instead of the complex physical hardware of motion capture technology systems for three-dimensional animation production. In addition, the study focuses on the systems used in motion capture technology, their technical competencies, working principles, advantages, disadvantages and future potential.

Keywords: Animation, Motion capture, Artificial intelligence

Giriş

Mağara duvarlarına resmedilen ardışık hayvan figürleri ile hissettirilmeye çalışılan hareketlendirme dürtüsü animasyon tarihinin de başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Sinema sanatının doğuşu ile paralel ilerleyen animasyon tarihine bakıldığında 19. yüzyıl sonlarından itibaren görmeye başladığımız animasyon filmler çoğunlukla geleneksel animasyon üretim tekniklerinden cel animasyon tekniği ile oluşturulmuştur. Cel animasyon tekniği, Walt Disney animasyon stüdyoları başta olmak üzere o dönem animasyon stüdyoları tarafından benimsenmiş ve 20. yüzyıl ortalarına kadar çizgi filmlerde kullanılan baskın animasyon üretim tekniği olmuştur (Watts, 2001: 127). 1990'lı yılların başlarında karşımıza çıkan dijital teknoloji çağı ya da bir diğer deyişle bilgisayar çağı, animasyon sektöründe de köklü değişikliklere öncülük etmiştir. 2000'li yıllara kadar geleneksel animasyon tekniklerini benimseyen Disney gibi köklü animasyon stüdyoları, cel adı verilen selüloit yaprakları bir kenara bırakmaya başlamış ve kademe kademe, özel yazılımlar içeren bilgisayar teknolojilerine geçiş yapmaya başlamışlardır (Telotte, 2008: 17). İlk geçiş zamanlarında cel animasyon tekniği ile hazırlanan kareleri sadece renklendirmek için bilgisayar teknolojisi kullanılırken kısa süre içerisinde zaman, maliyet gibi ticari kaygılar ve teknolojinin sağladığı kolaylıklar neticesinde prodüksiyon sürecine de dijital teknolojileri dahil etmişlerdir. 1972 yılında Edwin Earl Catmull ve Fred Parke, dijital ortamda hazırladıkları insan eli modeline basit hareketler ekleyip kısa bir tanıtım

animasyonu hazırlamışlardır. Catmull ve Parke hazırladıkları üç boyutlu el ve yüz animasyonu ile Pixar animasyon stüdyoları başta olmak üzere birçok animasyon stüdyosuna ilham kaynağı olmuş ve üç boyutlu animasyon üretim tekniğinin yayılmasını sağlamıştır (Holiday, 2019: 177-178). 1995 yılına gelindiğinde ise Pixar animasyon stüdyoları, ilk üç boyutlu uzun metraj animasyon filmi olan Toy Story, Türkçe adı ile Oyuncak Hikayesi animasyon filmini piyasaya sürmüştür. Bu başarılı girişimin ardından ilerleyen yıllarda Walt Disney animasyon stüdyolarının da projelerini üç boyutlu animasyon tekniği ile üretmeye başlaması, animasyon üretiminde dijital teknolojilerin önemini artırmış ve üç boyutlu animasyon üretimine katkı sağlayacak yeni teknolojilerin geliştirilmesine de öncülük etmiştir.

İki boyutlu bir mekân, obje veya karakter tasarım taslağının üç boyutlu dijital ortamda modellenip hareketlendirilmesi süreci ile karşımıza çıkan üç boyutlu animasyon tekniği, geleneksel animasyon üretim tekniklerine göre daha az emek harcanmasına rağmen daha hızlı sonuç vermesi gibi teknik avantajlarından dolayı animasyon üretiminde daha cazip hale gelmektedir. Animasyon filmlerin yanı sıra, sinema, oyun, savunma sanayi, mimari, sağlık, sanat, eğitim gibi birçok alan ile ilişkilendirilebilen üç boyutlu animasyon tekniği, sağladığı gerçeklik ve detay seviyesi sayesinde günümüzde en çok kullanılan animasyon üretim tekniği konumundadır. Her ne kadar bu teknik ile oluşturulan sahne, obje, statik karakter gibi hareketsiz nesnelerin tasarımları çok fazla zorlayıcı olmasa da üç boyutlu animasyon filmlerde yer alan karakterlerin hareketlendirebilmesi için önce karakter taslak tasarımının fiziksel özelliklerine göre dijital ortamda modellenip daha sonra karakterin uzuvlarına göre rigleme, rigging olarak adlandırılan kemik sistemlerinin hazırlanması gerekmektedir. Bu işlem örgüsü karakterin fiziksel özelliklerine göre değişmekle birlikte oldukça karmaşık ve zorlayıcı bir süreç haline gelebilmektedir. Kemik sistemi hazırlanan karakterin hareketlendirme aşaması için animatör, geleneksel animasyon tekniğinde olduğu gibi sayfa çevirip çizim yaparmışçasına dijital ortamda zaman çizelgesini ilerletip karakterin seçili olan eklemi ile ilgili kemik kontrollerine küçük hareketler verir. Günümüzde üç boyutlu karakter animasyonları hazırlanırken geleneksel animasyon tekniğinde olduğu gibi karaktere kare kare hareket vermek yerine gelişen dijital teknolojiler sayesinde gerçek dünyadan alınan karakter hareket verilerini, dijital

ortamda hazırlanan karakter iskelet sistemine entegre etmek mümkündür. Hareket yakalama teknolojisi, performans yakalama, mocap gibi isimler ile tanımlanan bu teknoloji sayesinde günümüzde üç boyutlu animasyon üretimi geleneksel yöntemlere göre daha kolay hale gelebilmektedir.

1. Hareket Yakalama Teknolojisi

Animasyon üretiminde kullanılan üç temel teknik olan geleneksel animasyon, stop motion animasyon ve üç boyutlu animasyon teknikleri arasında günümüzde en sık kullanılan, 20. Yüzyıl ortalarında kullanılmaya başlanan üç boyutlu animasyon tekniğidir denilebilir. Geleneksel animasyon üretimi temelinde şekillenen üç boyutlu animasyon tekniği, diğer tekniklere göre bilgisayar yazılımlarından ve dijital teknolojilerden daha fazla yararlanmaktadır. Üç boyutlu animasyon üretim tekniğinin günümüz teknolojilerinden en çok yararlandığı alan motion capture, hareket yakalama gibi tanımlar ile karşımıza çıkan teknik sistemlerdir.

Karakterlerin ya da nesnelerin fiziksel hareketlerini gerçek dünyadan dijital ortama aktarmaya yarayan hareket yakalama teknolojisi, teknik olarak karmaşık bir çalışma prensibine sahip teknoloji türüdür. İlk kullanım alanları savunma sanayi ve tıp olduğu bilinen hareket yakalama teknolojisi, günümüzde animasyonlardan dijital oyunlara, sinemadan eğitime, spordan sanata birçok alanda aktif olarak kullanılmaktadır. Hareket yakalama teknolojisinin animasyon üretim teknikleri ile ilişkisine bakıldığında ise geleneksel animasyon yöntemlerinden rotoskop tekniği ile benzerlikleri görülmektedir (Budiman, 2005: 2). Rotoskop tekniğinde karakter performansları videoya kaydedilir ve çekimi yapılan aksiyonlar, dijital ortamda bilgisayar yazılımları aracılığıyla kare kare animasyon filmindeki karakterlere aktarılır. Bu sayede karakterin doğal hareketleri animasyon filme daha rahat biçimde yansıtılabilir. Rotoskop tekniği, ilk olarak 1915 yılında animatör Max Fleischer tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Tekniğin mucidi olan Max Fleischer, kardeşi Dave Fleischer ile yarattığı Koko The Clown karakterine rotoskop tekniği ile hayat vermiştir. Fleischer kardeşler, 1918-1927 yılları arasında yayınladıkları Out Of The Inkwell isimli animasyon serisi ile rotoskop animasyon tekniğinin görünürlüğünü artırmışlardır. Takip eden yıllar içerisinde Walt Disney gibi ünlü birçok animasyon

stüdyosu tekniği benimsemiş ve animasyonlarında kullanmıştır. 1937 yılı yapımı Snow White and The Seven Dwarfs, Türkçe adı ile Pamuk Prenses ve Yedi Cüceler animasyon filmi, rotoskop tekniğinin o yıllardaki en başarılı uygulamalarındandır. 1978 yılı yapımı 133 dakikalık The Lord Of The Rings animasyon filmi ise tekniğin kullanıldığı bir diğer önemli yapımdır. Özellikle karakterlerin veya nesnelerin doğal hareketlerinin yakalanıp hassas bir biçimde çizimlere yansıtılmasına olanak sağlayan rotoskop tekniği, günümüzde daha gelişmiş dijital teknolojiler ile halen kullanılmaktadır. Richard Linklater'ın 2001 yılı yapımı Waking Life ve 2006 yılı yapımı A Scanner Darkly filmleri, rotoskop tekniğinin sinemada kullanıldığı diğer yapımlardır (English, 2022: 24-27).

Günümüzde İki boyutlu animasyon üretiminde kullanılan rotoskop animasyon tekniğinin üç boyutlu animasyon üretimindeki teknik olarak karşılığı hareket yakalama teknolojisidir denilebilir. Her ne kadar rotoskop tekniği ve hareket yakalama teknolojisinin temelinde kameraya çekilen performansların dijital ortamda işlenmesi ve izleyiciye sunulması olsa da hareket yakalama teknolojisinin uygulanabilirliği için birçok aşamaya ihtiyaç vardır. Hareket yakalama teknolojisi, rotoskop animasyon tekniğine göre daha yeni ve gelişmekte olan bir teknolojidir.

Hareket yakalama teknolojisinin başlangıcı, bilgisayar sistemlerinde üç boyutlu grafiklerin çalışılmasına denk gelmektedir. 1970'lerde hareket yakalama için mekanik ve optik sensör teknolojileri kullanılmaktaydı. Yeterli seviyede sensör hassasiyeti sağlanamayan bu dönemde, elde edilen verilerde istenilen sonuçları vermemekteydi (Rafı, 2008: 6). 1980'lerde elektromekanik sistemlerin kullanımı yaygınlaşmış ve hareket yakalama için özel sensörler, işaretleyiciler ve özel giysiler kullanılmaya başlanmıştır. Optik sensörlerin daha hassas yakalama yapabildiği bu dönemde, daha temiz kullanılabilir veriler elde edilebilse de maliyetler nedeniyle sınırlı bir kullanıcı kitlesine hitap edilmekteydi. 2000'li yılların başından itibaren optik hareket yakalama sistemlerinde önemli gelişmeler kaydedilmiş ve kızılötesi kameralar ile çalışan sistemler sayesinde işaretleyici ya da özel giysilere ihtiyaç duyulmadan başarılı hareket yakalama sağlanabilmiştir (Midori ve Windsor, 2008: 8). Özellikle bu dönemde hareket yakalama teknolojileri dijital oyun endüstrisinde daha fazla kullanılmaya başlanmış ve gerçek zamanlı karakter animasyonlarının üretilmesinde

büyük bir rol oynamıştır. Günümüz gelişmiş sensör sistemleri ile hareket yakalama teknolojisi daha fazla ilerlemiş ve yüksek çözünürlüklü kameralar gibi inovatif teknolojiler sayesinde daha gerçekçi ve daha doğal hareketler yakalanabilir hale gelmiştir.

Hareket yakalama teknolojisinin günümüzde kullanımına bakıldığında birden fazla uygulama yöntemi olduğunu görmekteyiz. Temelde bu yöntemler işaretleyici tabanlı sistemler ve işaretleyici tabanlı olmayan sistemler olarak ikiye ayrılmaktadırlar. İşaretleyici tabanlı yöntemde optik hareket yakalama sistemi ve giyilebilir sensör tabanlı mobil sistemler ağırlıklı tercih edilirken, işaretleyici tabanlı olmayan yöntemde ise kamera yardımı ile çekilen görüntüleri kısıtlı olarak işleyebilen Microsoft firmasının oyun odaklı “Kinect” cihazı gibi sistemler tercih edilmektedir (Özkirişçi, 2022: 1029). Her iki uygulama yöntemi de aktif olarak kullanılmakta ve dahası, günümüz dijital teknolojilerinde yapay zekâ kullanan yazılımların da desteği ile hareket yakalama teknolojisi sistemlerine alternatif olarak karakter hareket verileri, video görüntüleri üzerinden neredeyse sorunsuz alınabilmektedir. Bu sayede herhangi bir hareket yakalama teknolojisi sistemine veya harici bir sensöre dahi ihtiyaç duymadan basit bir video çekimi üzerinden hareket verilerine ulaşabilmenin mümkün olabileceği görülmektedir.

1.1. Optik Hareket Yakalama Sistemi

Sinema endüstrisi başta olmak üzere dijital oyun ve animasyon üretiminde de en çok tercih edilen sistem olan işaretleyici tabanlı optik hareket yakalama sistemi, özel kameralar ve sensörler yardımıyla hareket halindeki nesnelerin veya karakterlerin konumlarını, hareketlerini hızlı ve sorunsuz takip edebilmektedir. Karakterlerin veya nesnelerin hareketlerini izleyip bu verileri gerçek zamanlı olarak dijital bir model veya karaktere yansıtabilen bu sistemde hareketi izlenecek aktörlere optik işaretli kıyafetler giydirilir. Bu sayede hareketler daha hassas bir biçimde kameralar ve sensörler tarafından takip edilebilir (Ashish vd., 2013: 255).

Hareket yakalama teknolojisinde kullanılan sistemin kalitesi çekimi yapılacak prodüksiyona doğrudan etki etmektedir. Yüksek çözünürlüklü kameralara ve sensörlere sahip güncel bir sistemin kurulması, gerçekçi ve doğru hareket verilerinin

kaydedilebilmesi için gereklidir. Bu bağlamda optik hareket yakalama sistemi, günümüz yüksek bütçeli prodüksiyonlarında detaylı ve sorunsuz hareket verilerinin elde edilebilmesi için tercih sebebidir. Hareket yakalama teknolojisinin uygulama aşamasında farklı yöntemler ve sistemler kullanılsa da çalışma prensipleri hemen hemen aynı olduğu için kurulumundan son aşamasına kadar birçok benzerlik görülmektedir. Optik hareket yakalama sisteminin, giyilebilir sensör tabanlı mobil hareket yakalama sistemine göre daha detaylı sonuç vermesi tercih sebebi olsa da iki sistem arasındaki en büyük farklılık, optik hareket yakalama sisteminde aktörlerin performanslarını sergileyebilecekleri özel bir alana ihtiyaç duymasıdır. Bu alanın özel kamera ve sensörler ile donatılması optik hareket yakalama sistemini çalışır kılan ilk özelliktir. Ayrıca optik hareket yakalama sisteminde çok sayıda fiziksel ekipman ve dijital sistem yer aldığı için bu sistemleri kurup kullanabilecek eğitimli personele de ihtiyaç duyulmaktadır. Yüksek bütçeli yapımlarda özellikle tercih edilen optik hareket yakalama sisteminin prodüksiyon aşamasında kullanılmak üzere basit objelerden fiziksel mekân modelleri hazırlanır ve aktörlerin hareket alanları belirlenir. Aktörlerin hareketlerini rahatlıkla yakalayabilecek kamera ve sensör konumlandırılması yapıldıktan sonra aktörlerin de pasif ya da aktif işaretleyici içeren özel kıyafetleri giymesi gerekmektedir. Optik hareket yakalama teknolojisi, kurulum aşamasında uğraşılan fiziksel objelerden, kamera, sensör ve kıyafetlerden ibaret olmadığı gibi çekim sonrası aşamada verilerin işlenebilmesi için de dijital ortamda yazılım aşamasına ihtiyaç duymaktadır. Kıyafetlerin üzerinde bulunan ve bir nevi reflektör görevi gören işaretleyiciler, anlık olarak kamera ve sensörler ile veri alışverişi yaparlar ve mekân içerisinde aktörlerin tam konumlarını ilgili yazılımlara iletirler. Sensörler ve kameralar tarafından toplanan hareket ve konum verileri daha sonra dijital ortamda bilgisayarlar tarafından işlenir. İşlenen bu veriler üç boyutlu dijital ortamda aktörlerin eklemlerini, hareketlerini ve konumlarını temsil eden küçük noktalar veya çizgiler olabilmektedir. Hareket yakalama teknolojisinde aktörlerin çekimlerinin yapıldığı aşamaya kadar farklı sistemler ve yöntemler kullanılabilse de çekim sonrası aşamada veriler dijital ortamda endüstri standartlarında ortak yöntemler ile işlenmektedir.

İşaretleyici tabanlı sistemlerden optik hareket yakalama sistemi, hareket yakalama teknolojisi içerisinde en çok tercih edilen sistem olmakla birlikte aynı ya da

farklı alanlarda veri toplayabilmek amacıyla manyetik, akustik ve mekanik hareket yakalama sistemleri de kullanılabilir. Optik hareket yakalama sistemine göre daha kısıtlı bir çalışma alanı sunan bu sistemler günümüzde pek fazla tercih edilmemektedirler.

1.2. Giyilebilir Hareket Yakalama Sistemi

Hareket yakalama teknolojisi kullanımında sıklıkla tercih edilen bir diğer yöntem olan giyilebilir hareket yakalama sistemi, sunduğu mobilite sayesinde optik hareket yakalama sistemine göre daha fazla esneklik sağlamaktadır. Optik hareket yakalama sisteminde kamera ve sensör kullanımı sebebiyle sınırlı bir alan içerisinde performans yakalama gerçekleştirilebilirken, giyilebilir hareket yakalama sistemi genellikle kablosuz bağlantıyla çalışma olanağı sağladığı için takip alanı sınırlaması çok daha geniş olabilmektedir (Ståle vd., 2011: 3). Özel kameralara ve yer belirleyici sabit sensörlere ihtiyaç duymayan giyilebilir sistemlerde, çekimi gerçekleştirilecek mekânlar için fiziksel basit modeller hazırlamak yerine gerçek alanlardan yararlanılabilmektedir. Örneğin senaryo gereği karakterin, oyun parkındaki kaydırağı kullanması gerekiyorsa çekim yapılacak alana kaydırak modeli inşa etmek yerine oyun parkına gidilip çekim gerçekleştirilebileceği gibi zamandan da tasarruf sağlanabilmektedir. Karakterin merdiven inip çıkması gerekiyorsa set olarak gerçek dünyadan bir apartmanın merdivenlerini kullanmak çekim işlemlerini çok daha kolaylaştırabilmektedir. Ayrıca bu sistemde sensör destekli giyilebilir kıyafetler haricinde kameralar, set objeleri, kablolar gibi ekipmanlar bulunmadığı için fazladan destek personeline de ihtiyaç duyulmamaktadır. En önemli özelliği mobilite yani taşınabilirliği olan bu sistemde aktörlerin giydiği kıyafetlere entegre ya da sonradan eklenebilen sensörler yer almaktadır. Her ne kadar bu sistemin hizmetini veren çeşitli firmalar farklı kıyafet sistemleri sunsa da ortak nokta, kıyafetler içerisinde kullanılan sensörlerin insan anatomisine uygun biçimde eklem noktalarına denk gelecek biçimde konumlandırılması olmaktadır. Giyilebilir hareket yakalama sisteminde prop olarak adlandırılan ekstra sensörler yardımı ile aktörlere yardımcı nesne etkileşimleri sunulabiliyor, fiziksel özellikleri ile küçük değişiklikler yapılabiliyor veya farklı amaçlar için programlanabiliyor olsa da canlandırılmak istenen karakterin anatomik

formunda büyük değişiklikler yapmak bir hayli güç olabilmektedir. Bu bağlamda insan figüründen çok daha farklı anatomide olan karakter animasyonu yapılmak istenildiğinde optik hareket yakalama sistemini tercih etmenin daha etkili sonuç verebileceği görülmektedir. Özellikle dört ayaklı olarak adlandırılan hayvan figürlerinin üç boyutlu karakter animasyonlarını hazırlamak, sadece giyilebilir mobil hareket yakalama sistemi ile oldukça zordur.

Giyilebilir hareket yakalama sisteminde de çekim sonrası aşamada bilgisayar destekli özel yazılımlar devreye girmektedir. Bu sistemde de hareket yakalama verileri elde edildikten sonra üç boyutlu animasyonun gerçekleştirileceği yazılıma aktarılır. Bu veriler, giyilebilir sensörlerin ölçtüğü hareket bilgilerine dayanarak dijital kopyaları oluşturulan karakterlerin ya da nesnelere hareketlerini taklit etmek için kullanılırlar.

2. Üç Boyutlu Animasyon Üretimi ve Hareket Yakalama Teknolojisi

Hareket yakalama teknolojisi, başlangıcı yakın tarihe dayanan bir üç boyutlu animasyon üretim tekniği olmasına rağmen sunduğu avantajlar sayesinde hızlı gelişim göstermiş ve gelişmeye devam etmektedir. İlk zamanlarında ağırlıklı olarak savunma sanayinde kullanılan hareket yakalama sistemleri günümüzde animasyon ve sinema sektörünün vazgeçilmezleri arasındadır. Dijital karakter animasyonu üretiminde karakterlerin hareketlerinin daha doğal ve gerçekçi hale gelmesine yardımcı olan hareket yakalama teknolojisi, animatörlerin de zamandan tasarruf etmesine olanak sağlamaktadır.

Üç boyutlu animasyon film üretiminde karakter animasyonu, hikâyeyi tamamlayıcı en önemli etkenlerden birisidir. Bu sebeple üç boyutlu karakter animasyonu üretiminde, hareketlerin daha akıcı ve gerçekçi olmasına yardımcı referans çekimleri ile çalışılmaktadır. Bu çalışma yöntemi karakter animasyonu ile uğraşan animatörlerin kendi hareketlerini referans alması ile olabilirken, farklı mecralardan edinilen ya da gözlemlenen hareketli görüntüler ile de gerçekleştirilebilmektedir. Geçmişte rotoskop animasyon tekniğinde ihtiyaç duyulan referans videolar, günümüzde üç boyutlu karakter animasyonu üretiminde de kullanılabilir. Hareket yakalama teknolojisi tam bu noktada geçmiş ile günümüzde bir köprü görevi görür ve referans videolarından alınan verilerin dijital

karakter modellerine aktarılmasına yardımcı olup animasyonların tamamlanmasını sağlar.

Hareket yakalama teknolojisi, üç boyutlu animasyon film üretiminin prodüksiyon aşamasında karşımıza çıkmaktadır. Animasyon filmlerde hareket yakalama teknolojisi kullanılmadan önce hareket verilerinin aktarılacağı üç boyutlu karakter modelinin ve kemik sisteminin hazır hale getirilmesi gerekmektedir. Yüksek bütçeli yapımlarda genellikle üç boyutlu modeli hazırlanan karakterin hareketlerini de aynı karakter canlandırmaktadır. Bu sayede aktörün hareket verileri dijital kopyasına aktarıldığında gerçeklik ve doğallık sağlanabilmektedir. Üç boyutlu karakter animasyonlarında hareket akıcılığının sağlanabilmesindeki en önemli faktörlerden birisi karakterin yüz mimiklerindeki doğallıktır. İzleyiciyi sahneye bağlayabilmek yüz mimiklerindeki doğallık ile sağlanabilmektedir. Günümüz hareket yakalama teknolojisinin geldiği noktada aktörlerin eklem hareket verilerinin kaydedilmesinin yanı sıra yüz hareketleri de başarıyla kaydedilebilmektedir. Vücut eklemlerine göre kaydedilmesi daha zor olan yüz mimikleri için aktörlere özel tasarlanan başlıklar giydirilmektedir. Başlık üzerinde bulunan kızılötesi kamera sistemleri ve sensörler aktörün yüzüne yerleştirilen takip noktalarını kaydedip hareket verisi oluşturabilmektedirler. Yüz mimiklerinin kaydedilmesine olanak sağlayan sisteme benzer bir sistemde, üç boyutlu karakter animasyonu gerçekliği için önemli bir faktör olan el parmak hareketleri için kullanılmaktadır. Yüz yakalamadan farklı olarak kamera olmadan çalışan bu sistemde aktörün eline, parmak eklemlerini algılayabilen sensörler ile kaplı özel hazırlanmış bir eldiven giydirilir. Aktörün hareketlerini kısıtlamayan bu eldiven sayesinde sahne içerisindeki el hareketleri sorunsuz biçimde kaydedilebilmektedir. El ve yüz hareketlerinin kaydedilmesine olanak sağlamayan hareket yakalama sistemlerinde ise aktörlerin temel hareketleri dijital modellere aktarılır ve daha sonra el ve yüz hareketleri animatörler tarafından geleneksel animasyon teknikleri temelinde tekrar üretilir. Bu gibi teknik ekipman eksikliğinde aktörlerin çekim sırasında kaydedilen el ve yüz hareket videoları daha sonra animatörler tarafından referans videolar olarak kullanılabilir.

Hareket yakalama teknolojisi ile kaydedilen veriler ilk aşamada, kullanılan sistemlere bağlı çalışan özel yazılımlarda işlenir. Hareketlerin doğruluğu bu

yazılımlarda onaylandıktan sonra mekanlar ve objeler ile karakter animasyonlarının birleştirilebilmesine olanak sağlayan daha geniş kullanıcı kitlesine sahip yazılımlara aktarılır. Autodesk firmasına ait motion builder, 3ds max ve maya yazılımları (Autodesk, 2023), blender foundation tarafından ücretsiz kullanıma sunulan blender 3d yazılımı (Blender, 2023) ve maxon firmasına ait cinema4d yazılımı (Maxon, 2023) karakter animasyonlarının birleştirilmesinde başı çeken yazılımlardır.

Hareket yakalama teknolojisi kullanılarak kaydedilen verilerin üç boyutlu yazılımlarda görselleştirilip kullanılabilmesi için öncelikle verilerin kaydedildiği özel yazılımlarda işlenmesi gerekmektedir. Hemen her firmanın kendine ait özel ürettiği bu yazılımlarda verilerin doğruluğu hareketlerin tekrar tekrar izlenilmesi ile sağlanmaktadır. Hareket yakalama teknolojisi sistemlerinde karşılaşılan en büyük sorunlardan birisi kaydedilen hareketlerde oluşan atlamalar ve üç boyutlu zemin üzerinde sabit kalması gereken eklem verilerindeki kaymalardır. Hareket atlamaları genellikle optik sensörlü sistemlerde aktörün hareketlerinin kameralar tarafından takip edilememesinden kaynaklıdır. Takip edilebilen aktif/pasif işaretleyiciler veri oluşturmaya devam ederken, takip edilemeyenler son takip noktasında kalıp atlamalara sebebiyet verebilmektedirler. Giyilebilir mobil sistemlerde kamera sistemi olmadığı için atlama sorunu ancak kablosuz bağlantıdaki zayıflıktan dolayı kopmalar ile olabilmektedir. Sensörlerden gelen veriler üç boyutlu düzlemde akıcı bir şekilde atlama yapmadan hareket ediyorsa doğrulama yapılabilmektedir. Bazı hareket yakalama sistemi yazılımları, kaydedilen ilk verileri tekrar hesaplatıp minör atlama problemlerini kendi içerisinde çözümlenebilmektedirler.

Özel yazılımlarda kaydedilen ilk verilerin, üç boyutlu yazılımlarda işlenilip kullanılabilmesi için endüstri standartlarında ortak bir dosya formatına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultuda “Bvh” ve “Fbx” dosya formatları, hareket yakalama verilerinin farklı üç boyutlu yazılımlarda kullanılabilmesine olanak sağlayan en yaygın dosya formatlarıdır. BioVision Hierarchy (Bvh) ve FilmBox (Fbx) dosya formatları aynı amaca hizmet eden farklı formatlardır. Bvh dosya formatı, hareket yakalama sistemleri verilerini kaydedebilmek için 1990’lı yılların başlarında BioVision firması tarafından üretilmiştir (Biovision, 2023). Firma daha sonraları Motion Analysis Corporation ismini almıştır. Bvh dosya formatını kullanılır kılan en önemli özelliği ise

el yordamıyla kaydedilen hareket yakalama sistemi verilerinin otomatik olarak bilgisayarlara kaydedilmesine olanak sağlamasıdır. İlk zamanlarında sadece BioVision firmasının hareket yakalama sistemleri ile uyumlu çalışabilen bvh dosya formatı, ilerleyen zamanlarda diğer firmaların da sistemleri ile çalışabilir hale gelmiştir. Günümüzde hemen her hareket yakalama sisteminden bvh dosya formatı kaydedilip kullanılabilirdiği için bu alanda endüstri standarttı haline gelmiştir. Hareket yakalama sistemlerinden alınan verilerin kullanılabilirdiği bir diğer dosya formatı ise Fbx'tir. Fbx, Kanada firması Kaydara'ya ait olan FilmBox yazılımı dosya uzantısıdır. FilmBox yazılımının ilk dosya uzantısı "flm" olmasına rağmen FilmBox 1.5 versiyonundan sonra fbx ismini almıştır. İlerleyen yıllarda Alias firması tarafından satın alınan FilmBox yazılımı isim değişikliğine giderek MotionBuilder ismini almıştır. Alias firmasının Autodesk şirketi bünyesine katılımından sonra yazılım, Autodesk MotionBuilder adını almış ve fbx dosya formatı kullanılmaya devam etmiştir (Filmbox, 2023). Her iki dosya formatı da hareket yakalama verilerini kaydedilme özelliğine sahip olsa da iki dosya uzantısı arasındaki en farklı özellik, fbx dosya tipinin daha fazla veri depolayabilme özelliğidir. Fbx dosya formatı, hareket yakalama verilerini depolamasının yanı sıra karakter, sahne modeli, ses ve doku kaplamalarını da kaydedebilmektedir. Günümüzde her iki dosya uzantısı da aktif olarak kullanılıyor olsa da fbx dosya formatı içerdiği veri yoğunluğu sebebiyle daha fazla tercih edilebilmektedir.

Hareket yakalama sistemlerinden bvh ya da fbx formatlarında alınan veriler, bazı üç boyutlu yazılımlarda doğrudan kullanılabilirdiği gibi bazılarının da ise eklenti denilen üçüncü parti yazılımlar aracılığıyla kullanılabilir. Hareket verilerinin üç boyutlu yazılımlarda işlenebilmesi için aktörlerden alınan dijital verilerin, üç boyutlu yazılımlar içerisinde kullanılacak dijital kopya modeller ile eşleştirilmesi gerekmektedir. Yapılan bu işleme Retargeting, eşleştirme denilmektedir. Eşleştirme, hareket yakalama verisi içeriğinde bulunan hiyerarşik sistemin, üç boyutlu dijital karakter modelinde bulunan kemik sistemi ile ilişkilendirilmesi işlemidir. Bu işlem gerçekleştirilirken doğru eklem noktalarının karşılıklı eşleştirilmesi gerekmektedir. Bazı üç boyutlu yazılımlar içerdiği eklentiler sayesinde eşleştirme işlemi otomatik gerçekleştirebilmektedirler.

2.1. Hareket Yakalama Teknolojisi Avantajları

Üç boyutlu animasyon üretiminde sıkça kullanılan hareket yakalama teknolojisi sağladığı teknik avantajlar sayesinde üç boyutlu dijital animasyon alanında günümüz vazgeçilmez sistemleri olma yolunda hızla ilerlemektedir.

Üç boyutlu animasyonların başta karakter animasyonu aşamasında bir dizi kolaylıklar sağlayan bu sistemlerin gerçekçi ve doğal hareketler oluşturmada yardımcı olması, iş akışını kolaylaştırıp zamandan tasarruf sağlaması, yüz mimiklerinin ve ifadelerinin karaktere daha iyi yansıtılmasına olanak sağlama gibi teknik avantajları da vardır. Hareket yakalama teknolojisi yardımı ile oluşturulan animasyonlarda aktörlerin performansları doğrudan dijital karakterlere aktarılacağı için foto gerçekçi ve doğal animasyonlar oluşturmak mümkündür. Bu sebeple, izleyicinin animasyon filmindeki karakterlere daha kolay bağlanması ve senaryonun daha gerçekçi bir şekilde deneyimlenmesi sağlanabilir. Hareket yakalama teknolojisi üç boyutlu animasyon yapım sürecini hızlandırabildiği gibi maliyetlerinde düşmesini sağlamada yardımcı olabilir. Geleneksel animasyon tekniklerinde olduğu gibi elle çizip animasyon karelerini tek tek hareketlendirmek yerine, el ve yüz hareketleri dahil aktör performanslarının dijital modellere aktarılması zamandan tasarruf sağlayabilmektedir. Günümüz hareket yakalama teknolojisi sistemleri aktörlerin genel fiziksel hareketlerinin yanı sıra el ve yüz ifadelerinin de kaydedilebilmesine olanak sağlayabildiği için, karakterlerin duygusal ifadelerinin dijital modellerde daha etkileyici bir şekilde yansıtılmasını sağlayabilir. Bu sayede izleyici, animasyon film içerisindeki karakterlerin duygusal durumlarını daha iyi anlayabilir ve empati kurarak hikâyenin içerisinde yer alabilir.

2.2. Hareket Yakalama Teknolojisi Dezavantajları

Hareket yakalama teknolojisi, tarihi yakın geçmişe dayanması sebebiyle halen gelişmekte olan bir teknolojidir. Günümüz hareket yakalama teknolojisi sistemleri birçok firma tarafından üç boyutlu animasyon film yapımında tercih edilse de eksikleri nedeniyle halen dezavantajları olan bir teknolojidir.

Fiziksel dünya performanslarının kaydedilip dijital karakterlere aktarılmasını sağlayan hareket yakalama teknolojisi sistemleri, ağırlıklı senaryosu hayal gücüne

dayalı üç boyutlu animasyon filmlerde karakter hareketlerinin taklit edilebilmesini zorlaştırabilmekte ve bazı yaratıcı fikirlerin ve fantastik karakter animasyonlarının sınırlandırılmasına neden olabilmektedir. Örneğin, animasyon sırasında fiziksel özelliklerinde değişiklik olması gereken fantastik bir karakterin hareketlerinin istenildiği biçimde gerçekleştirilebilmesi için çekimin abartılar olmadan kaydedilip daha sonra animatörler tarafından istenilen deformasyonların eklenmesi gerekmektedir. Bir diğer dezavantajı da hareket yakalama teknolojisi ile elde edilen verilerin eksik ya da hatalı kaydedilmesinin iş sürecine doğrudan olumsuz etki etmesidir denilebilir. Hareket yakalama esnasında fark edilmeyen titreme, atlama gibi hatalı hareket verilerinin çekim sonrası aşamada temizlenip düzeltilebilmesi için ekstra bir zaman ve iş gücü gerekebilmektedir.

Hareket yakalama teknolojisi ile üretilen ilk uzun metraj animasyon film örneklerine bakıldığında bir başka dezavantaj olarak adlandırılabilir tekinsiz vadiye düşüş göze çarpmaktadır. Tekinsiz vadi (Uncanny Valley) teorisi ilk olarak robotik otomasyon bilimcisi Masahiro Mori'nin 1970 yılında yayınladığı makalede kullanılmıştır. Mori'ye göre insan benzeri gerçekçi kopyaların, şüphe uyandıracak ve rahatsızlık verecek biçimde gerçekçi görünüm olgusu tekinsiz vadiyi oluşturmaktadır (Masahiro vd., 2012: 98). Örneğin, bir animasyon karakterinin vücut hareketleri gerçek insan hareketlerine benzer şekilde yakalandığında, ancak yüz ifadeleri veya göz hareketleri tam olarak gerçekçi olmadığında, izleyiciler arasında bir rahatsızlık hissi oluşabilir. Bu, karakterin insan benzeri olmasına rağmen, gerçekçilik eksikliği nedeniyle izleyicilerin duygusal bir bağ kuramamasına veya hatta karakteri rahatsız edici bulmalarına neden olabilir. Gerçekçi karakter animasyonları oluşturulabilmesinde büyük bir adım olan hareket yakalama teknolojisi kullanımında tekinsiz vadiden kaçınmak için gerçekçilik seviyesi dikkatlice yönetilmelidir. Animasyon ekipleri, karakterlerin doğal ve gerçekçi görünmesini sağlamak için detaylara özen göstermelidir. Yüz ifadeleri, göz hareketleri, beden dili ve jestler gibi detaylar hassas bir şekilde çalışılmalı ve gerçekçilik seviyesi doğru bir dengeyle ayarlanmalıdır.

Hareket yakalama teknolojisi kullanımı teknik altyapı gerektiren bir süreç olduğu için set içi kameraların, sensörlerin ve diğer ekipmanların tam düzeninde

kurulması ve ayarlanması gerekmektedir. Çekimi yapılacak projeye bağlı olarak sistemlerin, teknolojik güncellemelere ve yeniliklere ihtiyaçları olabilmektedir. İş maliyetlerini artırabilecek bu gibi sebepler, halen gelişmekte olan hareket yakalama teknolojisinin dezavantajlarıdır denilebilir.

Hareket yakalama teknolojisi sistemlerinden en çok tercih edilen optik hareket yakalama teknolojisinin öncülerinden Optitrack firmasının (OptiTrack, 2023) sunduğu kameralı ve sensörlü çözümlerde iş yükü, yüksek maliyet ve tecrübeli personel bulundurma zorunluluğu gibi sorunlar karşımıza çıkarken Xsens firmasının, güncel adıyla Movella firmasının (Movella, 2023) sunduğu giyilebilir kablosuz sistemlerinde aynı sorunlar ile karşılaşmak daha az olası görülmektedir.

Bu bağlamda, hareket yakalama teknolojisi yardımıyla üretilecek projelere göre sistem seçimlerinin yapılması büyük önem taşımaktadır. Kullanılan sistemlerin birbirlerine göre de farklı avantajlarının ve dezavantajlarının olabileceği görülmektedir.

2.3. Hareket Yakalama Teknolojisi Kullanım Alanları

Hareket yakalama teknolojisi günümüzde animasyon filmleri, sinema filmleri ve dijital oyun sektöründe ön planda yer alsa da sunduğu kolaylıklar neticesinde birçok alanda kullanılmaktadır. Tıbbi rehabilitasyon, Spor analizi, eğitim alanı ve hareket yakalama teknolojisinin çıkış noktası olan savunma sanayii, kullanım alanlarının başında gelmektedir.

Animasyon ve sinema endüstrisi, karakter animasyonlarının üretiminde hareket yakalama teknolojisinden sıkça yararlanmaktadır. Özellikle bilim kurgu filmlerde fantastik karakter hareketlendirmeleri için hareket yakalama teknolojisinden başlıca yararlanılmaktadır. Sinbad: Beyond The Veil of Mists (2000) hareket yakalama teknolojisinin baştan sona kullanıldığı uzun metraj animasyon filmlerin başında yer almaktadır (Baker, 2020: 25). O yıllarda çekilen Star Wars: Episode I -The Phantom Menace (1999) sinema filminde ise bazı ana karakterlerin animasyonları için hareket yakalama teknolojisi kullanılmıştır. Sinbad (2000) animasyon filmi içerisinde karakterlerin performans yakalamaları her ne kadar aktörler tarafından gerçekçi bir biçimde canlandırılmış olsa da el ve yüz animasyonlarındaki donukluklar, karakter

animasyonlarını tekinsiz vadiye düşürmüş ve seyirciyi senaryodan, dolayısıyla filmden uzaklaştırmıştır. Yaklaşık otuz milyon dolar bütçe harcanıldığı belirtilen filmin toplam gişesi otuz bin dolar olup beklenen başarıya ulaşamamıştır.

Uzun metraj animasyon filmleri içerisinde hareket yakalama teknolojisinin başarılı kullanıldığı ilk örneklerden birisi olan Shrek (2001) animasyon filmi, kazandığı birçok ödülün yanı sıra animasyon film kategorisinde akademi ödülünü alan ilk animasyon film unvanını da almıştır. Yönetmenliğini Andrew Adamson ve Vicky Jenson'un yaptığı filmde hareket yakalama teknolojisi ile geleneksel animasyon teknikleri birlikte kullanılmıştır (Academy, 2023). Karakter animasyonları çoğunlukla performans yakalama ile kaydedilirken dört ayaklı hayvan ve benzeri karakterlerin hareketleri için geleneksel animasyon yöntemleri kullanılmıştır.

Hareket yakalama teknolojisi sistemlerinin sunduğu kolaylıklar sayesinde 2000'li yılların başlarında animasyon filmlerde daha fazla kullanılmaya başlamıştır. Dijital oyun serisi olan Final Fantasy serisinin animasyon filmi Final Fantasy: The Spirits Within (2001), üretim sürecinde baştan sona hareket yakalama teknolojisi kullanılarak oluşturulmuştur. İlk foto gerçekçi animasyon film olmasının yanı sıra o dönem için en pahalı bilgisayar oyunu uyarlaması da olmuştur. 141,964 kare animasyondan oluşan filmin render aşamasında 960 adet yüksek kapasiteli bilgisayar kullanılmıştır. Yapımcı Chris Lee Final Fantasy animasyon filmini, cel animasyon tekniği ile üretilen ilk uzun metraj animasyon film olan Pamuk Prenses ve Yedi Cüceler (1937) filminin üç boyutlu animasyon tekniği ile üretilen karşılığı olarak görmektedir (Kent, 2001: 118). Yaklaşık 200 kişinin çalıştığı animasyon filmin yapımı dört yıl kadar sürmüştür.

Hareket yakalama teknolojisinin tamamen kullanıldığı bir diğer önemli yapıım da The Polar Express (2004) animasyon filmidir. Yönetmenliğini Robert Zemeckis'in üstlendiği animasyon filmin başrolünde Tom Hanks yer almaktadır. Tom Hanks aynı zamanda film içerisinde tren kondüktörü, küçük çocuk-babası ve Noel Baba gibi rollerinde performans yakalamalarını gerçekleştirmiştir (Geller, 2008: 13-14). Film, aldığı olumlu eleştiriler sayesinde hareket yakalama teknolojisinin gelecekte kullanımını artmıştır.

Avustralyalı yönetmen George Miller imzalı Happy Feet (2006) müzikal komedi animasyon filmi, hareket yakalama teknolojisi kullanımına bir diğer başarılı örnektir. Birçok ödülü olan animasyon film, en iyi animasyon kategorisinde 2006 yılı akademi ödülüne layık görülmüştür. Aynı yıl gösterime giren Monster House (2006) animasyon filmi de en iyi animasyon kategorisinde yarışmaya hak kazanmıştır (Academy, 2023). Her iki animasyon filmi de hareket yakalama teknolojisi kullanımının başarılı örneklerindedir. İlerleyen yıllarda Beowulf (2007), A Christmas Carol (2009), Mars Needs Moms (2011), The Adventure of Tintin (2011) gibi uzun metraj animasyon filmlerde hareket yakalama teknolojisi yoğunlukla kullanılmıştır.

Hareket yakalama teknolojisi sinema sektöründe de 2000'li yılların başından beri yoğun olarak kullanılmaktadır. Sinema sektöründe hareket yakalama teknolojisi kullanımına getirdiği yenilikler sayesinde dönüm noktası sayılan yapım ise James Cameron yönetmenliğinde Avatar (2009) sinema filmi olmuştur. Navi isimli ırka ait dijital karakterlerin hareketlendirilmesinde o dönemin en kapsamlı hareket yakalama sistemleri kullanılmıştır. Yüksek çözünürlüklü dijital karakterlerin ve sanal dünyaların oluşturulmasında yeni standartlar belirleyen filmde, aktörlerin hareketlerinin doğrudan dijital karakterlere aktarılabilmesine olanak sağlayan kamera sistemleri geliştirilmiştir. Bu sayede aktörler kendi dijital kopyalarını görüp hareket edebilirken yönetmen de aynı zamanda kamera açıları ve kamera hareketlerini gerçek zamanlı olarak kaydedebilmiştir. Normal gösterimlerin yanı sıra gözlük ile üç boyutlu ve bazı sinema salonlarında dört boyutlu olarak gösterime giren film, birçok ödüle layık görülürken bugüne kadar en çok gişe hasılatı yapan ikinci film olmuştur. Hareket yakalama teknolojisinin de görünürlüğünü önemli ölçüde artıran filmin 2022 yılında devam filmi, Avatar: The Way of The Water (2022) gösterime girmiştir. Hareket yakalama sistemlerinin geliştirilmesinde önemli rol oynayan ilk film gibi ikinci filmde yenilikçi hareket yakalama sistemlerini ortaya çıkarmış ve su altında performans yakalayabilmeye olanak sağlamıştır. Hareket yakalama teknolojisinin sinema sektöründe kullanımının önemini ve gelecek potansiyelini gösteren film, üç boyutlu animasyon alanında ne kadar etkileyici sonuçlar çıkabileceğini göstermiş ve alana olan ilgiyi artırmıştır.

Japon Manga stili uyarlaması olan Alita:Battle Angel (2019) sinema filmi, hareket yakalama teknolojisinin başarılı bir biçimde kullanıldığı bir diğer örnektir. Robert Rodriguez yönetmenliğinde çekimleri yapılan filmde Avatar (2009) sinema filminde geliştirilen hareket yakalama teknolojisi sistemleri kullanılmıştır. Çekimleri yaklaşık iki buçuk sene süren filmin baş rol oyuncusu Rosa Salazar, performans yakalama sırasında inandırıcılığı artırabilmek adına beş ay süren yoğun bir dövüş eğitimi almıştır.

Sinema sektöründe hareket yakalama teknolojisi sistemlerinin gelişmesinde büyük rol oynayan en önemli yapımlardan birisi de yönetmenliğini Peter Jackson'ın yaptığı Lord of The Rings (Yüzüklerin Efendisi) (2001-2003) sinema filmi serisidir denilebilir. Üçleme olan film serisinde hareket yakalama teknolojisi ve bu teknolojinin uygulanmasını sağlayan performans aktörleri adlarından bolca söz ettirmişlerdir. Kitap uyarlaması olan film serisinin ana karakterlerinden Sméagol /Gollum isimli fantastik karakterin hem performans canlandırması hem de dijital kopya canlandırmasının gerçekliği filmin birçok ödüle layık görülmesini sağlamıştır. Serinin ilk filminde kısa bir görüntü veren, ikinci ve üçüncü filmlerde daha fazla ön plana çıkan gollum karakterinin performans yakalamalarını ve seslendirmelerini İngiliz asıllı aktör Andy Serkis gerçekleştirmiştir (Tanine, 2011: 329). Andy Serkis, gollum karakteri ile yakaladığı başarı sayesinde serinin devam filmi olan Hobbit: Unexpected Journey (2012) filminde de yer almıştır. 2011 yılında The Imaginarium isimli hareket yakalama teknolojisi stüdyosunu kuran Serkis, ilerleyen yıllarda Rise of the Planet of the Apes (2011), Dawn of the Planet of the Apes (2014), Avengers: Age of Ultron (2015), Star Wars: Episode VII – The Force Awakens (2015), War for the Planet of the Apes (2017) gibi birçok sinema filmine ait çeşitli karakterlerin performans yakalamalarını gerçekleştirmiştir.

Hareket yakalama teknolojisi kullanımı üzerine uzman bir oyuncu olan Andy Serkis, başarılı performans yakalamaları sayesinde dijital karakterlere duygu katma ve gerçekçilik konusunda büyük bir etki yaratmış ve hareket yakalama teknolojisinin sinema, animasyon ve oyun sektörlerinde yaygınlaşmasında önemli bir rol oynamıştır.

Sinema ve animasyon endüstrilerinde fantastik karakterleri izleyici ile buluşturup inandırıcı bir biçimde karşımıza çıkaran hareket yakalama teknolojisi, dijital oyun sektöründe de sıkça kullanılmaktadır. Üç boyutlu oyun animasyonlarının daha gerçekçi ve etkileyici hale gelmesine olanak sağlayan bu teknoloji sayesinde oyuncular, oyun dünyası ile daha fazla bağlantı kurabilmektedirler. Sinema filmleri veya üç boyutlu animasyon filmlerde olduğu gibi aktör performanslarının yakalanıp dijital oyun içerisindeki karakterlere aktarılması ile oyuncular karakterleri istedikleri şekilde yönetebilmektedirler. Oyun sektöründe daha gerçekçi ve etkileyici bir deneyim sunmayı amaçlayan hareket yakalama sistemleri özellikle dövüş oyunları, spor oyunları ve açık dünya oyunlarının yapım aşamasında tercih edilmektedir. İçerdiği aşırı şiddet ile ünlenen Mortal Kombat (2011) dövüş oyunu karakter animasyonları için hareket yakalama teknolojisinden yararlanılmıştır. Fatality (Church, 2022: 23) olarak adlandırılan gerçek dışı dövüş sonu hareketlerde ise hareket yakalama teknolojisinin yanı sıra animatörlerin oluşturduğu çeşitli animasyon hareketleri de kullanılmıştır. Spor oyunları arasında hareket yakalama teknolojisinin en çok tercih edildiği oyunlardan birisi de futbol oyunu serisi FİFA'dır. 1993 yılında FİFA International Soccer adıyla piyasaya sürülen oyun, günümüze kadar her yıl yeni kadro düzenlemeleri ve teknik gelişimler ile karşımıza çıkmıştır. FİFA futbol oyun serisi karakter animasyonları için gerçek futbolcular sete çağırılıp performans yakalama yapılmaktadır. Gerçek futbolculardan hareket verileri alınırken aynı zamanda dijital kopyaları da oluşturulmaktadır. Bu sayede animasyon ve grafik kalitesi üst düzey sunulduğu için gerçekçi bir deneyim yaşatabilmektedir.

Hareket yakalama teknolojisi başlıca, insan figürü hareketlerini yakalamak için kullanılsa da hayvan hareketlerini kaydedebilmek için de kullanılabilir. 2018 yılında çıkış yapan Red Dead Redemption II ve Last Of Us II (2020) video oyunları içerisinde yer alan at, kedi, köpek gibi dört ayaklı hayvan animasyonları için performans yakalama yapılmış ve kaydedilen veriler oyunların içerisinde yer almıştır. Her iki oyunda yer alan at animasyonları, hareket yakalama teknolojisi sayesinde oyunlara oldukça gerçekçi aktarılmıştır. Gelişen teknolojisi sayesinde gerçek aktörler dijital ortama aktarılan kopyalarına hayat verebilmektedirler. Hareket yakalama teknolojisi ile oyunlara aktarılabilen aktör hareketleri sayesinde oyuncular oyun

oyarken interaktif bir film izliyormuş gibi etki yaratılabilmektedir. Call of Duty Modern Warfare serisi, Cyberpunk 2077 ve Death Stranding gibi video oyunlarında yer alan aktörlerin dijital kopyaları, oyunların gerçekliğini ve inanırlığını artırmaya yardımcı olmuştur. Senaryo gerçekliği ile ön plana çıkan günümüz video oyunlarının hemen hepsinde hareket yakalama teknolojisi kullanılmaktadır.

Hareket yakalama teknolojisi spor, dans, medikal ve sanat eğitimi alanlarında eğitimlerin interaktif ve etkili bir biçimde gerçekleştirilmesine olanak sağlayabilmektedir. Spor, dans alanlarında hareket analizi yapıp daha iyi performanslar oluşturulabilirken, medikal alanda simülasyon ve sanal gerçeklik uygulamaları ile kullanılabilir. Sanat eğitiminde ise üç boyutlu karakter animasyonu oluşturmada öğrencilere yardımcı olabilmektedir. Performans yakalama verileri dijital ortama aktarılırken aynı zamanda analiz etme, görselleştirme ve uygulama becerilerinin de geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede animasyon eğitimi daha verimli ve interaktif hale gelebilmektedir.

2.4. Hareket Yakalama Teknolojisi Geleceği

Günümüz üç boyutlu animasyon üretiminde sıkça tercih edilen hareket yakalama teknolojisi, sistemsel yenilikler sayesinde 2000'li yılların başından günümüze teknik anlamda hızla gelişmiş ve gelişmeye devam etmektedir. İçinde bulunduğumuz dijital teknoloji çağında her geçen gün daha gelişmiş hareket yakalama teknolojisi yöntemleri ortaya çıkmakta ve bu yenilikler sayesinde kullanım yaygınlığı da artmaktadır. Hareket yakalama teknolojisi sistemlerinin ilk örneklerinde kısıtlı bir biçimde sadece vücut hareketleri kaydedilebilirken, günümüzde vücut hareketlerinin yanı sıra el, yüz hareketleri de detaylı bir biçimde aktarılabilir. Hareket yakalama teknolojisinin geçmişine bakıldığında günümüze kadar büyük bir ilerleme kaydettiği görülmektedir. Hızla ilerleyen teknolojik gelişmeler sayesinde hareket yakalama teknolojisinin yakın gelecekte çok daha önemli bir yere sahip olacağı düşünülmektedir. Hali hazırda sunulan hareket yakalama teknolojisi kurulum maliyetlerinin ileride daha uygun hale gelmesi bu teknolojinin kullanılabilirliğini artıracak gibi, yakın gelecekte sensör ve kamera sistemlerinin gelişmesi ile daha hassas ve daha doğru performans yakalamaları yapılabilecektir.

Animasyon, dijital oyun ve benzeri alanlarda daha yaygınlaşacağı düşünülen bu teknolojinin ilerleyişini hızlandırabilecek en önemli etkenlerden birisinin yapay zekâ destekli uygulamalar olduğu düşünülmektedir. Hareket yakalama verilerinden otomatik animasyonlar oluşturulabilmesini sağlayan yapay zekâ destekli uygulamalar sayesinde animasyon üretim süreçleri hızlanabileceği gibi animasyon sanatçılarının uğraşması gereken ayrıntılı animasyon işlemlerinin de azalabileceği ön görülmektedir. 2000 yılında kurulan Reallusion isimli yazılım firması, üç boyutlu karakter üretimi ve üç boyutlu animasyon üzerine yazılımlar geliştirmektedir. Firma, üç boyutlu animasyon üretimi için geliştirdiği Iclone8 isimli yazılım ve bu yazılım içeriğinde sunduğu yapay zekâ desteği sayesinde daha gerçekçi animasyon üretimini sağlayabilmektedir. Aynı firmanın geliştirdiği bir başka yazılım ise hareket yakalama teknolojisi sistemi kullanmadan yüz hareketlerini dijital bir modele doğrudan ya da kayıtlı veriden aktarabilen AccuFace isimli yapay zekâ destekli yazılımdır (Reallusion, 2023). Web kamerası ile gerçek zamanlı görüntüyü üç boyutlu modellere başarılı bir şekilde aktarıp performans yakalama yapılabilen yazılım, hareket yakalama teknolojisi sistemlerinin yakın gelecekte ulaşabileceği yeri gösteren önemli bir örnektir. Herhangi bir hareket yakalama teknolojisi kullanmadan performans yakalamaya olanak sağlayan bir diğer firma ise Move isimli yazılım şirkettir. Tekli ya da çoklu kamera çekimleri üzerinden hareket yakalama gerçekleştirebilen MoveOne isimli yazılımları sayesinde vücut, el ve yüz hareketlerini yapay zekâ desteği ile sorunsuz kaydedebilmektedir (Move, 2023). Giyilebilir hareket yakalama teknolojisi sistemleri de sunan Rokoko firmasının Rokoko Vision isimli yazılımı, tek ya da çift kamera çekiminden aldığı görüntüleri yapay zekâ desteği yardımı ile giyilebilir bir süite ihtiyaç duymadan işleyip performans yakalama yapabilmektedir (Rokoko, 2023).

Günümüzde yüksek bütçeli projelerde performans yakalama için giyilebilir ve optik kameralı sistemler halen ilk tercih olabilmektedir. Yakın gelecekte, daha iyi sonuç veren yapay zekâ destekli hareket yakalama yazılımları arttıkça hali hazırda kullanılan hareket yakalama teknolojisi sistemlerinin de yapay zekâ yazılımları ile donatılacağı görülmektedir.

Sonuç

Canlı performansların doğrudan ya da dolaylı olarak dijital karakterlere aktarılabilmesine olanak sağlayan hareket yakalama teknolojisi, üç boyutlu animasyon üretimi yapan animasyon stüdyoları için gün geçtikçe daha cazip hale gelmektedir. Üç boyutlu animasyon üretimi sürecine önemli katkılar sağlayan bu teknoloji günümüz dijital teknolojilerinin yardımı ile hızla gelişmeye devam etmektedir. Gelişen teknoloji her ne kadar sistemsel olarak kolaylıklar sağlasa da performans yakalama için ihtiyaç duyulan aktörün rolü de bu sistemler de oldukça büyüktür. Dijital karakterlere hayat veren aktörlerin üst seviye performansları sayesinde animasyonlarda inandırıcılık ve gerçeklik artmaktadır. Rotoskop animasyon tekniği ile ilişkilendirilebilen hareket yakalama teknolojisi günümüzde üç boyutlu animasyon üretimi için biçilmiş kaftan olarak görülebilir fakat halen gelişmekte olan bir alan olduğu için dezavantajları da oldukça fazladır. Üç boyutlu animasyon üretiminde önemli bir etkiye sahip olan bu teknolojinin doğru kullanılabilmesi için kaliteli ekipmanlara ihtiyaç duyulmasının yanı sıra bu ekipmanlara hâkim, alanında uzman personel desteğine de ihtiyaç vardır. Gelecekte gelişmiş kamera sensörleri ve yazılımlar sayesinde performans yakalama süreci hızlanabileceği gibi gelişmiş yapay zekâ desteği ile hareket yakalama verileri daha kontrollü işlenebilecek ve animasyonlar daha etkileyici hale gelebilecektir. Bu sayede hareket yakalama verilerinin işlenip düzenlenmesi işlemleri daha çok yapay zekâ desteği ile gerçekleştirileceğinden, yetişmiş personel ihtiyacı da azalacaktır. Maliyetler açısından günümüzde halen hareket yakalama sistemlerine ulaşabilmenin kolay olmadığı görülse de yakın gelecekte yapay zekâ destekli yazılım sayılarının artması ile maliyetlerinde düşeceği öngörülmektedir. Ulaşılabilirliğin artması ile üç boyutlu animasyon üretimi hızlanacağı gibi kullanım kolaylığı ile hemen her alana da hitap edebilecektir.

Günümüz animasyon üretiminde üç boyutlu animasyon üretim tekniğinin diğer animasyon üretim tekniklerine göre daha fazla ön plana çıktığı görülmüştür. Bu sebeple üç boyutlu animasyon üretim tekniği yenilikçi teknolojiler ile sürekli güncellenmektedir. Özellikle sinemaya yönelik uzun metraj üç boyutlu animasyon film üretiminde sıkça kullanılan hareket yakalama teknolojisi sistemlerinin gelecekte üç boyutlu animasyon üretiminde çok daha önemli bir yere sahip olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- ACADEMY, (2023). Academy_Award_for_Best_Animated_Feature, https://en.wikipedia.org/wiki/Academy_Award_for_Best_Animated_Feature, Erişim Tarihi: 18.11.2023.
- ASHISH, Sharma; AGARWAL, Mukesh; ANIMA, Sharma; and DHURIA, Pankhuri (2013). “Motion Capture Process, Techniques and Applications”, International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, 1(4), p.251-257.
- AUTODESK, (2023). 3ds max, Maya and Motion Builder, www.autodesk.com/products/motionbuilder/, Erişim Tarihi: 12.11.2023.
- BAKER, Taryn (2020). The History of Motion Capture Within The Entertainment Industry, Metropolia University of Applied Sciences, Yüksek Lisans Tezi, Helsinki, Finland.
- BIOVISION, (2023). Biovision Hierarchy, https://en.wikipedia.org/wiki/Biovision_Hierarchy, Erişim Tarihi: 12.11.2023.
- BLENDER, (2023). Blender 3d, <https://www.blender.org/>, Erişim Tarihi: 12.11.2023.
- BUDIMAN, Robert (2005). A Motion Capture Implementation for 3D Cartoon Movies. The University of Western Australia, Doktora Tezi, Perth, Western Australia, Australia.
- CHURCH, David (2022). Mortal Kombat Games of Death, United States of America: University of Michigan Press.
- ENGLISH, Martin (2022). Computer Animation, Toronto, Canada: Bibliotex Dijital Library.
- FILMBOX, (2023). Fbx, <https://en.wikipedia.org/wiki/FBX>, Erişim Tarihi: 12.11.2023.
- GELLER, Tom (2008). “Overcoming the Uncanny Valley”. IEEE Computer Graphics and Applications, 28(4), p.11-17.

- HOLIDAY, Christopher (2019). In Good Hands? Indexes and Interfaces in A Computer Animated Hand (Ed Catmull & Frederic Parke, 1972). The Crafty Animator: Handmade, Craft-based Animation and Cultural Value, (Editörler), Caroline Ruddell ve Paul Ward. London, United Kingdom: Palgrave Macmillan Cham, p.157-180.
- KENT, Steven, L (2001). The Making of FINAL FANTASY: The Spirits Within, Indianapolis, United States of America: Brady Games.
- MASAHİRO, Mori; MACDORMAN, Karl. F; and KAGEKİ, Norri (2012). “The Uncanny Valley [From the Field]”, IEEE Robotics & Automation Magazine, 19(2), p.98-100.
- MAXON, (2023). Cinema 4d, <https://www.maxon.net/en/cinema-4d>, Erişim Tarihi: 12.11.2023.
- MİDORİ, Kitagawa; WİNDSOR, Brian (2008). MoCap for Artists Workflow and Techniques for Motion Capture, Burlington, Massachusetts, United States of America: Focal Press.
- MOVE, (2023). Move Ai, <https://www.move.ai/>, Erişim Tarihi: 22.11.2023.
- MOVELLA, (2023). Xsens, Movella, <https://www.movella.com/>, Erişim Tarihi: 15.11.2023.
- OPTITRACK, (2023). OptiTrack, <https://www.optitrack.com/>, Erişim Tarihi: 15.11.2023.
- ÖZKİRİŞÇİ, İbrahim, Halil (2022). “Motion Capture Teknolojisinin Hareketli Afişlerde Kullanımına Örnek Bir Çalışma”, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 32(3), s.1027-1041.
- RAFI, Ahmad (2008). “Motion Capture and Computer Art”, International Journal of Arts and Technology, 1(1), s.1-12.
- REALLUSION, (2023). AccuFace, <https://www.reallusion.com/>, Erişim Tarihi: 20.11.2023.

GÜRBÜZ, Ali Aycan (2024). **Üç Boyutlu Animasyonların Geleceği: Hareket Yakalama Teknolojisi**. Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi (e-gifder), 12 (2), 845-869.

ROKOKO, (2023). Rokoko Vision, <https://www.rokoko.com/>, Erişim Tarihi: 23.11.2023.

STÅLE ANDREAS VAN DORP, Skogstad; KRISTIAN, Nymoen; and MATS ERLING, Høvin. (2011). “Comparing Inertial and Optical Mocap Technologies for Synthesis Control”, 8th Sound and Music Computing Conference, p.421-426, 6-9 Temmuz 2011, Padova, Italy.

TANINE, Allison (2011). “More than a Man in a Monkey Suit: Andy Serkis, Motion Capture, and Digital Realism”. Quarterly Review of Film and Video, 28(4), p.325-341.

TELOTTE, Jay, P (2008). The Mouse Machine: Disney and Technology, Chicago, Urbana, United States of America: University of Illinois Press.

WATTS, Steven (2001). The Magic Kingdom: Walt Disney and the American Way of Life, Missouri, Columbia, United States of America: University of Missouri Press,

Yazarların çalışmaya katkı oranları eşittir.

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.