

Gönderim Tarihi : 15.12.2022

Kabul Tarihi : 28.12.2022

DOI: 10.5281/zenodo.7487706

Köksal BÜYÜK¹

Elektronik Eğitim İçeriklerinde Animasyon ve 3D Hareket Yakalama Tekniği (MOCAP) Kullanımının Faydaları

Özet

Dijital eğitim dünyasında etkileşimli öğrenme malzemelerinin kullanılması önemli bir ihtiyaçtır. Bunun yanında, farklı özellikleri ile esneklik sağlayacak, etkileşimi artıracak yeni öğrenme teknolojilerinin de ürün ve süreç olarak geliştirilmesi gereklilik haline gelmiştir. Animasyon kullanılarak üretilen öğrenme malzemelerinin geniş bir yelpazede kullanılması söz konusudur. Bu malzemelerle oluşturulacak görsel kütüphane ve arşiv, stüdyo çekimine ve model kullanımına gerek kalmaksızın, yeni içeriklerin tasarlanması, kurgulanarak geliştirilmesine imkân sağlamaktadır. Birbirinden farklı ihtiyaçlara, beklentilere, ilgilere, öğrenme deneyimlerine ve stillerine sahip öğrenenlere hizmet sunan eğitim kurumları tarafından öğrenenlerin kullanımına yönelik çok çeşitli öğrenme malzemeleri hazırlanmaktadır. Ancak, hazırlanan bu malzemelerin genellikle farklı ihtiyaçlara cevap verebilecek esneklikte olmadığını ifade edebilmek mümkündür. İçeriklerde yaşanabilecek en küçük bir güncelleme ihtiyacında bile içeriğin yeniden üretilmesi gerekebilmektedir. Bu durum, kurumlar açısından zaman, maliyet ve emek kaybına sebep olmaktadır. Bu bağlamda, güncel teknolojik gelişmelerin sunduğu olanaklara paralel olarak; kişi, zaman ve mekândan bağımsız esnek öğrenme malzemelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde eğitim malzemelerinde animasyon kullanımının pek çok faydası söz konusu olacaktır. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Sonuçta eğitim malzemelerinde kullanılan animasyonların e-içerikleri eğlenceli hale getirmek, dikkat çekici hale getirmek, öğrenmeyi kolaylaştırmak, önemli noktaları vurgulamak, teorik bilginin pratiğini göstermeye yardımcı olmak gibi konularda avantajlar sağladığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dijital Eğitim, Animasyon, MOCAP, Etkileşimli İçerik, e-içerik, Motion Capture

Benefits of Using Animation and 3D Motion Capture (MOCAP) Techniques in Electronic Educational Content

Abstract

The use of interactive learning materials is an important need in the digital education world. In addition, it has become a necessity to develop new learning technologies as products and processes that will provide flexibility with their different features and increase interaction. There is a wide range of use of learning materials to be produced using animation. The visual library and archive to be created with these materials will allow for the design, editing and development of new contents without the need for studio shooting and model use. A wide variety of learning materials are prepared for the use of learners by educational institutions that serve learners with different needs, expectations, interests, learning experiences and styles. However, it is possible to state that these prepared materials are generally not flexible enough to meet different needs. Even in the slightest need for an update in the content, the content may need to be reproduced. This situation causes loss of time, cost and labor for institutions. In this context, in parallel with the opportunities offered by current technological developments; flexible learning materials independent of person, time and place are needed. From this point of view, there will be many benefits of using animation in educational materials. Qualitative research method was used in this study. As a result, it has been determined that the animations used in educational materials provide advantages such as making e-contents entertaining, making them interesting, facilitating learning, emphasizing important points, helping to show the practice of theoretical knowledge.

Keywords: Digital Training, Animation, MOCAP, Interactive Content, e-content, Motion Capture

¹Prof. Dr., Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Türkiye, koksalbuyuk@gmail.com

Giriş

Teknolojinin sunduğu imkanlar çerçevesinde eğitim materyallerinde animasyon kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Daha etkili ve verimli e-çeriklerin üretilmesi için teknolojik yeterlilik günümüzde tüm eğitimciler için en temel beceriler arasına girmiştir. Eğitim öğretimde kullanılan e-çeriklerde her geçen gün artan düzeyde infografi, animasyon, video, görsel ve ses gibi unsurların kullanıldığı gözlenmektedir. Bu çalışmada özellikle iyi yapılandırılmış animasyon kullanımının öğrencilere daha iyi deneyimler sunması açısından öğrenmeyi pekiştirici ve geliştirici yönü ele alınmaktadır.

E-çerik üretiminde bilgiyi öğrenene etkili biçimde aktarırken animasyonlara sık sık başvurulmaktadır. Bu çalışmada animasyonların tasarım öğelerinde hangi hususlara dikkat edilmesi gerektiği, çoklu ortam desteği ile sunulan animasyonların öğrenmede nasıl bir rol oynadığı, bu üretimlerde hangi ilkelere dikkat edilmesi gerektiği literatür taraması ve nitel görüşmelerle tespit edilmeye çalışılmıştır. E-çeriklerde animasyon kullanımıyla ilgili yapılan çalışmalar incelenerek animasyon kullanımının tasarlama ve geliştirme süreçlerinde dikkat edilmesi gereken hususlara değinilmiştir. Bu çalışmanın e-öğrenme ortamlarında içerik geliştiricilerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Türkiye’de Animasyon Sektörü ve Animasyon Eğitimi

Günümüz koşullarında bireyler, yaşamlarının birçok alanında olduğu gibi hem formal hem de informal Dünya genelinde Sinema ve TV endüstrinin %25’ini oluşturan animasyon üretimi, sadece TV ve sinema değil aynı zamanda internetin, ticari uygulamaların ve dijital platformlar ve sosyal medyanın vazgeçilmez bileşeni konumundadır. Bilgisayar oyunları ve yazılım teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak animasyon sektörü de büyümüştür. Günümüzde animasyonun eğlence ve sinema sektörü haricinde kullanım alanlarının mimari, tıp, savunma ve yüksek teknoloji sektörlerinde sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. (Animasyon Sektörü Raporu, 2018, s. 6)

Öğrenme süreçlerinde etkili ve verimli içerikler oluşturmak için teknolojiden yararlanmaktadır. Teknoloji ile arasında oldukça güçlü bir bağ olan açık ve uzaktan öğrenme uygulamalarında öğrenme malzemelerinin geliştirilmesine yönelik tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme gibi sistematik aşamalar önem taşımaktadır. (Bates, 1991) Pitman tarafından 1840 yılında başlatılmış olan mektupla eğitim çalışmalarından günümüze uzaktan eğitim uygulamaları, farklı teknolojilerin sağladığı ortamlar ve araçlar sayesinde artan şekilde daha esnek ve açık hale gelmiştir. (Verduin ve Clark, 1991) Öğrenenler ve içerik arasındaki etkileşimin artırılması amacıyla sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, sanal dünyalar, giyilebilir cihazlar gibi teknolojiler kullanılmakta ve öğrenenlere farklı öğrenme deneyimleri sunulmaktadır. (de Castro vd., 2009; Fırat ve Kabakçı Yurdakul, 2013)

Animasyon; “arka arkaya birbirini takip eden bağlantılı hareket karelerinin saniyelik süre içerisinde canlandırma eylemidir”. (Akören, 2018, s. 126) Animasyonlarda kullanılan resim, görsel veya grafikler yapay şekilde canlandırılarak hareket kazandırılmaktadır. (Daşdemir, 2016) Türkiye’de animasyon sektörüyle ilgili olarak son 15 yılda sektörel bir ekosistemin geliştiğini söyleyebilmek mümkündür. Animasyon sektöründe var olan küresel pazarın çekiciliği, bu konuda faaliyet gösteren firma sayısındaki artışlar, yerli animasyon yapımların TRT Çocuk kanalında talep görmesi, uzun metrajlı animasyon filmlerin yapılarak vizyona girmesi ile Türkiye’de son zamanlarda animasyon sektöründe gelişmeler gözlenmektedir. Türkiye’de animasyon üretiminde faaliyet gösteren yüze yakın firma mevcuttur. Bu firmaların pek çoğu reklam ve tanıtım sektörüne hizmet sunmakla birlikte hemen hemen tamamına yakını KOBİ statüsündeki işletmelerdir. Bu firmaların %90’nının merkezi İstanbul’dur. Animasyon işletmelerinin en çok bulunduğu şehirler sıralamasında ikinci Ankara, üçüncü Eskişehir’dir. (ASR, 2018, s. 6) İlk üç şehrimizde üretimlerin yoğunlaşmış iken bu sektöre eleman ihtiyacını karşılayan eğitim kurumlarına baktığımızda Türkiye’de Çizgi Film ve Animasyon Lisans

programı bulunan 12 üniversite vardır. Bunların 3 tanesi vakıf üniversitesi, 9 tanesi ise devlet üniversitedir. Bu üniversiteler şunlardır: (<https://yokatlas.yok.gov.tr/lisans-bolum.php?b=19073>)

1. Alanya Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi (Sanat ve Tasarım Fakültesi)
2. Anadolu Üniversitesi (Güzel Sanatlar Fakültesi)
3. Başkent Üniversitesi (Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi)
4. Beykoz Üniversitesi (Sanat ve Tasarım Fakültesi)
5. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (Sanat ve Tasarım Fakültesi)
6. Dokuz Eylül Üniversitesi (Güzel Sanatlar Fakültesi)
7. Haliç Üniversitesi (Güzel Sanatlar Fakültesi)
8. İstanbul Arel Üniversitesi (Güzel Sanatlar Fakültesi)
9. İstanbul Kültür Üniversitesi (Sanat ve Tasarım Fakültesi)
10. Selçuk Üniversitesi (Güzel Sanatlar Fakültesi)
11. Üsküdar Üniversitesi (İletişim Fakültesi)
12. Yaşar Üniversitesi (Sanat ve Tasarım Fakültesi)

Türkiye’de Bilgisayar Destekli Tasarım ve Animasyon ön lisansı bulunan üniversiteler ise şunlardır: (<https://yokatlas.yok.gov.tr/onlisans-program.php?b=30128>)

1. Amasya Üniversitesi (Tasarım Meslek Yüksekokulu)
2. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi (Söke Meslek Yüksekokulu)
3. Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi (Gönen Meslek Yüksekokulu)
4. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu)
5. Çukurova Üniversitesi (Karaisalı Meslek Yüksekokulu)
6. İstanbul Arel Üniversitesi (Meslek Yüksekokulu)
7. İstanbul Gelişim Üniversitesi (İstanbul Gelişim Meslek Yüksekokulu)
8. İstanbul Topkapı Üniversitesi (Plato Meslek Yüksekokulu)
9. İstinye Üniversitesi (Meslek Yüksekokulu)
10. Kafkas Üniversitesi (Kazım Karabekir Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu)
11. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi (Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu)
12. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi (Mucur Meslek Yüksekokulu)
13. Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (Kaynarca Seyfettin Selim Meslek Yüksekokulu)
14. Yakın Doğu Üniversitesi (Meslek Yüksekokulu)
15. Yaşar Üniversitesi (Meslek Yüksekokulu)
16. Yozgat Bozok Üniversitesi (Yozgat Meslek Yüksekokulu)

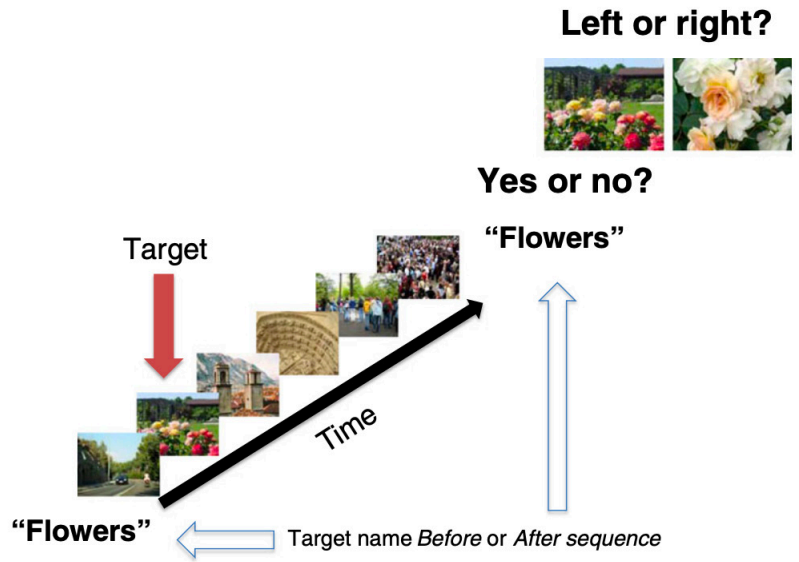
Animasyonların eğitim alanında kullanımı spor ve sağlık gibi çeşitli alanlarda kullanılmasının yaygınlaşması sonucunda bu alanda yetişmiş insan kaynaklarına ihtiyaç söz konusudur. Türkiye’deki eğitim kurumlarından lisans ve ön lisans düzeyinde nitelikli mezunlar verildiği takdirde bu alandaki ihtiyacı karşılayacak düzeyde insan kaynaklarının yeterli olacağı düşünülmektedir.

Ders Malzemelerinde Animasyon Kullanımının Faydaları

Geleneksel eğitimde öğretmen merkezli öğretim modelleri genellikle nesnel bir bakış açısına dayanmaktadır. Bu anlayışta bilgi okullarda bir bütünlük içinde alıcı-verici mantığıyla öğrenciye aktarma çabası içinde olunurken, öğrencide sunulan bu bilgileri öğrenme gayreti içinde olmaktadır. Değişen ve gelişen eğitim teknolojileri ile öğretmen niteliklerinin de değişimi söz konusu olmaktadır. Öğretmenin bilgiyi kullanma noktasında öğrencilere yol gösteren pozisyonunda olmalarını sağlarken, öğrencilerinde edilgen konumdan, sorgulayan, bilgiyi işleyen rolüne bürünmeleri amaçlanmaktadır. (Jonassen, 1991) Çünkü kişisel öğrenmede her bireyin farklılıkları vardır. Bir konuda herkes aynı şeyleri düşünemez, düşünse bile aynı şekilde ifade

edemez, bu nedenle her birey kendi gerçekliğine göre öğrenme biçimleri şekillenmektedir. (Fırat, 2010, s.3)

MIT sinirbilimcileri, beynin 13 milisaniye kadar kısa bir süre için görülen görüntüleri tanımlayabildiğini keşfettiler. Önceki çalışmalar insan beyninin 100 milisaniye kadar kısa bir süre için görülen görüntüleri doğru bir şekilde tanımlayabildiğini göstermiştir. Yeni çalışmada ise karışık resimlerin izleme hızlarını kademeli olarak artırmaya karar verdiler. Araştırmacılar, performansta yaklaşık 50 milisaniyede dramatik bir düşüş görebileceklerini beklemekteydiler çünkü diğer araştırmalar, görsel bilginin retinadan beyindeki görsel işleme zincirinin "tepesine" ulaşmasının en az 50 milisaniye sürdüğünü öne sürmekteydi. Bununla birlikte, MIT ekibi, genel performansın düşmesine rağmen, araştırmacılar görüntü pozlama süresini 80 milisaniyeden 53 milisaniyeye, ardından 40 milisaniyeye, ardından 27 milisaniyeye ve son olarak mümkün olan en hızlı oran olan 13'e düşürdükçe deneklerin şaşanstan daha iyi performans göstermeye devam ettiğini bulmuştur. Araştırma yeni bir resim 13 milisaniye gibi kısa bir süre sunulduğunda ve diğer resimlerle maskelendiğinde kavramsal anlamının sağlanabileceğini göstermektedir. Görsel 1'de görüleceği üzere katılımcılara altı veya 12 fotoğraflık dizinin tamamını izleyene kadar hangi fotoğrafın sorulacağı söylenmediğinde bile, hedef fotoğrafta sağ ya da soldaki hangi resmin geçtiğini tespit etmeleri istenildiğinde 13 milisaniye sürede bile şansa bağlı olarak doğru cevap vermenin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. (Potter vd., 2014)



Görsel 1: Deney düzeneğinde karışık resimlerin arasına yerleştirilmiş hedef resim

Literatürde e-içerik, bilişim teknolojilerinin kullanılarak ses, yazı, resim, animasyon veya video kullanılarak üretilen ve öğrenme ortamlarında kullanılan dijital malzemeler olarak tanımlanmaktadır. E-içerik tanımlarında sıklıkla karşılaşılan kavramlar: Bilgisayar, elektronik, internet, disk, bilgi ve iletişim teknolojileridir. Bu kavramların öğrenme içeriği ile bir araya gelmesiyle üretilen onlarca e-içerik kavramı söz konusudur. E-içeriğin en önemli özelliği eğitim amaçlı kullanılmasıdır. Elektronik eğitim içeriği şeklinde üretilen malzemelerin öğrenmeyi desteklediğini, bireysel kullanıma uygun olduğunu, farklı ortamlarda ve zamanlarda tekrarlı olarak kullanılabilirliğini, güncellenebilir ve ekonomik bir özellikleri olduğunu ifade etmek mümkündür. (Şimşek vd., 2022, s.3) Alabay (2016) ise e-içeriklerin "metin, ses, fotoğraf, resim, çizim, müzik, hareketli gif, animasyon, grafik, şema ve tablo" gibi unsurlardan oluştuğunu ifade etmiştir.

Yapılan bazı çalışmalarda eğitimde animasyon kullanımının öğrenenlerin akademik başarısına pozitif katkısının olmasının yanında derslere karşı tutumlarında da olumlu gelişmeler olduğu görülmüştür. Özellikle deneysel eğitimlerde yapılması zor ya da imkânsız olan deneyleri öğrencilerin yapmasına imkân sağlamakta ve zamanın hızlı ya da yavaş akmasını ayarlayabilmenin de öğrenmeyi etkili hale getirdiği ifade edilmiştir. Doğada çok nadir görülen olayları inceleme imkânı da sunmaktadır. Hem karmaşık sistemleri basitleştirme

açısından hem de güvenlik ve ekonomiklik açısından daha pek çok katkılarının da olduğu ifade edilmiştir. (Güvercin, 2010, s. 3)

Hali hazırda mevcut öğrenme materyallerinin çoğu, eğitimcilerin gözetiminde grafik tasarımcılar ve içerik yazarları tarafından geliştirilmiştir. Öğrenme materyalinin içerik yazarları ve içerik geliştiricileri, metin, renk, ses (multimedya materyalleri) ve grafik bilgileri gibi tüm nitelikleri dikkate almalıdır. İçerik yazarları, tasarımcılar ve içerik geliştiriciler, iletişim ilkelerini, tasarım ilkelerini ve kullanıcı arayüzü tasarım ilkelerini takip etmeli ve öğrenme platformuyla ilişkili öğrenme materyalinin öğrencilerin gereksinimlerini karşılamaını sağlamalıdır. Öğrenmenin genel amacına ulaşmak için öğrencinin kişisel faktörleri ve öğrenme materyallerinin özellikleri ilişkilendirilmelidir. Benzer şekilde, yüksek öğretim için öğrenme materyali geliştirirken, öğretim tasarımcısı öğrenme stratejisinin kurallarına ve düzenlemelerine uymak zorundadır. İyi bir öğrenme materyalinin tasarım süreci ve içerik geliştirme süreci, teknik, yazılım becerileri ve konu bilgisi gerektirir. Böylece 3 Boyutlu Animasyon, öğrenme ortamında etkili bir eğitim aracı olarak kullanılabilir. (Kumar vd. 2016, s. 398)

Animasyonun rollerinin, belirli bir faaliyet alanının amaçlarına odaklandığına dikkat edilmelidir. Animasyonun eğitsel anlamda yararlılığı ve uygulanabilirliği, hem tiyatro ya da sinema gibi sanatsal ifade biçimlerinde hem de iletişimi kolaylaştıran, yaratıcılığı serbest bırakan, grup uyumunu teşvik eden ve sosyal ve kültürel yaşama dahil olmayı kolaylaştıran eylemlerde görülebilir. (Moldovan, 2021, s. 53)

Öğrenciler zayıflamış bir statik tasvirden asıl dinamikleri çıkarmaya çalışırken hata yapma potansiyeli vardır. Bunun tersine, animasyonlar, öğrencinin sergilenen materyal üzerinde zihinsel manipülasyonlar gerçekleştirmesini gerektirmez, çünkü tasvir edilen durumun dinamikleri doğrudan "okunabilir". Böylece bir öğrencinin işlem kaynakları, statik bir dışsal temsilden içsel bir dinamik zihinsel model oluşturmaya ve çalıştırmaya yönlendirilmek yerine, içeriği anlamaya yönelik merkezi göreve ayrılabilir. Yalnızca statik bir tasvire dayalı olarak gerekli bilişsel süreçleri gerçekleştirme kapasitesinden yoksun olan öğrenciler için animasyon, kolaylaştırıcı bir etkiye sahip olabilir. Bununla birlikte animasyon, gerekli kapasiteye zaten sahip olan ancak dinamik yönleri açıkça sunulduğunda bilgiyi daha kolay işleyebilen öğrencilere de fayda sağlayabilir. Bu durumda animasyon kolaylaştırıcı bir etkiye sahip olarak tanımlanır. (Lowe, 2004, s. 559) Görsel 2'de ilk ve ortaöğretimde öğrencilere ve öğretmenlere yönelik e-içerik üreten Morpa Kampüs'ün 8. Sınıflar ürettiği bir eğitim videosunda DNA'nın kendini eşlemesi aşama aşama öğrencilere animasyon yoluyla anlatılmaktadır.



Görsel 2. Uygulama Örneği: 8. Sınıf - Morpa Kampüs DNA'nın kendini eşlemesi konu anlatımı (<https://www.morpakampus.com/8-sinif>)

Dickey (2005), üç boyutlu sanal dünyaları “*kullanıcıların üç boyutlu simule edilmiş ortamda hareket ettiği ve etkileşimde bulunduğu ağ tabanlı masaiüstü sanal gerçeklik*” platformu şeklinde tanımlamıştır. (Bulu, 2011) Teknolojideki hızlı değişimle birlikte bu üç boyutlu teknolojilere her gün bir yenisi eklenmektedir. Dijital teknolojinin 4.5 G alt yapısını kullanması ve gelecek yıllarda ülkemizde faaliyete geçecek olan 5.G ile iletişim teknolojisiyle birlikte, multimedya her an her yerde ulaşılabilmesi Metaverse ortamlarını pratiğe uygulanmasına imkân sunacaktır. (Dalgamo ve Lee, 2010; Dickey, 2005; Warburton, 2010, Tokel, 2013) Tüm bu gelişmeleri dijital eğitimde etkileşimin önemi noktasında ele almak gerekirse 3D sanal ortamların, etkileşimli multimedya uygulamalarına kıyasla daha kalıcı ve daha anlamlı bilgi sunma kabiliyetleri vardır. 3D artırılmış sanal gerçeklik uygulamalarında üç boyutlu ortamların sunacağı imkanlarla mesafeler ve sınırlılıklar ortadan kalkarak tarihi yerler, gidemeyeceğimiz yerler hatta uzay bile gezilebilir. Öğrencilerin artırılmış sanal gerçeklik ortamında gezmelerinin ötesinde gördükleri nesnelere dokunmak onlar ile etkileşimde bulunmak öğrencilerin anlama ve kavramalarını artıracaktır. Bu da gerçekte var olan mekân ve yerlerin sanal ortamlarda canlandırılmasına imkân vermektedir. Böylece öğrenciler sanal ortamlarda etkileşim içinde kendilerine verilen rolleri yerine getirirken öğrenme kalıcı hale gelir. 2 boyutlu teknolojilere göre 3 boyutlu olan artırılmış sanal gerçeklik teknolojilerinin avantajları vardır. Öğrenenler dijital ortamlarda oluşturulmuş sanal ortamlar içinde hareket etmekte, etkileşim sonucu karşılaşılan olaylara tepki vermekte ve olaylara bakış açısını ortamdaki davranışsal durumuna göre değiştirebilmektedir. Böylece öğrenenlerin büyük çoğunluğu artırılmış sanal gerçeklik ortamında dalma deneyimi yaşayarak kendilerini o ortama ait hissederler. (Tüzün ve Özdiç, 2010)

Elde edilen istatistikler, göstermektedir ki dijital teknolojilerdeki bu hızlı değişimler, gerek e-ticaret gerekse e- eğitim amaçlı 3D artırılmış sanal gerçeklik ortamlarının kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Second Life, Active Worlds, 3D MUVE, 3D artırılmış sanal gerçeklik ortamlarına örnek olarak verilebilir. (Tokel ve Cevizci, 2013)

Orta Doğu ve Teknik Üniversitesinde öğretim üyeleri ile öğrencilerine sunulan özel üyelik hizmetiyle Second Life ortamında derslere katılabilme imkânı vardır. Second Life sanal kampüslerde ders veren hocalar çevrimiçi olarak ya da ava tarlarıyla hazırladıkları sunumlar ile ders işleyebilmektedirler. Öğrencilerde avaturları ile derse katılmakta 3D artırılmış sanal gerçeklik ortamı sınıflarda bir oyunun içindeymiş gibi gerçekte olmayan etkileşimlerde bulunabilmektedirler. (İlic, 2013) Bunun sağladığı avantajlar ile sınırlılıkların olmadığı öğrenme ortamlarını tecrübe edebilmektedirler. (Demirbağ, 2020) Bununla ilgili öğrenci deneyimleri üzerine yapılan bir araştırmaya da göz atacak olursak; “Öğrenciler ilk kez karşılaştıkları bir ortamda kendi inisiyatifleri doğrultusunda bir eğitim ortamı planlamışlar ve hazırladıkları eğitim yazılımını buraya aktarmışlardır. Bu deneyim onlara Second Life’ın bir eğitim ortamı olarak değerlendirilmesine yönelik görüş ve öneriler edinmesini doğurmuştur”. (Kobak, 2011)

Eğitim tabanlı birçok sanal alana; Second Kanava, Life, Cybertown, Active Worlds ve benzeri sanal dünya ortamları gibi hayali mekânlarda erişilebilir. Öğrencilerin matematiksel fikirleri daha iyi anlamalarına yardımcı olmak için, Second Life sanal gerçekliğinde bir öğrenme alanı olan Subquan, geleneksel matematik sistemine alternatif olarak geliştirilmiştir. Öğrencilerin matematiksel konuları daha iyi anlamalarına yardımcı olmak için 3B görselleştirme araçlarını kullanır. Başka bir örnek, herhangi bir göstergeden on kat daha doğru veri toplayan Gerçekler Dünya Gözlem Uydusu'dur. Edinburgh Sanal Üniversitesi ise sanal bir üniversitedir. (Clemens, 2022) Bu gelişmeler de bize dijital eğitimde önümüzdeki dönemlerde kişiselleştirilmiş eğitim modellerini olacağını göstermektedir. Başka bir açıdan da bakmak gerekirse dijital teknolojinin gelişmesiyle eğitim alanında da önemli değişim ve gelişmeler yaşanmakta bu da paralelinde kişisel öğrenme düşüncesi ön plana çıkmaktadır. Dijital teknolojilerin sunacağı katkılarla eğitim ve öğretimde değişimler yaşanabilir. Eğitim öğretmen merkezli geleneksel yapısından çıkarak belirli bir mekân sınırlılıklarından bağımsız olabilir. (Tuncer ve Taşpınar, 2008)

Küçük (2020, s. iv) yaptığı araştırmada eğitimde animasyon kullanımının akılda kalıcılığı güçlendirdiğini ve bilgiyi anlamayı kolaylaştırdığını tespit etmiştir. Ayrıca Türkiye’de animasyon kullanımının eğitim sektöründe yeterli düzeyde kullanılmadığını ve eğitim sektöründe animasyon kullanımının artırılması gerektiğini ifade etmiştir. Animasyonun etkili olduğu alanlarla ilgili yapılan çalışmada doğa ile ilgili konulardaki etkinin kimya ve biyoloji konularından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. (Höffler ve Leutner, 2007)

Özel eğitimde artan teknoloji kullanımına bağlı olarak animasyonların son zamanlarda büyük ilgi gördüğünü ve özel gereksinimli bireylerin öğrenmelerini artırmada etkili bir öğretim aracı olduğunu göstermiştir. Mevcut çalışmada tartışılan çalışmalar, animasyonların esas olarak disleksi, otizm spektrum bozukluğu ve zihinsel engelli bireyler için yararlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca animasyonların özel gereksinimli bireylerin öğrenmelerini artırmaya yönelik kullanımına yönelik çalışmalarda en çok çalışılan beceriler dil ve sosyal beceriler olmuştur. Okuma, yazma ve matematik becerileri gibi akademik becerilerin henüz sıklıkla çalışılmadığı görülmüştür. (Bağlama vd. 2018, s. 675)

Engelli eğitiminde de animasyon kullanımının etkileri konusunda da çalışmalar yapılmıştır. Bağlama vd. (2018, s. 675) yaptıkları çalışmada, eğitimde animasyon kullanımının etkililiği konusunda kapsamlı bir inceleme sunmaya çalışmış ve animasyon kullanımının özel gereksinimli bireyler için var olan ve olası yararlarını tartışmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara dayalı olarak, ileri araştırmalar ve uygulamalar için aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- Özel gereksinimli bireylerin öğrenme performanslarını artırmada animasyonun etkinliğini göstermek için deneysel araştırmalar yapılabilir.
- Animasyonların dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu, işitme bozukluğu, üstün zekalılık gibi farklı yetersizlik gruplarından bireylere öğretimdeki etkinliği incelenebilir.
- Özel eğitim öğretmenlerinin animasyonları öğretimde kullanma ve entegre etme konusundaki niteliklerini artırmaya yönelik hizmet içi eğitimler verilebilir.
- Özel eğitim öğretmen adaylarında farkındalık yaratmak için üniversitelerdeki öğretmen yetiştirme programlarında teknolojik araçların özel eğitim ortamlarına entegrasyonuna yönelik derslere daha fazla yer verilebilir.
- Akademik becerilerin, özellikle okuma, yazma ve matematik becerilerinin yanı sıra animasyonların özel gereksinimli bireylere akademik becerilerin öğretiminde etkili bir araç olup olmadığı araştırılmalıdır.

Fiziksel modeller uzun süredir tıp öğretiminde gerçek anatominin yerine kullanılmaktadır. Bu modeller çürümez, boş zamanlarında incelenebilirler ve öğretim yardımcıları oldukları kanıtlanmış malzemelerdir. Sanal modeller, üretilmesi pahalı olmasına rağmen, elektronik olarak paylaşması ve yayınlaması kolay ve ucuz olduğu için bu bütünlük üzerine inşa edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin hastalar için herhangi bir tehlike oluşturmadan simüle edilmiş ameliyat deneyimleri yaşamalarına olanak sağlama potansiyeline sahiptir ve dokunsal arayüzler aracılığıyla öğrencilere dokunsal geri bildirim verebilir. 3D modelleme ve animasyonun kullanılması, hiçbir zaman filme alınamayan konu ve sahnelerin görselleştirilmesine de olanak tanır. (Vernon ve Peckham, 2002, s. 147)

Eğitimde animasyon kullanımında bazı hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bunlar: (Küçük, 2022, s. 31)

- 1) Animasyon eğitimde kullanılırken görsel ve metinsel açıdan algılama kolaylığına uygun bir tasarım içermelidir.
- 2) Animasyonda yer alan metinlerde kullanılan yazı karakterinin ve büyüklüğünün öğrencinin yaş düzeyine göre ayarlanması gereklidir.
- 3) Animasyon sahnelerinde görüntü netliği olmalı ve renklerin göz yorucu olmamasına dikkat edilmelidir.
- 4) Sahnelerde aşırı derecede grafik, metin, resim vs. gibi unsurların kullanılmamasına (karmaşıklığa yol

açacağından) dikkat edilmelidir.

- 5) Eğitimin içeriğinde kullanılacak animasyonlar hedef kitle göz önüne alınarak belirlenmelidir.
- 6) Animasyonun hangi mecrada yayınladığına göre ya da ürüne göre değişiklik göstereceği göz önüne alınmalıdır.

Çoklu ortam tasarım ilkelerine göre (Mayer, 2014b) e-içeriğin doğru kanallarda, doğru zamanda ve doğru biçimde verilmesi gerekir. Öğrenenlerin görsel ve sözel unsurların birlikte kullanılmasına dair görüşleri olumlu olsa da bazı araştırmalar, ilgi çekici ama öğrenme amaçları ile uyumsuz dikkat dağıtan öğelerin öğrenmeyi olumsuz etkilediğini veya güçleştirdiğini göstermektedir. Animasyonlar ya da grafikler, bir sözlü sunum ile kullanılacaksa bu içeriğe metin eklemek görsel kanala aşırı yüklenmeye neden olacaktır. Bunun yerine metinlerin seslendirilmesi daha etkili olacaktır. (Fletcher ve Tobias, 2005) Burada dikkat edilmesi gereken bir başka husus da içerikte sözlü anlatım varsa arka plan müziklerinin ya da başka sesli efektlerin eklenmesi öğrenmeyi olumsuz etkileyecektir. (Moreno ve Mayer, 2000) Bunu destekleyici olarak çoklu ortam tasarım ilkelerinden biçim (Modality) ilkesini dikkate almak gerekir. Bu ilke görsel ve yazılı bilgilerin aynı anda verilmesi yerine görsel ve işitsel bilgilerin aynı anda sunulmasının daha doğru olduğunu savunmaktadır. Bir animasyon içeriği hazırlanırken sekansta altyazı ya da metin bilgilerini vermek yerine bu bilgilerin sözlü anlatımla desteklenmesinin bilişsel yükü azaltacağı vurgulanmaktadır. (Low ve Sweller, 2014)

Animasyonun e-içerik olarak kullanımında çoklu ortam ilkelerinin birçoğuna riayet etmek gerekir. Bu ilkelerin ilki Parçalara Bölme. (Segmenting) İlkesidir. Bu ilkeye göre çoklu ortam iletisinin uzun ve sürekli bir modül ya da ünite olarak verilmesi yerine öğrencilerin öğrenme hızlarına göre ayarlanabilecek küçük bölümler olarak verilmesinin daha etkili olduğu vurgulanmaktadır. Tutarlılık (Coherence) İlkesi ise kazanımlar ile uyumlu olmayan görsellerin, kelimelerin, seslerin, grafiklerin, animasyonların e-içerikte kullanılmaması gerektiğini savunmaktadır. Dikkati Çekme (Signaling) İlkesi ise önemli noktaların vurgulanması için çeşitli işaretlerin kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bir öğrenme malzemesinde altı çizili gösterim, kalınlaştırma, farklı renk kullanımı, madde imleriyle sıralama gibi vurgulama teknikleri kullanılabilir. Burada birden fazla vurgulama unsurunu kullanmamaya özen gösterilmelidir aksi takdirde karmaşıklığa neden olacaktır. Gereksizlik (Redundancy) İlkesine göre ekranda grafik ve metnin birlikte kullanımı yanlıştır. Bu ilkeye göre ses ve metnin de aynı anda kullanılmamalıdır. Metin kullanımı ne kadar az ise o kadar iyidir. Uzamsal Yakınlık. (Spatial Contiguity) İlkesi ise e-içeriklerde birbirleriyle ilgili olan görsellerin ya da metinlerin birbirine yakın kullanılmasını savunmaktadır. (Mayer ve Fiorella, 2014)

Berney ve Bétrancourt (2016) ise yaptığı 61 deneysel çalışma sonucunda animasyon malzemelerinin resim ve grafik ile karşılaştırıldığında kavramsal ve işlemsel bilgilerin kavranmasında etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada dikkat çeken başka bir husus ise ses dosyaları içermeyen animasyon malzemesinin öğrenmede daha etkili olduğu vurgulanmıştır.

E-içeriklerde kullanılan animasyonlarda ses, hareket, resim ve grafik bir arada yer almaktadır. Animasyonların kullanımında çoklu ortam ilkelerine riayetle ekran görüntüleri kolay okunabilir ve net olmalı, gözü yoran renklerden kaçınılmalı; metin, grafik, ses ve diğer unsurların sahnelerde kullanımında aşırı kullanımdan kaçınılmalı, dikkat çekilmesi gereken bilgiler vurgulanmalı, karelerin sıralanması kolaydan zora doğru olmalı, gerektiğinde özel efektler ve sesler eklenmeli, öğretilecek bilgiye odaklı animasyonlar geliştirilmeli; kazanımlar ile bağlantılı ve ilgi çekici olmalıdır. Bunun yanında teknik açıdan formatı ve boyutu öğrenme ortamına uygun olmalı, hedef kitlenin ilgisini çekecek görsel ve sesler kullanılmalıdır. (Lowe ve Schnotz, 2008)

Sosyal medyada da animasyonlarla içerik üreten başarılı kanallar vardır. Örneğin Kurzgesagt Youtube kanalı animasyonla eğitim içeriği hazırlayan başarılı bir girişimdir. Kanal, bilim ve içinde yaşadığımız dünya hakkında merak uyandırmayı amaçlayan illüstratörler ve animatörler “iyi bir hikâye anlatırsanız bizim için

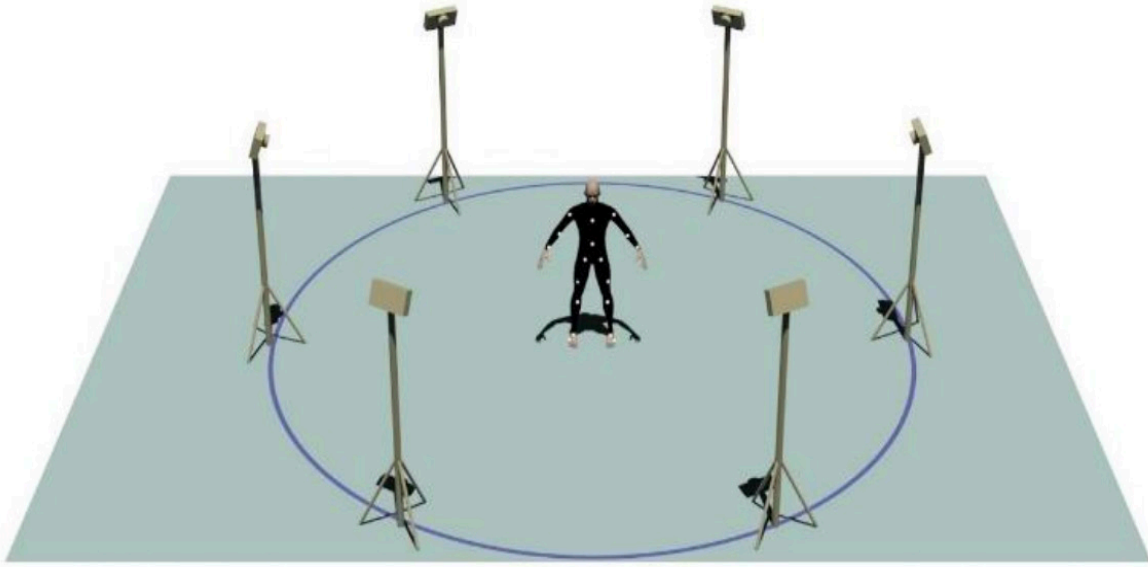
hiçbir şey sıkıcı değildir” sloganıyla keyifli eğitici içerikler hazırlamaktadır. (<https://www.youtube.com/@kurzgesagt/about>) Kanalın grafik ve animasyon kalitesinin giderek yükseldiği görülmektedir. Videoları incelendiğinde her bir video için yüzlerce farklı obje çizildiği, farklı arkaplanlar oluşturulduğu ve farklı animasyonlar üretildiği görülmektedir. İçeriklerini 2D animasyonlarla oluşturan kanal sade ve ilgi çekici içeriklerini ortalama bilgi düzeyindeki kişilere yönelik hazırlamaktadır. Kurzgesagt kanalı anlatımlarının tümünü animasyonların üzerine başarılı bir seslendirmeye gerçekleştirmektedir. Ayrıca Türkçe dahil birçok dile de altyazı desteği sağlamaktadır.

Crash Course kanalı da YouTube'un 100 milyon dolarlık orijinal kanal girişimi tarafından finanse edilen ilk yüz kanaldan biridir. Kanal, 2 Aralık 2011'de bir ön izleme başlattı ve Mart 2022 itibarıyla 14 milyondan fazla abone ve 1,6 milyar video görüntüleme topladı. Kanal, John ve Hank Green kardeşlerin kendi Dünya Tarihi ve Biyoloji serilerini sunmasıyla başladı. Arizona Eyalet Üniversitesi ile konularında daha az yapılandırılmış öğrenmeyi içeren Study Hall adlı bir işbirliği 2020'de başladı. ([https://en.wikipedia.org/wiki/Crash_Course_\(YouTube\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Crash_Course_(YouTube))) Crash Course, yüksek kaliteli eğitim videolarının herkesin ücretsiz olarak erişebilmesi amacıyla bugüne kadar 45'ten fazla kurs hazırlamıştır. Bu eğitim videoları beşeri bilimlerden fen bilimlerine uzanan lise ve üniversite düzeyindeki sınıflara yönelik içerikler sunmaktadır. Crash Course bilgileri hızlı formatta sunarak öğrenme deneyimini geliştirerek geleneksel ders kitabı modelini dijital bir dönüşüme uğratmıştır. 14.3 milyon takipçiye sahip kanal, 2006 yılından bu yana üretilen içerikler 1 Trilyon 800 milyar görüntüleme başarısına ulaşmıştır. (<https://thecrashcourse.com/about/>) İçeriklerinde genelde bir anlatıcı kullanan kanal sıklıkla sunumlarında animasyon kullanmaktadır.

Üç Boyutlu Hareket Yakalama Tekniği (MOCAP) ile Öğrenme Malzemeleri Hazırlama

Hareket yakalama, canlı bir hareket olayını kaydetme ve zaman içinde uzaydaki kilit noktaların sayısını izleyerek bunu kullanılabilir matematiksel terimlere aktarma işlemidir. (Menache, 2000, s. 1) Motion capture diye bilinen ve MOCAP şeklinde kısaltılan teknik sayesinde gerçek dünyadan izleme noktaları vasıtasıyla aktarılan insan, hayvan, nesnelerin canlı hareketlerinin matematiksel konum ve dönüş verilerini bilgisayar aracılığıyla kaydedip, gerçekçi 2D ve 3D animasyonların oluşturulmasına imkân sağlayan uygulamadır. Motion capture teknolojisi oluşturulmuş olan animasyonun dolaylı olarak kontrol edilmesi mümkündür. Gerekli değişiklikler için hareketleri kayıt altına alınan karakterin çeşitli biçimlerde hareketleri yeniden tekrar etmeleriyle süreç işlemektedir. (Chi, 1999, s. 7'den aktaran Kozan, 2022, s. 36) Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler MOCAP sistemlerini geliştirmenin yanında çeşitlenmesine de imkân sağlamıştır. Daha önceleri pahalı ve kalibrasyonu güç olan görüntü sistemleri yerine halihazırda daha küçük sensörlerin kullanılmaya başlandığını görmekteyiz. Kullanılan bu sensörler aynı zamanda minimum güç tüketimi ile de dikkatleri çekmektedir. (Çıklaçandır ve Senay, 2020, s. 345)

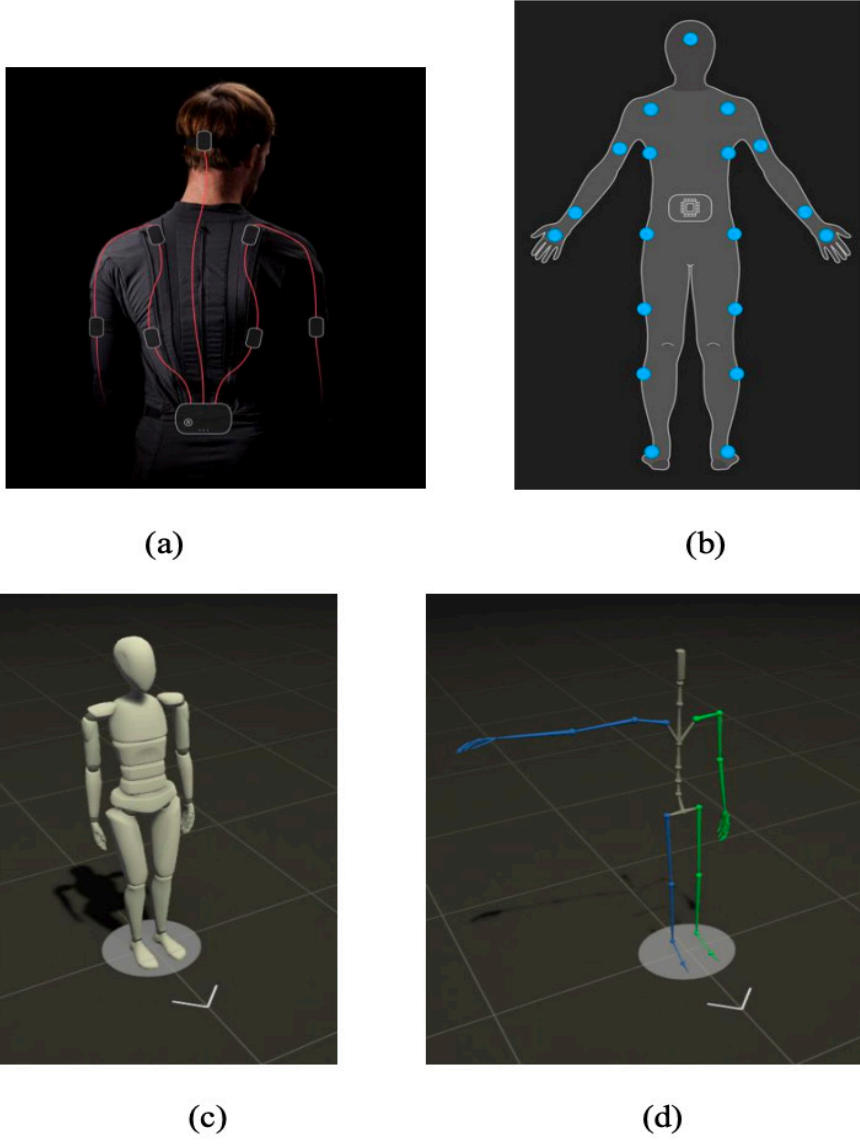
MOCAP sistemleri bir bilgisayar tarafından kontrol edilen ikiden fazla kameraların birlikte koordinasyon içinde çalışma esasına dayanır. Kameralardan gelen 2D görüntüler işlenerek 3D pozisyon verisi elde edilir. (Skogstad vd., 2011) Hangi işte kullanılacağına göre değişmekle beraber kamera sayıları 2 ila 32 adet arasında değişebilmektedir. 3D görüntü elde etmek istenirse en az 2 kamera kullanılmalıdır ancak sonuçların daha iyi olması için 3 ya da daha fazla kameraya ihtiyaç vardır. (Regazzoni, De Vecchi, ve Rizzi, 2014) Görsel 3'de bir MOCAP stüdyosunda kameraların ve sensörlerin dizilişine örnek verilmiştir.



Görsel 3. Optik hareket yakalama stüdyosunda kameraların ve işaretleyicilerin dizilimi. (Çıklaçandır ve Senay, 2020, s. 347)

Hareket yakalama tekniği, 1800'lerde Marley ve Muybridge tarafından hayvan ve insan hareketlerinin incelenmesiyle ortaya çıkmıştır. (Furniss, 2022) Ancak, bilinen anlamdaki kullanımı 1970'lerde askeri, 1980'lerde ise eğlence alanındaki uygulamalarla başlamıştır. (Rafi, 2008) Bu uygulamaların, esas itibarıyla 1915 yılında rotoscoping tekniğinin kullanılmasıyla yaygınlaştığı söylenebilir. Bir animasyon tekniği olan rotoscoping tekniğinde animatörler kamera görüntülerini canlı çekim ve animasyon filmlerinde kullanmak amacıyla kare kare kopyalamaktadırlar. (Sharma at al.,2013) Ortaya çıkışından itibaren gelişme gösteren hareket yakalama tekniğinin sınırlılıklarını aşmak amacıyla farklı çalışmalar yapılmaktadır. (Nogueira, 2012) Ascension's Motion Star sistemi ile manyetik hareket yakalama tekniğinin sunulan serbestlik derecesi ve elektromanyetik etkileşim gibi bazı eksik yönleri giderilmeye çalışılmıştır. Stanford Üniversitesi tarafından yüksek doğruluk, tüm eklem açılarının ve eklem merkezlerinin hesaplanması ve model eşleştirme sağlayan işaretçi olmayan hareket yakalama tekniği geliştirilmiştir. Carnegie Mellon Üniversitesinde de tamamen eklemli üç boyutlu modeller sunan benzer sistemler geliştirilmiştir. Image Metrics, gerçek ve sanal oyuncu arasındaki farkın güçlülükle anlaşılacağı, işaretçi olmayan hareket yakalama tekniği geliştirmiştir. (Nogueira, 2012)

MOCAP tekniği; insanlara, hayvanlara ya da cansız nesnelere ait hareketlerin üç boyutlu veri şeklinde modellenmesi ve kaydedilmesidir. (Sharma vd., 2013) Bu teknikte, bir stüdyoda ya da bir dış ortamda nesnelere hareket verileri kaydedilerek bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak modellenmektedir. Hareket yakalama tekniği, nesnelere fiziksel alandaki konumları ve yönlerinin ölçümü, daha sonra bu bilginin bilgisayarda kullanılabilir formatta kaydedilmesini içermektedir. Bu nesnelere insan ya da insan olmayan bedenleri, yüz ifadelerini, kamera ya da ışık pozisyonlarını ve sahnedeki diğer unsurları kapsamaktadır. (Dyer, Martin vd., 1995) Görsel 4'de MOCAP stüdyolarında kullanılan akıllı giysilerle birlikte sensörlerin insan bedenine dağılımı, buna bağlı olarak katı modellerin oluşturulması ve bu modelin sensörlerden gelen veriler ile hareket etmesinin aşamaları gösterilmiştir.



Görsel 4. (a) Rokoko akıllı giysi, (b) IMU sensörlerinin vücut üzerinde dağılımı, (c) Katı modelin oluşturulması, (d) Katı modelin sensörden gelen veriler ile hareket etmesi (eklemlerin kinematik dizisi). (Çıklaçandır ve Senay, 2020, s. 354)

Hareket yakalama tekniği uygulanırken, bir modelin belli noktalarına yerleştirilen sensörler yardımıyla hareketler dijital olarak kayıt altına alınmaktadır. Hareket yakalama teknolojileri genellikle senkronize kameraları ve model tarafından giyilen işaretçili özel kıyafetleri ya da sensörleri içermektedir. (Jauregui, 2011) Bu süreçte işaretçiler eklemlere yerleştirilip eklemlerin pozisyon ve açılarından faydalanılarak hareketin belirlenmesi amacıyla takip edilmektedir. (Jauregui, 2011) Hareket yakalama, kinetik etkileşimin kameralar yardımıyla yakalanıp belirli algoritmalar kullanılarak sayısal ortamda simüle edilmesi, başka bir ifadeyle canlı model üzerine yerleştirilen işaretçilerin kızıl ötesi kameralar aracılığıyla algılanarak piksellere dönüştürülmesi ve bilgisayar ortamında canlandırılması sürecidir. Hareket yakalama tekniği şu adımlardan oluşmaktadır: (1) Stüdyonun hazırlanması, (2) Alanın kalibrasyonu, (3) Hareketlerin yakalanması, (4) Verilerin temizlenmesi, (5) Verilerin çekim sonrası işlenmesi. (Naugle, 1999)

Hareket yakalama süreci hazırlık, çekim ve çekim sonrası olarak özetlenebilir. Hareket yakalama tekniğinde 360 derece çevresel yerleştirilmiş kameralardan oluşan bir stüdyo bulunmaktadır. Bu kameraların orta bölgesinde hesaplanmış ve kalibre edilmiş çekim alanı bulunmaktadır. Oyuncu rolünü bu bölge içerisinde gerçekleştirmektedir. Oyuncuya giydirilen özel mat, siyah kıyafetin üzerinde iskelet ve kas sisteminin ana-

tomik yapısına uygun olarak yerleştirilmiş işaretçi (marker) adı verilen yansıtıcı göstergeler bulunmaktadır. Çekim süresince oyuncunun alan içerisinde yaptığı tüm hareketler, kameralar tarafından kaydedilmektedir. 360 derecelik açı ile bütün işaretçi sistemi X, Y, Z koordinatlarında hesaplanıp bilgisayar programına aktarılmaktadır. Gerçekleştirilen üç boyutlu çekimin ardından elde edilen veri dosyaları, yazılımlar aracılığıyla animasyon karakterleri ile eşleştirilmekte ve hatalar ayıklanmaktadır. Bu işlemlerin ardından karakterlere dijital iskelet yerleştirilmekte ve böylelikle karakterlerin hareket etmesi sağlanmaktadır. İskelet sistemi tamamlandıktan sonra dijital veriler dönüştürülmekte, kurgulanmakta ve video olarak yayına hazır hale getirilmektedir.

Literatürde hareket yakalama tekniği yöntemleri ile ilgili farklı sınıflamalar bulunmaktadır. Ancak genel olarak işaretçi temelli (marker-based) ve işaretçi olmayan (marker-less) şeklinde bir ayrım söz konusudur. (Nogueira, 2012; Sharma vd., 2013; Ceseracciu vd., 2014) İşaretçi temelli yöntemler; akustik sistem, mekanik sistem, manyetik sistem olarak belirtilebilir. İşaretçi temelli yöntemlerde oyuncu üzerine çeşitli işaretçiler ya da sensörler yerleştirilmekte ve daha sonra oyuncunun hareketleri kayıt altına alınmaktadır. İşaretçi olmayan yöntemlerde ise oyuncunun hareketlerini takip etmek için özel bir ekipmana ihtiyaç bulunmamaktadır. Hareket, çoklu videolarla kayıt altına alınmakta ve bilgisayar görüntüsü algoritmalar ile analiz edilmektedir.

Kullanımı oldukça yaygınlaşan hareket yakalama tekniği; müzik, dans/performans, işaret dili, jest algılama, rehabilitasyon/tıp, biyomekanik, biyomedikal, robotik, video oyunları, antropoloji, sanal gerçeklik, aksiyon filmlerinin özel efektleri, bilgisayar animasyonları ve atletik performans analizi, insan-bilgisayar etkileşimi gibi pek çok farklı alanda kullanılmaktadır. (Furniss, 2022; Sharma vd., 2013; Gao vd., 2015) Bu teknik özellikle film ve oyun sektöründe gerçeküstü karakterlerin animasyonunda, aksiyon hareketleri ve hayvan karakterlerinin canlandırılmasında kullanılmaktadır.

Hareket yakalama tekniğinin eğitim alanında kullanımı ile ilgili çalışmalarda genellikle dans eğitimi ve eğitsel oyunlar üzerine yoğunlaşmıştır. Magnenat-Thalmanni vd. (2008) tarafından yapılan Avrupa Açık Dans projesi kapsamında halk oyunlarının üç boyutlu simülasyonu yapılmıştır. Öncelikle, dans eğitiminin gereklerine odaklanan kavramsal model ve öğrenme modeli uygulanmış; daha sonra optik hareket yakalama tekniği kullanılarak Avrupa'nın çeşitli bölgelerindeki yerel danslar dijitalleştirilmiştir. Üç boyutlu web platformunda, öğretmenlerin ve öğrenenlerin animasyon dansçılar ile etkileşimleri sağlanmıştır. Geliştirilen öğrenme ortamının öğretmenler, öğrenenler ve uzmanlar tarafından ilgi çekici bulunduğu belirtilmiştir. Lee vd. (2002), dans figürleri ile bir veritabanı oluşturarak bu veritabanında kümeleme işlemi gerçekleştirmek için hareket yakalama tekniğini kullanmışlardır. Hachimura vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada, hareket yakalama tekniği ile kişilerin bedensel hareket verileri dans dersi için toplanmıştır. Bu veriler ile üç boyutlu insan modeli oluşturulmuş ve dans eğitimi için gerçeklik teknolojileriyle birlikte kullanılmıştır. Chan vd. (2011) geliştirdiği dans eğitimi sisteminde ise, eğitmenin sergilediği dans figürleri hareket yakalama tekniği ile yakalanıp veritabanında tutulmuştur. Bilgisayar ortamında derlenen veriler, sanal gerçeklik cihazı aracılığıyla dans figürlerinin gösterilmesi, alıştırma yapılması ve geribildirim alınması amacıyla kullanılmıştır. Yapılan ön test ve son test sonuçlarına göre, uygulamanın öğrenenlerin dans becerilerini arttırdığı belirtilmiştir. Deng vd. (2011) gerçekleştirdiği çalışmada ise, hareket yakalama tekniği insan vücudunun bölümlerinin indekslenmesi için kullanılmış; ayrıca istenmeyen hareketlerin belirlenmesinde başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Newcastle Üniversitesi tarafından felç geçiren hastaların rehabilitasyonuna yardımcı olmak için hareket yakalama tekniği kullanılarak bir oyun geliştirilmiş ve oyuncular ile oyun arasında etkileşim sağlanmıştır. (<https://www.bbc.com/news/uk-england-tyne-18102299>) Adamo-Villani vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada e-öğrenmenin başarısının yüksek kaliteli içerik ve yüksek kaliteli dağıtım sağlayan eğitsel materyallerin kullanılmasına bağlı olduğu vurgulanmıştır. Yüksek kaliteli dağıtımın bir yöntemi olarak öğrenenlerin odaklanmasını sağlayacak, konuşan ve hareket eden öğretmen avatarları ile öğrenmenin gerçekleştirilebi-

leceği belirtilmiştir. Karakterlerin animasyonunda manüel animasyon ve hareket yakalama tekniği olmak üzere iki ana yöntem kullanılabilir; ancak hareket yakalama tekniğinin özel donanımlar ve animasyonun oluşturulması için yetenekli çalışanlar gerektirdiği söylenmiştir.

MOCAP stüdyosu kurmak bir eğitmen için maliyetli bir iştir. Ancak hareket yakalamayı bazı basit araçlar kullanarak da gerçekleştirmek mümkündür. Öncelikle bir projeye başlamadan önce şu soruların cevapları net olarak verilmelidir: (<https://mocappys.com/how-to-plan-a-motion-capture-shoot-creating-a-move-list/#.Y6kkMuxBw18>)

- Ne kadar veri yakalamamız gerekecek?
- Kaç oyuncuya ihtiyacımız olacak?
- Ne kadar alana ihtiyacımız olacak?
- Hangi ekipmana ihtiyacımız olacak?
- Yakalamak kaç gün sürer?
- İşlem kaç gün sürer
- MOCAP proje için gerçekten uygun mu?
- Hareket yakalamanın maliyeti ne kadar olacak?

MOCAP stüdyolarının kurulumu eğitim içerikleri üretecek öğretmenler için pahalı olabilir ancak gelişen teknolojiler sayesinde ihtiyaçları asgari düzeyde karşılayabilecek basit düzenekler kurmak mümkündür. Kişisel bilgisayarımıza 40 dolara Kinect 2 Kamera, 18 dolara Xbox One ve Windows için Kinect 2 ve ortalama 58 dolarlık bir kamera tripod ile bilgisayar hariç 116 dolara (yurtdışı fiyatlarıdır) e-çerik üretebilecek basit bir sistem kurmak mümkündür. (<https://www.schoolofmotion.com/blog/diy-motion-capture>) Özellikle beden hareketlerinin önemli olduğu spor eğitiminde bu sistem oldukça işe yarayacaktır.

Eğer bütçe elveriyorsa biraz daha profesyonel bir sistem kurmak mümkündür. Bunun için ise Rokoko smart-suit Po II (Görsel 4.a) ideal bir çözümdür. Bu giyilebilir hareket yakalama elbisesi sayesinde vücut hareketleri sınıfta ya da evde bir animasyon karakterine aktarılabilir. Böyle bir sistemin kurulumu 2.745 Euro'dan başlamaktadır. Rokoko firmasının yazılımları benzer diğer firmaların aksine ücretsiz sunulmaktadır (<https://www.rokoko.com/products/smartsuit-pro>) Smartsuit Pro, Smartgloves ve Face Capture tüm vücut MOCAP kayıtları için senkronize çalışacak şekilde tasarlandığından tek bir performansta sorunsuz bir şekilde vücut, parmak ve yüz animasyonları yakalanabilmektedir. Böylelikle profesyonel bir animatör olmadan gerçekçi insan hareketlerini canlandırmak mümkün hale gelmektedir (<https://www.rokoko.com/products/full-performance-capture>) Eğitim içerikleri sinema prodüksiyonları kadar karmaşık ve uzun metrajlı işler değildir. Bu nedenle büyük sistemler kurulmasına ihtiyaç yoktur. Teknolojinin hızla ilerlemesi sonucunda firmalar eğitimcilerin hayallerini gerçekleştirmeye imkân sağlayacak ekosistemler geliştirmektedir.

Ücretsiz ve açık kaynaklı CG yazılımı Blender'ı ve Rokoko Blender Plug-in'i (ücretsiz) kullanılarak çeşitli animasyonlar anında içe aktarılabilir ve yeniden bu hareketler düzenlenebilmektedir. Bu yazılımlar kurulduktan sonra yine ücretsiz olan başka bir Adobe aracı Mixamo kullanılabilir. Böylelikle bir sürü farklı ücretsiz karakter ve hareket yakalama animasyonu kullanabilmek mümkün olacaktır. Mixamo, kendi karakterlerinizi de donatmanıza yardımcı olan güçlü bir araçtır. Karakterlerinizi ve animasyon dosyalarınızı aldıktan sonra, Blender'ı kullanarak animasyonlar arasında geçiş yapmak ve animasyonlara farklı hareketler vermek için Rokoko Blender eklentisini kullanabilmektedir. Günümüzde çoğu cep telefonları yüz mimiklerini okuyabilmektedir. Rokoko Studio ayrıca cep telefonunuzu kullanarak yüz yakalama ve el hareketi yakalama işlevine sahiptir. (<https://www.premiumbeat.com/blog/motion-capture-animation/>)

Öğrenme senaryolarının hareket yakalama tekniği kullanılarak modellenmiş sanal ortamlar içinde gerçekleştirilmesi ürünün tasarlanması, geliştirilmesi ve sunulması süreçlerinde esnek bir yapı sağlamaktadır. Bu esnek yapı üretim ekipleri (kurumlar, içerik uzmanları, tasarımcılar ve gerçekleştirme ekipleri) açısından

oldukça önemlidir. Tasarım ekipleri, zaman ve mekân sınırlaması olmadan, oluşturulan görsel arşivler ve senaryolar yardımıyla yeni ve özgün öğrenme içeriklerini esnek bir yapıda geliştirme olanağı bulabilirler.

Yöntem

Çalışmada nitel araştırma tekniğinden yararlanılmıştır. Araştırmaya Ankara Üniversitesi Dijital Eğitim Koordinatörlüğünde görev yapan dört eğitim uzmanı katılmıştır. Katılımcıların yaşları sırasıyla 30, 48, 33, 35'tir. Katılımcılar sırasıyla 6, 15, 11,15 yıldır görev yapmaktadır. Katılımcıların 2 tanesi kadın, 2 tanesi erkektir. Katılımcılarla yüz yüze yarı yapılandırılmış görüşme formuyla toplamda 4 saat 11 dakika görüşme yapılmıştır. Katılımcılara sunulacak açık uçlu sorular önceden hazırlanmış ve görüşme esnasında sözel olarak sunulmuştur. Katılımcılar görüşlerini açıkladıkça belirsizlik hissedilen noktalarda görüşlerini daha net açıklamalarını sağlayacak yardımcı yan sorular sorulmuştur. MOCAP tekniği hakkında ise basılı ve elektronik materyallerin incelenmesi ve değerlendirilmesi şeklinde doküman analizi yapılarak e-içeriklerde kullanımı hakkında bir anlayışın geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bulgular

Katılımcı 1: Animasyon kullanımı öğrencinin dikkatinin derse çekilmesini sağlar. Bir başka faydası ise konunun görselleşmesi sağlar, böylece akılda kalıcılığı artırır... Öğrencinin birden fazla duyusuna hitap ettiğinden konuları anlamasını kolaylaştırır... Görsel öğeler hatırlatıcı olarak kullanılarak ilerleyen süreçlerde konu tekrarını da kolaylaştırmaktadır. Görsel hafızası olanların hatırlamasını kolaylaştırır... Öğrenilen bilginin daha eğlenceli olmasını sağlıyor... Normal hayatta uygulanabilir olduğunu animasyon ile gösterebiliriz...

Katılımcı 2: Eğitim materyallerinde animasyon kullanımı gerçeğe yakın deneyimler sunar.... Bilgilerin daha akılda kalıcı olmasına yardımcı olur.... Hareket içeren etkinlikler daha ilgi ve dikkat çekici olduğundan öğrenmede daha etkili olduğunu düşünüyorum.... Animasyonlarda duyguları aktarma şansımız da vardır... Animasyonlar öğrenmeye duyguların da aktif şekilde katılmasına yardımcı oluyor... Öğrenmede hikayeleştirme ve oyunlaştırma gibi unsurların geliştirilmesine yardımcı oluyor...

Katılımcı 3: Ders malzemelerini ilgi çekici hale getiriyor... Özellikle küçük yaş gruplarında dikkati artırıyor... Animasyonlarda dikkat çekilecek husus çok hızlı ve etkili biçimde vurgulanabilir... Dikkat çekmek istenen noktaya doğrudan ulaşma şansımız vardır... Farklı seslerin devreye girmesi ders malzemesinin cazibesini artırır... Gerçek hayatta gösteremeyeceğimiz şeyleri animasyon kullanılarak gösterebiliyoruz... Özellikle ilk yardım eğitimlerinde animasyon kullanımı çok akılda kalıcı oluyor... Hedef kitlenin ilgisine uygun biçimde karakterler ve ortam yaratılabiliyor...

Katılımcı 4: Görsel olarak daha etkileyici ve akılda kalıcı malzemeler üretmemize imkân sağlıyor... Anlatıcığımız konuyu uygulamalı yapmış kadar etkili bir sonuç veriyor... Görsellerde etkileşim sağlayarak eğlenceli malzemeler üretmemize yardımcı oluyor... Sözlü bir anlatım yapmadan öğreteceğimiz bilgiyi aktarma imkânı veriyor... Animasyon öğrenenlerin birbiriyle olan etkileşimini de artırmakta, animasyon hakkında birbirleriyle konuşabiliyorlar. Bu ise daha fazla akılda kalmasına neden oluyor...

Ankara Üniversitesi Dijital Eğitim Koordinatörlüğü çalışmaları incelendiğinde dersler için animasyonları hazırlanırken; üretilecek dersin seçilmesi ve senaryo tahtasının hazırlanması, bu doğrultusunda seslendirme metinlerinin oluşturulması, seslendirme metnine göre animasyon kurgusunun tasarlanması, kullanılacak nesnelere anlatımı ve ekran tasarımlarının hikayeleştirilmesi, seslendirmeler spikerler tarafından yapılırken bir yanda da animasyonların üretilmesi ve gelen seslerin animasyona eklenerek senkronizasyonun ayarlanması işlemlerinin gerçekleştirildiği görülmüştür. Animasyonlar hazırlandıktan sonra video olarak kaydedilmekte, bu videolar kontrol çizelgesine göre kontrolden geçirilerek hata/sorun varsa giderilmekte, yoksa sistem sorumlularına iletilerek yayınlanması sağlanmaktadır. Özellikle dil eğitimi malzemelerinde

animasyon kullanımı esnasında öğretim malzemesinin her bölümü için bazı temel hareketler planlanması gerektiği görülmüştür. Örneğin selam verme, karşısında biriyle konuşur gibi beden dilinin kullanılması, ayakta anlatım, otururken anlatım, sahnede belirli noktaların gösterilmesi (örneğin bahsi geçen maddelerin ekrana gelişlerinin sağlanması ve karakterin bunlara işaret ediyor olması).. Bu hareketler için de farklı kamera açıları ve çekim planlarının oluşturulması, ekrana gelecek görüntüler için itme, çekme, sürüklenme vb. hareketlerin oluşturulması, karşısındaki birine anlatır gibi beden hareketlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Dil öğretimi ile ilgili ders malzemelerinde hazır animasyon temaları kullanılıp ses ve arka plan görüntüleri ayarlandıktan sonra animasyonlar üretilmektedir. Uygulamaya dönük ders malzemeleri hazırlarken günlük hayattan ya da iş hayatından örnek durum senaryoları yazılmakta ve bunlar Canva ya da Powtoon gibi uygulamaların sunduğu imkanlar çerçevesinde canlandırılmaktadır.

Görüşmeler sonucunda eğitim malzemelerindeki animasyon kullanımının şu hususlarda avantaj sağladığı vurgulanmıştır:

- Eğlenceli hale getirmek
- Dikkat çekici hale getirmek
- Öğrenmeyi kolaylaştırmak
- Önemli noktaları vurgulamak
- Teorik bilginin pratiğini göstermeye yardımcı olmak

Sonuç

Dijital eğitimde farklı öğrenme gereksinimlerini karşılamak üzere etkili, verimli ve çekici öğretim süreçlerinin gerçekleşmesinde etkileşimli öğrenme ortamlarının rolü ve önemi konusunda pek çok çalışmalar yapılmıştır. Bu bağlamda, yeni ve gelişen teknolojilerin sunduğu olanaklarla eş güdümlü olarak kişi, zaman ve mekândan bağımsız esnek öğrenme malzemelerinin tasarlanması, geliştirilmesi ve öğretme-öğrenme süreçlerinde işe koşulması da vazgeçilmez bir ihtiyaçtır.

Eğitim alanında genellikle videolar kullanılmaktadır. Bu videoların; esnek yapıya sahip olmayışı, kısıtlı dağıtım, etkileşim ve ölçeklenebilirlik eksikliği gibi dezavantajlı yönleri bulunmaktadır. Bu da eğitimde animasyon kullanımını ön plana çıkarmaktadır. Teknolojinin hızla gelişmesiyle Üç boyutlu sanal dünyaların yakın bir gelecekte hayatımızın bir parçası haline geleceği ön görülmektedir. Metaverse ortamında sanal gerçeklik gözlükleri ile aynı ortamda öğretmen veya öğretene ile bir öğrenme kurgusu gerçekleştirilebileceği görülmektedir. Metaverse ortamında kullanılacak üç boyutlu avatarlar ve bunların ders malzemeleri oluştururken modüler biçimde kullanılabilmesi daha hızlı eğitim içeriklerinin geliştirilmesine imkân sağlayacaktır. Bu açıdan değerlendirildiğinde yapay zekâ destekli animasyon üretim uygulamalarının da gelecekte yaygın olarak kullanılacağı öngörülmektedir.

Hareket yakalama tekniği son yirmi yıldır çeşitli sektörlerde kullanılan bir yöntem olmasına karşın, bu tekniğin eğitim alanında kullanımı yaygın değildir. Eğitim alanında genellikle videolar kullanılmaktadır. Ancak videoların esnek yapıda olmaması, videolarda ortaya çıkan etkileşimin eksikliği, kısıtlı dağıtım ve ölçeklenebilirliğin eksikliği hareket yakalama tekniği gibi yeni teknolojilerin kullanımını gerekli kılmaktadır. Türkiye’deki literatürde yapılan incelemeler sonucunda eğitim alanında hareket yakalama teknolojisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmüştür.

Hareket yakalama tekniği, animasyon bağlamında üretimin farklı boyutlarında kullanılabilir. Geleneksel videodan farklı olarak, kayıt altına alınan hareketler karakterlere dönüştürülerek üretim sonrasında tamamen değiştirilebilir. Hareket yakalama tekniği, maliyet etkin bir yöntemdir ve animasyonların daha gerçekçi hazırlanmasına olanak sağlamaktadır. Kostüm, makyaj, vücut ölçüleri ve yaş gibi unsurlar çekimden sonra istenildiği gibi değiştirilebilmektedir. Başka bir ifadeyle, bu teknik ile çekimden sonra videoya müdahale imkânı sunulmakta, mekân ve kişi bağımlılığı ortadan kaldırılmakta ve bu sayede esnek video

üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Bu avantajlar göz önüne alındığında, hareket yakalama tekniğinin büyük kitlelere öğrenme hizmeti sunan, çok çeşitli programlar ve dersler içeren açık ve uzaktan öğrenme sistemlerinde hem ürün hem de süreç açısından esnek öğrenme malzemelerinin geliştirilmesi amacıyla kullanımı etkili, verimli ve çekici öğrenme deneyimlerinin sağlanmasına destek olma potansiyeli oldukça yüksektir. Teknolojinin sunduğu imkanların her geçen gün artması sayesinde artık çok büyük maliyetlere katlanarak hareket yakalama sistemleri kurulmasına gerek kalmamaktadır.

Özellikle eğitim içerikleri sinema ya da belgesel filmleri kadar profesyonellik gerektirmediğinden temel düzeyde bir ekosistemi kurmak mümkündür. Bunun için önerdiğimiz sistemde bir Kinect kamera, açık kaynak kodlu ücretsiz yazılımlar ve gerekiyorsa küçük bir yeşil ekran kullanılabilir. Ancak Microsoft Kinect kamerasının üretimini 2017 yılında durdurmuştur. Piyasada genellikle ikinci el olarak temin edilebilen bu kameranın muadili ise biraz daha pahalı olan Azure Kinect DK modelidir. Eğitime yönelik yapılacak projelerde ücretsiz yazılımları kullanmak maliyeti düşürmek açısından etkilidir. Mesh Online MOCAP yazılımı ücretsiz olmakla birlikte 3 adede kadar Kinect v1 sensörüyle çalışabilmektedir. (<https://medium.com/nerd-for-tech/motion-capture-diy-e411fcd44a12>) Temel düzeyde animasyonlara ihtiyaç duyulduğunda bu yazılımı kullanmak yeterli olacaktır.

Bu araştırmada eğitim malzemelerinde kullanılan animasyonların eğlenceli hale getirmek, dikkat çekici hale getirmek, öğrenmeyi kolaylaştırmak, önemli noktaları vurgulamak, teorik bilginin pratiğini göstermeye yardımcı olmak gibi konularda avantajlar sağladığı tespit edilmiştir. Literatürdeki yapılan çalışmalar incelendiğinde benzer noktalarda faydaların olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca benzer bir çalışmada eğitimde animasyonun kullanılmasının akılda kalıcılığı arttırmada, yaratıcılığı geliştirmede, karmaşık ve zor kavramları kolaylaştırmada, yeni bir bakış açısı sunmada, görselliği öne çıkararak öğrenmeyi pekiştirmede, konuyu somutlaştırmada ve dikkat çekmede faydalı olduğu tespiti yapılmıştır. (Küçük, 2022, s. 55)

Animasyon kullanılarak üretilen öğrenme malzemeleri gerek süreç ve gerekse ürün açısından esneklik özelliğine sahip bulunmaktadır. İçeriklerin bu teknikle oluşturularak sunulması, çoklu ortam teknolojilerine katacağı zenginlik ve esneklik açısından yenilikçi bir yöndür. Görsel kütüphane ve arşivin oluşturulması, stüdyo çekimine ve model kullanımına gerek kalmaksızın, yeni içeriklerin tasarlanması, kurgulanarak geliştirilmesine olanak tanıyacaktır. Animasyon kullanılarak eğitim malzemelerinin üretimi konusundaki aşağıdaki alanlarda daha fazla çalışmalar yapmaya ihtiyaç vardır.

- Esnek öğrenme malzemelerinin geliştirilmesi süreci, süreçte yer alması gereken adımlar, bu adımların gerçekleştirilmesinde yer alacak uzmanlar ve bu uzmanların görevlerinin neler olması gerektiği konusundaki çalışmalar,
- Video analizleri yapılarak görsel kütüphane ve arşiv oluşturulmaya yönelik çalışmalar (eğitsel açıdan ortama özgü etkili iletişim unsurları belirlenmesi, oyuncuya ait eğitsel sahne davranış ve hareket kalıpları ile içerik-anlatıcı-ortam-öğrenen etkileşim desenleri geliştirilmesi)
- Animasyon ile üretilen eğitim malzemelerin öğrenenlerin ders başarıları, öğrenme malzemesine ilişkin memnuniyetleri üzerindeki etkileri belirlenmesi konusundaki çalışmalar.
- Geliştirilen süreç ve ürünler bağlamında yatırım geri dönüşü üzerine analiz çalışmaları.

KAYNAKÇA

- Adamo-Villani, N., Cui, J., & Popescu, V. (2014). "Scripted animation towards scalable content creation for elearning—a quality analysis", First International Conference, eLEOT, 1–9. https://eudl.eu/pdf/10.1007/978-3-319-13293-8_1
- Akören, A. N. (2018). Çizgi Film ve Animasyon Eğitiminde Son Eğilimler. *Etkileşim*, 2, 124-140. <https://doi.org/10.32739/ etkilesim.2018.2.32>
- Alabay, A. (2016). Ortaöğretim Öğretmen ve Öğrencilerinin EBA (Eğitimde Bilişim Ağı) kullanımına

ilişkin görüşleri üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi.

- Animasyon Sektörü Raporu* (2017). <https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/dokumanflipbook/animasyon-sektoru-raporu-2018/1415>.
- Bağlama, B., Yucesoy, Y., & Yikmis, A. (2018). Using animation as a means of enhancing learning of individuals with special needs. *TEM Journal*, 7, 670-677. 10.18421/TEM73-26.
- Bates, T. (1991). Third Generation Distance Education, *Research in Distance Education*, 3(2), 10–15.
- Berney, S., & Bétrancourt, M. (2016). Does animation enhance learning? A meta-analysis. *Computers & Education*, 101, 150-167. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.06.005>
- Bulu, S. T., & İşler, V. (2011). Second life odtü kampüsü. *Akademik Bilişim*, 2-4. https://ab.org.tr/ab11/kitap/bulu_isler_AB11.pdf
- Ceseracciu, E., Sawacha, Z., & Cobelli, C. (2014). Comparison of markerless and marker-based motion capture technologies through simultaneous data collection during gait: proof of concept. *PloS one*, 9(3), e87640.
- Chan, J. C., Leung, H., Tang, J. K., & Komura, T. (2010). A virtual reality dance training system using motion capture technology. *IEEE transactions on learning technologies*, 4(2), 187-195.
- Chi, D. M. (1999). *A motion control scheme for animating expressive arm movements*. University of Pennsylvania
- Clemens, A. (2022). *Metaverse for Beginners: A Guide to Help You Learn about Metaverse, Virtual Reality and Investing in NFTs*. ISBN: 9798411296051.
- Çıklaçandır, Samet & Mihcin, Senay. (2020). *Biyomedikal Mühendisliğinde İnsan Hareketleri Yakalama Sistemleri*. Editörler: Abdurahman Günday ve Mehmet Recep Minaz, Gece Kitaplığı Yayınları.
- Daşdemir, İ. (2016). Animasyon Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Öğrenilen Bilgilerin Kalıcılığına ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(4), 1287-1304.
- de Castro, L. N., Muñoz, Y. J., de Freitas, L. R., & El-Hani, C. N. (2008). A virtual laboratory on natural computing: A learning experiment. *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)*, 6(2), 55-73.
- Demirbağ, İ. (2020). Üç Boyutlu Sanal Dünyalar. *Açık Öğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 6(4), 97-112.
- Deng, L., Leung, H., Gu, N., & Yang, Y. (2011). Real-time mocap dance recognition for an interactive dancing game. *Computer animation and virtual worlds*, 22(2-3), 229-237.
- Dyer, S., Martin, J., Zulauf J. (1995). “Motion Capture Whitepaper” In Hoon, L., Chai, W., & Rahman, K. (2014). Development of Real-Time Lip Sync Animation Framework Based On Viseme Human Speech. *Archives of Design Research*, 27(4), 19-29.
- Fırat, M. (2010). Bilgi Toplumunda Eğitimin Sürekliliği ve Okulların Geleceği. *In International Conference on New Trends in Education and Their Implications* (pp. 11-13).
- Fırat, M., Kabakçı Yurdakul, I. 2013. “Açık ve Uzaktan Öğretimde E-Öğrenme Araçları ve Yeni Yönelimler”. *Türkiye’de E-Öğrenme: Gelişmeler ve Uygulamalar*. Editörler: Yüzer, T. V., Yamamoto, G. T., Demiray, U. Anadolu Üniversitesi.
- Fletcher, J. D., & Tobias, S. (2005). *The Multimedia Principle*. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge*

Handbook of Multimedia Learning (pp. 117-134). New York: Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.008>

- Furniss, M. (2022). "Motion Capture". <http://web.mit.edu/comm-forum/papers/furniss.html>.
- Gao, Z., Yu, Y., Zhou, Y. & Du, S. (2015). "Leveraging Two Kinect Sensors for Accurate Full-Body Motion Capture" *Sensors* 15, no. 9: 24297-24317. <https://doi.org/10.3390/s150924297>
- Güvercin, Z. (2010). "Fizik Dersinde Simülasyon Destekli Yazılımın Öğrencilerin Akademik Başarısına, Tutumlarına ve Kalıcılığa Olan Etkisi", (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi.
- Hachimura, K., Kato, H., & Tamura, H. (2004). A prototype dance training support system with motion capture and mixed reality technologies. *RO-MAN 2004. 13th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (IEEE Catalog No.04TH8759)*, 217-222.
- Höffler, T. N., & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17(6), 722-738. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.013>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Crash_Course_\(YouTube\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Crash_Course_(YouTube))
- <https://medium.com/nerd-for-tech/motion-capture-diy-e411fcd44a12>
- <https://mocappys.com/how-to-plan-a-motion-capture-shoot-creating-a-move-list/#.Y6kkMuxBwl8>
- <https://thecrashcourse.com/about/>
- <https://www.bbc.com/news/uk-england-tyne-18102299>
- <https://www.premiumbeat.com/blog/motion-capture-animation/>
- <https://www.rokoko.com/products/full-performance-capture>
- <https://www.rokoko.com/products/smartsuit-pro>
- <https://www.schoolofmotion.com/blog/diy-motion-capture>
- <https://www.youtube.com/@kurzgesagt/about>
- <https://yokatlas.yok.gov.tr/lisans-bolum.php?b=19073>
- <https://yokatlas.yok.gov.tr/onlisans-program.php?b=30128>
- Kobak, K. (2011). Yeni Bir Eğitim Ortamı Olarak Second Life'da Öğrenci Deneyimleri. *Academic Informatic*. Akademik Bilişim' 11 - XIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, İnönü Üniversitesi. https://ab.org.tr/ab11/kitap/kobak_AB11.pdf.
- Kozan, E. (2022). Sinemada Motion Capture Uygulamalarında Yazılım Şirketlerin Estetik ve Teknolojik Çözümleri. *Sakarya İletişim*, 2(3), 34-47.
- Kumar, S., Perumal, A., Kumar C. M., Depaa, J., Chitra Mai, M. R., (2016). 3-D Animation As An Effective Learning Tool, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 03/11 . <https://www.irjet.net/archives/V3/i11/IRJET-V3I1171.pdf>
- Küçük T. (2022). Ulusal/Uluslararası Yapılan Araştırmalarda, Eğitimde Animasyon Kullanımının İncelenmesi ve Bir Animasyon Uygulaması Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Grafik Tasarımı Ana Sanat Dalı.
- Lee, J., Chai, J., Reitsma, P. S., Hodgins, J. K., & Pollard, N. S. (2002). *Interactive control of avatars*

- animated with human motion data. In *Proceedings of the 29th annual conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH '02)*. Association for Computing Machinery, 491–500. <https://doi.org/10.1145/566570.566607>
- Low, R., & Sweller, J. (2014). The modality principle in multimedia learning. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.012>
- Lowe, R., & Schnotz, W. (Ed.). (2008). *Learning With Animation: Research Implications For Design* http://assets.cambridge.org/97805216/17390/copyright/9780521617390_copyright_info.pdf
- Lowe, R.K. (2004). Animation and learning : Value for money ? <https://www.ascilite.org/conferences/perth04/procs/pdf/lowe-r.pdf>
- Magenat-Thalmann, N., Protopsaltou, D., Kavakli, E. (2008). Learning How to Dance Using a Web 3D Platform. In: Leung, H., Li, F., Lau, R., Li, Q. (eds) *Advances in Web Based Learning – ICWL 2007*. ICWL 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol 4823. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-78139-4_1
- Mayer, R. E. (2014a). Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and Instruction*. 29. 171–173. DOI:[10.1016/j.learninstruc.2013.04.003](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.04.003)
- Mayer, R. E. (Ed.). (2014b). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning (2nd ed., Cambridge Handbooks in Psychology)*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139547369.
- Mayer, R., & Fiorella, L. (2014). Principles for Reducing Extraneous Processing in Multimedia Learning: Coherence, Signaling, Redundancy, Spatial Contiguity, and Temporal Contiguity Principles. In R. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning (Cambridge Handbooks in Psychology)*, pp. 279-315). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139547369.015
- Menache, A. (2000). *Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games*, Morgan Kaufmann.
- Moldovan, A. M. (2021). *Animation in Education. Theoretical and Practical Approaches to Non-Formal Education: Interdisciplinary Examinations into Various Instructional Models*, 45. Brown Walker Press.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2000). A coherence effect in multimedia learning: The case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia instructional messages. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 117–125. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.1.117>
- Nogueira, P.A. (2012). *Motion Capture Fundamentals A Critical and Comparative Analysis on Real-World Applications*.
- Potter, M.C., Wyble, B., Haggmann, C.E. McCourt, E.S., (2014). Detecting meaning in RSVP at 13 ms per picture. *Atten Percept Psychophys* 76, 270–279 <https://doi.org/10.3758/s13414-013-0605-z>
- Rafi, A. (2008). Motion Capture and Computer Art. *International Journal of Arts and Technology*, 1(1), 1-12. <https://doi.org/10.1504/IJART.2008.019874>
- Regazzoni, D., Vecchi, G.D., & Rizzi, C. (2014). RGB cams vs RGB-D sensors: Low cost motion capture technologies performances and limitations. *Journal of Manufacturing Systems*, 33, 719-728. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.07.011>
- Sharma, A., Agarwal, M., Sharma, A., & Dhuria, P. (2013). Motion capture process, techniques and applications, *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 1(4), 251-257.

- Skogstad, S.A., Nymoen, K., & Høvin, M.E. (2011). *Comparing Inertial and Optical MoCap Technologies for Synthesis Control*. Sound and Music Computing Conference, 421–426.
- Şimşek, E., Kızıltepe, F. Öztürk Çalık, E. Özdemir, R., Gür Arslan, F., Eroğlu, Ö., (2022). Elektronik eğitim içerikleri: Genel bakış, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, http://ttkb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2022_12/07160301_elektronikegitimicerikleri_genelbakis.pdf
- Tokel, S. T., Cevizci, E. (2013). *Üç Boyutlu Sanal Dünyalar: Eğitimciler İçin Yol Haritası*. Akademik Bilişim 2013 – XV. Akademik Bilişim Konferansı'nda sunulmuş bildiri, Akdeniz Üniversitesi.
- Verduin, J. R., & Clark, T. A. (1991). *Distance Education: The Foundations Of Effective Practice*. Jossey-Bass Inc Pub.
- Vernon, T. & Peckham, D. (2002). The benefits of 3D modelling and animation in medical teaching, *Journal of Audiovisual Media in Medicine*, 25:4, 142-148, DOI: 10.1080/0140511021000051117.