

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANA BİLİM DALI
SANAT VE TASARIM PROGRAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**2B HAREKETLİ GRAFİK TASARIM BİLEŞENLERİNİ
ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALARINA UYARLAMA**

**ARİFE ŞEYMA GÖK ÇAYLI
21715008**

**TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. ERTAN TOY**

2024

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANA BİLİM DALI
SANAT VE TASARIM PROGRAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**2B HAREKETLİ GRAFİK TASARIM BİLEŞENLERİNİ
ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALARINA UYARLAMA**

**ARİFE ŞEYMA GÖK ÇAYLI
21715008
ORCID NO: 0009-0001-2454-1843**

**TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. ERTAN TOY**

EKİM 2024

Arife Şeyma GÖK tarafından hazırlanan “2B Hareketli Grafik Tasarım Bileşenlerini Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarına Uyarlama” başlıklı çalışma, **31/10/2024** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunmuş ve jürimiz tarafından Sanat ve Tasarım Ana Bilim Dalı Sanat ve Tasarım Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman

İmza

Doç. Dr. Ertan TOY

.....

Jüri Üyeleri

İmza

Doç. Dr. Dide AKDAĞ SATIR

.....

Dr. Öğr. Üyesi Aynur KARAGÖL

.....

ÖZET

2B HAREKETLİ GRAFİK TASARIM BİLEŞENLERİNİ ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALARINA UYARLAMA

Sanatın ve teknolojik gelişmelerin ışığında, artırılmış gerçeklik ve iki boyutlu hareketli grafik tasarım öğelerinin uyumlu birleşimi, görsel bileşenleri algılama ve etkileşim kurma biçimimizde dönüşümlere yol açmaktadır. Artırılmış gerçeklik, dijital ve fiziksel dünyaları birleştiren bir teknoloji olarak iki boyutlu grafiklerin sunumu için de ilgi çekici bir araç haline gelmektedir. İllüstrasyon ve animasyonların sunumunda yenilikçi bir yöntem olan artırılmış gerçeklik uygulamaları, çok boyutlu deneyimler ile izleyicileri etkilemeye olanak tanır. İki boyutlu hareketli grafik tasarım bileşenlerinin artırılmış gerçeklikle birleşimi sanatçıya, sadece bir hikâye anlatmakla kalmayıp izleyiciyi hikâyenin bir parçası yapma fırsatı verir.

Artırılmış gerçeklik ve iki boyutlu hareketli grafiklerin tarihî yolculuğu, bu iki alanın bireysel seyirlerini takip eder. Artırılmış gerçekliğin erken dönem kavramsallaşmasından bugünkü güçlü bir araç konumuna kadar olan yükselişi gözlemlenmektedir. Teknoloji ve sanat arasındaki bu karmaşık ilişki, sadece görsel anlatının anlayışını yeniden tanımlamakla kalmaz, aynı zamanda renklerin, piksellerin ve hayal gücünün bir senfoni halinde bir araya geldiği, somut ve sanal arasındaki boşluğu köprüleyen sınırsız yaratıcılığa bir tuval sunar. Artırılmış gerçeklik uygulamalarında illüstrasyonun sunumu, bizi dijital çağda sanatsal ifadenin sınırlarını yeniden düşünmeye davet eder, yenilik ve yaratıcılığın harmanlandığı bir çağa şahit olmamıza olanak tanır.

Bu çalışmada iki alanın tarihsel gelişimine inilmiş, kullanım alanları ve detayları incelenmiş, birlikte kullanıldıklarında ortaya çıkan eserlerin izleyiciye etkilerine değinilmiştir. Çalışmanın amacı üç boyutlu ve iki boyutlu grafikleri artırılmış gerçeklik bağlamında karşılaştırmak, iki alanın artı ve eksi yönlerini belirlemektir. Çalışma örnek incelemeleri, karşılaştırmaları ve alınan verilere göre yapılan bir uygulama projesini kapsar. İki boyutlu bileşenlerin, artırılmış gerçeklik uygulamalarında nasıl kullanılabileceği üzerine güncel örnekler, stil estetik ve teknik uygulama kategorilerinde incelenmiştir. Artırılmış gerçekliğin, iki boyutlu grafiklerin anlatım derinliğini zenginleştirmesi, tam tersi şeklinde de iki boyutlu grafiklerin de artırılmış gerçekliğin etkileşimli özelliklerini güçlendirmesi konusu sonuç bölümünde tartışılmıştır. Artırılmış gerçeklik ve iki boyutlu hareketli grafiklerinin birleşimini içeren stil estetik ve teknik uygulama yönünden incelenen bir uygulama yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Artırılmış gerçeklik, İllüstrasyon, İki Boyutlu Grafikler, Hareketli Grafik, Animasyon

ABSTRACT

ADAPTING 2D MOTION GRAPHICS COMPONENTS FOR AUGMENTED REALITY APPLICATIONS

In light of artistic and technological advancements, the harmonious combination of augmented reality (AR) and two-dimensional (2D) motion graphic design elements has led to transformations in how we perceive and interact with visual components. As a technology that merges the digital and physical worlds, augmented reality has become an intriguing tool for the presentation of 2D graphics. AR applications, as an innovative method for the presentation of illustrations and animations, allow for multi-dimensional experiences that engage audiences.

The integration of 2D motion graphic design components with augmented reality provides artists with the opportunity not only to tell a story but also to make the audience a part of the narrative. The historical journey of augmented reality and 2D motion graphics follows the individual trajectories of these two fields. The rise of augmented reality, from its early conceptualizations to its current status as a powerful tool, can be observed. This complex relationship between technology and art not only redefines the understanding of visual storytelling but also offers a canvas of boundless creativity, bridging the gap between the tangible and the virtual, where colors, pixels, and imagination come together in a symphony. The presentation of illustration in augmented reality invites us to reconsider the boundaries of artistic expression in the digital age, allowing us to witness an era where innovation and creativity merge.

This study delves into the historical development of both fields, examines their usage areas and details, and addresses the impact of the works produced when they are used together on the audience. The purpose of this study is to compare 3D and 2D graphics within the context of augmented reality and to identify the strengths and weaknesses of both fields. The study includes case analyses, comparisons, and an application project based on the data gathered. Contemporary examples of how 2D components can be used in augmented reality applications are examined within the categories of style aesthetics and technical application. In the conclusion, the discussion focuses on how augmented reality enhances the narrative depth of 2D graphics and how, conversely, 2D graphics reinforce the interactive features of augmented reality. A project that examines the combination of augmented reality and 2D motion graphics in terms of style, aesthetics, and technical application has been carried out.

Keywords: Augmented reality, Illustration, Two-dimensional Graphics, Motion Graphics, Animation

ÖN SÖZ

Çizimlerimin detaylanıp, gelişip yeni boyutlara taşmasının bir getirisi olarak tanıştığım artırılmış gerçeklik uygulamaları ufkumu açan, hayal gücümü zorlayan bir konu oldu. Diğer uygulamalardan farklı olarak yapmış olduğum 2B illüstrasyonlardan oluşan artırılmış gerçeklik projeleri üzerine, konu alanda tez yazmaya kadar geldi.

İllüstrasyonların içinde kaybolduğum bu dönemde başladığım yüksek lisans eğitimimin bir sonucu olarak ortaya çıkan bu teze, kendimi geliştirmem ve çizimlerime yeni boyutlar katmamı sağlayan danışmanım Doç. Dr. Ertan Toy'a, projelerimizin bir ortak noktası olarak tanıştığımız, sonrasında da her adımında yanımda olan desteğini hiç esirgemeyen sevgili eşim Ömer Faruk Çaylı'ya, geldiğim konumda beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, sorgusuz sualsiz her hareketimi destekleyen sevgili ailem Ayşe Gök, Fadıl Yaşar Gök, Zeynep Gök ve M. Naci Gök'e çok teşekkür ederek giriş yapmak isterim.

Arife Şeyma GÖK ÇAYLI

Ekim, 2024; İstanbul

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii

1. GİRİŞ	1
1.1. Problem	2
1.2. Amaç	2
1.3. Önem.....	3
2. 2B HAREKETLİ GRAFİK TASARIM.....	4
2.1. Tanımı ve Tarihsel Gelişimi	5
2.2. 2B Hareketli Grafiklerin Özellikleri ve Kullanım Alanları	11
2.2.1. Reklam ve Pazarlama.....	13
2.2.2. Eğitim.....	15
2.2.3. Eğlence ve Medya.....	18
2.2.4. Kullanıcı Arayüzü (UI) ve Kullanıcı Deneyimi (UX) tasarımı	23
2.3. 2B Hareketli Tasarım Bileşenleri.....	26
2.3.1. Renk	27
2.3.2. Şekil ve Form	30
2.3.3. Tipografi.....	33
2.4. Animasyon Prensipleri.....	35
2.4.1. Sıkıştırma ve Uzatma (Squash and Stretch).....	36
2.4.2. Beklenti (Anticipation)	38
2.4.3. Sahneleme (Staging)	40
2.4.4. Düz ve Pozdan Poza Hareket (Straight-Ahead Action and Pose-to-Pose)	41
2.4.5. Peşi Sıra Takip ve Örtüşen Hareket (Follow Through and Overlapping Action)	42

2.4.6. Yavaş Giriş – Yavaş Çıkış (Slow in and Slow out)	43
2.4.7. Kavisler (Arcs).....	44
2.4.8. İkincil Hareket (Secondary Action)	45
2.4.9. Zamanlama (Timing)	46
2.4.10. Abartı (Exaggeration)	48
2.4.11. Katı Çizim (Solid drawing).....	48
2.4.12. Çekicilik (Appeal).....	50
2.5. Araçlar ve Yazılımlar.....	51
2.5.1. Popüler Yazılımlara Genel Bakış.....	51
2.5.1.1. Adobe After Effects	51
2.5.1.2. Adobe Animate	54
2.5.1.3. Toon Boom Harmony	58
2.5.1.4. Moho	61
2.5.1.5. Blender Grease Pencil	63
2.5.2. Özellikler ve Kullanım Durumlarının Karşılaştırılması.....	67
3. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK	71
3.1. Artırılmış Gerçeklik Nedir?	71
3.2. Artırılmış Gerçeklik Tarihçesi	72
3.3. Artırılmış Gerçeklik kullanım alanları	76
3.3.1. Eğitim ve Öğretim.....	76
3.3.2. Sağlık	78
3.3.3. Eğlence ve Oyunlar	79
3.3.4. Reklam ve Pazarlama.....	81
3.3.5. Alışveriş	83
3.3.6. Sanat ve Müzeler.....	84
3.3.7. Mimarlık ve İnşaat	86
3.4. Artırılmış Gerçeklik Türleri	87
3.4.1. İşaretleyici Tabanlı Artırılmış Gerçeklik	89
3.4.2. İşaretleyicisiz Artırılmış Gerçeklik	89
3.4.2.1. Projeksiyon Tabanlı (Projection AR).....	91
3.4.2.2. Konum Tabanlı (Location-based AR).....	93
3.4.2.3. Üst Üste Bindirme Tabanlı (Overlay AR)	94
3.4.2.4. Kontur Tabanlı (Outlining AR).....	95
3.5. Artırılmış Gerçeklik Geliştirme Kitleri.....	97

3.5.1. Google ARCore.....	97
3.5.2. Apple ARKit	97
3.5.3. Vuforia Engine	98
3.6. Artırılmış Gerçeklik Platformları	99
3.6.1. 8th Wall.....	99
3.6.2. Blippar.....	100
3.6.3. Adobe Aero	100
3.6.4. Spark AR Studio	101
3.6.5. Artivive	101
 4. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞİN 2 BOYUTLU HAREKETLİ GRAFİKLERDE KULLANIMI	102
4.1. Artırılmış Gerçeklik Destekli 2B Hareketli Grafik Tasarım Örnekleri	105
4.1.1. Happy Yuguang Island, Etkileşimli Park Broşürü	105
4.1.2. AR Valentine, Sevgililer Günü Animasyonlu Kartı	109
4.1.3. Take Me There, Artırılmış Gerçeklik Animasyonlu İllüstrasyonu	111
4.2. Başarı Faktörleri ve Karşılaşılan Zorluklar	115
 5. UYGULAMA ÇALIŞMASI.....	119
5.1. Uygulamanın Projelendirilmesi	119
5.2. Geliştirme ve Uygulama	120
5.3. Yazılım ve Donanım Gereksinimleri	124
5.4. Test ve Değerlendirme	124
 6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	127
6.1. Sonuç.....	127
6.2. Öneriler	129
 KAYNAKÇA.....	132

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: 2B Hareketli Grafik Tasarım Yazılımlarının Karşılaştırılması	70
Tablo 2: İşaretleyici Tabanlı ve İşareyleyicisiz Artırılmış Gerçeklik Arasındaki Temel Farklar	88



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Phenakistoscope.....	6
Şekil 2. Théâtre Optique, Émile Reynaud.....	7
Şekil 3. Humorous Phases of Funny Faces, J. Stuart Blackton	8
Şekil 4. Fantasmagorie, Émile Cohl.....	8
Şekil 5. Klaus (2019)	11
Şekil 6. The Man with the Golden Arm Filminin Tipografi Öğeleri ile Oluşturulmuş Afifi.....	19
Şekil 7. Mad Men Intro	19
Şekil 8. Catch Me If You Can Intro	20
Şekil 9. A-ha - Take On Me (1984) Müzik Klibi.....	21
Şekil 10. Uruz, 2B Pixel Sanatı Platform Oyunu.....	22
Şekil 11. Samsung Health Uygulaması arayüzü tasarımı	25
Şekil 12. Sıcak ve soğuk renkler	27
Şekil 13. Gösterge tasarımında renk kullanımı	29
Şekil 14. Binaları ve çalışanları temsil eden formlar	32
Şekil 15. Kinetik Tipografi Müzik Klibi, Rude-Magic.....	35
Şekil 16. 12 Animasyon Prensibi	36
Şekil 17. Sıkıştırma ve Uzatma Prensibi Örneğinin Karakter Üzerinde Uygulaması	37
Şekil 18. Beklenti prensibinin görselleştirilmesi	39
Şekil 19. Yavaş Giriş - Yavaş Çıkış Prensibi Örneği	44
Şekil 20. İkincil Hareket Prensibinin Görselleştirmesi	46
Şekil 21. Zamanlama Prensibi Farklı Seçenekleri Gösterimi	47
Şekil 22. After Effects Arayüzü	52
Şekil 23. Adobe Animate Arayüzü	56
Şekil 24. Toon Boom Harmony Arayüzü ve Menülerin Gösterimi	59
Şekil 25. Moho Arayüzü	61
Şekil 26. Blender Grease Pencil Arayüzü	64
Şekil 27. Blender Grease Pencil 2B çizimleri 3B ortamda görme, Hero (2018)	67
Şekil 28. A Head-Mounted Three Dimensional Display	73
Şekil 29. Google Glass	75

Şekil 30. 3B Model Eklenecek Multimedya Deneyimine Dönüştürülmüş Bir Ders Kitabı.....	77
Şekil 31. AR Ortamında Görüntülenen 3B İnsan Vücudu Modeli	78
Şekil 32. Pokemon Go Oyununun Mobil Cihazdan Görünümü	80
Şekil 33. Ikea AR Mobil Uygulaması ile Ev Dekorasyonu	83
Şekil 34. National Museum’da Kullanıcıların AR Uygulaması Aracılığıyla Tablonun Gizli Mesajını görüntülemesi.....	86
Şekil 35. Mimaride AR Görüntüleme	87
Şekil 36. Projection Based AR, Coğrafya Dersi projeksiyon tabanlı AR kullanımı .	92
Şekil 37. Location Based (Konum tabanlı) AR, Navigasyon Uygulamasında Gösterimi.....	93
Şekil 38. Wanna Kicks AR Ayakkabı Deneme Uygulaması	95
Şekil 39. Outlining AR ile Navigasyon Uygulamasında Yönlendirme Okları	96
Şekil 40. Yuguand Island AR Uygulamasının Broşür Üzerinde Kullanımı	107
Şekil 41. Gerçek Mekân ile İç İç Geçen AR Uygulamasının Arayüzü.....	107
Şekil 42. AR Uygulaması Kamerasının İşaretlenen Görüntüyü Bulmasının Ardından Kazanılan Kartın Görüntüsü	108
Şekil 43. Spark AR Uygulaması ile Yapılan Tasarımın Instagram Arayüzünde Görünümü	109
Şekil 44. Sevgililer Günü AR Kartı Baskı Alınan Farklı Yüzeylerde Denemeler...	110
Şekil 45. Projede Kullanılan Procreate Uygulamasında Yapılmış 2B Çizimler.....	111
Şekil 46. Katmanların Çizimleri ve Birleştiğindeki Görünümleri	112
Şekil 47. Katmanların Gerçek Dünya ile Birleştirilmiş Görünümü.....	113
Şekil 48. Take Me There AR Projesinin 2. Bölümü, Uygulama İçeri Arayüz Görüntüsü ve Yerleşim Planı.....	113
Şekil 49. Take Me There AR projesinin 2. Bölümü, Çizimlerin Katman Görünümü ve 2B İllüstrasyon Hali	114
Şekil 50. Take Me There AR projesinin 3. Bölümü, Çizimlerin Katman Görünümü ve AR Uygulamasındaki Görüntülenen Hali	114
Şekil 51. Adobe Aero Arayüzünde Çalışmanın Gösterimi	115
Şekil 52. Proje Çiziminde İlham Veren Sahne ve Kullanılan Renk Paleti	120
Şekil 53. 3B İllüzyonu Vermek Üzere Köşe Açından Çizilen Evler	121
Şekil 54. After Effects arayüzü, Kar Simülasyonunun Tasarımı	122
Şekil 55. After Effects Arayüzü, Baca Dumanı Animasyonunun Tasarımı	122
Şekil 56. Adobe Aero Arayüzü ve Katmanların Dizilimi.....	123
Şekil 57. iPad Arayüzünde Adobe Aero Uygulamasının Yüzey Taraması	125
Şekil 58. İzleyici Gözünden Adobe Aero Uygulamasında Projenin Görüntülenmesi	126

Şekil 59. Projenin Aero Mobil Uygulamasında Görüntülenebilmesi İçin Gereken Kare Kod.....	126
--	-----



KISALTMALAR LİSTESİ

2B	: İki Boyutlu
3B	: Üç Boyutlu
AR	: Artırılmış Gerçeklik
SLAM	: Simultaneous localization and mapping (Eşzamanlı yerelleştirme ve haritalama)
VFX	: Visual Effects (Görsel Efektler)
UI	: User Interface, (Kullanıcı Ara Yüzü)
UX	: User Experience, (Kullanıcı Deneyimi)

1. GİRİŞ

Artırılmış gerçeklik (AR) alanı son yıllarda hızla genişlemiş, dijital ve fiziksel ortamları birbirine bağlayan güçlü bir ortam haline gelmiştir. Dijital ortamda oluşturulan öğeleri gerçek dünya ortamlarına yerleştirerek AR, eğitim, sağlık, pazarlama ve eğlence dahil olmak üzere çeşitli sektörlerdeki kullanıcı deneyimlerinin gelişmesinde etkin rol oynamaktadır. Artırılmış Gerçeklik, 2B hareketli grafikleri tamamlayan, sürükleyici bir deneyim haline getirmek için yeni katmanlar sağlayan bir araçtır. AR ve 2B hareketli grafiklerin bu entegrasyonu, görsel hikâye anlatımı, izleyici katılımı ve kullanıcı etkileşimi için yeni fırsatlar sunarak dijital medya deneyimini geliştirmektedir.

Bu tez, 2B hareketli grafiklerin artırılmış gerçeklik platformlarında kullanılması için teknik ve yaratıcı uygulamaları araştırmaktadır. Geleneksel olarak, 2B hareketli grafikler düz ekranlarda sunulan animasyonlu görsel öğelerden oluşur ve genellikle medya prodüksiyonunda, reklamcılıkta ve dijital içerik oluşturmada kullanılır. Ancak bu bileşenleri AR için uyarlamak, hareketli grafikleri mekânsal bir bağlamda yeniden düşünmeyi gerektirdiğinden benzersiz fırsatlar sunar. Bu araştırmanın amacı, 2B hareketli grafik öğelerinin AR uygulamaları içinde etkili bir şekilde işlev göreceği şekilde nasıl değiştirilebileceğini, optimize edilebileceğini ve tasarlanabileceğini incelemek, etkileşim potansiyellerini ve sürükleyici kalitelerini artırmaktır.

Artırılmış gerçeklik ortamları, hareketli grafiklerin fiziksel dünyayla ilişkili olarak işlev görmesini gerektirir, bu nedenle geleneksel 2B tasarımda bulunmayan mekânsal yönelim, derinlik algısı ve etkileşimlilik hususlarını gerektirir. Tasarımcılar, 2B hareketli grafik bileşenlerini AR gereksinimlerine uyacak şekilde uyarlayarak, kullanıcıların dijital öğelerle gerçek dünyayla bütünleşmiş bir şekilde etkileşime girmesine olanak tanıyan deneyimler yaratabilirler. Bu uyarlama, animasyon tekniklerinde, grafik katmanlamada, kullanıcı arayüzü tasarımında ve AR platformları için teknik optimizasyonda ayarlamalar içerir.

Bu çalışmada 2B hareketli grafikleri AR uygulamalarına dahil etmenin yaratıcı ve işlevsel etkilerini de araştırmak amaçlanmaktadır. AR, grafiklerin kullanıcının hareketlerine, jestlerine ve hatta çevresel faktörlere yanıt verdiği gerçek zamanlı kullanıcı etkileşimini etkinleştirerek 2B hareketli grafikleri geliştirir. Bu tür dinamik etkileşimler, daha derin bir etkileşime olanak tanır ve düz (flat) tasarımları kullanıcılarla daha güçlü bir şekilde etki bırakan duyarlı deneyimlere dönüştürür. Ek olarak, AR'de 2B hareketli grafiklerin kullanımı, tasarımcıların karmaşık fikirleri ve anlatıları ilgi çekici biçimde iletmeleri için bir fırsat yaratır, bilgileri daha erişilebilir ve ilgi çekici hale getirir.

Teorik analiz, teknik araştırma ve uygulama çalışmalarının bir kombinasyonu olarak ilerleyen bu araştırma, 2B hareketli grafikleri artırılmış gerçekliğe etkili bir şekilde uyarlamak için gerekli bilgilere ulaşmayı amaçlar. Çalışma 2B hareketli grafiklerin AR ortamlarına uyarlanmasını kolaylaştıran belirli tasarım tekniklerini ve yazılım araçlarını belirlemekte ve bu entegrasyon için gerekli olan teknik gereksinimlere, estetik hususlara ve kullanıcı deneyimi faktörlerine odaklanmaktadır. Dijital çağda kullanıcı deneyimini yeniden tanımlamak için sanat ve teknolojinin bir araya geldiği bir alan olan hareketli grafikler ve artırılmış gerçekliğin birleşiminde gelecekteki keşiflerin önünü açmayı amaçlamaktadır.

1.1. Problem

Bu tez çalışmasında, “2B hareketli grafik tasarım öğelerinin Artırılmış Gerçeklik uygulamalarında kullanımı izleyici deneyimine ne derecede katkıda bulunmaktadır? 2B öğelerin 3B öğelere göre olumlu ve olumsuz yönleri tasarımcıların çalışmalarını nasıl etkiler?” sorularına yönelik yanıtlar aranmaktadır.

1.2. Amaç

Çalışmanın amacı 2B hareketli grafiklerin kullanım alanlarını, tasarımcıların AR ortamına nasıl uyarladıklarını inceleyerek, artı ve eksi yönlerini saptamak, 3B hareketli grafiklerle karşılaştırmasını sunmak, sonucunda da toplanan bilgileri kullanarak bir uygulama çalışması hazırlamaktır.

1.3. nem

Tezin nemi, 2B hareketli grafiklerin artırılmış gerçeklik teknolojisiyle bütünleştirilmesinin ilerlemesine olan katkısıdır. 2B grafikleri kullanan sanatçıların tasarımlarına yeni bir boyut kazandırarak izleyici üzerindeki etkisini artırmaya yardımcı olmak amaçlanmaktadır. Bu alan, hızlı bir büyüme ve potansiyele sahip olmasına rağmen geleneksel tasarım bileşenlerini etkileşimli, sürükleyici ortamlara uyarlamada hala zorluklarla karşı karşıyadır. 2B hareketli grafikleri AR ortamlarında uygulamadaki zorluklardan biri, animasyon, katmanlama ve etkileşimde teknik ayarlamalara duyulan ihtiyaçtır. Bu tezde, bu bileşenleri uyarlamak için teknik yönergeleri inceleyerek ve oluşturarak bilgi birikimine katkıda bulunur ve tasarımcılar ve geliştiriciler için pratik bir ereve sağlamak amaçlanır.

2. 2B HAREKETLİ GRAFİK TASARIM

Canlandırmak ile ilgili kelimeler olan animasyon, canlandırma ve animatör, hepsi Latince *animare* fiilinden türemiştir ve 'hayat vermek' anlamına gelir. Animasyon filmi bağlamında bu, cansız çizgiler ve biçimlerde hareket yanılsamasının yapay olarak yaratılması anlamına gelmektedir. Bu nedenle, pratikte animasyonun çalışma tanımı, geleneksel anlamda doğrudan kaydedilmemiş bir hareket yanılsaması sağlayan, kare kare elle yapılmış bir film olduğudur (Wells, 1998). Canlandırmalar, tüm zamanlarda insanlık için ilgi çekici olmuş, eğlence, ticaret, bilim, eğitim gibi çok farklı amaçla kullanılmışlardır. Ancak hangi amaç için yapılırsa yapılsın, hareketli görüntülerin temel prensibi olan “görüntü karelerinin izleyicinin algılayabileceği bir hızda arka arkaya sunulması” prensibi değişmemiştir (Mealing, 1998).

2B hareketli grafikler ise, grafik tasarım öğelerini zaman tabanlı medyayla birleştiren ve iki boyutlu formlar aracılığıyla hareketi ve hikâye anlatımını vurgulayan animasyonlar oluşturan dinamik bir görsel ortamdır. Hareketli grafikler, zaman içinde hareket veya dönüşüm yanılsaması yaratmak için grafik tasarım ilkelerini kullanan animasyonun bir alt kümesidir. Genellikle canlı figürlerin hareketi aracılığıyla hikâye anlatımını içeren karakter tabanlı animasyonun aksine, hareketli grafikler fikirleri, anlatıları veya bilgileri iletmek için soyut formları, tipografiyi ve tasarım öğelerini vurgular. Özellikle 2B hareketli grafikler, genellikle düz görüntülere, metinlere ve simgelere odaklanarak iki boyutlu bir alanda oluşturulan animasyonları ifade eder.

2B hareketli grafikler karakter odaklı olmayan içeriğe odaklanarak, genellikle anlatı odaklı veya karakter odaklı animasyondan ziyade tasarım yoluyla görsel iletişim ve hikâye anlatımına öncelik vererek diğer animasyon biçimlerinden ayrılır. 2B hareketli grafikler, özellikle reklamcılık, kullanıcı arayüzü tasarımı ve eğitim videoları gibi alanlarda modern medya prodüksiyonunun temel bir bileşeni haline gelmiştir.

Adobe After Effects gibi dijital araçların gelişmesiyle, 2B hareketli grafikler tasarımcılar için daha erişilebilir hale gelmiş ve bilgi iletme ve izleyicileri etkileme

aracı olarak hızla büyümüştür. Çok yönlülüğü, karmaşık fikirlerin basitleştirilmesine olanak tanır hem anlayışı hem de etkileşimi görsel olarak ilgi çekici bir şekilde artırır.

2.1. Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

Hareketli grafik tasarım üzerine literatür incelendiğinde genel olarak iki kavram dikkat çekmektedir. “Hareketli görüntü tasarımı” ya da “Hareketli grafik tasarım” şeklinde karşılaşılan bu iki kavram özünde birbirinden çok farklı değildir. Temelinde “Motion Design” kavramına dayanan bu kavramları yine motion design kavramı üzerinden tanımlamakta yarar vardır. Motion Design, genel olarak hareketli tasarım diye tanımlanabilir ve konusu zaman, süre, süreç gibi kavramların görsel iletişim amacıyla kullanılır hale gelmesiyle; grafik tasarım ve ‘zaman’ kavramının birlikte kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır (Türkmenoğlu ve Akengin, 2016).

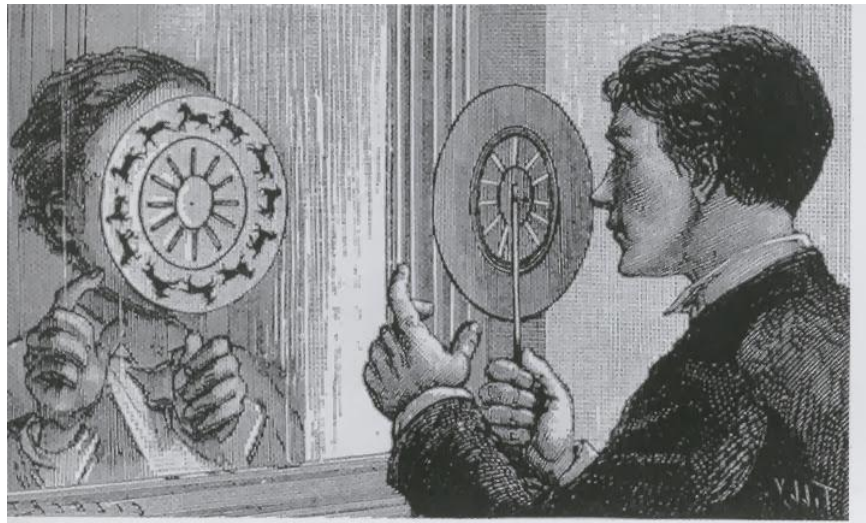
Tüm görselliğini tasarlayarak, çizerek, modelleyerek, renklendirerek izleyiciye sunan animasyon sinemasının kökleri sanat ve illüstrasyona dayanır (Pikkov, 2010). 2B animasyonun tarihi, ilkel elle çizilmiş tekniklerden popüler kültürü ve daha geniş medya manzarasını şekillendiren sofistike dijital prodüksiyonlara kadar bir asırdan fazla bir süreyi kapsar. Bu alanda önemli eserleri bulunan Krasner, ‘Motion Graphic Design, Applied History and Aesthetics’ isimli kitabında, hareketli grafik tasarımı “zaman ve uzayda tasarım yapmak” olarak ifade etmektedir (Krasner, 2008). Geleneksel animasyon olarak da bilinen 2B animasyon, düz çizimler, resimler veya dijital illüstrasyonlar kullanarak iki boyutlu bir alanda hareketli görüntüler oluşturma sürecini ifade eder. 2B animasyonun ardındaki temel prensip, her biri bir öncekinden biraz farklı olan bireysel karelerin ardışık gösterimiyle elde edilen hareket yanılsamasıdır. Sanatsal yeniliklerin, teknolojik ilerlemelerin ve kültürel değişimlerin bir özeti olarak ilerler. Solomon *The Art of the Animated Image* kitabında animasyonun tanımını şu şekilde ifade eder: “Animasyon hareket eden çizimlerin sanatı değil, çizilen hareketlerin sanatıdır. Her kare arasında ne olduğu, her karede ne olduğundan daha önemlidir” (Solomon, 1987). Hareketli görüntülerle yapılan en eski deneylerden dijital devrime kadar 2B animasyon, eğlence, reklamcılık ve eğitimde silinmez bir iz bırakarak dünya çapındaki izleyicileri etkilemiştir. 2B animasyondan farklı olarak hareketli grafikler bilgi iletmek, hikayeleri anlatmak veya görsel iletişimi geliştirmek için soyut tasarım öğelerinin dinamik sunumunu vurgular. 2B hareketli grafiklerin

temel özellikleri arasında düz görüntüler, tipografi ve ikonografinin kullanımı ve geçişlere, dönüşümlere ve stilize harekete odaklanma yer alır.

2B hareketli grafiklerin amacı öncelikle iletişimseldir ve reklamcılık, eğitim, kullanıcı arayüzü tasarımı ve eğlence gibi alanlarda yaygın olarak kullanılırlar. Zamanlama, görsel hiyerarşi ve hareket gibi hem grafik tasarım hem de animasyondan gelen ilkeleri birleştirerek 2B hareketli grafikler karmaşık kavramları basitleştirmek, görsel açıklamalar sağlamak ve çeşitli medya platformlarında kullanıcı katılımını geliştirmek için görsel olarak ilgi çekici bir yol sunar.

2B hareketli grafiklerin tarihi, film yapımcılarının ve grafik tasarımcılarının görsel sanatı hareketle bütünleştirmeye başladığı erken sinema ve deneysel filme kadar uzanmaktadır. Bauhaus ve yapısalcılık gibi modernist sanat hareketlerinin etkisi, soyut şekillerin ve cesur tipografinin mesajları iletmek veya duyguları uyandırmak için canlandırıldığı erken hareketli grafik çalışmalarında görülebilir. 2B animasyonun kökenleri, optik cihazlar aracılığıyla hareket yanılsaması yaratmaya yönelik erken girişimlere kadar uzanmaktadır. Joseph Antoine'ın Phenakistoscope'u icat etmesiyle (1832) ve ardından Emile Reynaud'un aynı prensibin gelişmiş versiyonu olan praxinoscope'u (1877) piyasaya kazandırmasıyla hem sinemanın hem de animasyonun doğumu teorik olarak aynı anda gerçekleşmiştir (Herbert,2000). Bu tasarımlar bir dizi çizimi hızlı bir şekilde döndürerek hareketli görüntüler üreten ilk icatlar arasındadır. Bu cihazlar, ardışık görüntülerin potansiyelini göstererek animasyonun gelişimi için temel oluşturmuştur.

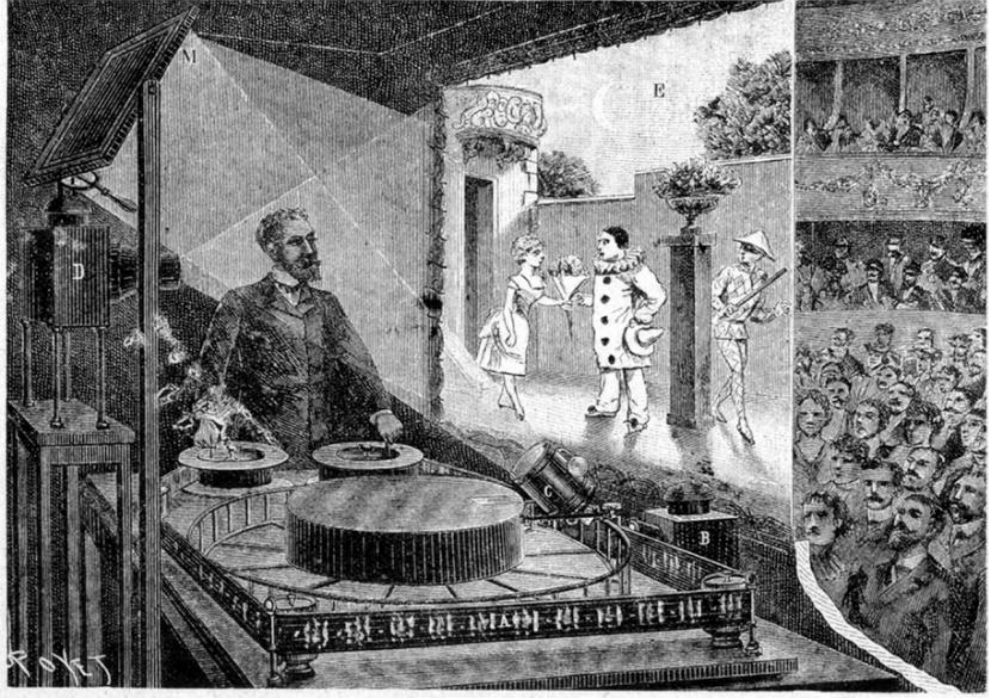
Şekil 1. Phenakistoscope



Kaynak: Linearity blog, 2022

19. yüzyılın sonlarında, Fransız sanatçı Émile Reynaud, Praxinoscope (1877), hareketli görüntülerin netliğini artırmak için aynaların kullanımını tanıtmıştır. Reynaud daha sonra 1892'de, animasyonlu hikayeleri canlı izleyicilere yansıtan Théâtre Optique'i geliştirmiş ve animasyon filmlerinin ilk halka açık sergilemesini gerçekleştirmiştir. İlkel olmalarına rağmen, bu erken teknolojiler animasyonlu hareket kavramını iletirmek için önemlidir.

Şekil 2. Théâtre Optique, Émile Reynaud



Kaynak: Wikipedia, 2024

Animasyon sinemanın bir formu değildir, sinemanın her formu, tüm sinema türleri, animasyonun bir formudur (Crafton, 2001). 20. yüzyılın başlarında 2B animasyon resmi bir sanat formu olarak yükselişe geçmiştir. En önemli dönüm noktalarından biri, yaygın olarak ilk animasyon filmi olarak kabul edilen J. Stuart Blackton'ın Humorous Phases of Funny Faces (1906)'dır (Beckerman, 2003). Blackton bu kısa filmde hareket yanılsaması yaratmak, yüz ifadelerini ve basit jestleri canlandırmak için tebeşir çizimleri kullanmıştır.

Şekil 3. Humorous Phases of Funny Faces, J. Stuart Blackton



Kaynak: Animaders, 2019

J. Stuart Blackton'ın Humorous Phases of Funny Faces filmi ile Émile Cohl'un Fantasmagorie (1908) filmi kare kare animasyonun ilk eserleri olmuştur. Fantasmagorie filmi kağıtlara mürekkep ile yapılan çizimlerin fotoğraflanması ile oluşturulmuştur. Cohl fotoğraflayarak yaptığı bu filmi ile birlikte J. Stuart Blackton'ın tekniğinden farklı bir teknik kullanmış, günümüz animasyonuna giden yolda büyük bir adım atmıştır (Samancı, 2004).

Şekil 4. Fantasmagorie, Émile Cohl



Kaynak: Google Arts&Culture, t.y.

1920'ler, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde, Animasyonun Altın Çağı olarak adlandırılan dönemin başlangıcı olmuştur. Walt Disney Studios ve Fleischer Studios gibi animasyon stüdyolarının kurulması, animasyonun hem sanatsal hem de teknolojik yönlerini ilerleten çığır açan çalışmalar üreterek bu alanda devrim yaratmıştır.

Walt Disney, animasyon endüstrisini şekillendiren yeni teknikler ve hikâye anlatma yöntemleri sunarak bu dönemde önemli bir rol oynamıştır. Mickey Mouse'un yer aldığı Disney'in Steamboat Willie (1928), izleme deneyimini geliştirmek için hem sesi hem de görüntüyü kullanan ilk senkronize ses animasyonlarından birisidir (Kalkan, 2014). Bu, Disney'in animasyondaki hakimiyetinin başlangıcını göstermiş ve ilk uzun metrajlı animasyon filmi olan Snow White and the Seven Dwarfs (Pamuk Prenses ve Yedi Cüceler) (1937) gibi filmler, anlatı odaklı, karakter tabanlı animasyon için yeni standartlar belirlemiştir (Disney Animation,t.y.).

Aynı dönemde, Fleischer Studios, animatörlerin canlı aksiyon görüntülerini kare kare izlemesine ve daha gerçekçi hareketler yaratmasına olanak tanıyan bir cihaz olan Rotoskop gibi teknik yenilikleri tanıtmıştır. Fleischer'in daha akıcı ve gerçekçi animasyonları entegre etmedeki çalışması, 2B animasyonun başarabileceklerinin sınırlarını zorlamada etkili olmuştur. Max Fleischer, animasyondaki ilk denemelerden büyülenmiş ve ekranda gördüğü sarsıntılı hareketleri geliştirebileceğinden emin olmuştur. Rotoskop, animatörlerin çekilen filmler üzerine kare kare figürler çizmesini ve böylece daha gerçekçi hareketler yaratmasını sağlayan bir tekniktir. İlk rotoskoplu filmin yapımı bir yıldan fazla sürmüştür ve sadece bir dakika uzunluğundadır, ancak sonuçlar animasyon filmlerini sonsuza dek değiştirecek derecede pürüzsüz ve gerçekçi olmuştur (Fleischer Studios, t.y.).

II. Dünya Savaşı sonrası dönemde televizyon, 2B animasyon için yeni bir platform olarak yükselişe geçmiş ve bu da medyanın odak noktasında ve üretim yöntemlerinde bir değişime neden olmuştur. Animasyon stüdyoları, bütçelerin ve programların uzun metrajlı filmlere kıyasla daha sıkı olduğu televizyonun taleplerine uyum sağlamaya başlamıştır. Bu, karakter diyaloglarına ve önemli eylemlere odaklanırken belirli kareleri ve arka planları yeniden kullanarak hareketi ekonomik hale getiren bir teknik olan sınırlı animasyonun yükselişine yol açmıştır.

Hanna-Barbera Productions, The Flintstones (1960) ve Scooby-Doo (1969) gibi ikonik diziler üreterek televizyon animasyonunun önemli bir parçası haline gelmiştir. Bu

şovlar, televizyon prodüksiyonunun hızlı tempolu taleplerini karşılamak için basitleştirilmiş animasyon tekniklerini kullanmış, ancak unutulmaz karakterleri ve mizahı nedeniyle izleyiciler tarafından seilmeye devam etmiştir.

Bu dönemde animasyon, hareketli grafikler içeren reklamlar aracılığıyla reklamcılık için de bir araç haline gelmiştir. Reklamlarda kullanılan 2B animasyonlu karakterler tanınabilir maskotlar haline gelmiş ve animasyonun eğlencenin ötesinde ticari potansiyelini göstermiştir.

1980'lerde ve 1990'larda bilgisayar teknolojisinin ortaya çıkışı, 2B animasyonun çerçevesini önemli ölçüde değiştirmiştir. Adobe Animate (eski adıyla Flash) ve Toon Boom gibi dijital araçlar, animasyonların yapılma süreçlerini dijitale dönüştürerek animatörlere daha fazla kontrol, hassasiyet ve verimlilik sağlamıştır. Bu araçlar, kareler arası geçişlerin ve diğer emek isteyen ağır işlerin otomasyonuna olanak tanıyarak animasyonu daha hızlı, bağımsız ve erişilebilir hale getirmiştir.

Bu dönemde 3B animasyonun, özellikle uzun metrajlı filmlerde artan popülaritesine rağmen, 2B animasyon özellikle televizyon, reklam ve eğitim medyasında önemini korumuştur. The Simpsons ve South Park gibi diziler, 2B animasyonun 3B animasyonla birlikte nasıl gelişebileceğini, benzersiz estetik çekiciliğini ve kültürel önemini nasıl koruyabileceğini örneklemiştir.

21. yüzyılda, yazılım ve dijital platformlardaki gelişmelerin yönlendirmesiyle 2B animasyon gelişmeye devam etmiştir. Bu ortam, uzun metrajlı filmlerden ve televizyon dizilerinden video oyunlarına ve çevrimiçi içeriklere kadar çeşitli biçimlerde kullanılan çağdaş medyanın hayati bir parçası olmaya devam etmektedir. 3B animasyon uzun metrajlı film endüstrisine hâkim olsa da, 2B animasyon hem bağımsız yapımlarda hem de ana akım içeriklerde kendine bir yer edinmiştir.

The Princess and the Frog (Prens ve Kurbağa) (2009) ve Klaus (2019) gibi filmlerde 2B animasyonun yeniden canlanması, 3B ve bilgisayar tarafından üretilen görüntülerin hâkim olduğu bir çağda bile geleneksel animasyon tekniklerinin kalıcı çekiciliğini vurgulamaktadır. Bu filmler, dijital teknolojiyi geleneksel elle çizilmiş yöntemlerle harmanlayarak, klasik 2B animasyonun cazibesini korurken modern araçları benimseyen melez bir tarz yaratmaktadır.

Şekil 5. Klaus (2019)



Kaynak: Before&Afters, 2019

Ayrıca, hareketli grafiklerin yükselişi ve 2B animasyonun kullanıcı arayüzü tasarımı, reklamcılık ve sosyal medya içeriğine entegrasyonu, ortamın uygulamalarını eğlencenin ötesine taşımıştır. Animasyon yazılımlarının erişilebilirliği, bağımsız animasyon projelerinin sayısında da artışa yol açmıştır. YouTube ve Vimeo gibi platformlar, animatörlerin küresel kitlelere ulaşmasını sağlayan dağıtım kanalları olarak hizmet etmektedir.

2B animasyonun tarihi, erken mekanik cihazlardan endüstriyi dönüştüren dijital araçların ortaya çıkışına kadar sürekli yeniliklerle işaretlenmiştir. 2B animasyonun her dönemi hem bir sanat formu hem de bir iletişim aracı olarak medyanın büyümesine katkıda bulunmuştur. 3B animasyonun ve diğer teknolojilerin yükselişine rağmen 2B animasyon, dijital medyanın gelişen manzarasına uyum sağlamaya devam eden önemli ve kalıcı bir medya olmaya devam etmektedir.

2.2. 2B Hareketli Grafiklerin Özellikleri ve Kullanım Alanları

İki boyutlu bir alanda grafik öğelerin hareketine odaklanan animasyonun bir alt kümesi olan 2B hareketli grafikler, günümüzün dijital medya ortamında vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir. 2B animasyonun yapım süreci esas olarak bir ekip çalışmasını gerektirmektedir. Görevler bazında, yapımcı, yönetmen, çizimci, taslak ressamı, arka plan ressamı, baş animatör, yardımcı animatör, ara çizimci, mürekkeplendirici, renklendirici, kontrolör, kameraman, editör ve stüdyo yönetmeni gibi elemanlarla birçok aşamadan geçen bir çalışma ürünüdür (İlgaz, 1997).

Grafik tasarımın statik prensiplerini zaman tabanlı medyayla birleştiren 2B hareketli grafikler, stilize animasyonlar aracılığıyla mesajları, bilgileri ve kavramları görsel olarak iletmeyi amaçlamaktadır.

2B hareketli grafiklerin etkinliği, hareket, tasarım ve hikâye anlatımının bir kombinasyonunu kullanarak mesajları etkili ve görsel olarak iletmeye becerisinde yatmaktadır. Birkaç temel özellik, 2B hareketli grafikleri belirgin bir sanat formu olarak tanımlar:

Flat (Düz) Tasarım ve Basitleştirme: Özünde, 2B hareketli grafikler düz, iki boyutlu görüntülere dayanır. Bu, animasyonlarda kullanılan öğelerin 3B animasyonun aksine derinliğe sahip olmadığı anlamına gelmektedir. 2B hareketli grafiklerin görsel basitliği, karmaşık fikirleri açık ve öz bir şekilde iletmek için idealdir. Bu "Flat (düz) tasarım" yaklaşımı genellikle soyut kavramları görsel olarak ilgi çekici bir şekilde sunmak için kullanılır ve bu da onu özellikle veri görselleştirme, ürün açıklamaları veya eğitim içeriği için etkili hale getirir.

Tipografi ve İkonografi: Tipografi, 2B hareketli grafiklerde önemli bir rol oynar. Metin genellikle önemli noktalara dikkat çekmek, önemli bilgileri vurgulamak veya izleyicinin gözünü animasyon boyunca yönlendirmek için canlandırılır. Hareketli grafiklerde animasyonlu yazı tipinin kullanımı, genellikle simgeler veya basit çizimlerle birlikte kullanılarak bütünsel bir görsel anlatı oluşturmak için kullanılan tanımlayıcı özelliklerinden biridir. Bu grafik öğelerinin etkileşimi, genel mesajı destekleyerek daha etkili ve akılda kalıcı hale getirir.

Stilize Hareket ve Geçişler: 2B hareketli grafiklerdeki hareket genellikle soyut ve oldukça stilizedir. Sahneler veya öğeler arasındaki geçişler pürüzsüz ve akıcıdır ve tutarlı bir görsel akış vardır. Hareketlerin varış noktasına yaklaştıkça yavaşladığı (ease in- ease out) ve beklenti (anticipation) gibi teknikler, animasyonların daha doğal ve ilgi çekici hissettirmesi için kullanılır. Stilize hareket ayrıca hareketli grafiklerin estetik çekiciliğine de katkıda bulunur ve tasarımcıların iletmek istedikleri mesaj veya duyguyla uyumlu ritim ve tempo oluşturmalarına olanak tanır.

Katmanlama ve Şeffaflık: 2B hareketli grafiklerin bir diğer önemli özelliği de katmanların kullanılmasıdır. Tasarımcılar, farklı öğeleri üst üste katmanlayarak derinlik ve hiyerarşi yaratabilir, belirli bileşenleri vurgulamak için görünürlüklerini veya şeffaflıklarını kontrol edebilirler. Bu, iki boyutlu yapılarına rağmen hareketli

grafiklere daha dinamik bir kalite kazandırır ve tasarımcıların izleyicinin odağını yönlendirmesine ve daha ilgi çekici görseller oluşturmaya olanak tanır.

Görsel Hikâye Anlatımı: 2B hareketli grafikler genellikle geleneksel anlamda anlatı odaklı olmasa da izleyicileri bir kavram veya süreç boyunca yönlendirmek için genellikle basit hikayeler veya ilerlemeler kullanırlar. Sıralı görüntülerin kullanımı, özellikle açıklayıcı videolarda veya eğitimlerde adım adım süreçleri açıklamaya yardımcı olur. Görsel hikâye anlatımı, tasarım öğelerinin ve hareketin bir mesajı veya duyguyu etkili bir şekilde iletmek için kullanıldığı hareketli grafiklerin kritik bir bileşenidir.

2B hareketli grafiklerin çok yönlülüğü, farklı sektörlerde geniş kapsamlı uygulamalara olanak tanır. Karmaşık fikirleri görsel olarak ilgi çekici, kolay sindirilebilir formatlara dönüştürme yeteneği, reklamcılık, eğitim, eğlence ve kullanıcı arayüzü tasarımı gibi alanlarda değerli hale getirir.

2.2.1. Reklam ve Pazarlama

Reklamlar, hareketli tasarım için hala da kullanılmaya devam eden ana ortamlardan biridir. Bilgisayar ve ardından gelen internet hem hareketli tasarım teknolojisini geliştirmiş hem de ona çok geniş alanlar açmıştır. Sürekli gelişen teknolojiye bağımlı olan hareketli tasarım, endüstriyel bir sanat biçimi olarak nitelendirilmektedir. (Sito, 2015). Hareketli grafikler, bir markanın mesajını iletebilir, bir ürünü vurgulayabilir veya görsel olarak çarpıcı bir şekilde harekete geçirici bir çağrı iletebilir. Dijital ve sosyal medya pazarlamasında, ürün özelliklerini açıklayan veya hizmetleri tanıtan kısa, animasyonlu videolar, kitleleri hızla etkileme ve bilgilendirme yetenekleri nedeniyle standart hale gelmiştir. Reklamcılıkta 2B hareketli grafiklerin temel avantajlarından biri, karmaşık bilgileri kolayca sindirilebilir görsel formatlara ayırma kapasitesidir. Hareketli grafikler, stilize görseller, tipografi ve geçişler kullanarak, bir ürün veya hizmetin işlevselliği gibi karmaşık fikirleri kısa bir zaman dilimi içinde etkili bir şekilde iletebilir. Bu özellik, pazarlamacıların genellikle bir marka mesajını hızlı ve etkili bir şekilde iletmeleri gereken reklamcılıkta, özellikle de izleyici dikkatinin sınırlı olduğu platformlarda çok önemlidir.

Örneğin, ürün açıklayıcı videolarda, hareketli grafikler teknik süreçleri görsel olarak basitleştirmek veya bir ürünün temel özelliklerini vurgulamak için kullanılır. Temiz, düz tasarım öğeleri ve dinamik hareket kullanarak, bu videolar bir ürünün nasıl

çalıştığını veya tüketicilere nasıl fayda sağladığını, yoğun veya kafa karıştırıcı ayrıntılarla onları bunaltmadan açıklayabilir. Bu şekilde, hareketli grafikler, dikkat için rekabetin yüksek olduğu dijital reklamcılıkta önemli bir faktör olan etkileşimi korurken izleyici anlayışını artırır. 2B hareketli grafiklerin reklamcılıkta bir diğer önemli uygulaması, marka kimliğini şekillendirme ve güçlendirmedeki rolüdür. Hareketli grafikler, reklam verenlerin renk, şekil, tipografi ve hareket kullanımıyla bir markanın kişiliğini ve değerlerini görsel olarak ifade etmelerine olanak tanır. Animasyon stili, bir markanın benzersiz estetiğini yansıtacak şekilde uyarlanabilir ve onu rakiplerinden farklılaştırmaya yardımcı olur. Örneğin, şık, minimalist bir hareketli grafik tasarımı modernlik ve yenilik duygusunu aktarabilirken, daha eğlenceli veya tuhaf animasyonlar yaratıcılık ve ulaşılabilirlik önerebilir. Görsel kimliğe ek olarak, hareketli grafikler ilgi çekici görselleri müzik, anlatım veya ses efektleriyle birleştirerek izleyiciyle duygusal bir bağ kurabilir. Bu duygusal çekicilik, tüketicilerin duyguları uyandıran veya bir hikâye anlatan reklamları hatırlama ve onlarla bağ kurma olasılığı daha yüksek olduğundan reklamcılıkta kritik bir faktördür. Ease in- ease out (yavaş giriş - yavaş çıkış), anticipation (beklenti) ve transition (geçişler) gibi animasyon tekniklerini kullanarak, 2B hareketli grafikler reklamlara bir akışkanlık ekleyerek onları daha dinamik ve akılda kalıcı hale getirir.

Hareketli grafikler, sosyal medya reklamları, televizyon reklamları, web sitesi afişleri ve mobil uygulamalar dahil olmak üzere çeşitli formatlara uyacak şekilde uyarlanabilir. Ölçeklenebilirlikleri ve esneklikleri, markaların her bir medyanın teknik ve estetik gereksinimlerine uyacak şekilde içeriği uyarlarken farklı platformlarda tutarlı bir görsel kimlik sürdürmelerini sağlar. Instagram gibi sosyal medya platformlarında, kısa, animasyonlu videolar akışlarında gezinen kullanıcıların dikkatini hızla çekebilirken, web sitelerinde, hareketli grafikler dinamik, görsel olarak ilgi çekici bir kullanıcı deneyimi sağlamak için giriş sayfalarına yerleştirilebilir. 2B hareketli grafiklerin taşınabilirliği, markaların tüketicilerle çok çeşitli dijital temas noktalarında etkileşim kurması gereken giderek parçalanmış bir medya ortamında onları özellikle değerli hale getirir. Hareketli grafiklerin izleyici etkileşimini artırdığı ve dolayısıyla dijital reklamcılıkta dönüşüm oranlarını iyileştirdiği gösterilmiştir. Dinamik yapıları, statik görüntülerden veya metin tabanlı içeriklerden daha etkili bir şekilde dikkat çeker ve kullanıcıların reklamla etkileşime girme veya sunulan bilgileri hatırlama olasılığını artırır. Araştırmalar, kullanıcıların sosyal medyada video içeriği

paylaşma olasılığının daha yüksek olduğunu ve bunun da reklam kampanyalarında hareketli grafiklerin erişimini ve etkisini daha da artırdığını göstermektedir. 2B hareketli grafiklerin hikâye anlatma yönü, reklam verenlerin tüketicileri bir anlatı boyunca yönlendirmesine, onları marka farkındalığından değerlendirmeye ve son olarak satın almaya yönlendirmesine olanak tanır.

Reklamcılık ve pazarlamada, 2B hareketli grafikler görsel iletişim için çok yönlü ve oldukça etkili bir araç görevi görür. Karmaşık fikirleri basitleştirme, marka kimliğini güçlendirme ve çeşitli platformlarda kitleleri meşgul etme yetenekleri, onları modern reklam stratejileri için vazgeçilmez hale getirir. Dijital medya gelişmeye devam ettikçe, 2B hareketli grafiklerin reklamcılıktaki rolünün genişlemesi muhtemeldir ve markalara kitleleriyle bağlantı kurmaları ve mesajlarını daha etkili bir şekilde iletmeleri için yenilikçi yollar sağlayacaktır.

2.2.2. Eğitim

2B hareketli grafikler, karmaşık bilgileri basitleştirilmiş, ilgi çekici ve görsel olarak çekici bir şekilde sunma yetenekleri nedeniyle eğitim alanında paha biçilmez bir araç haline gelmiştir. Dinamik yapıları, görsel öğeleri anlatı yapılarıyla harmanlama kapasiteleriyle birleşince, kavrama, hatırlama ve etkileşimi iyileştirerek öğrenme deneyimini geliştirir. Görsel medyanın eğitimde merkez sahneye çıktığı bir çağda, 2B hareketli grafikler geleneksel öğretim yöntemlerini aşan eğitim içeriği oluşturmak için kullanılır. Eğitimde 2B hareketli grafiklerin en önemli avantajlarından biri, karmaşık ve soyut fikirleri görsel olarak erişilebilir formatlara damıtabilme yeteneğidir. Hareketli grafikler, karmaşık kavramları, süreçleri veya teorileri öğrencilerin anlaması ve hatırlaması için daha kolay olan adım adım animasyonlara ayırabilir. Bu, soyut fikirlerin veya teknik süreçlerin yalnızca metin veya statik görüntülerle aktarılmasının zor olabileceği bilim, matematik ve mühendislik gibi konularda özellikle önemlidir. Örneğin, hareketli grafikler kimyasal reaksiyonların moleküler düzeyde nasıl gerçekleştiğini gösterebilir, fizik yasalarını görselleştirebilir veya matematiksel süreçleri öğrencilerin verilerin veya formüllerin adım adım dönüşümlerini görmelerini sağlayacak şekilde gösterebilir. Hareketli grafikler, soyut kavramları görsel olarak temsil ederek teorik bilgi ile pratik anlayış arasındaki boşluğu kapatır ve karmaşık bilgileri çeşitli öğrenme stillerine sahip öğrenciler için daha erişilebilir hale getirir.

2B hareketli grafiklerin dinamik yapısı, öğrenme sürecinde kritik bir faktör olan öğrenci katılımını sürdürmeye yardımcı olur. Araştırmalar, öğrencilerin görsel olarak uyarıcı ve etkileşimli içeriklerle etkileşime girme olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Canlı görselleri ve akıcı geçişleriyle 2B hareketli grafikler, öğrencilerin dikkatini statik veya metin ağırlıklı materyallerden daha etkili bir şekilde yakalayabilir ve sürdürebilir. Hareketli grafiklerdeki görsel ve işitsel uyanların birleşimi, içeriği daha akılda kalıcı hale getirerek birden fazla öğrenme biçimine de hitap eder. Ayrıca, hareketli grafiklerin kullanımı, eğitimcilerin derslerine hikâye anlatımı öğelerini dahil etmelerine olanak tanır ve öğrenme deneyimini daha sürükleyici hale getirir. Hikâye anlatımı, eğitim içeriğiyle birleştirildiğinde, bilgileri kavramlaştırmaya yardımcı olur ve öğrenciler için daha ilişkilendirilebilir ve anlamlı hale getirir. Bu, özellikle tarih, sosyal bilimler ve edebiyat gibi derslerde etkilidir; hareketli grafikler, soyut gerçekleri ilgi çekici, görsel hikayelere dönüştürerek tarihi olayları veya kültürel fenomenleri görsel olarak anlatabilir.

2B hareketli grafikler son derece uyarlanabilir ve e-öğrenme platformları, geleneksel sınıf içi eğitim ve kamu eğitim kampanyaları dahil olmak üzere çeşitli eğitim formatlarında uygulanabilir. Çok yönlülükleri hem resmi hem de gayri resmi öğrenme ortamlarında kullanılmalarına olanak tanır ve onları her düzeydeki eğitimciler için olmazsa olmaz bir araç haline getirir.

Çevrimiçi eğitimin hızla büyümesi, multimedya açısından zengin öğrenme materyallerine olan talebi önemli ölçüde artırmıştır. E-öğrenme platformları, hareketli grafikleri sıklıkla video derslerine, öğreticilere ve açıklayıcı videolara dahil eder. Bu animasyonlu öğeler, uzun metin bloklarını veya sözlü açıklamaları bölmeye yardımcı olur, öğrencilerin ilgisini canlı tutarken karmaşık kavramların anlaşılmasını kolaylaştırır. Veri bilimi gibi konulardaki çevrimiçi derslerde, hareketli grafikler genellikle veri akışlarını, algoritmaları ve programlama kavramlarını görselleştirmek için kullanılır ve öğrencilerin bu soyut öğelerin bir sistem içinde gerçek zamanlı olarak nasıl etkileşime girdiğini görmelerini sağlar. Bu, öğrencilerin yalnızca statik resimler veya metinsel açıklamalar kullanarak açıklaması zor olabilecek zor kavramların anlaşılmasına yardımcı olur.

Geleneksel sınıf ortamlarında, hareketli grafikler eğitim içeriğinin sunumunu geliştirmek için tamamlayıcı bir araç görevi görür. Öğretmenler, yeni konuları tanıtmak veya temel kavramları güçlendirmek için sunumlarda, etkileşimli derslerde

veya multimedya öğrenme materyallerinde hareketli grafikler kullanabilir. Hareketli grafikler, biyolojideki bir hücrenin yapısı veya sosyal bilgilerdeki tarihi olayların zaman çizelgesi gibi soyut fikirleri veya süreçleri görselleştirebilir. Bu bilgilerin görsel temsili, öğrencilerin bilgiyi yalnızca geleneksel ders anlatımından daha etkili bir şekilde anlamalarına ve hatırlamalarına yardımcı olur. Sınıfın ötesinde, 2B hareketli grafikler, halkı önemli sağlık, güvenlik veya çevre sorunları hakkında bilgilendirmek için kamu eğitim kampanyalarında sıklıkla kullanılır. Kamu sağlığı örgütleri, hükümet organları ve kâr amacı gütmeyen örgütler, geniş bir kitleye açık, ilgi çekici ve erişilebilir mesajlarla ulaşmak için bilgilendirici videolarda, kamu hizmeti duyurularında ve eğitim içeriklerinde hareketli grafikler kullanır. Hareketli grafiklerin görsel yapısı, sınırlı okuryazarlık veya dil yeterliliğine sahip olanlar da dahil olmak üzere çeşitli nüfuslarla iletişim kurmada onları özellikle etkili kılar. Hareketli grafikler, COVID-19 salgını sırasında el yıkama uygulamalarını teşvik edenler gibi, animasyonlu karakterlerin görsel olarak ilgi çekici ve kolay anlaşılır bir şekilde doğru teknikleri gösterdiği halk sağlığı kampanyalarında yaygın olarak kullanılmıştır. Bu kampanyalar etkilidir çünkü temel bilgileri geniş bir kitleye ulaşan kısa, akılda kalıcı görsel formatlara yoğunlaştırırlar.

2B hareketli grafiklerin uyarlanabilirliği, eğitim içeriğinin öğrencilerin çeşitli ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde özelleştirilmesine olanak tanır. Hareketli grafikler, aynı konu içindeki hem yeni başlayanlara hem de ileri düzey öğrencilere hitap edecek şekilde farklı karmaşıklık düzeylerine uyacak şekilde tasarlanabilir. Bu esneklik, eğitimcilerin içeriği bireysel öğrencilerin ihtiyaçlarına göre uyarlamasını ve daha etkili ve kişiselleştirilmiş eğitim sağlamasını sağlar.

Örneğin, hareketli grafikler, temel kavramlarla başlayıp öğrenciler ilerledikçe kademeli olarak daha ileri düzey konuları tanıtarak eğitimi desteklemek için kullanılabilir. E-öğrenme ortamlarında, öğrenciler kendi hızlarında hareketli grafiklerle etkileşime girebilir, anlayışlarını güçlendirmek için gerektiğinde animasyonları duraklatabilir veya yeniden oynatabilirler. Hareketli grafiklerle desteklenen bu kendi kendine ilerleyen öğrenme modeli, karmaşık kavramları kavramak için ek zamana ihtiyaç duyabilecek öğrenciler için özellikle faydalıdır.

2B hareketli grafikler, eğitimcilerin içerik sunma biçimini dönüştürerek karmaşık konuları öğretmek için ilgi çekici, erişilebilir ve etkili bir ortam sağlamaktadır. Soyut kavramları basitleştirme, etkileşimi artırma ve çeşitli eğitim biçimlerine uyum sağlama

yetenekleri, 2B hareketli grafikleri modern eğitim için güçlü bir araç haline getirmektedir. Teknolojinin gelişmeye devam etmesi ve dijital öğrenme çözümlerine olan talebin artmasıyla birlikte, 2B hareketli grafikler, daha kişiselleştirilmiş, etkileşimli ve görsel odaklı öğrenme deneyimlerine olanak sağlayarak eğitimin geleceğini şekillendirmede giderek daha önemli bir rol oynamaktadır.

2.2.3. Eğlence ve Medya

2B hareketli grafikler, görsel hikâye anlatımını, estetik çekiciliği ve izleyici katılımını artıran çok çeşitli uygulamalar sunarak eğlence ve medya endüstrilerinde temel bir araç olarak kendini kanıtlamıştır. Tasarım ve animasyonu birleştiren sanatsal bir teknik olarak 2B hareketli grafikler, karmaşık fikirleri veya anlatıları basitleştirilmiş, stilize bir şekilde iletebilen görsel olarak çarpıcı içeriklerin oluşturulmasını sağlar. 2B hareketli grafiklerin eğlence endüstrisindeki en önemli uygulamalarından biri, özellikle film ve televizyonda görsel hikâye anlatımıdır. Hareketli grafikler, açılış başlık dizilerinde, jeneriklerde, geçişlerde ve animasyonlu görsel efektlerde sıklıkla kullanılır. Tipografi, soyut tasarım ve akıcı hareketi bir araya getirerek, 2B hareketli grafikler ana anlatı başlamadan önce bir hikâyenin ruh halini ve özünü özetleyebilir. Jeneriklerde kullanılan tipografi öğeleri incelendiğinde, Saul Bass gibi öncü isimler akla gelmektedir. Filmlerdeki görsel dili ve anlayışı çözümlemesi Bass'i alanda özelleştirmektedir. Hareketli sahneleri, müzikle birleştirerek filmin havasını, tonlamasını ve filmde olacaklara önceden işaret etmesinden dolayı kendisinden öncekilerden farklı olmuştur. Bass'ın oluşturduğu jeneriklerle film bir anlamda gerçekten başlamaktadır (Kurtçu, 2017). Bir kült olarak kabul edilebilecek 'The Man With the Golden Arm (1955)' jeneriğinin tasarımcısıdır.

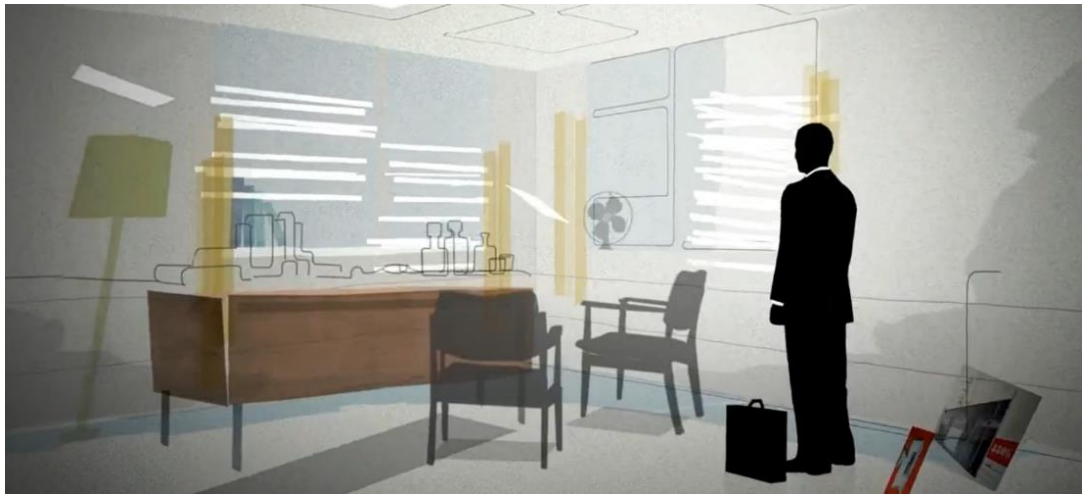
**Şekil 6. The Man with the Golden Arm Filminin Tipografi Öğeleri ile
Oluşturulmuş Afişi**



Kaynak: Rock Paper Film, t.y.

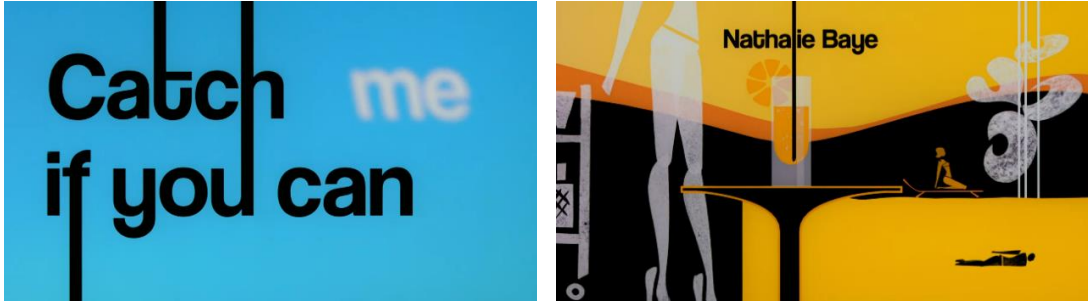
Örneğin, Mad Men (2007) ve Catch Me If You Can (2002) gibi ikonik açılış sekansları, temel temaları tanıtmak ve şovların görsel estetiğini oluşturmak için 2B hareketli grafiklerin temel ilkelerini ve tipografiyi etkili bir şekilde kullanır.

Şekil 7. Mad Men Intro



Kaynak: YouTube, 2018

Şekil 8. Catch Me If You Can Intro



Kaynak: YouTube, 2018

Bu sekanslar, grafik tasarımı animasyonlu hareketle birleştirerek, izleyicileri etkileyen ve serinin anlatı stilini yansıtan görsel olarak büyüleyici girişler oluşturur. Filmlerde, 2B hareketli grafikler ayrıca konum ayrıntıları veya olay örgüsündeki zaman değişiklikleri gibi bilgileri görselleştirmek için kullanılır ve hikayenin akışını kesmeden izleyiciye önemli ayrıntıları iletmek için sorunsuz bir yöntem görevi görür.

Ayrıca, 2B hareketli grafikler hem canlı aksiyon hem de animasyon filmlerinde görsel efektleri (VFX) geliştirmek için kullanılabilir. Teknolojik arayüzleri, veri görselleştirmesini veya animasyonlu haritaları temsil eden grafikler genellikle sahnelere entegre edilir ve filmin veya şovun dünya inşasına katkıda bulunurken anlatı desteği sağlar.

Eğlence sektöründe, müzik videoları, reklamlar ve kısa filmler dahil olmak üzere tamamen canlandırılmış içerikler için 2B hareketli grafiklerin kullanımında büyüyen bir eğilim görülmüştür. Müzik videolarında, 2B hareketli grafikler sanatçıların ve yönetmenlerin canlı aksiyon çekimleriyle elde edilmesi zor veya pahalı olacak soyut görseller ve stilize animasyonlarla denemeler yapmalarına olanak tanır. Bu ortamda hareketli grafiklerin kullanımı, yaratıcı ifade için bir platform sağlayarak, müziğin tonunun, ritminin ve duygusunun canlandırılmış hareketler, renkler ve şekiller aracılığıyla görselleştirilmesini sağlar. Hareketli grafiklere dayalı müzik videoları genellikle tipografiyi, ikonografiyi ve geometrik şekilleri şarkının ritmi ve ritmiyle birleştirerek müziğin etkisini artıran senkronize bir görsel deneyim yaratır. Bu yaklaşım, özellikle büyük ölçekli prodüksiyon için bütçesi olmayan bağımsız sanatçılara, ilgi çekici müzik videoları üretmek için uygun maliyetli bir çözüm olarak hizmet edebilir. *A-ha - Take On Me* (1984) gibi müzik videolarında şarkıyı

tamamlayan benzersiz bir estetik ve anlatı oluşturmak için canlandırılmış görseller kullanılır.

Şekil 9. A-ha - Take On Me (1984) Müzik Klibi



Kaynak: YouTube, 2010

Ayrıca, 2B hareketli grafikler animasyonlu reklamların ve kısa filmlerin yapımında önemli bir rol oynar. Bu animasyonlar genellikle stilize edilmiş ve soyuttur, bu da onları eğlenceli veya yaratıcı bir şekilde mesaj iletmek için uygun hale getirir. 2B hareketli grafiklerin flat (düz) tasarımı ve resimli doğası, geniş bir kitleye hitap eden ilgi çekici, akılda kalıcı içerik üretmeye uygundur.

Video oyunları alanında, 2B hareketli grafikler hem estetik hem de işlevsel amaçlar için yaygın olarak kullanılır. Birçok çağdaş oyun 3B animasyon kullanırken, 2B hareketli grafikler kullanıcı arayüzlerinin (UI), menülerin ve oyun içi animasyonların tasarımında önemli bir rol oynamaya devam etmektedir. Hareketli grafikler oyun ekranları arasında yumuşak geçişler oluşturmaya yardımcı olur, oyuncu etkileşimleri hakkında geri bildirim sunar ve kullanıcıları oyun ortamında yönlendirir. Hareketli grafiklerin UI tasarımına dahil edilmesi genel kullanıcı deneyimini iyileştirir, etkileşimleri daha sezgisel ve görsel olarak ilgi çekici hale getirir. Örneğin, sağlık göstergeleri, skor tabloları ve seviye ilerlemeleri genellikle 2B hareketli grafikler kullanılarak canlandırılır ve oyunculara oyuna dalmayı iyileştiren görsel ipuçları sağlar. Hareketli grafiklerin bu şekilde bütünleştirilmesi yalnızca oyunun estetik çekiciliğine katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda oyunun işlevsel yönlerine de yardımcı olur ve oyuncuların gerçek zamanlı geri bildirim ve yönlendirme almasını sağlar. Bazı durumlarda, özellikle bağımsız oyun sahnesinde, tüm oyunlar 2B hareketli grafikler kullanılarak tasarlanır. Bu oyunlar genellikle hiper gerçekçilik yerine sanatsal tasarımı vurgulayan stilize, elle çizilmiş bir görünüm benimser ve daha geniş oyun

pazarında öne çıkan benzersiz bir görsel deneyim sunar. Cuphead, Limbo, Uruz gibi oyunlar, 2B hareketli grafiklerin görsel sanat ve tasarıma odaklanan zengin, sürükleyici oyun deneyimleri yaratmak için nasıl kullanılabileceğini gösterir.

Şekil 10. Uruz, 2B Pixel Sanatı Platform Oyunu



Kaynak: Berzah Games, t.y.

Yayın medyasında, özellikle haber yapımında, 2B hareketli grafikler bilgileri net, ilgi çekici ve görsel olarak tutarlı bir şekilde sunmak için kullanılır. Haber ağları, canlı yayınlar sırasında önemli veri noktalarını, istatistikleri veya başlıkları görüntülemek için sıklıkla hareketli grafiklere güvenir ve karmaşık bilgilerin izleyiciler tarafından kolayca anlaşılabilir bir şekilde sunulmasını sağlar. Hareketli grafikler ayrıca bölümler arasındaki geçişler ve yayının görsel çekiciliğini artıran animasyonlu infografikler gibi ekran üstü grafikler oluşturmak için de kullanılır.

Haber kanalları, seçim sonuçları, ekonomik göstergeler veya hava durumu raporları gibi verilerin görsel olarak çekici temsillerini oluşturmak için animasyonlu grafikler kullanır. Bu görselleştirmeler, bilgileri hızlı ve doğru bir şekilde iletmede hayati öneme sahiptir ve izleyicilerin dinamik grafikler, haritalar veya diyagramlar aracılığıyla karmaşık verileri kavramasını sağlar. Bu grafiklerde hareket kullanımı, özellikle canlı haber kapsamı gibi hızlı tempolu, yüksek riskli ortamlarda bilgileri daha erişilebilir ve ilgi çekici hale getirir.

Instagram, TikTok ve YouTube gibi sosyal medya platformları da eğlence sektöründe 2B hareketli grafiklerin dağıtımı ve tüketimi için önemli alanlar haline gelmiştir.

Hareketli grafikler sıklıkla görsel olarak ilgi çekici ve sindirimi kolay kısa, paylaşılabılır içerikler oluşturmak için kullanılır. Bu animasyonlar, kullanıcıların dikkat sürelerinin kısa olduğu platformlarda özellikle etkilidir ve izleyicinin ilgisini çekmek için dinamik ve dikkat çekici görseller olmazsa olmazdır.

Influencer (içerik oluşturucu)'lar ve markalar genellikle video içeriğini geliştirmek, kavramları açıklamak veya markalı animasyonlar oluşturmak için 2B hareketli grafikler kullanır. Bu grafikler sosyal medya gönderilerine ve video içeriklerine görsel ilgi katarak bunları daha paylaşılabılır hale getirir ve viral olma potansiyelini artırır. Hareketli grafiklerin sosyal medya içeriğine entegre edilmesi, içerik oluşturucuların mesajlarını kalabalık bir dijital ortamda daha etkili bir şekilde iletmelerine olanak tanır; burada rekabette öne çıkmak başarı için çok önemlidir.

2B hareketli grafikler, film televizyondan video oyunlarına ve sosyal medyaya kadar geniş bir uygulama yelpazesi sunarak eğlence ve medya endüstrilerinde çok yönlü ve temel bir araç olarak hizmet eder. Görsel hikâye anlatımını geliştirme, dinamik içerik oluşturma ve izleyicileri birden fazla platformda etkileme yetenekleri, onları modern medya prodüksiyonunun temel taşı haline getirmiştir. İster dizi açılış sahnelerinde ister animasyonlu müzik videolarında, video oyunu arayüzlerinde veya haber yayınlarında kullanılsın, 2B hareketli grafikler çağdaş eğlencenin görsel dilini şekillendirmeye devam ederek sanatsal ifade ve iletişim için güçlü bir ortam sağlar.

2.2.4. Kullanıcı Arayüzü (UI) ve Kullanıcı Deneyimi (UX) tasarımı

2B hareketli grafiklerin kullanıcı arayüzü (UI) ve kullanıcı deneyimi (UX) tasarımına entegrasyonu, sezgisel, ilgi çekici ve görsel olarak çekici dijital arayüzler oluşturma'nın temel bir yönü haline gelmiştir UI/UX tasarımı bağlamında, 2B hareketli grafikler yalnızca estetik amaçlara hizmet etmekle kalmaz, aynı zamanda kullanıcı etkileşimini geliştiren, gezinmeyi iyileştiren ve geri bildirim sağlayan işlevsel rollere de sahiptir. UI/UX tasarımında 2B hareketli grafiklerin temel işlevlerinden biri, etkileşimler sırasında kullanıcılara anında, sezgisel geri bildirim sağlamaktır. Bu geri bildirim, kullanıcıların güvenliğini korumak ve dijital ürünlerde gezinirken ister web sitelerinde ister mobil uygulamalarda veya yazılım arayüzlerinde olsun, sorunsuz bir deneyim sağlamak için önemlidir. Hareketli grafikler, tıklama, kaydırma veya gezinme gibi kullanıcı eylemlerinin sonucunu gösteren düğmeler, simgeler ve geçişler gibi öğeleri canlandırmak için kullanılır. Örneğin, bir kullanıcı bir düğmeye tıkladığında,

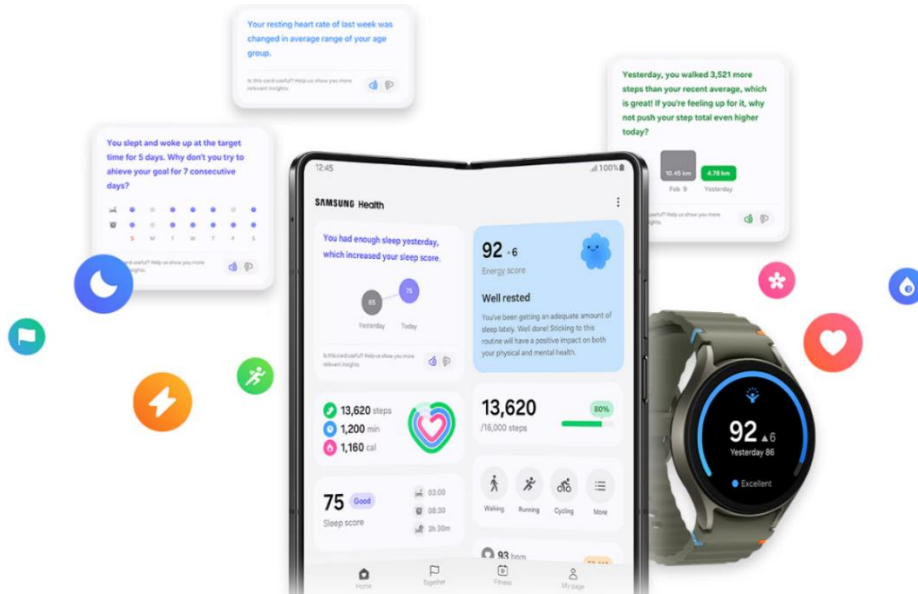
düğmenin tepki vermesi veya renginin değişmesi gibi kısa bir animasyon, eylemin başarıyla kaydedildiğini doğrulayabilir. Bu ince animasyonlar, sistem yanıtlarını gerçek zamanlı olarak görsel olarak ileterek arayüzün netliğini artırır ve bu da kullanılabilirliği artırmak için çok önemlidir. Hareketli grafikler olmadan, kullanıcı etkileşimleri statik ve tepkisiz hissedilebilir ve bu da potansiyel olarak kafa karışıklığına yol açabilir. Ayrıca, hareketli grafikler mikro etkileşimlerde kullanılan küçük animasyonlar olarak da karşımıza çıkabilir. Bir içerik yüklenirken çıkan yükleniyor simgesinin animasyonu veya bir web sayfasında seçeneklere tıklandığında genişleyen bir menü animasyonu UI/UX tasarımında hareketli grafiklerin kullanımına örnek gösterilebilir. Bu mikro etkileşimler, bir dinamizm ögesi ekleyerek dijital deneyimi daha ilgi çekici hale getirirken, aynı zamanda kullanıcıları yönlendirir ve sistem içindeki eylemlerini güçlendirir.

Hareketli grafikler ayrıca dijital arayüzlerde gezinme ve yol bulmayı geliştirmede önemli bir rol oynar. Bir arayüzün farklı bölümleri veya durumları arasındaki yumuşak geçişler gezinmeyi daha sezgisel ve daha az kafa karıştırıcı hale getirir. Örneğin, ekranlar arasındaki geçişler, yakınlaştırma efektleri veya animasyonlu kaydırma, kullanıcılar bir uygulama veya web sitesinde hareket ederken görsel süreklilik sağlayabilir. Bu animasyonlar, kullanıcıların arayüz içindeki bağlam duygusunu korumalarına yardımcı olarak dijital ortamın düzenini ve akışını anlamalarını kolaylaştırır. Karmaşık arayüzlerde, hareketli grafikler bilgileri önceliklendirmek ve kullanıcı dikkatini yönlendirmek için kullanılır. Örneğin, küçük animasyonlar kullanıcıları harekete geçirici mesajlar, gezinme menüleri veya bildirimler gibi önemli öğelere yönlendirebilir. Oklar, vurgular veya titreşen düğmeler gibi animasyonlu görsel ipuçları, kullanıcıları ek metinsel talimatlarla boğmadan yönlendiren yol bulma araçları olarak hizmet eder. Bu yönlendirilmiş geçişler ve vurgu teknikleri, arayüzlerde gezinmeyi kolaylaştırarak ve bilişsel yükü azaltarak UX'i geliştirir.

2B hareketli grafikler, işlevsel rollerinin yanı sıra, UI/UX tasarımının duygusal ve estetik yönlerine katkıda bulunarak hikâye anlatımını ve marka katılımını geliştirir. Etkili bir şekilde entegre edildiğinde, hareketli grafikler ürün veya markanın kişiliğini ve tonunu aktarmaya yardımcı olur ve kullanıcılar için daha tutarlı ve sürükleyici bir deneyim yaratır. Animasyon belirli duyguları uyandırabilir, etkileşim hızını belirleyebilir ve bir beklenti veya memnuniyet duygusu yaratabilir.

Markalar genellikle renk şemaları, tipografi ve animasyon desenleri gibi tutarlı görsel stiller aracılığıyla kimliklerini güçlendirmek için hareketli grafikleri kullanır. Bu öğeler, grafiklerin hareketi ve stili markanın sesini ve değerlerini yansıttığı için daha akılda kalıcı ve ilgi çekici bir kullanıcı deneyimine katkıda bulunur. Hareketli grafikler, diğer tasarım öğeleriyle birlikte kullanıldığında bir arayüzü salt işlevsel bir araçtan duygusal olarak ilgi çekici bir deneyime dönüştürebilir. Veri görselleştirme, 2B hareketli grafiklerin UI/UX tasarımını önemli ölçüde geliştirdiği bir diğer alandır. Karmaşık veri kümeleri ve istatistiklerin, özellikle kullanıcıların dikkat sürelerinin kısa olduğu dijital platformlarda, statik çizelgeler veya grafikler aracılığıyla yorumlanması zor olabilir. Hareketli grafikler, tasarımcıların zaman içindeki eğilimleri, karşılaştırmaları veya değişiklikleri göstermek için hareketli çizelgeler, grafikler ve infografikler kullanarak verileri dinamik olarak sunmalarını sağlar. Bu, kullanıcıların bunalmış hissetmeden büyük miktarda veriyi işlemesini ve anlamasını kolaylaştırır. Örneğin, fitness veya finans uygulamalarında, hareketli grafikler, günlük atılan adımlar veya aylık harcamalar gibi zaman içindeki ilerlemeyi gösteren grafikleri canlandırmak için kullanılabilir. Bu görselleştirmelerde yumuşak geçişlerin ve hareketli öğelerin kullanılması, kullanıcıların kalıpları izlemesine ve önemli içgörülerini belirlemesine yardımcı olur. Hareketli grafikler ayrıca gerçek zamanlı veri güncellemelerini göstermeyi mümkün kılarak arayüzün faydasını ve etkileşimini daha da artırır.

Şekil 11. Samsung Health Uygulaması arayüzü tasarımı



Kaynak: Samsung, t.y.

Modern UI/UX tasarımının temel ilkelerinden biri, tasarımda sadelik ve netliği vurgulayan minimalizmdir. Ancak, minimalist tasarımlar bazen kullanıcı etkileşimi için yeterli ipuçlarından yoksun aşırı seyrek arayüzlerle sonuçlanabilir. Hareketli grafikler, arayüzü karmaşıktırmadan görsel geri bildirim ve gezinme desteği sağlayarak bu zorluğa bir çözüm sunar. Tasarımcılar, minimal ve ince animasyonlar kullanarak, kullanıcılara ihtiyaç duydukları rehberliği sağlarken temiz ve akıcı bir estetiği koruyabilirler. 2B hareketli grafikler, UI/UX tasarımında erişilebilirliği iyileştirmede de önemli bir rol oynar. Hareketli öğeler, engelli kullanıcılar için daha kapsayıcı arayüzler oluşturmak, geleneksel statik arayüzlerle zorluk çekebilecek kişiler için görsel ipuçları ve yardımcı geri bildirimler sağlamak için kullanılabilir. Örneğin, bir öğe seçildiğinde veya bir form başarıyla gönderildiğinde arayüzdeki değişiklikleri bildirmek için hareketli grafikler kullanılabilir; böylece görsel veya bilişsel bozukluğu olan kullanıcıların neler olduğunu anlaması kolaylaştırılır. Ayrıca animasyonlar, çoklu duysal bir deneyim sağlamak için sesli veya dokunsal geri bildirimle eşleştirilebilir ve farklı ihtiyaçlara sahip kullanıcıların arayüzle etkili bir şekilde etkileşime girebilmesi sağlanır. 2B hareketli grafiklerin daha kapsayıcı dijital ürünler oluşturmaya, daha geniş bir kullanıcı yelpazesine hitap etmeye ve daha adil bir kullanıcı deneyimi sağlamaya nasıl katkıda bulunabileceğini erişilebilir olmasıyla vurgulamaktadır. UI/UX tasarımında 2B hareketli grafiklerin uygulanması çok yönlüdür ve genel kullanıcı deneyimini geliştiren hem estetik hem de işlevsel faydalar sağlar. Hareketli grafikler, kullanıcı geri bildirimlerini iyileştirmek, gezinmeyi desteklemek, karmaşık bilgileri iletmek ve bilişsel yükü azaltmak için kritik bir araç görevi görürken, aynı zamanda görsel olarak ilgi çekici bir arayüz sağlar. 2B hareketli grafiklerin kullanıcı etkileşimini yönlendirme, duygusal bağlantılar oluşturma ve minimalist tasarım ilkelerini desteklemedeki rolleri, modern dijital ürün geliştirmedeki önemlerini vurgular. Dijital arayüzler gelişmeye devam ettikçe, 2B hareketli grafiklerin stratejik kullanımı, sezgisel, erişilebilir ve keyifli kullanıcı deneyimleri oluşturmada önemli bir öğe olarak görülmektedir.

2.3. 2B Hareketli Tasarım Bileşenleri

2B hareketli grafiklerin etkinliği ve etkisi, her biri animasyonun genel yapısına, estetiğine ve işlevselliğine katkıda bulunan birkaç temel bileşenin etkileşiminden türetilir. Tipografi, şekiller ve formlar, renk, doku, hareket ve zamanlama dahil olmak

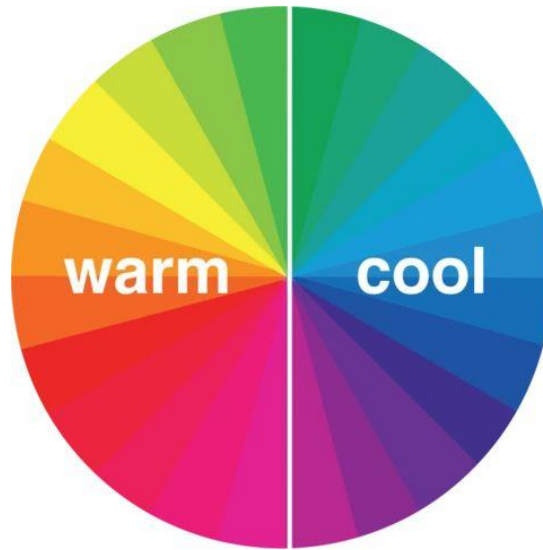
üzere 2B hareketli grafiklerin birçok temel bileşeni bulunmaktadır. Bu bileşenler ilgi çekici görsel deneyimler oluşturmak için birlikte çalışır. Bu bileşenlerin nasıl birlikte çalıştığını anlamak, tasarımcıların reklamcılık, eğlence, eğitim ve kullanıcı arayüzü tasarımı gibi çeşitli alanlarda uygulanabilen etkili 2B hareketli grafikler oluşturmasını sağlar. Bu öğeler arasındaki etkileşim, yalnızca görsel olarak çekici olmakla kalmayıp aynı zamanda statik görsellerin genellikle yapamadığı bir şekilde karmaşık fikirleri iletebilen animasyonlarla ortaya çıkar.

2.3.1. Renk

Renk, 2B hareketli grafiklerin temel bir bileşenidir ve animasyonun ruh halini, tonunu ve duygusal etkisini önemli ölçüde etkiler. Hareketli grafiklerde renk, görsel hiyerarşi oluşturmak, temel öğeleri vurgulamak ve izleyicide duygusal tepkiler uyandırmak için kullanılır. Renk şemalarının stratejik kullanımı (ister monokromatik ister analog ister tamamlayıcı veya üçlü olsun) görsel kompozisyon içinde uyum veya kontrast yaratmaya yardımcı olur, izleyicinin odağını yönlendirir ve genel estetiği geliştirir.

Renk teorisi, hareketli grafiğin etkinliğini belirlemede önemli bir rol oynar. Sıcak renkler (kırmızı, turuncu ve sarı gibi) enerji, sıcaklık veya heyecan duygularını uyandırma eğilimindeyken, soğuk renkler (mavi, yeşil ve mor gibi) genellikle sakinlik, güven veya dinginlikle ilişkilendirilir. Renklerin doygunluğu ve parlaklığı da hareketli grafiklerin algılanmasına katkıda bulunur; daha doygun renkler dikkat çeker ve yumuşak tonlar incelik sağlar.

Şekil 12. Sıcak ve soğuk renkler



Kaynak: Scrappy Applique, t.y.

Statik renk seçimlerine ek olarak, 2B hareketli grafiklerin dinamik yapısı, zaman içinde rengin canlandırılmasına olanak tanır. Örneğin, kademeli renk değişimleri ruh halindeki değişiklikleri gösterebilir veya sahneler arasındaki geçişi ifade edebilir. Rengi canlandırma yeteneği ek bir ifade katmanı ekleyerek hareketli grafikleri görsel hikâye anlatımı için güçlü bir ortam haline getirir. Renk, 2B hareketli grafiklerde net bir görsel hiyerarşi oluşturmada, bilgileri düzenlemede ve izleyicinin dikkatini yönlendirmede önemlidir. Tasarımcılar, stratejik renk kontrastları aracılığıyla metin veya temel görsel bileşenler gibi önemli öğeleri vurgulayabilir ve izleyicilerin en alakalı bilgilere hızlı ve kolay bir şekilde odaklanmasını sağlayabilir. Örneğin, parlak renkli bir harekete geçirici mesaj düğmesi, izleyiciyi harekete geçmeye teşvik ederek soluk bir arka planda öne çıkar.

Zıt renklerin kullanımı ayrıca animasyonun farklı katmanlarını veya bölümlerini ayırmaya yardımcı olarak derinlik yaratmaya ve izleyiciyi anlatı boyunca yönlendirmeye yardımcı olur. Renk düşünceli bir şekilde uygulandığında, animasyonun görsel yapısını güçlendirir, daha sezgisel ve gezinmesi daha kolay hale getirir. Ek olarak, renk doygunluğu ve parlaklık genellikle hiyerarşiyi vurgulamak için manipüle edilir; yüksek doygunluktaki renkler daha fazla dikkat çekerken, doygunluğu azaltılmış veya daha koyu tonlar arka plana çekilir. Birçok kültürde yeşil, doğa, büyüme veya sürdürülebilirlikle ilişkilendirilirken, kırmızı tehlike, aciliyet veya tutkuyla ilişkilendirilebilir. Grafik tasarımcıları, metne veya anlatıma güvenmeden soyut kavramları hızlı ve etkili bir şekilde iletmek için bu çağrışımlardan yararlanır. Animasyonlu infografiklerde veya eğitim içeriklerinde, farklı kategorileri, veri noktalarını veya temaları temsil etmek için sıklıkla renk kodlaması kullanılır. Örneğin, farklı renk tonları bir zaman çizelgesindeki farklı ilerleme seviyelerini belirtmek için kullanılabilir ve bu da izleyicilerin zaman içindeki değişiklikleri izlemesini kolaylaştırır. Ya da ilerleme göstergesinde renkler kırmızıdan yeşile doğru bir dizilimle izleyicinin süreci takip etmesini kolaylaştırır. Bu şekilde, renk görsel bir kısaltma görevi görür, karmaşık bilgilerin iletişimini basitleştirir ve izleyicinin anlayışını geliştirir.

Şekil 13. Gösterge tasarımıında renk kullanımı



Kaynak: Creative market, t.y.

Hareketli grafiklerin benzersiz avantajlarından biri, görsel deneyime ek bir dinamizm katmanı eklemek için rengi canlandırabilme yeteneğidir. 2B hareketli grafiklerde, renk geçişleri, ruh halindeki değişimleri veya zamanın geçişini belirtmek için zamanla değişebilir. Örneğin, bir arka plan gece ile gündüz arasında bir geçişi ima etmek için soğuk mavi tonlardan sıcak turuncu tonlara doğru kademeli olarak geçiş yapabilir. Bu hareketli renk kullanımı, hareketli grafiğin anlatımını ve duygusal derinliğini artırarak izleyici için daha sürükleyici bir deneyim yaratmaya yardımcı olur. Dahası, animasyon içindeki belirli eylemleri veya öğeleri vurgulamak için hareketli renk değişiklikleri kullanılabilir. Örneğin, bir nesne kritik bir anda dikkati üzerine çekmek için parlak renklerle titreşebilir veya parlayabilir ve kompozisyon içindeki önemini pekiştirebilir. Rengin bu dinamik kullanımı, animasyonu daha ilgi çekici ve duyarlı hale getirerek izleyiciyle daha güçlü bir bağ oluşturur.

Renk, işlevsel ve estetik rollerinin yanı sıra 2B hareketli grafiklerde markalaşmanın önemli bir bileşenidir. Marka renklerinin tutarlı kullanımı, animasyonun bir şirketin veya kuruluşun daha geniş görsel kimliğiyle uyumlu olmasını sağlar. Renk şemalarında tutarlılığı koruyarak, hareketli grafikler marka tanınırlığını güçlendirebilir ve izleyici tarafından hemen tanımlanabilen tutarlı bir görsel dil oluşturabilir.

Renk paletleri genellikle markanın değerlerini, tonunu ve hedef demografisini yansıtacak şekilde dikkatlice seçilir. Örneğin, bir teknoloji şirketi yenilikçiliği ve modernliği iletmek için parlak renk patlamalarıyla şık, nötr tonlar kullanabilirken, bir

çocuk markası daha genç bir kitleye hitap etmek için canlı, eğlenceli renkler tercih edebilir. Bu şekilde, renk yalnızca görsel bir araç olarak değil, aynı zamanda 2B hareketli grafiklerde stratejik bir markalaşma ögesi olarak da hizmet eder.

Renk, salt estetiğin ötesine geçen 2B hareketli grafiklerin çok yönlü bir bileşenidir. Duyguları uyandırmada, görsel hiyerarşi oluşturmada, anlam iletmede ve markalamayı güçlendirmede önemli bir rol oynar. Tasarımcılar, rengin psikolojik etkilerini anlayarak ve manipüle ederek, yalnızca görsel olarak ilgi çekici değil aynı zamanda duygusal olarak yankı uyandıran ve iletişimsel olarak etkili hareketli grafikler yaratabilirler. Hareketli grafiklerde rengin dinamik kullanımı, bu ortama özgü bir ifade katmanı ekleyerek izleyicinin animasyonlu içeriğe olan katılımını ve anlayışını artırır.

2.3.2. Şekil ve Form

Şekiller ve formlar, görsel tasarımın temel yapı taşları olarak hizmet veren 2B hareketli grafiklerin temel bileşenleridir. Bu öğeler hareketli grafiklere yapı ve anlam sağlar ve animasyonun hem estetik hem de işlevsel yönlerine katkıda bulunur. 2B hareketli grafikler bağlamında, şekiller geometrik veya organik olabilen düz, iki boyutlu öğelere atıfta bulunurken, formlar daha karmaşık ve stilize görsel öğeleri temsil etmek için temel şekillerin ötesine uzanır. Şekillerin ve formların etkili kullanımı, mesajları açık ve yaratıcı bir şekilde ileten ilgi çekici, tutarlı ve görsel olarak ilgi çekici animasyonlar oluşturmak için esastır.

2B hareketli grafiklerdeki şekiller genellikle iki ana türe ayrılır: geometrik ve organik. Geometrik şekiller arasında daireler, kareler, üçgenler ve matematiksel olarak kesin ve tanımlanmış diğer düzenli çokgenler bulunur. Bu şekiller genellikle netliğin, düzenin ve sadeliğin en önemli olduğu hareketli grafiklerde kullanılır. Geometrik şekillerin temiz, tekdüze doğası, teknik açıklamalar, kullanıcı arayüzü animasyonları veya minimalist tasarımlar gibi hassasiyet gerektiren animasyonlar için onları ideal hale getirir.

Öte yandan organik şekiller serbest biçimli ve düzensizdir, genellikle doğada bulunan şekilleri taklit eder. Bu şekiller daha akıcıdır, daha az öngörülebilirdir ve sıklıkla hareketli grafiklerde yaratıcılık, kendiliğindenlik veya ifade duygusu uyandırmak için kullanılır. Organik şekiller, akıcılık ve çeşitliliğin ilgi çekici bir görsel hikâye yaratmanın anahtarı olduğu sanatsal, anlatı odaklı animasyonlara çok uygundur.

Organik şekiller daha dinamik ve doğal hissettirebildiğinden, genellikle eğlence, hikâye anlatımı veya soyut kavramlarla ilgili animasyonlarda kullanılırlar.

2B hareketli grafiklerde şekiller ve formlar görsel hiyerarşi ve kompozisyon oluşturmada önemli bir rol oynar. Görsel hiyerarşi, izleyicinin dikkatini animasyon boyunca yönlendiren ve iletilen mesajın net bir şekilde anlaşılmasını sağlayan öğelerin düzenlenmesi anlamına gelir. Daha büyük, daha belirgin şekiller genellikle bir sahnedeki başlıklar, logolar veya odak noktaları gibi temel öğelere dikkat çekmek için kullanılır. Tersine, daha küçük veya daha incelikli şekiller, birincil içeriği ondan uzaklaştırmadan destekleyen arka plan öğeleri olarak hizmet edebilir. Kompozisyondaki şekillerin stratejik yerleşimi, hareketli grafiğin genel dengesine ve uyumuna da katkıda bulunur. Tasarımcılar, şekillerin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini dikkatlice değerlendirmeli ve görsel akışın mantıklı ve tutarlı olduğundan emin olmalıdır. Simetri, hizalama ve orantı, şekilleri tutarlı bir yapıya düzenlemeye yardımcı olan temel tasarım ilkeleridir. Örneğin, şekillerin simetrik düzenlemeleri bir düzen ve istikrar duygusu yaratabilirken, asimetrik kompozisyonlar görsel ilgi yaratmak veya hareket önermek için kullanılabilir.

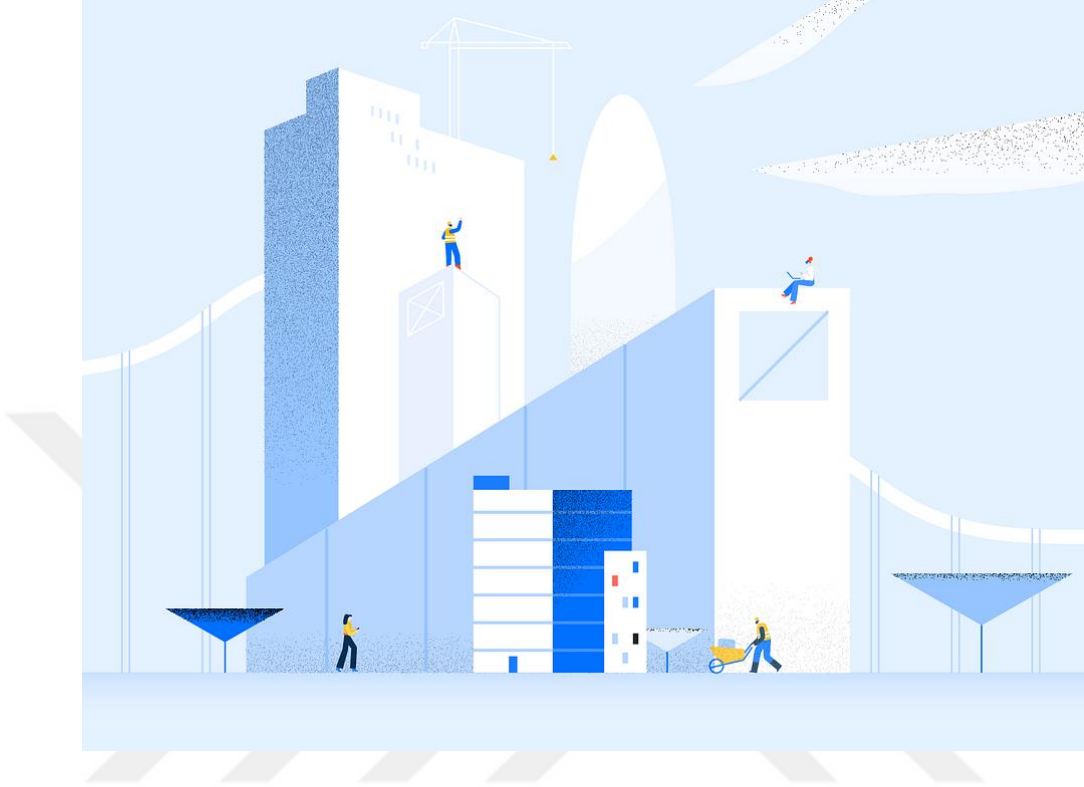
2B hareketli grafiklerin tanımlayıcı özelliklerinden biri, şekilleri canlandırabilme, onları zaman içinde dönüştürerek hareket ve ilerleme yaratma yeteneğidir. Şekil dönüşümü, görsel deneyime dinamizm katan ve aksi takdirde statik olan öğelerin hareket yoluyla canlanmasını sağlayan temel bir tekniktir. Daireler, kareler veya üçgenler gibi basit şekiller ölçeklenebilir, döndürülebilir veya yeni formlara dönüştürülebilir, animasyona bir akışkanlık ve yaratıcılık katmanı ekler.

Temel şekiller 2B hareketli grafiklerin ayrılmaz bir parçası olsa da, formlar karmaşık ve stilize görsel öğeler oluşturmak için şekillerin daha gelişmiş bir uygulamasını temsil eder. Formlar, ayrıntılı çizimlerden, karakter tasarımlarından, simgelerden veya gerçek dünya nesnelerinin soyut temsillerinden her şeyi içerebilir. Bu daha karmaşık formlar genellikle anlatı içeriğini iletmek veya soyut fikirleri görsel olarak ifade etmek için canlandırılır.

Örneğin, bir iş sürecini açıklamak için tasarlanmış bir hareketli grafikte, bir binanın stilize edilmiş bir formu bir şirketi temsil ederken, basitleştirilmiş insan figürleri çalışanları temsil edebilir. Bu formların animasyonu, amaçlanan mesajı daha etkili bir şekilde iletmeye yardımcı olan bir anlatı katmanı ekler. Formlar ayrıca, stilize

logoların ve simgelerin animasyon boyunca tutarlı bir marka kimliğini korumada merkezi bir rol oynadığı markalaşmada da yoğun bir şekilde kullanılır.

Şekil 14. Binaları ve çalışanları temsil eden formlar



Kaynak: Anya Derevyanko, 202

2B hareketli grafiklerdeki şekiller genellikle görsel iletişime derinlik katan sembolik anlamlarla doludur. Farklı şekiller genellikle belirli kavramlar veya duygularla ilişkilendirilir ve hareketli grafik tasarımcıları bu ilişkileri animasyonun mesajını güçlendirmek için kullanırlar. Örneğin, daireler sıklıkla birlik, bütünlük veya sonsuzlukla ilişkilendirilir ve bu da onları süreklilik veya tamamlanmışlık fikirlerini temsil etmek için ideal hale getirir. Öte yandan kareler ve dikdörtgenler, genellikle kurumsal veya kurumsal bağlamlarda kullanılan istikrarı, güvenilirliği ve yapıyı sembolize eder.

Daha soyut hareketli grafiklerde, şekillerin sembolik anlamı duyguları veya soyut fikirleri uyandırmak için kullanılabilir. Örneğin organik şekiller akışkanlığı, büyümeyi veya öngörülemezliği ima edebilir ve bu da onları sanatsal veya duygusal anlatılar için uygun hale getirir. Şekillerin dikkatli bir şekilde seçilmesi ve hareket yoluyla manipüle edilmesi, tasarımcıların hem görsel hem de kavramsal düzeyde yankı uyandıran animasyonlar oluşturmasına olanak tanır ve mesajın genel etkinliğini artırır.

Şekiller ve formlar, animasyonun hem görsel hem de iletişimsel yönlerinin temelini oluşturan 2B hareketli grafiklerin kritik bileşenleridir. Geometrik ve organik şekiller kompozisyon, hiyerarşi ve hareket için yapı taşlarını sağlarken, daha karmaşık formlar ayrıntılı anlatılar ve soyut fikirler iletmek için kullanılır. Şekillerin animasyon yoluyla manipüle edilmesi görsel deneyime dinamizm ve etkileşim katar, statik öğeleri akıcı, gelişen görsellere dönüştürür. Şekillerin ve formların 2B hareketli grafiklerdeki rolünü anlayarak, tasarımcılar hem görsel olarak ilgi çekici hem de kavramsal olarak anlamlı animasyonlar yaratması sağlanabilir. Böylelikle tasarımcılar mesajları çok çeşitli bağlamlarda ve uygulamalarda etkili bir şekilde iletebilirler.

2.3.3. Tipografi

Tipografi, 2B hareketli grafiklerin önemli bir bileşenidir ve animasyonlu içerikte bilgi, markalaşma ve estetik çekiciliğin iletişimde merkezi bir rol oynar. Namık Kemal Sarıkavak *Çağdaş Tipografinin Temelleri* kitabında tipografiyi “İletişim sürecinde abecelerin ve diğer göstergelerin kendi ilke ve kuralları çerçevesinde kullanımının akılcılaştırılması ve aynı zamanda görsel ve estetik açıdan düzenlenmesi etkinliğidir.” şeklinde tanımlamıştır (Sarıkavak, 2004).

Hareketli grafikler bağlamında tipografi, yazı tipleri, fontlar ve bunların hareket, zamanlama ve görsel kompozisyonla etkileşim şekli gibi metin öğelerinin seçimi ve düzenlenmesi anlamına gelir. Hareketli grafiklerdeki tipografi yalnızca metinsel bilgileri iletmekle kalmaz, aynı zamanda genel görsel anlatıyı da geliştirerek animasyonun tonuna, stiline ve mesajına katkıda bulunur. Son yıllarda sinema ve televizyon yayıncılığı endüstrisi, jeneriklerinde veya sunumlarında hedef izleyicilerini yapımlarını izlerken yaşayacakları izleme deneyimine duygusal yönden hazırlamak için hareketli tipografiye büyük ölçüde önem vermektedir (Türkmenoğlu ve Akengin, 2016). Tipografinin 2B hareketli grafiklerdeki birincil işlevi, metin tabanlı bilgileri açık ve etkili bir şekilde iletmektir. Görsel öğelerin ve hareketin sürekli etkileşim halinde olduğu animasyonlu içeriklerde, tipografinin okunaklı kalmasını sağlamak kritik bir husustur. Tasarımcılar, özellikle metin öğeleri hareket halindeyken veya karmaşık arka planlar üzerine katmanlandığında stil ve okunabilirlik arasında denge kurmalıdır. Okunabilirliği sağlamak için, tasarımcılar hem okunaklı hem de animasyonun genel estetiğine uygun yazı tiplerini ve yazı tiplerini dikkatlice seçerler. Örneğin, sans-serif (tırnaksız) yazı tipleri, küçük boyutlarda veya hızlı hareket

sırasında bile okunabilirliği artıran temiz, yalın görünümleri nedeniyle dijital medyada ve hareketli grafiklerde sıklıkla tercih edilir. Ayrıca, tasarımcılar yazı tipi boyutu, satır aralığı ve metnin ekranda kalma süresi gibi faktörleri göz önünde bulundurarak izleyicilerin bilgileri okumak ve özümsemek için yeterli zamana sahip olmasını sağlar.

Animasyon teknikleri de okunabilirliğe katkıda bulunur. Örneğin, metin hareketinde ease in-ease out (yavaş giriş-yavaş çıkış) gibi teknikler, metnin izleyiciyi bunaltmayacak veya dikkatini dağıtmayacak şekilde görünmesini ve kaybolmasını sağlayarak yumuşak geçişler sağlar. Tasarımcılar genellikle metni netlik ve akışı destekleyecek şekilde tanıtmak için fading (soldurma), sliding (kaydırma) veya scaling (ölçeklendirme) gibi efektler kullanır. Metin animasyonunun uygun hızını korumak çok önemlidir; çok hızlı olursa metin okunamaz hale gelir; çok yavaş olursa genel hareketli grafiğin temposunu bozar. Okunabilirlikteki işlevsel rolünün ötesinde, 2B hareketli grafiklerdeki tipografi güçlü bir duygusal ve görsel araç olarak hizmet eder. Tıpkı basılı medyadaki tipografinin stil ve düzen aracılığıyla tonu ve ruh halini iletmesi gibi, hareketli grafiklerdeki tipografi de bir parçanın duygusal yankısını artırmak için canlandırılabilir. Yazı tipi seçimi, boyutu, ağırlığı ve hatta hareketi, izleyicinin iletilen mesajı nasıl algıladığını etkileyebilir.

Örneğin, büyük, kalın yazı tipleri aciliyet veya önem ifade edebilirken, ince, zarif yazı tipleri sofistikellik veya incelik önerebilir. Abartılı seriflere veya süslü ayrıntılara sahip yazı tipleri, genellikle hareketli grafiklerde bir gelenek veya resmiyet duygusu yaratmak için kullanılırken, daha eğlenceli, resmi olmayan yazı tipleri daha genç izleyicilere veya neşeli temalara yönelik içeriklerde kullanılabilir.

Tipografinin canlandırması da duygusal etkisine katkıda bulunur. Örneğin, metin bir film müziğinin ritmine uyacak şekilde dinamik olarak hareket edebilir ve bu da enerji ve heyecan duygusu yaratır. Buna karşılık, yavaş, kasıtlı metin hareketi sakinlik veya ciddiyet duygusu uyandırabilir. Tipografiyi grafiğin genel hareketiyle ve eşlik eden sesle senkronize ederek, tasarımcılar izleyici için daha sürükleyici ve duygusal olarak ilgi çekici bir deneyim yaratabilirler.

Şekil 15. Kinetik Tipografi Müzik Klibi, Rude-Magic



Kaynak:YouTube, 2014

2.4. Animasyon Prensipleri

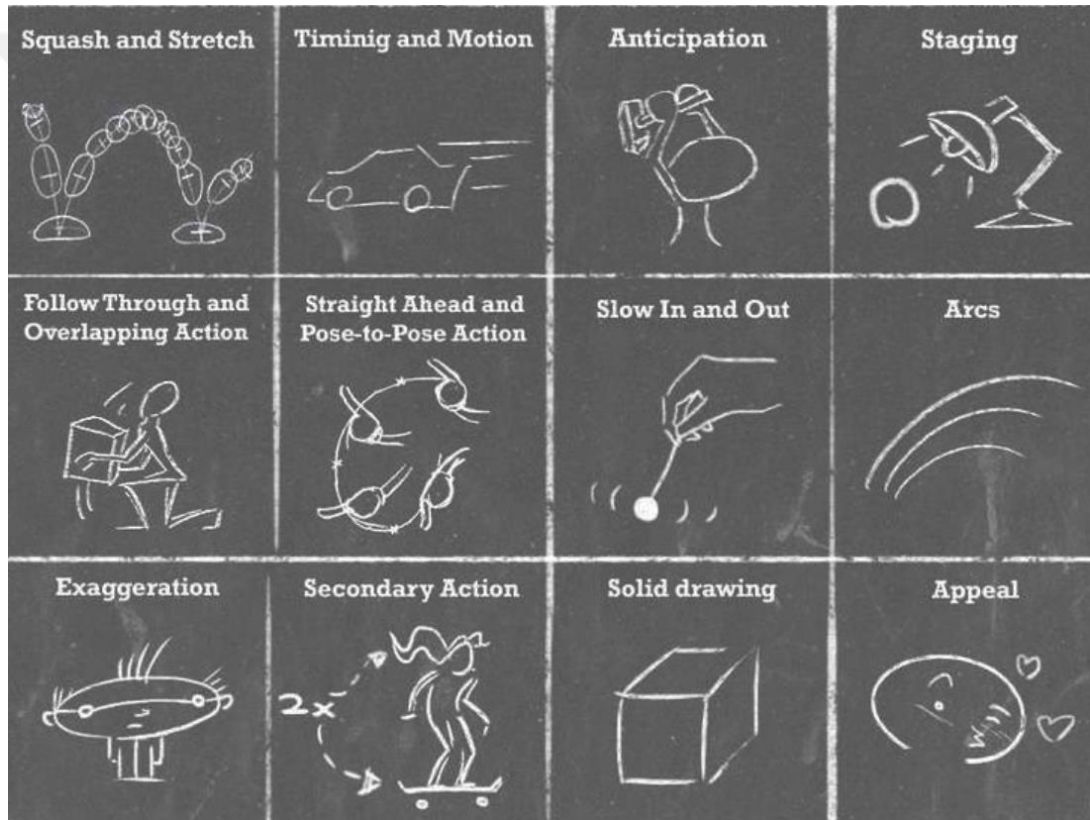
Animasyon, karakterlere ve hikayelere hareket ve ifade yoluyla hayat veren güçlü bir araçtır. Animasyonun ilkeleri, animatörlerin inandırıcı ve ilgi çekici animasyonlar oluşturmaya yardımcı olan temel kurallardır. Bu ilkeler ilk olarak Disney animatörleri Ollie Johnston ve Frank Thomas tarafından "The Illusion of Life" (Hayat Yanılsaması) adlı kitaplarında tanıtılmıştır (Ribeiro & Paiva, 2019).

Genel bir ifadeyle animasyon (canlandırma), “bir dizi sabit görüntünün birleştirilmesiyle oluşturulan hareketin illüzyonu” olarak tanımlanır (Taylor,1999).

Çizgi filmlerin en bilinen tekniği “Cell animation” tekniğidir. İkinci bir çizgi film tekniği, asetat kullanmadan doğrudan kâğıtlara çizilip boyanarak hazırlanan “Paper Animation” tekniğidir. Bunlardan başka; Simplified Cell System, üç boyutlu bir teknik olan Kukla filmler, Clay Animation, Object Animation (Nesnelerle yapılan animasyon), Kolaj (Collage) ve Kinestasis ile bizdeki Karagöz oyununu andıran Kesme Animasyon (Cut Out) ve Silüet Animasyon, Kum Tekniği, Time-Lapse Animation, Cameraless Animation, Computer Animation, Pixilation, Rotoscoping ve Pin Screen teknikleri bulunmaktadır (Akkaya, 2011).

Teknoloji, animasyonun ilk günlerinden bu yana önemli ölçüde gelişmiş olsa da ilgi çekici animasyonların oluşturulmasını belirleyen temel ilkeler değişmeden kalmıştır. Bu ilkeler animatörler için bir temel görevi görerek çalışmalarının izleyicilerde yankı bulmasını ve amaçlanan duygu ve eylemleri etkili bir şekilde aktarmasını sağlar. Animasyonun ilkeleri, animatörlerin ilgi çekici ve inandırıcı animasyonlar yaratmak için kullandıkları temel araçlardır. Animatörler bu ilkeleri anlayıp uygulayarak karakterlerine ve hikayelerine hayat verebilir, izleyicilerin ilgisini çekebilir, duygu ve eylemleri etkili bir şekilde aktarabilir. Teknoloji gelişmeye devam ettikçe, bu eskimeyen ilkeler başarılı animasyonun temel taşı olmaya devam etmektedir.

Şekil 16. 12 Animasyon Prensipleri



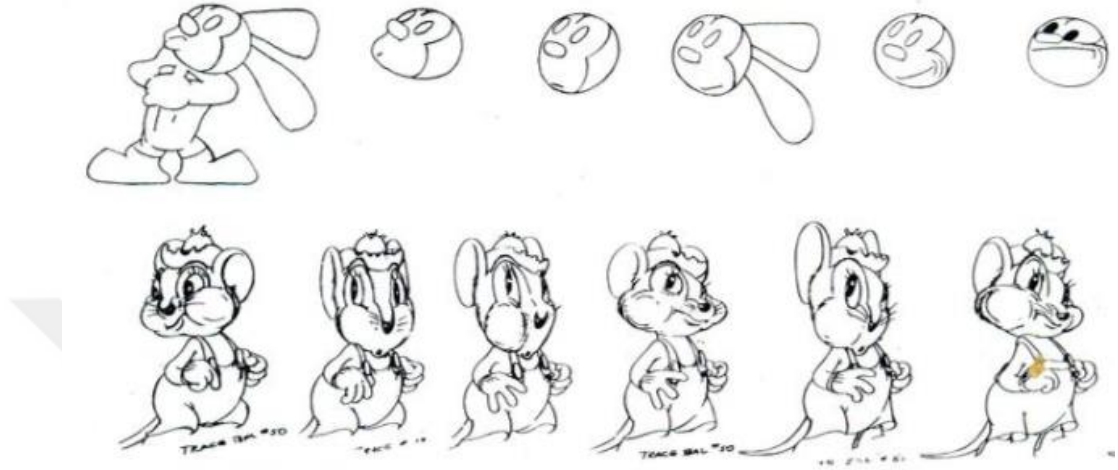
Kaynak: Deedestudio, t.y.

2.4.1. Sıkıştırma ve Uzatma (Squash and Stretch)

Sıkıştırma ve uzatma prensibi nesnelerin hareketlerini ve ağırlıklarını vurgulamak için uğradıkları deformasyonu ifade eder. Nesnelerin sertliklerini hacimlerini ve esnekliklerini aktarmaya yardımcı olur. Bir top sıçradığında, çarpma anında ezilir ve yükselirken esner. Bu abartı, hareketi daha dinamik ve inandırıcı kılmaktadır. Squash ve stretch, bir objenin hacmi değişmeden şeklinin değiştirilmesini içerir. Bir obje

hareket ettiğinde veya başka bir yüzeyle temas ettiğinde, sıkışır, genişler ve yassılaşır. Tersine, esnetildiğinde, uzar ve incelir. Bu deformasyon, esneklik ve dirençlilik hissi uyandırır, harekete dinamik bir nitelik katar.

Şekil 17. Sıkıştırma ve Uzatma Prensibi Örneğinin Karakter Üzerinde Uygulaması



Kaynak: *The Illusion of Life*, 1981, s. 47

Ne kadar kemikli olursa olsun, yaşayan etten oluşan herhangi bir şey, bir hareket sırasında şekli içinde önemli ölçüde hareket gösterecektir. Bunun iyi bir örneği, şişkin kashı bükülmüş kolun, yalnızca uzun tendonların belirgin olduğu düz bir hale gelmesidir. Çömelmiş figür, kendine doğru büzülmüş bir haldeyken, aşırı esneme veya sıçrama durumundaki figür bunun tam tersidir. Yüz, çiğneme, gülümseme, konuşma veya sadece bir ifade değişikliği gösterme durumunda, yanaklar, dudaklar, gözler gibi şekillerde değişikliklerle doludur (Thomas & Johnston, 1981). Bir gülümseme artık bir yüze yayılan basit bir çizgi olmaktan çıkmış, dudakları ve bunların yanaklarla ilişkisini tanımlar hale gelmiştir. Bacaklar artık bükülmüş borular veya lastik hortumlar olmaktan çıkmış, büküldükçe şişen esnek biçimlere dönüşmüşlerdir. Animatörler, çizimlerinde daha fazla squash ve stretch yaparak birbirlerini geçmeye çalışmışlar ve bu prensipleri çizim sanatının sınırlarına kadar zorlamışlardır. Sıkıca kapanan, açılınca fırlayan gözler, nefes alırken çöken üflerken balon olan yanaklar, bir şey çiğnerken burna kadar yükselip yerlere kadar inen çeneler yapmışlardır. Otuzlu yılların ortalarına kadar herkes düşünülebilir eylemler için çizim yaparken, squash ve stretch prensibinden sonra her hareketi hem eylemde hem de çizimde daha güçlü hale nasıl getirebileceklerini denemişlerdir. Gerçekçilik önemli olmakla birlikte, animatörler genellikle squash ve stretch'i görsel etkiyi ve hareketin netliğini artırmak

için abartmışlardır. Bu abartı, hareketlerin ağırlığını ve gücünü vurgulamaya yardımcı olur, animasyonu daha ifade edici ve ilgi çekici hale getirir.

Cansız objeler için squash ve stretch, elastikiyet gibi fiziksel özellikleri simüle edebilir. Örneğin, bir kauçuk top önemli ölçüde squash ve stretch gösterirken, bir bowling topu çok az gösterir. Bu prensip, farklı objelerin malzeme özelliklerini ayırt etmeye yardımcı olur. Ana zorluklardan biri, gerçekçilik ve abartı arasında doğru dengeyi bulmaktır. Squash ve stretch'i aşırıya kaçırarak, animasyonların aşırı çizgi film gibi görünmesine neden olabilirken, yetersiz kullanımı sert görünmelerine yol açabilir. Animatörler, deformasyon derecesini animasyonun bağlamına ve tarzına göre dikkatlice ayarlamalıdır.

2.4.2. Beklenti (Anticipation)

Bir eylem üç bölümden oluşur: Eyleme hazırlık, eylemin kendisi ve eylemin sona ermesi. Anticipation (beklenti), eyleme hazırlıktır. Beklentinin birkaç yönü vardır. Bir anlamda bir eylemin anatomik hazırlığıdır. Vücuttaki kaslar kasılma yoluyla görev yaptığından, her birinin kasılabilmesi için öncelikle uzatılması gerekir. Bir ayağın topa vurmak için ileri doğru sallanabilmesi için önce geri çekilmesi gerekir (Lasseter, 1987). Beklenti olmadan birçok eylem ani ve serttir. Beklenti prensibi hareketti doğallaştırmak için kullanılır. Beklenti aynı zamanda izleyicinin dikkatini çeken, onları bir sonraki harekete hazırlayan ve onları o hareket gerçekleşmeden önce beklemeye yönlendiren bir araçtır. Genellikle bir sonraki eylemin ne olacağını göstermek için kullanılır. Karakter bir nesneyi yakalamak için uzanmadan önce kollarını kaldırır ve o nesneyle bir şeyler yapacağı gerçeğini önceden ifade etmiş olur. İleriye yönelik hamleler bir şeyi neden yaptığını göstermeyebilir ama bundan sonra ne yapacağına dair soru işaretlerini ortadan kaldırır. Beklenti, izleyiciyi daha büyük, daha anlamlı bir eyleme hazırlayan küçük bir hareketi içerir. Bu hazırlık hareketi, enerji biriktirmeye ve izleyicinin dikkatini yaklaşan eyleme odaklamaya hizmet eder. Örneğin, bir karakter atlamadan önce dizlerini bükebilir ve ağırlığını aşağıya doğru kaydırabilir. Bu aşağı doğru hareket, yukarı doğru sıçramayı başlatan beklentidir.

Örnek görselde de anlatıldığı gibi karakter eyleme geçmeden önce hazırlık yapar. İleri atılma eyleminden önce geriye çekilerek bir sonraki hareketinin ne olacağına dair ipucu verir ve hazırlık yapılmasını sağlar.

Şekil 18. Beklenti prensibinin görselleştirilmesi



Kaynak: Principles of traditional animation applied to 3D computer animation, 1987, s. 4

Beklenti, çok ağır bir nesneyi kaldıran bir karakter için olduğu gibi, ağırlığı da vurgulayabilir. Nesneyi kaldırmadan önce eğilmek gibi abartılı bir beklenti, karakterin momentumunun ağır yükü kaldırmasına yardımcı olur. Aynı şekilde oturma pozisyonundan ayağa kalkan şişman bir karakter için elleri sandalyenin kol dayama yerlerinde olacak şekilde vücudunun üst kısmını öne doğru eğecek, ardından kollarıyla yukarı doğru itecek ve vücudunun momentumunu kullanacaktır (White, 1986). Temel zorluklardan biri gerçekçilik ile abartı arasında doğru dengeyi bulmaktır. Aşırı beklenti, eylemlerin aşırı derecede dramatik görünmesine neden olabilirken, yetersiz beklenti, eylemlerin ani ve sarsıcı hissetmesine neden olabilir. Animatörler, animasyonun bağlamına ve tarzına uyacak şekilde beklenti derecesini dikkatli bir şekilde ayarlamalıdır. Beklenti, animasyon alanında hayati bir prensiptir ve eylemleri daha anlaşılır ve etkili hale getiren gerekli hazırlık hareketlerini sağlar. Beklenti, izleyicinin dikkatini yönlendirerek ve beklentilerini oluşturarak animasyon sekanslarının gerçekçiliğini ve anlatım gücünü artırır. Animasyon gelişmeye devam ettikçe, bu ilke, teknik uygulama ile sanatsal hikâye anlatımı arasındaki boşluğu dolduran etkili animasyonun temel taşı olmaya devam etmektedir.

2.4.3. Sahneleme (Staging)

Sahneleme, bir fikrin tamamen ve şaşmaz bir şekilde açık bir şekilde sunulmasıdır. Bu prensip doğrudan 2B elle çizilmiş animasyondan gelir. Bir eylemin anlaşılacak, bir kişinin tanınacak, bir ifadenin görülebilecek, bir ruh halinin izleyiciyi etkileyecek şekilde sahnelenmesidir (Lasseter, 1987). Sahneleme, izleyicinin dikkatinin sahnenin en önemli yönlerine yönlendirilmesini sağlayarak eylemin veya duygunun kolayca anlaşılmasını sağlar. Bu prensip, netliği ve odağı korumak ve böylece animasyonun genel etkisini artırmak için çok önemlidir. Sahneleme ilkesinin kökleri, oyuncuların, dekorların ve setlerin düzenlenmesinin anlatıyı ve duyguları net bir şekilde aktaracak şekilde dikkatlice planlandığı tiyatro ve filme dayanır (Thomas & Johnston, 1981). İzleyicinin dikkatini aksiyonun veya anlatının önemli yönlerine yönlendirmek için bir sahne içindeki karakterlerin, nesnelerin ve öğelerin düzenlenmesine sahneleme denir. Bu, amaçlanan mesajın net bir şekilde iletilmesini sağlamak için kompozisyonun, kamera açılarının, ışıklandırmanın ve zamanlamanın dikkatli bir şekilde değerlendirilmesini içerir. En önemli husus her zaman hikayedir. Örneğin belirli bir işin hikâyeyi ilerletmesine karar verildi, nasıl sahnelenmeli? Her şeyin görülebildiği uzun çekim mi, yoksa kişinin yer aldığı yakın çekim mi? Kameranın hareket ettiği ana çekim mi, yoksa farklı nesnelere yapılan bir dizi kısa çekim mi daha iyi? Her sahnede plana uymalı ve filmin her karesi hikâyenin bu noktasını vurgulamaya yardımcı olmalıdır.

Aydınlatma, zamanlama, karakter animasyonu ve eylem sıralamaları sahneleme prensibinin uygulanmasında önem taşır. Aydınlatma sahnelemede güçlü bir araçtır. Sahnenin önemli alanlarını vurgulamak, ruh hali yaratmak ve derinlik eklemek için kullanılabilir. Animatörler, ışığı ve gölgeyi kontrol ederek en önemli öğelerin net bir şekilde öne çıkmasını sağlayabilir. Eylemlerin süresi ve sıralaması, izleyicinin önemli anları kaydetmesi ve anlaması için yeterli zamana sahip olmasını sağlayacak şekilde planlanmalıdır. Doğru zamanlama karışıklığı önler ve anlatının netliğini artırır. Aksiyon sekanslarında sahneleme, karmaşık hareketlerin açık ve anlaşılır parçalara bölünmesine yardımcı olur. Animatörler kompozisyonu ve zamanlamayı dikkatli bir şekilde planlayarak izleyicinin olayların sırasını kolayca takip etmesini sağlayabilirler. Zorluklardan biri karmaşıklık ile netliğin dengelenmesidir. Birden fazla karakterin ve aksiyonun olduğu sahnelerde odak noktasının temel unsurlar üzerinde kalmasını sağlamak zor olabilir. Animatörler netliği korumak için öğeleri basitleştirmeli ve

önceliklendirmelidir. Dikkat dağıtıcı unsurlardan kaçınmak sahnelemede çok önemlidir. Arka plan unsurları ve ikincil eylemler, dikkati ana eylemden uzaklaştırmamalarını sağlamak için dikkatli bir şekilde yönetilmelidir. Seçici odaklanma ve basitleştirilmiş arka planlar gibi tekniklerin kullanılması bu konuda yardımcı olabilir (Lasseter, 1987).

2.4.4. Düz ve Pozdan Poza Hareket (Straight-Ahead Action and Pose-to-Pose)

Animasyona iki temel yaklaşım vardır. Birincisi, düz ilerleyen hareket (Straight-ahead action) olarak bilinir çünkü animatör sahnedeki ilk çiziminden itibaren kelimenin tam anlamıyla dümdüz ilerler. Basitçe yola çıkar, birbiri ardına çizim yapar, ilerledikçe yeni fikirler edinir, ta ki çizimin sonuna ulaşana kadar. Sahneleri hikâyeyi ilerletecek kadar konuyu bilmektedir ancak başladığı andan itibaren her şeyin nasıl yapılacağına dair çok az planı vardır. Animatör tüm süreci çok yaratıcı tuttuğu için hem çizimler hem de aksiyon dinamik ilerler (Thomas & Johnston, 1981). Bu yaklaşım, spontane ve akıcı hareketlere izin verir ve çoğu zaman daha dinamik ve öngörülemeyen eylemlerle sonuçlanır. Düz hareket, akan su, ateş veya rüzgârda savrulan saçlar gibi akıcı ve organik hareketleri yakalamak için idealdir. Animatörlerin hareketi ilerledikçe keşfetmesine olanak tanıyarak daha yaratıcı ve plansız sonuçlara yol açar. Dezavantajı olarak animatör genel hareketi ve oranları gözden kaçırabileceğinden tutarlılığı ve yapıyı korumak zor olabilir. Bu yaklaşım, her kareye titizlikle dikkat edilmesi gerektiğinden daha fazla zaman alıcıdır.

İkinci temel yaklaşım ise pozdan poza harekettir. Burada animatör eylemini planlar, işi canlandırmak için tam olarak hangi çizimlere ihtiyaç duyulacağını belirler, çizimleri yapar, bunları boyut ve aksiyon açısından birbirleriyle ilişkilendirir ve sahneyi asistanına aralardaki kareleri çizmesi için verir. Böyle bir sahneyi takip etmek her zaman kolaydır ve iyi sonuç verir çünkü animatör çizimlerde fazla ileri gitmeden önce ilişkiler dikkatle düşünülmüştür. Anahtar çizimleri geliştirmek ve hareket üzerinde daha fazla kontrol sağlamak için daha fazla zaman harcanır. Pose to Pose'da netlik ve güç vardır. Straight-ahead action'da kendiliğindenlik vardır (Thomas & Johnston, 1981).

Düz hareket genellikle akıcı ve dinamik hareketler gerektiren sahneler için kullanılır. Örneğin, bir karakterin akrobasi yaptığı veya dövuştüğü aksiyon sahnelerinde bu yaklaşım, hareketin kendiliğindenliğini ve akışını etkili bir şekilde yakalar.

Pozdan poza yaklaşımı ise genellikle hassas zamanlamanın ve ifadelerin çok önemli olduğu karakter diyalogu ve etkileşimleri için kullanılır. Bu yöntem, anahtar ifadelerin ve hareketlerin doğru bir şekilde tasvir edilmesini ve sekans boyunca tutarlılığın korunmasını sağlar. Her iki yöntem de halen aktif olarak kullanılmaktadır. Düz hareket animasyonunun kontrolden çıkmaya müsait olduğu yerlerde pozdan poza hareket animasyonu kullanılır.

2.4.5. Peşi Sıra Takip ve Örtüşen Hareket (Follow Through and Overlapping Action)

Animasyon, gerçek dünya hareketinin karmaşıklıklarını taklit etmeye çalışır ve zaman içinde statik görüntüleri manipüle ederek bir yaşam yanılsaması yaratır. Peşi Sıra Takip ve Örtüşen hareket animasyonda hareketin gerçekçiliğine, inandırıcılığına ve akıcılığına önemli ölçüde katkıda bulunan iki temel animasyon ilkesidir. Peşi sıra takip, ana eylem tamamlandıktan sonra devam eden hareketi ifade ederken, örtüşen hareket, bir vücudun veya nesnenin farklı bölümlerinin kademeli hareketini ele alır. Bu ilkeler, bir karakterin, nesnenin veya bunların bir parçasının fiziksel dünyaya tepki verme şeklidir. Böylece hareketler daha doğal ve fiziksel olarak doğru görünür. Örtüşen harekete bir örnek olarak, bir karakterin hareketini takip eden saç ve kıyafetler verilebilir. Peşi Sıra Takip eylemi, örneğin bir top atan bir karakterin atıştan sonra, hem atan kol hem de tüm vücut hafifçe sallanması ve atma yönü boyunca hareketidir. (Ribeiro & Paiva, 2019). Bir karakter veya nesnedeki tüm öğelerin aynı anda durmamasını veya aynı anda hareket etmeye başlamamasını sağlayarak ağırlık, eylemsizlik ve doğal hareket duygusunu aktarmaya yardımcı olurlar.

Peşi sıra takip ilkesinde bir karakter veya nesne aniden durduğunda, belirli uzantılar veya öğeler durmadan önce hareket etmeye devam eder. Bu, ana hareket durduktan sonra bile momentumun bir nesnenin farklı parçalarını taşıdığı gerçek dünya fizikini taklit eder. Uzun paltolu bir karakter koşmayı bıraktığında, palto, yerine oturmadan önce eylemin momentumunu takip ederek ileriye doğru hareket etmeye devam eder. Benzer şekilde, uzun saçlı bir karakter aniden durursa, vücudun geri kalanı durduktan sonra saçları sallanmaya devam eder.

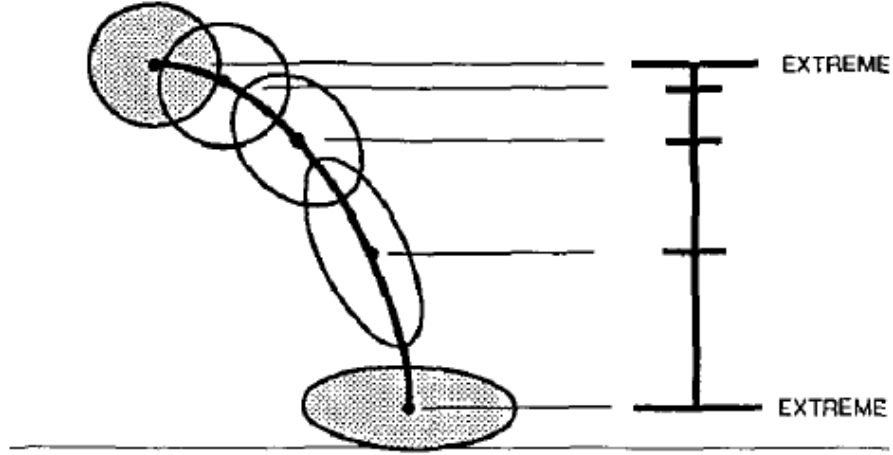
Peşi sıra takip, ağırlık, malzeme ve esnekliğin fiziksel özelliklerini iletir. Birincil eylemden etkilenen saç, giysi veya bir karakterin veya nesnenin gevşek parçaları gibi ikincil öğelerin hareketini hesaba katar.

Örtüşen hareket, bir karakterin veya nesnenin farklı bölümlerinin farklı hızlarda hareket etme eğilimini ifade eder. Bu ilke, her şeyin aynı anda hareket etmediğini vurgular; belirli vücut parçaları veya unsurları farklı zamanlarda hareket etmeye başlar veya durur ve bu da hareketin akışkanlığına katkıda bulunur. Örneğin bir karakter zıpladığında, hareket tekdüze bir şekilde gerçekleşmez. İlk önce bacaklar yerden itilir, ardından gövde, kollar ve son olarak baş gelir. Aynısı karakter yere indiğinde de geçerlidir; ayaklar önce yere temas ederken, vücudun geri kalanı yavaş yavaş onu takip eder. Vücudun bölümlerinin eylemlerinde çakiştığı bu kademeli hareket, doğal bir akış yaratır (Thomas & Johnston, 1981).

2.4.6. Yavaş Giriş – Yavaş Çıkış (Slow in and Slow out)

Slow in - Slow Out (Ease in - Ease Out olarak da bilinir) prensibi gerçekçi hareketi simüle etmede önemli bir rol oynayan animasyonun temel ilkelerinden biridir. Bu ilke, nesnelerin bir eylemin başında ve sonunda hızlanıp yavaşlama şeklini ifade eder. Bu ilkeyi uygulayarak, animatörler daha doğal, akıcı ve inandırıcı hareketler elde edebilirler. Bu ilkeyi uygularken, bir animatör nesne hareket etmeye başladığında kare sayısını artırır (yavaş giriş) ve nesne durduğunda kare sayısını azaltır (yavaş çıkış). Karelerin bu aralığı, durgunluk ve hareket arasında yumuşak geçişler etkisi yaratır. Yavaş girişte bir hareketin başlangıcında, eylem yavaşça ilerler. Nesne hareketsiz başlar ve kareler birbirine yaklaştıkça hızı kademeli olarak artar. Yavaş çıkışta bir hareketin sonunda, nesne durmadan önce yavaşlar ve kareler yavaşlamayı belirtmek için tekrar birbirine daha yakın aralıklı hale gelir (Thomas & Johnston, 1981). Gerçek hayattaki hareketler incelendiğinde animasyona yansıtılabilecek mekanikler görülmüştür. Nesneler neredeyse hiçbir zaman aniden hareket etmez ya da aniden durmaz. Harekete yavaş başlar hızlanır ve yavaşça bitirirler. Bu nedenle bu animasyon prensibini uygulamak karakterlere gerçekçilik ve canlılık katar.

Şekil 19. Yavaş Giriş - Yavaş Çıkış Prensibi Örneği



Kaynak: *Principles of traditional animation applied to 3D computer animation*, 1987, s. 40

2.4.7. Kavisler (Arcs)

Animasyondaki kavisler ilkesi, nesnelerin veya karakterlerin düz çizgiler yerine eğimli yollar izleyerek doğal hareketini ifade eder. Bu ilke, hareket halindeki çoğu canlının ve nesnenin yerçekimi gibi kuvvetlerin etkisi nedeniyle kavisler halinde hareket ettiği gözlemine dayanır. Kavisler, animasyonlu hareketin gerçekçiliğini ve akıcılığını artırarak yaşam yanılsamasına katkıda bulunur. Animasyon alanında, inandırıcı hareket yaratmak temel hedeflerden biridir. Kavisler, animatörlerin gerçek dünyada bulunan doğal hareketi taklit etmek için kullandıkları temel bir ilkedir. Kavram, bir sarkaç salınımından bir topun yörüngesine veya bir insanın yürüyüşüne kadar çoğu hareketin doğrusal olanlar yerine eğimli, kavisli yolları izlediği fizik ve biyomekanikten türetilmiştir. Disney'deki ilk animatörler, örneğin Frank Thomas ve Ollie Johnston, bunu hareket çalışmalarında fark etmişler ve kavisler ilkesini animasyonun 12 temel ilkesinden biri olarak dahil etmişlerdir (Thomas & Johnston, 1981). Kavisler ilkesi, doğadaki hareketin düz çizgiler yerine eğri yörüngeleri takip etme eğiliminde olduğu gözlemine dayanır. Bu ilke, animasyonlu karakterlerin veya nesnelerin akışkan bir şekilde hareket etmesini ve yerçekimi, eylemsizlik ve anatomi etkilerini yansıtmalarını sağlar. Temel kavis en basit yay, bir sarkaç salınımında görülebilir. Sarkaç hareket ederken, yerçekimi ve momentumun birleşik kuvvetleri nedeniyle eğri bir yol izler. Benzer şekilde, karakterleri veya nesneleri canlandırırken, yaylar uzuvların veya nesnelerin dairesel veya eliptik yollarda nasıl sallandığını, döndüğünü veya büküldüğünü yansıtır. İnsan ve hayvan hareketleri doğası gereği yay

şeklinde. Bir karakterin kolunun hareketi, bir topun sekmesi veya bir karakterin yürüme hareketi olsun, kavisler bu hareketlerin doğal görünmesini sağlar. Örneğin, bir karakterin kolu düz bir çizgide bir noktadan diğerine hareket etmez; bunun yerine, bir eğri boyunca uzayda sallanır. Kavisler ilkesi doğadaki nesnelerin ve canlıların hareketinin durağan bir çizgide ilerlemek yerine daha doğal yaylar halinde salınım yaptığının incelenmesi sonucu animasyona gerçekçilik katmak amacıyla kullanılır.

2.4.8. İkincil Hareket (Secondary Action)

Animasyondaki ikincil hareket ilkesi, bir karakterin veya nesnenin birincil hareketini geliştiren, animasyona derinlik, karmaşıklık ve gerçekçilik katan ek hareketler veya jestleri ifade eder. İkincil hareketler, ana hareketi ondan uzaklaştırmadan tamamlayan, duygu, kişilik veya fiziksel nüansları ileterek genel performansı zenginleştiren incelikli hareketlerdir. İkincil hareket ilkesi ana hareketi gölgelemeden geliştirmeye yarayan, birincil eylemin yanında gerçekleşen daha küçük, tamamlayıcı hareketleri ifade eder. Bu eylemler, bir karakterin kişiliğini, duygularını veya fiziksel durumunu yansıtabilir ve animasyonlu sahneleri daha dinamik ve ilgi çekici hale getirmek için kullanılır. Bağlama ve animasyonun genel tonuna bağlı olarak ince veya abartılı olabilir, ancak asla ana hareketten uzaklaşmamalı veya onu bastırmamalıdır (Lasseter, 1987). Birincil hareket karakterin gerçekleştirdiği ana hareket veya hedeftir. Örneğin, bir karakterin elini sallaması birincil harekettir. İkincil hareket karakterin vücudunun ince bir şekilde sallanması, saçlarının hareketi veya ana hareketi tamamlayan bir yüz ifadesi olabilir. Bu hareketler, birincil hareketten dikkati dağıtmadan karakterin duygusal veya fiziksel durumunu aktarmaya yardımcı olur. Bir karakter konuştuğunda, el hareketleri, kaş kaldırma veya baş eğme gibi ikincil eylemler konuşulan kelimeleri vurgulayabilir ve ek anlam veya duygu aktarabilir. Nesne animasyonunda ikincil hareketler, bir karakterin kıyafetlerinin dalgalanması veya hareket karşısında serbest nesnelerin sekmesi gibi çevresel etkileri içerebilir.

Şekil 20. İkincil Hareket Prensibinin Görselleştirmesi



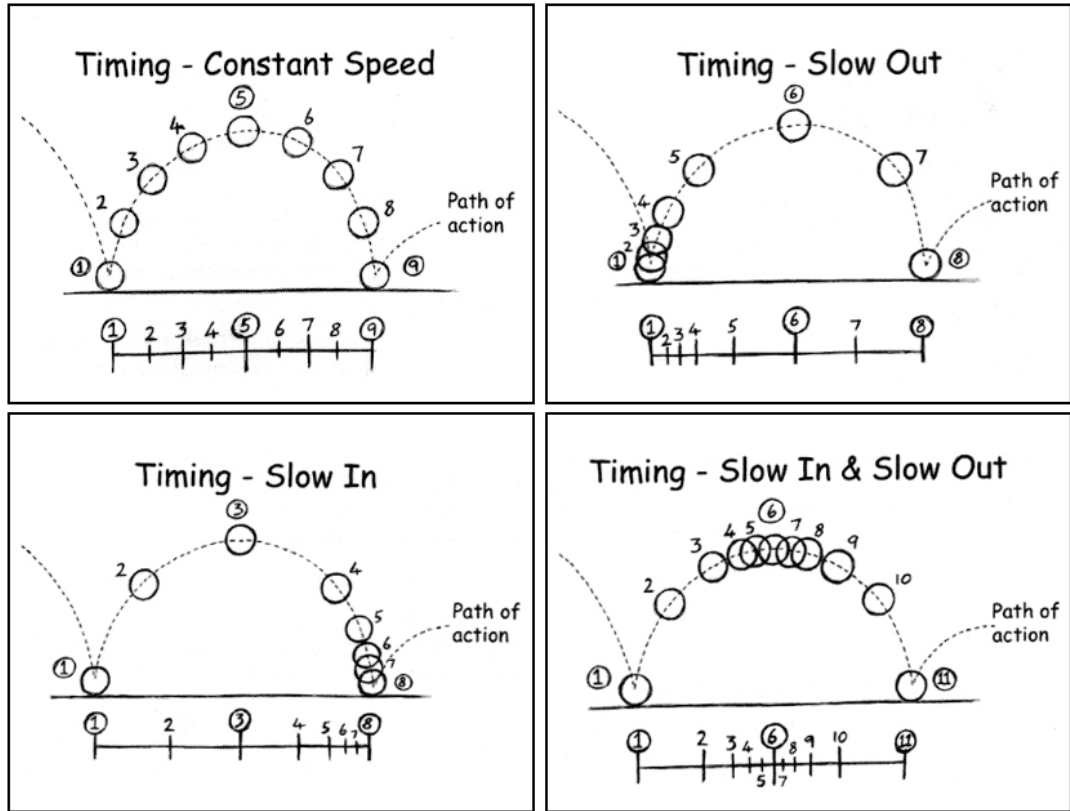
Kaynak: *Animation: The Illusion of Life*, 1981, s. 62

2.4.9. Zamanlama (Timing)

Ne kadar çok çizim yapılırsa animasyon sahnesinin ekranda kalma süresi o kadar artar. Eğer çizimler basit, açık ve anlamlıysa, hikâye noktası hızlı bir şekilde aktarılabilir ve bu, erken dönemde animatörleri ilgilendiren tek şeydir. Çizgi filmlerde zamanlama, esas olarak hızlı ve yavaş hareketlerle sınırlıydı, vurgular için özel bir işlem gerektiriyordu. Gelişen kişilikler, görünüşlerinden çok hareketleriyle tanımlanıyordu ve hareketlerin değişen hızı, karakterin uyuşuk, heyecanlı, gergin veya rahat olup olmadığını belirliyordu. Zamanlamaya ilkesine dikkat edilmeden ne oyunculuk ne de tavır ifadesi zor olacaktır. (Thomas & Johnston, 1981). Animasyondaki zamanlama ilkesi, bir dizi içindeki hareketin hızının ve ritminin kontrolüne atıfta bulunur. Bir eylemin ne kadar süreceğini, kaç kareye yayılacağını ve nesnelerin fiziksel özelliklerini ve karakterlerin duygularını veya niyetlerini nasıl ileteceğini belirler. Zamanlama, animasyonlu eylemin ağırlığını, gerçekçiliğini ve duygusal etkisini etkiler. Zamanlama, animasyonun en temel ilkelerinden biridir. Bir hareketi veya eylemi tamamlamak için kullanılan kare sayısını ifade eder ve bu da o eylemin hızını, akışını ve ritmini belirler. Zamanlama, bir nesnenin hareketinin fiziksel doğruluğundan bir karakterin performansının duygusal nüanslarına kadar

animasyonun tüm yönlerini etkiler. Genellikle yavaş giriş ve yavaş çıkış, kavisler ilkeleriyle yakından ilişkilidir, çünkü bu ilkelerin hepsi birlikte akıcı ve inandırıcı hareketler yaratmak için çalışır. Zamanlama, farklı duyguları, ruh hallerini ve atmosferleri aktarabilir, animasyonlu sahnelere derinlik ve anlam kazandırabilir. Bir hareketi tasvir etmek için kullanılan kare sayısı ve dolayısıyla bu hareketin ne kadar hızlı veya yavaş görüldüğü ile ilişkilidir.

Şekil 21. Zamanlama Prensipleri Farklı Seçenekleri Gösterimi



Kaynak: Pinterest, 2024

Daha hızlı eylemler daha az kare kullanırken, daha yavaş eylemler daha fazla kare kullanır. Bir nesnenin hareketinin zamanlaması, ağırlığını veya direncini gösterebilir. Ağır nesneler genellikle daha yavaş hareket eder, daha kademeli hızlanma ve yavaşlama ile, daha hafif nesneler ise daha hızlı ve daha az çabayla hareket edebilir (Lasseter, 1987). Karakterlerin duygusal durumları zamanlama yoluyla iletilir. Örneğin, yavaş, kasıtlı bir hareket dikkatli düşünmeyi veya üzüntüyü gösterebilirken, hızlı, keskin hareketler heyecan veya kaygıyı gösterebilir (Thomas & Johnston, 1981).

2.4.10. Abartı (Exaggeration)

Animasyondaki abartı ilkesi, daha dinamik, ilgi çekici ve etkileyici bir performans yaratmak için eylemleri, ifadeleri veya hareketleri güçlendirmeyi içerir. Gerçekçi animasyon genellikle incelik ve doğruluk için çabalarken, abartma doğal hareketin sınırlarını zorlar ve karakterleri veya nesneleri daha çekici, komik veya etkili kılmak için genellikle fizik ve anatomi kurallarını esnetir. Bu ilke, animasyonu görsel olarak daha ilgi çekici, duygusal olarak ilgi çekici ve eğlenceli hale getirmek için eylemlerin, pozların veya ifadelerin kasıtlı olarak çarpıtılması veya güçlendirilmesi anlamına gelir. Abartı, animasyonun stiline ve anlatı hedeflerine bağlı olarak ince geliştirmelerden aşırı çarpıtmalara kadar değişebilir. Geleneksel, 2B, 3B ve stop-motion animasyonda abartma genellikle duyguları iletmek, önemli eylemleri yoğunlaştırmak ve mizah veya dram eklemek için kullanılır (Lasseter, 1987). Abartı, inandırıcılığı artıran incelikli büyütmelemlerden komedi veya dramatik amaçlar için kullanılan aşırı çarpıtmalara kadar uzanan bir yelpazede mevcuttur. Başarılı abartmanın anahtarı denge kurmaktır; izleyicinin karaktere veya anlatıya olan bağlantısını koparmadan gerçekçiliğin sınırlarını zorlamaktır. Daha stilize veya karikatürize animasyonlarda görülen aşırı abartma, genellikle komik veya dramatik etki için fizik ve anatomi kurallarını esnetir. Karakterler gerçekliğe meydan okuyan şekillerde ezilebilir, esneyebilir veya deforme olabilir, ancak animasyon dünyasıyla tutarlı hissettiren bir şekilde yapılır.

2.4.11. Katı Çizim (Solid drawing)

Animasyondaki katı çizim ilkesi, animatörün iki boyutlu bir alanda üç boyutlu ve inandırıcı görünen karakterler ve nesneler yaratma becerisini ifade eder. Bir animasyonun fizikselliği ve hareketinde tutarlılığı korumak için form, ağırlık, hacim ve perspektifi anlama önemini vurgular. Geleneksel 2B animasyona dayansa da katı çizim, 3D ve dijital medya dahil tüm animasyon formlarında kritik bir ilke olmaya devam etmektedir. Katı çizim terimi 2B animasyon bağlamında ortaya çıkmış olsa da, üç boyutluluğu düz bir ortamda temsil etme temel kavramı, elle çizilmiş animasyondan CGI'a kadar çeşitli animasyon stilleri ve teknikleri için geçerlidir. Bu ilke, animasyonlu karakterlerin ve nesnelerin hacim, ağırlık ve biçime sahip olmasını sağlayarak izleyiciye gerçekçi ve elle tutulur görünmelerini sağlar. Katı çizimin amacı, animasyonlu karakterlerde düzlük veya sertlikten kaçınmak, bunun yerine derinlik ve yaşam yanılsaması yaratmaktır. Katı çizim ilkesi, net bir form, hacim ve ağırlık

duygusuna sahip karakterler, nesneler ve ortamlar yaratmaya odaklanır. Anatomi, perspektif, gölgelendirme ve yapı gibi temel çizim ilkelerini anlamayı ve uygulamayı içerir. Katı çizim, karakterlerin çeşitli perspektiflerde doğal ve tutarlı bir şekilde hareket etmesini sağlayarak derinlik ve gerçekçilik duygusunu korumalarını sağlar. Karakterler ve nesneler üç boyutluluk duygusuna sahip olmalıdır, yani düz görünmemelidir. Farklı şekillerin (küreler, küpler, silindirler) karmaşık yapılar oluşturmak için nasıl birlikte çalıştığını anlamak önemlidir (Thomas & Johnston, 1981). Katı çizim, karakterlerin veya nesnelerin kütleye sahipmiş gibi görünmesini ve yer çekimine tepki vermesini sağlar. Animatör, pozlarda ve hareketlerde bir denge duygusu tasvir etmeli ve karakterlerin fiziksel bir alanda hissetmelerini sağlamalıdır. Perspektifin sağlam bir şekilde anlaşılması, karakterlerin üç boyutlu alanda doğru bir şekilde hareket etmesini sağlar. Karakter bütünlüğünü korumak için farklı açılarda oranları tutarlı tutmak çok önemlidir. Temel olarak, katı çizim, küreler, küpler ve silindirler gibi temel üç boyutlu şekillerin daha karmaşık nesneler ve karakterler oluşturmak için nasıl birleştirilebileceğini anlamaya dayanır. Bu şekiller, farklı pozlarda ve perspektiflerde biçimlerini ve yapılarını koruyan inandırıcı karakterler yaratmanın temelini oluşturur. Bir karakterin başı bir küre olarak düşünülebilirken, uzuvları silindirlere benzeyebilir. Bu şekillerin birbirleriyle ilişkili olarak nasıl çalıştığını anlamak, animatörlerin hareket ederken yapılarını koruyan karakterler yaratmalarına yardımcı olur. Bu ilke animatörlerin perspektife dair sağlam bir kavrayışa sahip olmasını gerektirir. Buna, kaybolma noktaları, kısaltım (rakursi) ve nesnelerin izleyiciye göre konumlarına bağlı olarak nasıl küçüldüğünü veya büyüdüğünü anlamak dahildir. Uygun perspektif, karakterlerin ve nesnelerin konumlarından veya kameranın açısından bağımsız olarak uzayda hareket ederken doğal görünmelerini sağlar. Bir karakter elini kameraya doğru uzattığında, kol kısaltılmış görünmelidir, yani kol uzunluğu değişen açıyı yansıtacak şekilde sıkıştırılır. Buna kısaltım (rakursi) adı verilir. Perspektif hakkında net bir anlayış olmadan, karakterin oranları çarpık veya tutarsız görünebilir. Işığın formlarla nasıl etkileşime girdiğini anlamak, katı çizim için çok önemlidir. Animatörler, uygun aydınlatma ve gölgeler uygulayarak karakterlerin ve nesnelerin üç boyutluluğunu artırabilirler. Işık ve gölge, bir nesnenin hacmini ve yüzey dokusunu tanımlamaya yardımcı olur ve onu ortamda daha somut ve sağlam hissettirir. Karakter animasyonu ve katı çizim için insan ve hayvan anatomisi bilgisi esastır. Animatörler, karakterlerin ikna edici bir şekilde hareket etmesini sağlamak için kasların, kemiklerin ve eklemlerin altta yatan

yapısını anlamalıdır. Bu, abartının hala vücut mekaniğine dair sağlam bir anlayışı yansıtması gereken temel pozlarda özellikle önemlidir. Koşan veya zıplayan bir karakterin eklemlerde doğal olarak bükülebilen uzuvlara sahip olması ve kas gruplarının gerginlik ve gevşemeyi yansıtması gerekir. Yanlış anatomi, hareketin garip veya doğal olmayan hissettirmesine neden olabilir.

Katı çizim, bir karakterin hareketlerinin ve kişiliğinin inandırıcılığının çok önemli olduğu karakter animasyonunda özellikle önemlidir. İyi çizilmiş bir karakter, farklı pozlarda hareket ederken, karmaşık eylemler gerçekleştirirken veya farklı açılardan bakıldığında bile tutarlı hacim ve oranları korur (Thomas & Johnston, 1981).

2.4.12. Çekicilik (Appeal)

Animasyondaki çekicilik ilkesi, karakterlerin, ortamların ve animasyonun bir bütün olarak çekiciliğini ve ilgi çekici niteliklerini ifade eder. Bir izleyicinin animasyon figürleriyle ve içinde yaşadıkları dünyayla nasıl bağlantı kurduğunu ve ilişki kurduğunu belirleyen önemli bir unsurdur. Çekicilik kavramı güzellik veya mükemmellikle sınırlı değildir, kahramanlar, kötü adamlar veya yardımcı karakterler olsun, çekicilik, karizma ve duygusal yankı uyandıran karakterler yaratmayı içerir (Thomas & Johnston, 1981). Çekiciliğin anahtarı, kişiliği, duyguyu ve niyeti etkili bir şekilde ileten net, okunabilir tasarımlar yaratmaktır. Animasyonda çekicilik, bir karakteri veya sahneyi izleyici için ilginç, ilişkilendirilebilir ve unutulmaz kılan niteliktir. Estetiğin ötesine geçer ve izleyicilerin karakterlerle ve genel görsel deneyimle kurduğu duygusal bağa değinir. Karakterler, hikayedeki kişiliklerini ve rollerini ileten belirgin silüetler ve özelliklerle okunması ve tanınması kolay olmalıdır. Bir karakterin çekiciliği, tasarımları, hareketleri ve jestleri aracılığıyla ifade edilen kişilikleriyle yakından bağlantılıdır. Çekici karakterler genellikle izleyicinin onlarla bağlantı kurmasına yardımcı olan ifade edici, ilişkilendirilebilir duygular sergiler. Çekici tasarımlara sahip karakterler genellikle, onları görsel olarak ilgi çekici kılan, stilize veya gerçekçi olsun, iyi dengelenmiş oranlara sahiptir. Çekicilik öznel ve bağlama bağlıdır; bir animasyon stilinde veya türünde çekici olan şey başka bir animasyon stilinde veya türünde işe yaramayabilir. Örneğin, Looney Tunes'daki bir karakterin abartılı, karikatürize çekiciliği, The Incredibles'daki bir karakterin daha gerçekçi, gerçekçi çekiciliğiyle uyuşmayabilir. Ancak, her iki durumda da karakterler izleyiciyi çeken ve onların anlatıyı önemsemesini sağlayan niteliklere sahip olmalıdır.

Net, okunabilir bir silüet, çekici karakter tasarımının temel taşlarından biridir. Uzaktan veya basit bir taslakta bakıldığında bile, karakter anında tanınabilir olmalıdır. Bu okunabilirlik, izleyicilerin karakteri hemen tanımlamasına ve hikayedeki kişiliğini veya rolünü anlamasına yardımcı olur. Güçlü, belirgin şekiller ve iyi tanımlanmış bir silüet, karakterin animasyon boyunca çekici ve takip edilmesi kolay kalmasını sağlar. Mickey Mouse'da, ikonik karakterin basit ama belirgin bir tasarımı vardır. Yuvarlak kulakları, vücudu ve büyük eldivenleri, ayrıntılar olmadan bile tanınabilir bir silüet oluşturarak onu anında tanınabilir ve tüm izleyiciler için çekici hale getirir içerir (Thomas & Johnston, 1981).

2.5. Araçlar ve Yazılımlar

Genellikle karakter odaklı anlatılara ve kare kare animasyona odaklanan geleneksel 2B animasyonun aksine, 2B hareketli grafikler, fikirleri, mesajları ve bilgileri görsel olarak ilgi çekici bir şekilde iletme için şekiller, metin ve görüntüler gibi soyut öğelerin dinamik hareketini vurgular. 2B hareketli grafiklerin oluşturulması büyük ölçüde tasarımcılara statik görsel varlıkları düzenleme, hareket efektleri uygulama ve sorunsuz geçişler oluşturma yeteneği sağlayan özel araçlara ve yazılımlara bağlıdır. Bu yazılım platformları, Adobe After Effects gibi endüstri standardı programlardan Blender gibi açık kaynaklı alternatiflere kadar uzanır ve her biri hareketli grafik tasarımcılarının çeşitli ihtiyaçlarını karşılayan farklı işlevler ve araçlar sunar. Bu araçların ilerlemesi yalnızca üretim sürecini kolaylaştırmakla kalmamış, aynı zamanda tasarımcıların kullanımına sunulan yaratıcı olanakları da genişleterek görsel hikâye anlatımının sınırlarını zorlamalarına olanak tanımıştır.

2.5.1. Popüler Yazılımlara Genel Bakış

Çalışmanın bu bölümünde 2B hareketli grafiklerde kullanılan ve endüstri standardı olarak kabul gören programlardan bahsedilmiştir. İncelenmek üzere Adobe After Effects, Adobe Animate, Toon Boom Harmony, Moho ve Blender Grease Pencil olmak üzere beş farklı program seçilmiştir.

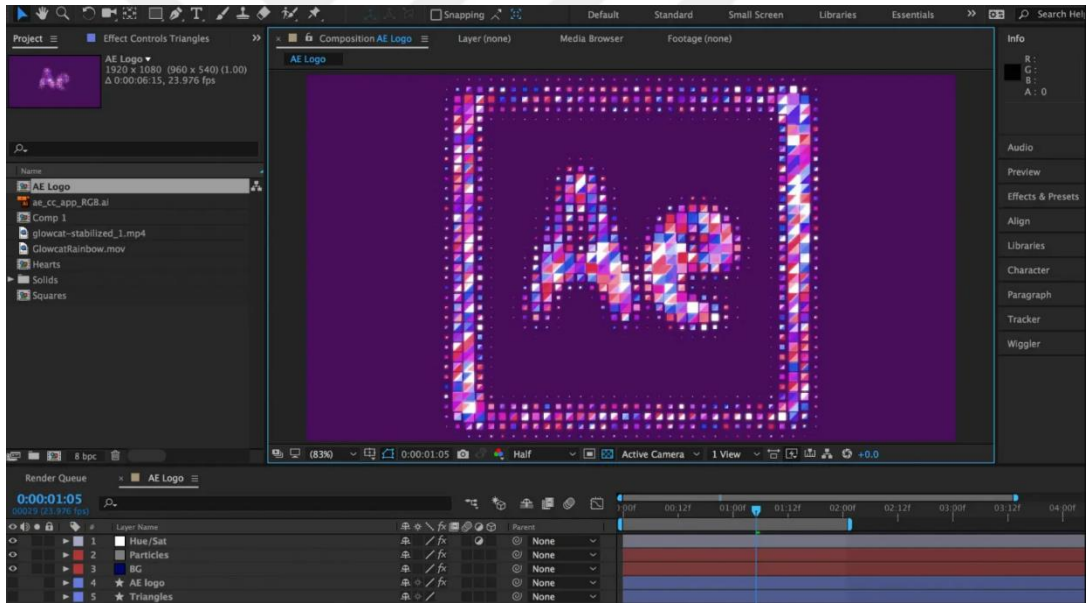
2.5.1.1. Adobe After Effects

Hareket tasarımı ve görsel efekt yazılımı olan Adobe After Effects, basit bir kapanış jeneriğinden karmaşık bir açılış animasyonuna kadar her şeyi oluşturmak için

metinleri, grafikleri, illüstrasyonları ve daha fazlasını canlandırmak için kullanılır. Film, televizyon, video ve web sitelerine yönelik etkileyici görsel efektler oluşturmak için güçlü bir araçtır. Adobe After Effects, 2B hareketli grafikler ve görsel efektler oluşturmak için endüstri standardı olarak kabul edilir. Güçlü özellik seti, keyframe animasyonu, motion tracking, compositing özellikleri ve tasarımcıların nispeten kolay bir şekilde karmaşık hareketli grafikler oluşturmaya olanak tanıyan önceden oluşturulmuş efektlerden oluşan kapsamlı bir kitaplığı içerir.

Adobe Inc. tarafından geliştirilen animasyon ve film yapımı, video oyunları ve televizyon prodüksiyonunun post prodüksiyon sürecinde kullanılır. After Effects, diğer şeylerin yanı sıra, keying, tracking, compositing ve animasyon için kullanılabilir. Program, 2019 yılında bilimsel ve teknik başarı için bir Akademi Ödülü kazanmıştır (Oscars.org,2019).

Şekil 22. After Effects Arayüzü



Kaynak: Adobe, 2024

1993'te David Herbstman, David Simons, Daniel Wilk, David M. Cotter ve Russell Belfer tarafından piyasaya sürülen After Effects, animatörler, tasarımcılar ve video editörleri için çok yönlü bir araç haline gelmiştir. Yazılımın ilk iki sürümü CEO'su William J. O'Farrell olan şirket Company of Science and Art (CoSa) tarafından yayınlanmıştır. After Effects'i geliştirmeleri ile CoSA, Temmuz 1993'te Aldus Corporation tarafından satın alınmıştır. Aldus'un kısa süreli yöneticiliği sırasında After Effects, işlevselliğinde önemli iyileştirmeler getiren 2.0 ve 2.5 sürümlerini piyasaya

sürmüştür. En önemlisi, After Effects 2.0'in motion blur (hareket bulanıklığı) ve time remapping (kompozisyon içinde zamanı yavaşlatıp hızlandırma) özellikleri ile daha karmaşık animasyonlara ve kompozisyonlarda zamanın manipülasyonuna olanak sağlamıştır. Ancak, After Effects'in bugün olduğu kapsamlı araca dönüşümü 1995 yılında Adobe Systems'in Aldus'u satın almasıyla başlamıştır. After effects'in 3.0 sürümü Adobe'nin satın alıp piyasaya sürdüğü ilk sürümdür (After Effects Codenames & Credits, t.y.). Adobe'nin After Effects'i satın alması, dijital medya yazılım pazarına hâkim olma yönündeki daha geniş stratejisinin bir parçasıdır Adobe, After Effects'i ürün yelpazesine entegre ettikten sonra yazılımı hızlı bir şekilde geliştirmeye devam etmiştir ve Photoshop, Illustrator ve Premiere Pro gibi diğer ürünlerle uyumlu hale getirerek uyumluluğunu ve iş akışı verimliliğini artırmıştır.

Yazılımın kullanıcı arayüzü, grafik öğelerinin hareketi ve davranışı üzerinde hassas kontrol sağlayan bir zaman çizelgesi sistemine dayanmaktadır. After Effects, Photoshop ve Illustrator gibi diğer Adobe ürünleriyle entegrasyonu ile ünlüdür ve bu da animasyon iş akışında varlıkları içe aktarmayı ve düzenlemeyi sorunsuz hale getirir. Tasarımcılar sırasıyla Adobe Illustrator veya Photoshop'ta vektör veya bitmap grafikleri oluşturabilir ve bunları After Effects'te canlandırabilir. Bu entegrasyon, özellikle yüksek düzeyde görsel ayrıntı ve esneklik gerektiren karmaşık projeler için verimli iş akışlarına olanak tanır. Ayrıca, Adobe After Effects, yeteneklerini önemli ölçüde genişleten üçüncü taraf eklentilerini destekler.

1996'da yayınlanan After Effects 3.0, üçüncü taraf eklenti desteğinin tanıtılmasıyla önemli bir dönüm noktası olmuştur. Bu, geliştiricilerin yazılımın temel işlevselliğini genişletebilecek özel efektler ve araçlar oluşturmaya olanak tanımıştır. Trapcode Particular (parçacık simülasyonları için) ve Video Copilot'un Element 3D (3B model manipülasyonu için) gibi eklentiler o zamandan beri birçok hareket tasarımcısı ve görsel efekt sanatçısı kişiler için temel araçlar haline gelmiştir.

2001 yılında piyasaya sürülen After Effects 5.0, kullanıcıların katmanları 3B alanda konumlandırmasına ve bu öğelerin etrafında kamera hareketlerini canlandırmasına olanak tanıyan 3B kompozisyon kavramını tanıtmıştır. Bu, tasarımcıların daha gerçekçi ve dinamik animasyonlar oluşturmalarını sağladığı için yazılım için büyük bir sıçramayı temsil etmiştir. 3B alanın tanıtılmasıyla After Effects, 2B hareketli grafikleri 3B öğelerle harmanlamaya başlamış ve multimedya içerik oluşturucuları için daha çok yönlü bir araç yaratmıştır.

Ayrıca After Effects 5.0'da tanıtılan Expression'lar, kullanıcıların özellikleri birbirine bağlamak, tekrarlayan görevleri otomatikleştirmek veya rastgele efektler oluşturmak için basit kod yazarak daha karmaşık animasyonlar oluşturmaya olanak sağlamıştır. Bu programlama tabanlı özellik, iş akışı otomasyonunda büyük bir atılımdır ve ileri düzey kullanıcılara hareketi, zamanlamayı ve diğer parametreleri daha fazla hassasiyet ve esneklikle kontrol etme yeteneği sağlamıştır.

After Effects CS3'te (2007) şekil katmanlarının (shape layers) tanıtılması, tasarımcıların vektör tabanlı grafikleri doğrudan yazılım içinde oluşturma biçiminde devrim yaratmıştır. Adobe Illustrator gibi diğer programlardan şekilleri içe aktarmak yerine, kullanıcılar artık vektör şekillerini yerel olarak After Effects içinde oluşturup canlandırabilmektedirler. Bu, özellikle kinetik tipografi, ikon animasyonu ve logo animasyonları gibi alanlarda hareket tasarımı için yeni olanaklar açmıştır. Ek olarak, After Effects tasarımcılara önceden oluşturulmuş efektler ve animasyonlar sağlayan animasyon ön ayarlarını tanıtmış, yaratıcı süreci önemli ölçüde hızlandırmıştır.

CoSA tarafından geliştirilen bir hareketli grafik aracı olarak ilk günlerinden Adobe'nin Creative Cloud'unun temel taşı haline gelen mevcut durumuna kadar After Effects, hareket tasarımı, compositing ve görsel efekt alanlarını şekillendirmede önemli bir rol oynamıştır. Güçlü özellikleri, sağlam eklenti ekosistemi ve diğer Adobe ürünleriyle entegrasyonu, onu çeşitli sektörlerdeki profesyoneller için vazgeçilmez hale getirmiştir.

2.5.1.2. Adobe Animate

Etkileşimli web içeriği, video ve oyunlar için kullanılan güçlü bir vektör animasyon aracı olan Adobe Animate, 1990'ların ortalarında FutureSplash Animator olarak köklerine uzanan zengin bir tarihe sahiptir. Başlangıçta web'deki etkileşimli multimedya içeriğine yönelik artan talebi karşılamak için geliştirilen yazılım, Macromedia ve daha sonra Adobe Systems tarafından satın alınmasının ardından önemli ölçüde gelişmiştir. Yıllar içinde Adobe Animate, özellikle Flash teknolojisiyle olan ilişkisi aracılığıyla web tabanlı animasyonların geliştirilmesinde önemli bir rol oynamıştır.

Animate, televizyon dizileri, çevrimiçi animasyon, web siteleri, zengin web uygulamaları, oyun geliştirme, reklamlar ve diğer etkileşimli projeler için vektör grafikleri ve animasyonları tasarlamak için kullanılır. Program ayrıca 2B grafikler,

zengin metin, ses video yerleştirme ve ActionScript 3.0 için destek sunar. Animasyonlar HTML5, WebGL, Scalable Vector Graphics (SVG), Flash Player (SWF) ve Adobe AIR formatları için yayınlanabilir. Geliştirilen projeler ayrıca Android, iOS, Windows Masaüstü ve MacOS uygulamalarına da uzanır. İlk olarak 1996'da FutureSplash Animator olarak piyasaya sürülmüş ve Macromedia tarafından satın alınmasının ardından Macromedia Flash olarak yeniden adlandırılmıştır. Tüm Animate içeriklerinin üçte birinden fazlasının HTML5 kullanması nedeniyle, 2016 yılında o zamanki pazar konumunu daha doğru bir şekilde yansıtabilmek için adı Adobe Animate olarak değiştirilmiştir.

Adobe Animate'in tarihi, 1995 yılında FutureWave Software adlı küçük bir yazılım şirketinin FutureSplash Animator adlı bir animasyon aracı geliştirmesiyle başlamıştır. FutureSplash Animator, yavaş internet bağlantıları üzerinden hızlı bir şekilde yüklenebilen ölçeklenebilir ve hafif animasyonların oluşturulmasına olanak tanıyan vektör grafikleri kullanımıyla dikkat çekmekteydi. Bu, onu etkileşimli web deneyimleri için ideal hale getiriyordu. Yazılım ayrıca temel etkileşimi destekleyerek kullanıcıların düğmeler, tıklanabilir nesneler ve kullanıcı girdisine yanıt veren basit animasyonlar oluşturmaya olanak tanıyordu. 2005 yılında Adobe Systems, Macromedia'yı satın alarak Flash'ı Adobe ürün ailesine dahil etmiştir. O dönemde Flash popülerliğinin zirvesindeydi ve Adobe'nin yaratıcı paketiyle entegrasyonu, multimedya ve animasyon pazarındaki konumunu daha da sağlamlaştırmıştır.

Adobe'nin çatısı altında Flash, daha gelişmiş animasyon özelliklerinin tanıtımı, Photoshop ve Illustrator gibi diğer Adobe araçlarıyla daha iyi entegrasyon ve ActionScript 3.0'ın piyasaya sürülmesiyle daha güçlü hale gelen ActionScript'te iyileştirmeler dahil olmak üzere birkaç önemli iyileştirme görmüştür. Flash ayrıca yalnızca 2B animasyonlar değil, aynı zamanda web tarayıcıları ve mobil cihazlar için etkileşimli uygulamalar ve oyunlar oluşturmak için bir platforma dönüşmüştür.

2010 yılında Apple'ın o zamanki CEO'su Steve Jobs'un "Flash Hakkında Düşünceler" isimli mektubu yayınlamasıyla düşüşe geçen Flash, 2015 yılında YouTube gibi büyük web sitelerinin HTML5'e geçişiyle birlikte tamamen talep azalmasıyla karşı karşıya kalmıştır. Buna yanıt olarak Adobe, bir web standardı olarak Flash'tan uzaklaşmaya başlamış, HTML5 için animasyonlar ve etkileşimli içerik oluşturma aracı olarak yeniden konumlandırma odaklı bir yazılım olan Adobe Animate'in markalaşmasına yol açmıştır. Bu yeniden markalama, Adobe'nin Animate'i modern web standartlarıyla

uyumlu hale getirmeye çalışmasıyla yazılımın tarihinde önemli bir dönüm noktası olmuştur.

Adobe Animate hem geleneksel kare kare animasyonu hem de vektör tabanlı karakter animasyonlarının donanımını destekleyen kapsamlı bir animasyon aracı olarak gelişmeye devam etmiştir. Web animasyonlarından ve etkileşimli içeriklerden çizgi filmlere ve reklamlara kadar her şeyi oluşturmak için çok yönlü bir platform haline gelmiştir. Temel güçlü yönlerinden biri, animasyonları birden fazla formatta dışa aktarabilme yeteneğidir ve bu da onu televizyon, video ve mobil uygulamalar dahil olmak üzere web'in ötesinde çok çeşitli uygulamalar için uygun hale getirmiştir.

Yıllar geçtikçe Animate, onion skin (kare kare animasyonda kullanılan bir önceki ve bir sonraki kareleri düşük opaklıkta görme özelliği), daha iyi vektör çizim araçları ve karakter animasyonu için geliştirilmiş karakter rigleme gibi geleneksel animatörler için daha gelişmiş araçlar içerecek şekilde yeteneklerini genişletmiştir.

Şekil 23. Adobe Animate Arayüzü



Kaynak: Muragon, 2024

Vektör tabanlı bir animasyon aracı olan Adobe Animate, kullanıcıların ilgi çekici 2B hareketli grafikleri kolaylıkla oluşturmasına olanak tanır. Geleneksel 2B animasyonun aksine, hareketli grafikler görsel olarak bilgi veya fikirleri iletme için şekiller, metin ve simgeler gibi grafik öğelerinin hareketli hareketine odaklanır. Program stage (sahne), timeline (zaman çizgisi), properties panel (özellikler paneli), library (kitaplık),

toolbar (araç çubuğu) temel bileşenlerinden oluşur. Adobe Animate, öncelikle boyuttan bağımsız olarak kaliteyi koruyan ölçeklenebilir ve hafif grafiklerin oluşturulmasına olanak tanıyan vektör tabanlı yazılım kullanır. Yazılım, şekiller, çizgiler ve path'ler oluşturmak için sağlam bir çizim araçları seti sağlar. Tasarımcıları, varlıkları doğrudan program içinde oluşturabilir veya Adobe Illustrator gibi diğer tasarım araçlarından grafikleri içe aktarmak için bu araçları kullanabilirler.

Zaman çizgisi (timeline), Adobe Animate'teki animasyonun kalbidir. Kullanıcıların, anahtar kareleri bir zaman çizgisi boyunca konumlandırarak ve öğelere dönüşümler veya hareketler uygulayarak animasyonlar oluşturmaya olanak tanır. Hareketlerin uç tanımlamaları ve anahtar kareler arasındaki değişiklikler bilgisayar işlemleriyle otomatik olarak hesaplanır (Gallardo, 2001).

Zaman çizgisi, hareketli grafiğin farklı öğelerini düzenlemeye yardımcı olan katmanlara bölünmüştür. Her katman, grafikler, metin veya ses dahil olmak üzere farklı nesneleri tutabilir.

Anahtar kareler (keyframes), zaman içindeki değişiklikleri tanımlamak için çok önemlidir. Bir anahtar kare, bir nesnenin bir eylemi başlattığı veya sonlandığı zaman noktasını işaretler. Hareketli grafikler genellikle bir nesnenin konumunu, dönüşünü, ölçeğini veya opaklığını zaman içinde değiştirmek için anahtar kareleri kullanır. Anahtar kareler arasında yumuşak geçişler oluşturmak için Adobe Animate iki tür ara geçiş sunar: hareket ara geçişleri (motion tweens) ve şekil ara geçişleri (shape tweens).

Hareket Ara Geçişleri: Sembolleri canlandırmak için kullanılır. Bir nesneyi bir yol boyunca hareket ettirebilir, döndürebilir veya dönüşümler uygulayabilirsiniz ve Animate, yumuşak hareketi sağlamak için otomatik olarak ara kareleri oluşturur.

Şekil Ara Geçişleri: Bir şekli zamanla başka bir şekle dönüştürmek için kullanılır. Bu, soyut şekilleri canlandırmak veya öğeler arasında akıcı geçişler oluşturmak için kullanışlıdır.

Animatörler, ara geçişleri kullanarak yumuşak, profesyonel hareketli grafikler oluşturmak için gereken manuel iş miktarını önemli ölçüde azaltabilir.

Adobe Animate'in içinde bulunan kamera Aracı, hareketli grafik oluşturma için olmazsa olmaz bir özelliktir ve kullanıcıların yakınlaştırma, kaydırma ve döndürme gibi kamera hareketlerini simüle etmelerine olanak tanır. Metinler ise özellikle

açıklayıcı videolar, başlık dizileri ve reklamlarda hareketli grafiklerde önemli bir rol oynar. Adobe Animate, kullanıcıların konum, ölçek, opaklık ve döndürme gibi metin özelliklerini canlandırmasına olanak tanıyan sağlam metin animasyon araçları sunar. Tasarımcılar, metnin anlatım veya müzikle senkronize olarak ekranda dinamik olarak hareket ettiği kinetik tipografi gibi efektler yaratarak tek tek harfleri canlandırmak için klasik hareket aralarını veya şekil aralarını kullanabilirler. Easing (yavaş giriş-yavaş çıkış) işlevleri, tasarımcıların animasyonların gerçekleştiği hızı ayarlamasına olanak tanır. Adobe Animate, daha doğal ve görsel olarak çekici hareketler oluşturmaya yardımcı olan ease in (yavaş giriş) ve ease out (yavaş çıkış) gibi çeşitli easing ön ayarları sunar. Easing, özellikle hareketli grafiklerde, anahtar kareler arasında robotik veya doğal olmayan geçişlerden kaçınmak için önemlidir.

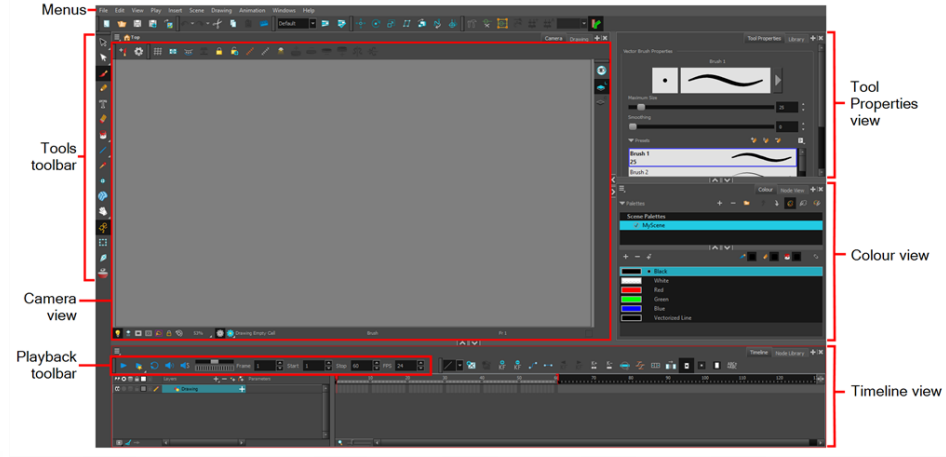
Adobe Animate, 2B hareketli grafikler oluşturmak için kapsamlı bir araç seti sunarak onu hareket tasarımcıları ve animatörler için değerli bir varlık haline getirmektedir. Esnekliği, zaman çizelgesi tabanlı arayüzü ve vektör animasyonu ve etkileşimli içerik desteği, dinamik ve ilgi çekici görsellerin verimli bir şekilde oluşturulmasını sağlar. Hareket araları, maskeleme, metin animasyonu ve kamera aracı gibi temel özelliklerden yararlanarak tasarımcılar, mesajları etkili bir şekilde ileten ilgi çekici hareketli grafikler oluşturabilir. Teknoloji geliştikçe ve etkileşimli içerik talebi arttıkça, Adobe Animate animasyon ve hareket tasarımı endüstrilerinde önemli bir araç olmaya devam etmektedir.

2.5.1.3. Toon Boom Harmony

Toon Boom 1994 yılında kurulan ve Ottawa, Ontario merkezli bir Kanada animasyon stüdyosudur. Film, televizyon, web, video oyunları, mobil cihazlar, eğitim ve öğretim için animasyon ve storyboard yazılımlarının geliştirilmesi ve üretiminde uzmanlaşmıştır. Hem geleneksel 2B animasyon hem de gelişmiş hareketli grafiklere göre uyarlanmış güçlü araçlarıyla bilinen, sektördeki en yaygın olarak saygı duyulan animasyon yazılımlarından biridir. Başlangıçta Toon Boom Animation Inc. tarafından geliştirilen yazılım, özellikle televizyon, film ve oyun alanlarında modern animasyon prodüksiyonunu şekillendirmede etkili olmuş 2005 ve 2012'de Primetime Engineering Emmy Ödülleri'ne layık görülmüştür. (57. Emmy Ödülleri, 2005) (64. Emmy Ödülleri, 2012). Toon Boom, başlangıçta öncelikli olarak bağımsız animatörler ve küçük stüdyolara yönelik bir yazılım olan Toon Boom Studio'yu piyasaya sürmüştür. Amaç,

elle çizilmiş animasyonların kalitesini ve özgünlüğünü korurken pahalı ve emek yoğun geleneksel animasyon tekniklerine daha erişilebilir bir alternatif sunmaktır.

Şekil 24. Toon Boom Harmony Arayüzü ve Menülerin Gösterimi



Kaynak: Toon Boom, 2024

Toon Boom, 2005 yılında animasyon yazılımlarının daha gelişmiş, stüdyo sınıfı bir versiyonu olan Harmony'yi tanıtmıştır. Kısa sürede film ve televizyon prodüksiyonunda çalışan profesyonel animatörler için başvurulacak araç haline gelmiştir. Harmony'nin çekiciliği, vektör tabanlı, kesme animasyon teknikleriyle birlikte geleneksel kare kare animasyon araçlarının bir karışımını sunan hibrit yaklaşımında yatmaktadır. 2000'lerin sonlarına doğru Toon Boom Harmony animasyon sektöründe yaygın bir kabul görmüştür. Disney, Nickelodeon ve Cartoon Network gibi ünlü animasyon stüdyolarının yanı sıra The Simpsons, The Princess and the Frog ve South Park gibi büyük ölçekli yapımlarda kullanılmıştır.

Toon Boom Harmony, geleneksel kare kare animasyon araçları sunmada öncü yazılımlardan birisidir. Sanatçılar, klasik 2B animasyon sürecini kopyalayarak her kareyi elle çizebilirler. Bu, özellikle etkileyici, nüanslı hareketlerin gerekli olduğu karakter animasyonu için faydalıdır. Yazılımın çizim araçları, onion skin, fırça özelleştirme ve vektör çizimi gibi özellikler sayesinde animatörlerin hassas bir şekilde akıcı hareketler oluşturmasına olanak tanır.

Harmony'nin benzersiz noktalarından biri, karakterlerin veya nesnelerin donatılıp canlandırılabilen ayrı parçalara bölündüğü bir teknik olan cut-out animasyonunu destekleme yeteneğidir. Harmony, kullanıcıların karakterler için iskelet yapıları oluşturmasına olanak tanıyan ve her kareyi yeniden çizmek yerine anahtar karelerle

bunları daha kolay bir şekilde manipüle etmesini sağlayan sağlam bir donanım sistemi sunar. Bu özellik, animatörlerin genellikle düzgün, tekrarlayan hareketleri verimli bir şekilde üretmesi gereken hareketli grafikler için olmazsa olmazdır.

Toon Boom Harmony, hem vektör hem de bitmap iş akışlarını destekleyerek animatörlere tercih ettikleri ortamı seçme esnekliği sağlar. Vektör grafikleri kalite kaybı olmadan ölçeklenebilir ve bu da onları yeniden boyutlandırma veya dönüştürme gerektiren hareketli grafikler için ideal hale getirir. Öte yandan bitmap çizimi, geleneksel animasyonda sıklıkla aranan daha resimsel, dokulu stillere olanak tanır.

Harmony, karmaşık çok katmanlı efektleri işleyebilen güçlü bir compositing motoru içerir. Animatörler, animasyonlarının görsel etkisini artırmak için bulanıklıklardan ve ışıklandırma efektlerinden parçacık sistemlerine kadar çeşitli özel efektler uygulayabilirler. Hareketli grafikler, düz vektör şekillerine derinlik ve zenginlik kattıkları için bu efektlerden büyük ölçüde yararlanır.

Toon Boom Harmony esas olarak 2B bir yazılım olmasına rağmen, kullanıcıların 2B animasyonlarının yanı sıra 3B nesneleri içe aktarmasına ve düzenlemesine olanak tanıyan 3B entegrasyonu sunmaktadır. Bu hibrit yetenek, görsel olarak dinamik içerik oluşturmak için genellikle 2B ve 3B öğelerin bir kombinasyonunun kullanıldığı hareketli grafiklerde özellikle yararlıdır.

Büyük ölçekli prodüksiyonlar düşünülerek tasarlanan Harmony, animatör ekipleri arasında iş birliğini kolaylaştıran özellikler içermektedir. Kullanıcılar varlıkları paylaşabilir, bir sahnenin farklı bölümlerinde aynı anda çalışabilir ve çalışmalarını birleşik bir projeye entegre edebilir. Bu iş birliği ortamı, birden fazla katılımcının olduğu hareketli grafik projeleri için olmazsa olmazdır ve pano genelinde verimlilik ve tutarlılık sağlar.

Toon Boom Harmony, esnekliği ve kapsamlı araç seti sayesinde 2B hareketli grafiklerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Genellikle şekillerin, tipografinin ve grafik öğelerinin bilgi iletmek veya bir hikâye anlatmak için hareket ettirilmesiyle karakterize edilen hareketli grafikler, Harmony'nin yeteneklerinin parladığı önemli bir alandır.

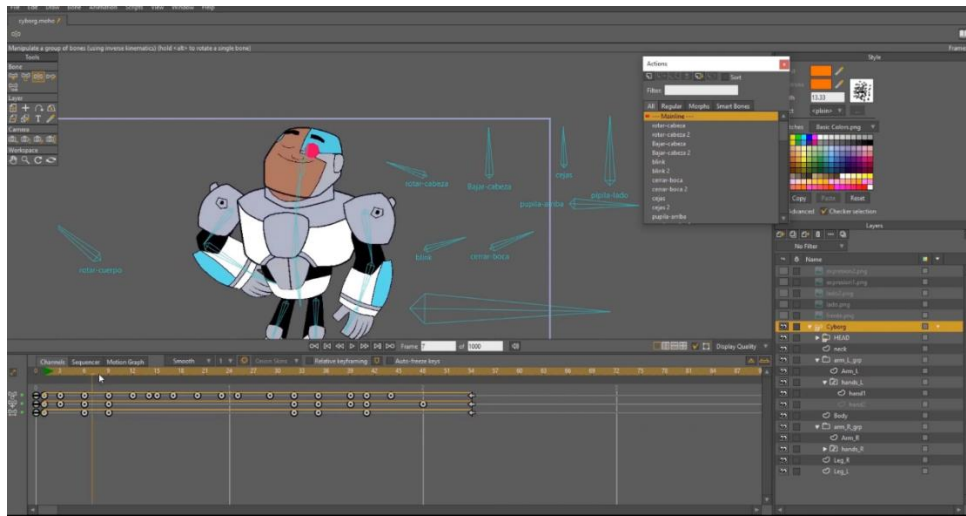
Toon Boom Harmony, animasyon ve 2B hareketli grafikler alanında uzun ve etkili bir geçmişe sahiptir. Kare kare animasyondan teçhizat ve özel efektlere kadar kapsamlı araç yelpazesi, onu hem geleneksel animatörler hem de hareketli grafik tasarımcıları

için olmazsa olmaz bir yazılım haline getirir. Reklam, eğitim, yayın veya dijital medya için kullanılsın, Harmony dinamik, profesyonel düzeyde 2B hareketli grafikler oluşturmak için güçlü bir platform sağlar. Yüksek kaliteli görsel içerik talebi artmaya devam ederken, Toon Boom Harmony animasyon teknolojisinin ön saflarında yer almaya devam ederek sektörün ihtiyaçlarını karşılamak için sürekli olarak gelişmektedir.

2.5.1.4. Moho

Önceleri Anime Studio olarak bilinen Moho, sağlam kemik donanım sistemi ve sezgisel vektör tabanlı animasyon araçlarıyla bilinen çok yönlü bir 2B animasyon yazılımıdır. Hem animasyon hem de hareketli grafikler alanında sağlam bir üne kavuşmuş olup hem yeni başlayanlara hem de profesyonel animatörlere hitap etmektedir. 2B animasyon ve hareketli grafikler için önde gelen yazılım araçlarından biri olan Moho, yıllar geçtikçe, niş bir animasyon aracından, görsel olarak çekici 2B içerik oluşturmak için animatörler, stüdyolar ve hareketli grafik sanatçıları tarafından yaygın olarak kullanılan güçlü bir yazılıma dönüşmüştür. Moho'nun kare kare animasyon, bone rigging (kemik iskelet sistemi) ve vektör çizim araçlarının benzersiz kombinasyonu, onu hareketli grafik sektöründe popüler bir seçenek haline getirmiş ve sanatçıların akıcı, dinamik ve profesyonel kalitede animasyonları verimli bir şekilde oluşturmalarına olanak tanımıştır.

Şekil 25. Moho Arayüzü



Kaynak: Moho, 2022

Moho, ilk olarak 1990'ların sonlarında Mike Clifton tarafından kendi şirketi Lost Marble altında daha karmaşık ve pahalı yazılımlara alternatif arayan animatörler için bir araç olarak yaratılmıştır. Kullanım kolaylığı ve erişilebilirlik düşünülerek tasarlanmış olup, profesyonel düzeyde kaliteyi korurken animasyon sürecini kolaylaştıracak araçlar sağlamayı amaçlamaktadır. 2006 yılında yazılım E Frontier tarafından satın alınmış ve Anime Studio olarak yeniden markalanmıştır. Smith Micro Software daha sonra Anime Studio'nun gelişimini devralmıştır ve önemli iyileştirmeler yaparak onu dünya çapında profesyonel stüdyolar tarafından kullanılan ana akım bir ürün haline getirmiştir. Smith Micro, 2016 yılında Anime Studio'nun adını, yalnızca anime tarzı yapımların ötesinde daha geniş kullanımını daha iyi yansıtabilecek şekilde Moho olarak değiştirmiştir. Yazılım, Smart Bone teknolojisi ve entegre fizik simülasyonları gibi yeni özelliklerle daha da geliştirilmiş ve daha geniş bir animatör kitlesi için daha da çekici hale getirilmiştir. 2020'de Lost Marble, Moho'nun mülkiyetini geri almış ve gelişimini sürdürmüştür, bu da daha kullanıcı dostu ve güçlü özelliklerin tanıtılmasına yol açmıştır. Moho bugün, reklam, eğitim, film ve sosyal medya dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde hem geleneksel 2B animasyon hem de hareketli grafikler için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Moho'nun vektör çizim araçları, rig sistemleri ve sezgisel animasyon iş akışlarının benzersiz karışımı, onu 2B hareketli grafiklerin oluşturulması için özellikle uygun hale getirmektedir. Moho'nun kemik rig sistemi, en ünlü özelliklerinden biridir ve animatörler ve hareketli grafik sanatçıları arasında bu kadar popüler olmasının temel nedenlerinden biridir. Kemik rig, animatörlerin karakterler veya nesneler için bir iskelet yapısı oluşturmaya olanak tanır ve her kareyi yeniden çizmek yerine kemikleri manipüle ederek bunları canlandırmayı mümkün kılar. Bu teknik zamandan tasarruf sağlar, tutarlılığı artırır ve daha akıcı animasyonlar sağlar.

Moho'nun gelişmiş bir özelliği olan Akıllı Kemikler (smart bones), sanatçıların rig'in hareketini etkileyen özel kontroller oluşturmaya olanak tanıyarak kemik rig'ini bir adım öteye taşımaktadır. Akıllı Kemikler, eklem bozulması gibi sorunları düzeltmeyi mümkün kılarak animatörlere bir rig'in farklı parçalarının nasıl hareket ettiği veya etkileşime girdiği konusunda daha fazla kontrol sağlamaktadır. Bu özellik, hassasiyetin ve temiz, pürüzsüz hareketlerin kritik olduğu hareketli grafiklerde özellikle yararlıdır.

Moho'nun vektör tabanlı animasyon sistemi, onu 2B hareketli grafikler için ideal kılan bir diğer temel özelliktir. Vektör grafikleri çözünürlükten bağımsızdır, yani kalite kaybetmeden ölçeklenebilirler ve bu da onları çeşitli ekran boyutları için hareketli grafiklerin üretiminde özellikle yararlı hale getirir.

Moho, sanatçıların sanat eseri oluşturmaya veya içe aktarmaya ve doğrudan yazılım içinde canlandırmasına olanak tanıyan çok çeşitli vektör çizim araçları içerir. İster temiz geometrik tasarımlar ister karmaşık çizimler yaratın, Moho'nun vektör araçları keskin, ölçeklenebilir hareketli grafikler üretmek için gereken esnekliği sağlar.

Moho, hareketli grafiklerde belirli efektler oluşturmak için paha biçilmez olan yerleşik fizik simülasyonları ve parçacık sistemleri içerir. Fizik motoruyla animatörler, animasyona bir gerçekçilik ve karmaşıklık katmanı ekleyen yer çekimi ve çarpışma efektleri gibi gerçekçi hareketleri simüle edebilirler. Öte yandan parçacık sistemleri, hareketli grafiklerde yaygın olan duman, ateş, kıvılcıklar veya soyut tasarımlar gibi çeşitli efektler oluşturmak için kullanılabilir. Bu araçların dahil edilmesi, sanatçıların minimum manuel çabayla ilgi çekici, görsel olarak zengin hareketli grafikler oluşturmaya olanak tanır. Örneğin, parçacıklar bir logo gösteriminde kademeli bir efekt oluşturmak için kullanılabilir veya fizik motoru, dinamik bir infografikteki öğelerin doğal hareketini simüle edebilir.

Moho'nun sezgisel zaman çizelgesi ve anahtar kare sistemi, animasyonun zaman içinde hassas bir şekilde kontrol edilmesini sağlayarak, bir hareketli grafikteki çeşitli öğelere hareketleri, dönüşümleri ve efektleri uygulamayı kolaylaştırır. Zaman çizelgesi arayüzü, yumuşak geçişler ve animasyonlar oluşturmak için anahtar kareleri kolayca ekleme, silme veya ayarlama olanağıyla kullanıcı dostudur.

Hareketli grafiklerde, geçişlerin, hareketlerin ve görsel öğelerdeki değişikliklerin zamanlaması etkili bir anlatı veya akış oluşturmak için çok önemlidir. Moho'nun zaman çizelgesi, tasarımcıların nesneleri hızlı ve verimli bir şekilde canlandırmasına, nihai ürünün cilalı ve ilgi çekici olmasını sağlamak için özel kolaylaştırma, zamanlama ve hareket uygulamasına olanak tanır.

2.5.1.5. Blender Grease Pencil

Blender'ın Grease Pencil'ı, özellikle Blender'ın 3B ortamıyla kusursuz entegrasyonu nedeniyle, 2B animasyon ve hareketli grafik alanında devrim niteliğinde bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Başlangıçta basit bir açıklama aracı olarak tanıtılan Grease

Pencil, 3B çalışma alanında 2B animasyonlar oluşturma yeteneği gibi benzersiz yetenekler sunan, tam teşekküllü bir 2B animasyon sistemine dönüşmüştür. Blender, en kapsamlı açık kaynaklı 3B modelleme ve animasyon araçlarından biri olarak bilinir. Bununla birlikte, 2B sanatçılar için öne çıkan özelliklerinden biri, 3B ortamda 2B çizim ve animasyona izin veren bir araç olan Grease Pencil'dır. Grease Pencil'ın 2B ve 3B öğeleri harmanlayan benzersiz doğası, hareketli grafik tasarımcıları ve animatörler için benzeri görülmemiş çok yönlülük sunar.

Şekil 26. Blender Grease Pencil Arayüzü



Kaynak: Developer, 2024

Grease Pencil ilk olarak 2008 yılında Blender'da basit bir açıklama ekleme aracı olarak tanıtılmıştır. Başlangıçtaki amacı, kullanıcıların doğrudan 3B görünüm üzerinde çizim yapmasına olanak sağlamak, 3B modelleme veya animasyon süreci sırasında fikirlerin iletilmesi için hızlı eskizler ve notlar oluşturmaktır. Başlangıçta animasyon özelliği olmayan temel çizgi çizimleriyle sınırlı olmasına rağmen araç, kullanım kolaylığı ve fikirleri doğrudan Blender arayüzünde görselleştirme yeteneği nedeniyle kullanıcılar arasında hemen popülerlik kazanmıştır. Zamanla, Blender Foundation liderliğindeki Blender geliştirme ekibi, Grease Pencil'ın orijinal amacının ötesine geçme potansiyelini fark etmiştir. 2015 yılında Blender, Grease Pencil'ın tam teşekküllü bir 2B animasyon aracına dönüştürmeye başlayan güncellemeleri tanıtmıştır. Güncelleme, kullanıcıların çizimlerini kare kare canlandırmasına olanak tanımış ve Blender, tümü geleneksel 2B animasyon iş akışları için gerekli olan katman yönetimi, onion skin gibi özellikleri tanıtmıştır.

Gerçek atılım, 2019'da Grease Pencil'in tamamen elden geçirildiği Blender 2.8 ile geldi. Bu sürüm, Grease Pencil'i Blender'ın 3B alanında 2B öğeler oluşturmak ve canlandırmak için yerel bir araç olarak tanıttı. 2B ve 3B varlıkları sorunsuz bir şekilde entegre edebilen güçlü bir hibrit araç haline geldi ve animatörlerin her iki stili de benzeri görülmemiş şekillerde birleştirmesine olanak tanıdı. 2B nesneler için şekillendirme araçlarının, doldurma araçlarının ve daha iyileştirilmiş kontur sisteminin sunulmasıyla Grease Pencil, profesyonel 2B animasyon için sağlam bir platforma dönüştü. Günümüzde Grease Pencil 2B animasyon filmlerinden hareketli grafiklere, storyboard'lardan etkileşimli medyaya kadar çeşitli profesyonel bağlamlarda kullanılmaktadır. Hem 2B hem de 3B alanlarda aynı anda çalışabilme yeteneği, onu esneklik ve verimlilik gerektiren karmaşık animasyon projeleri için popüler hale getirmiştir. Ayrıca, Blender açık kaynak olduğundan Grease Pencil, yeteneklerini geliştirmeye devam eden düzenli güncellemeler ve katkılarla yaratıcı topluluk içinde güçlü bir takipçi kitlesi kazanmıştır.

Grease Pencil'in en benzersiz yönlerinden biri, 2B çizimlerin ve animasyonların 3B bir alanda var olmasına izin verme yeteneğidir. Bu, sanatçıların doğrudan 3B görünüm alanında çizim yapabileceği ve 2B yaratımlarının 3B öğelerle etkileşime girerek hibrit kompozisyonlar oluşturabileceği anlamına gelmektedir. Bu özellik dinamik görsel efektler veya 3B nesnelerle entegrasyon gerektiren hareketli grafikler için kullanışlıdır ve geleneksel 2B animasyon yazılımında bulunmayan sonsuz yaratıcı olanaklar sunmaktadır.

Blender Grease Pencil, organik, elle çizilmiş animasyonlar oluşturmak için gerekli olan geleneksel kare kare animasyonu destekler. Ek olarak, ana kareler arasında yumuşak geçişler oluşturmaya yardımcı olan interpolation özellikleri sunarak karmaşık animasyonlar oluşturmaya daha kolay ve hızlı hale getirir. Manuel çizim ve otomatik interpolation bu kombinasyonu, hareketli grafik sanatçılarının hem hassas kontrol hem de zaman kazandıran tekniklerle yüksek kaliteli animasyonlar üretmesine olanak tanımaktadır.

Grease Pencil, Toon Boom Harmony veya Adobe Animate gibi diğer 2B animasyon yazılımlarına benzer şekilde çok katmanlı bir yaklaşıma olanak tanımaktadır. Sanatçılar, hareketli grafik projelerinin farklı öğelerini arka planlar, karakterler ve efektler gibi katmanlara ayırabilirler. Bu katmanlı yapı, karmaşık kompozisyonlar

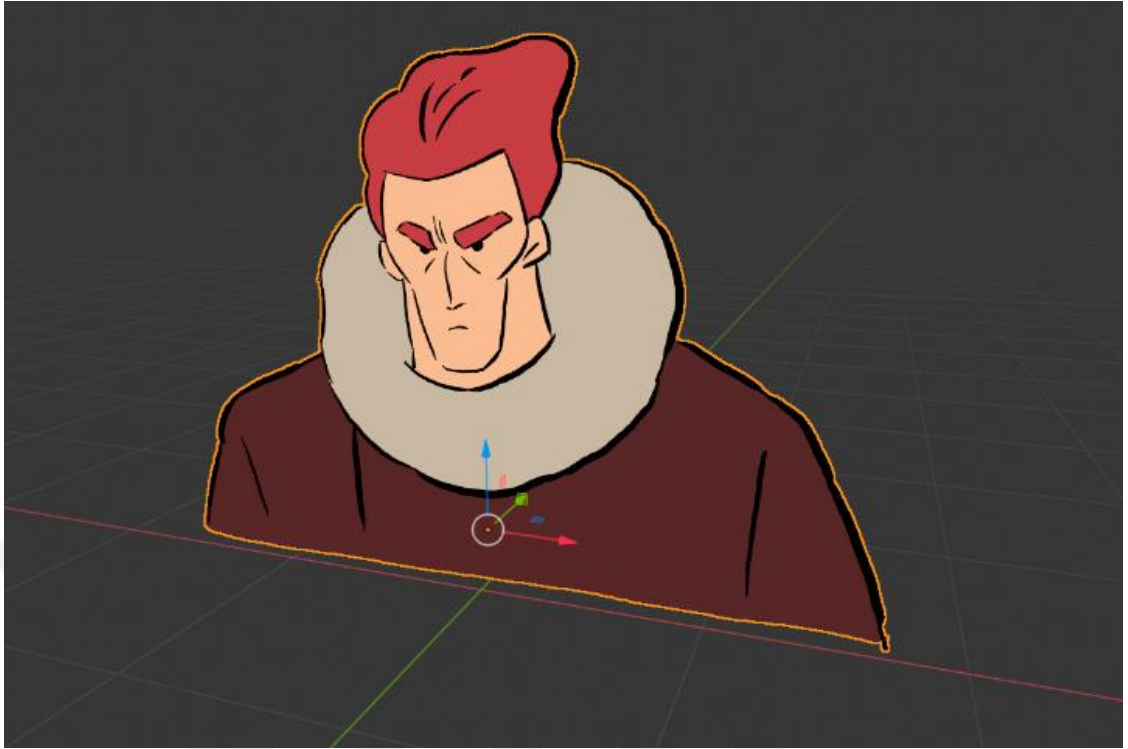
üzerinde çalışırken daha fazla esneklik sağlar; çünkü her bir öge, diğer katmanları etkilemeden bağımsız olarak canlandırılabilir ve düzenlenebilmektedir.

Blender Grease Pencil'in en güçlü özelliklerinden biri, 2B çizimlere ve animasyonlara uygulanabilecek değiştiricileri ve efektleri desteklemesidir. Lattice ya da Subdivision değiştiricileri gibi değiştiriciler, sanatçıların 2B öğelerini yaratıcı yollarla deforme etmelerine veya yumuşatmalarına olanak tanır. Hareketli grafik projelerinin görsel etkisini geliştirmek için bulanıklık, pikselleştirme ve gölge gibi yerleşik efektler uygulanabilir. Bu özellikler, tahribatsız düzenleme seçenekleri sunarak hareketli grafiklere çok yönlülük ve derinlik katar.

Grease Pencil, Blender'ın 3B ortamında çalıştığından, Blender'ın tüm 3B modelleme, şekillendirme ve birleştirme araçlarıyla entegre edilebilir. Bu özellikle ürün görselleştirmeleri, açıklayıcı videolar veya sinema dizileri gibi 2B ve 3B öğeleri birleştiren hareketli grafikler için kullanışlıdır. Sanatçılar, 2B animasyonlarını geliştirmek için 3B aydınlatmayı, kameraları ve fizik simülasyonlarını kullanabilir ve her iki boyutu harmanlayan görsel olarak etkileyici efektler yaratabilirler.

Grease Pencil, film ve televizyon için 2B animasyonların üretiminde paha biçilmez bir araç haline gelmiştir. Film yapımcıları bunu animasyonlu storyboard'lardan 3B ortamlarla entegre tam 2B sekanslara kadar her şeyi oluşturmak için kullanabilirler. 3B alanda 2B öğelerle çalışmanın esnekliği, geleneksel 2B animasyon yazılımıyla elde edilmesi zor olan yaratıcı kamera hareketlerine, ışık efektlerine ve birleştirmeye olanak tanır. Hero (2018) gibi filmler, Grease Pencil'in stil açısından zengin ve görsel olarak dinamik içerik oluşturmak için nasıl kullanılabileceğinin büyük öneme sahip örnekleridir.

Şekil 27. Blender Grease Pencil 2B çizimleri 3B ortamda görme, Hero (2018)



Kaynak: Blender, 2024

Etkileşimli medya ve oyunlar giderek 2B ve 3B görsel öğeleri harmanlarken, Blender'ın Grease Pencil'i oyun geliştiricilere karakterler, ortamlar ve kullanıcı arayüzü öğeleri için benzersiz ve etkileyici animasyonlar oluşturma yeteneği sunmaktadır. Grease Pencil'in Blender'ın oyun geliştirme araçlarıyla uyumluluğu, sanatçıların etkileşimli deneyimlere tamamen entegre hareketli grafikler ve animasyonlar tasarlamasına olanak tanımaktadır.

2.5.2. Özellikler ve Kullanım Durumlarının Karşılaştırılması

2B hareketli grafiklerin oluşturulması, dinamik görsel öğeleri tasarlamak, canlandırmak ve işlemek için esneklik sağlayan özel yazılım araçları gerektirmektedir. Projenin doğasına bağlı olarak, belirli sonuçlar elde etmek için farklı yazılım programları daha uygun olabilir. Adobe After Effects, Adobe Animate, Toon Boom Harmony, Moho ve Blender Grease Pencil programların her biri, farklı animasyon tekniklerine, iş akışlarına ve karmaşıklık düzeylerine hitap eden farklı bir özellik kümesine sahiptir. Bu araçları karşılaştırarak, hareketli grafik sanatçılarının her

yazılım için en uygun kullanım durumlarını anlamalarına yardımcı olmayı ve proje gereksinimlerine göre bilinçli kararlar almalarına yardımcı olmak amaçlanmaktadır.

Adobe After Effects, hareketli grafikler ve görsel efektler oluşturmak için en popüler yazılım araçlarından biridir. Öncelikle compositing, anahtar kare tabanlı animasyon ve özel efekt yetenekleriyle bilinir ve bu da onu reklamcılık, film ve web içeriği oluşturma alanlarında yaygın olarak kullanılmasını sağlar. After Effects, logolar, metin animasyonları ve görsel efektler gibi hem 2B hem de 3B öğeleri entegre eden son derece güçlü animasyonlar oluşturmada özellikle etkilidir. Animasyonlu infografikler, kinetik tipografi ve logo gösterimleri gibi karmaşık hareketli grafik dizileri oluşturmada mükemmeldir. Güçlü compositing ve efekt yetenekleri, görsel efektlerin ve 2B ve 3B öğelerin entegrasyonunun önemli olduğu projeler için idealdir. Ancak, elle çizilmiş animasyon projelerinde kullanımını sınırlayan geleneksel kare kare 2B animasyon için tasarlanmamıştır.

Adobe Animate (eski adıyla Flash), web için 2B animasyonlar, etkileşimli içerik ve hareketli grafikler oluşturmak için özel olarak tasarlanmış vektör tabanlı bir animasyon yazılımıdır. Sanatçıların web tarayıcıları ve mobil uygulamalar dahil olmak üzere çeşitli platformlar için ayrıntılı elle çizilmiş animasyonlar ve vektör tabanlı grafikler oluşturmaya olanak tanıyan kare kare animasyon yetenekleriyle bilinir. Elle çizilmiş animasyonlar oluşturmayı kolaylaştıran onion skin ve çizim araçları sunarak geleneksel 2B animasyon için oldukça etkilidir. Animate, ActionScript ve HTML5 aracılığıyla etkileşimi destekler ve bu sayede web tabanlı animasyonlar, etkileşimli afişler ve e-öğrenme içeriği oluşturmak için uygundur. HTML5 Canvas, WebGL ve SVG dahil olmak üzere çeşitli formatlara dışa aktarma olanağı sunarak web için duyarlı animasyonlar oluşturmak için idealdir. Adobe Animate, etkileşimli animasyonlar, karakter animasyonları ve web tabanlı hareketli grafikler oluşturmak için en uygundur. Genellikle eğitim animasyonlarında, açıklayıcı videolarda ve animasyonlu web afişlerinde kullanılır. Ancak, karmaşık görsel efektler üretme ve kompozisyon oluşturmada After Effects'e kıyasla daha az etkilidir.

Toon Boom Harmony, televizyon şovları, filmler ve yüksek kaliteli animasyonlu kısa filmlerin yapımında yaygın olarak kullanılan profesyonel düzeyde bir 2B animasyon yazılımıdır. Hem geleneksel kare kare animasyon hem de dijital kukla animasyonu için sağlam araçlarıyla bilinir. Harmony, yüksek düzeyde kontrol ve hassasiyete ihtiyaç duyan animatörler için özel olarak tasarlanmış özellikleriyle animasyon

sektöründe bir temeldir. Sanatçılar hem vektör hem de bitmap grafiklerle çalışabilirler; bu da onlara son derece ayrıntılı arka planlar ve karakterler yaratma konusunda esneklik kazandırır. Harmony, akıcı karakter hareketlerine ve karmaşık animasyonlar için detaylı donanıma olanak tanıyan güçlü kemik ve eğri deforme edici özellikler içerir. Toon Boom Harmony, özellikle geleneksel 2B animasyon teknikleri veya karmaşık karakter teçhizatı gerektiren projelerde üst düzey animasyon üretimi için idealdir. Genellikle televizyon ve film için karakter animasyonu ile ilişkilendirilse de teçhizat araçları ve karmaşık hareketleri işleme yeteneği, özellikle karakter animasyonunun önemli bir rol oynadığı senaryolarda, karmaşık hareketli grafikler için uygun hale getirir.

Moho, kemik rigleme sistemi ve vektör tabanlı iş akışıyla yaygın olarak tanınan çok yönlü bir 2B animasyon yazılımıdır. Karakter rigleme, animasyon ve hareketli grafik oluşturmayı basitleştiren araçlar sunarak animasyon sürecini kolaylaştırmak için tasarlanmıştır. Moho, hızlı karakter rigleme ve animasyon gerektiren projeler için oldukça uygundur. Kemik rigleme sistemi, karakter tabanlı animasyonlar veya hızlı, yinelemeli ayarlamaların gerekli olduğu senaryolar içeren hareketli grafikler için idealdir. Karakter hareketlerinin bozulmayı en aza indirecek şekilde manipüle edilmesini sağlayarak animasyonların kalitesini artıran Akıllı Kemikler (Smart Bones) özelliği vardır. Moho, dinamik hareket grafikleri oluşturmak için değerli olan dahili fizik simülasyonları ve parçacık efektleri içermektedir. Ancak, After Effects gibi yazılımlarda bulunan bazı compositing ve özel efekt yeteneklerinden yoksundur.

Blender'ın Grease Pencil'ı, Blender ekosisteminde 3B alanda 2B çizim ve animasyona olanak tanıyan benzersiz bir araçtır. 2B ve 3B animasyon arasındaki boşluğu kapatarak, Blender'ın 3B ortamının tüm gücünden yararlanırken geleneksel 2B animasyonlar oluşturmayı mümkün kılar. 2B ve 3B olmak üzere her iki medya türünü harmanlama yeteneği, onu deneysel hareketli grafikler, görsel efektler ve hibrit animasyon projeleri için mükemmel bir seçim haline getirir. Özellikle 3B öğeleri dahil ederek geleneksel 2B animasyonun sınırlarını zorlamak isteyen sanatçılar için idealdir.

2B hareketli grafik üretimi için yazılım seçimi büyük ölçüde projenin özel gereksinimlerine bağlıdır. Adobe After Effects karmaşık görsel efektler ve kompozisyon için en uygundur, Adobe Animate ise web tabanlı animasyonlar ve etkileşimde mükemmeldir. Toon Boom Harmony ve Moho karakter animasyonları için idealdir, Harmony profesyonel düzeyde araçlar sunarken Moho verimli bir

donanım sistemi sağlar. Son olarak Blender Grease Pencil, 2B animasyonları 3B bir alana entegre etmek için benzersiz bir çözüm sunar ve bu da onu deneysel ve hibrit animasyonlar için güçlü bir rakip haline getirir. Sonuç olarak, doğru yazılım seçimi projenin sanatsal ve teknik gereksinimlerine ve istenen iş akışına bağlıdır.

Tablo 1: 2B Hareketli Grafik Tasarım Yazılımlarının Karşılaştırılması

Yazılım	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler	Kullanım Alanları
Adobe After Effects	Gelişmiş compositing, görsel efektler, keyframe animasyonu	Geleneksel kare-kare animasyonu için tasarlanmamıştır.	Kinetik tipografi, görsel efektler, hareketli grafik tasarım
Adobe Animate	Vektör tabanlı çizimler, interaktif web animasyonları	Limitli compositing ayarları, görsel efektler	Web animasyonu, karakter animasyonu, eğitim içerikleri
Toon Boom Harmony	Üst düzey 2B animasyon, kemik deforme edicileri, endüstri standardı animasyon	Öğrenmesi pratik ve zaman gerektiriyor, pahalı	Profesyonel animasyon, karakter animasyonu, hareketli grafik tasarım
Moho	Kemik rigleme sistemi, akıllı kemikler özelliği, vektör tabanlı çizimler	Limitli compositing ayarları, görsel efektler	Karakter rigleme, hızlı animasyon, hareketli grafik animasyon
Blender Grease Pencil	2B-3B alanda çalışabilme, hibrit animasyon, modifiye ediciler ve gelişmiş efektler	2B çalışma alanları kadar kolay ve anlaşılır değil, kare kare animasyon için uygun değil	Hibrit animasyon, deneysel hareketli grafik tasarımı

3. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK

3.1. Artırılmış Gerçeklik Nedir?

Günümüzde Artırılmış Gerçeklik, eğitim, eğlence ve sağlık hizmetleri de dahil olmak üzere çeşitli alanlarda uygulamalar bulan hızla gelişen bir teknolojidir. Artırılmış gerçeklik akademik literatürde çeşitli yazarlar tarafından bu teknolojinin evrimini ve disiplinler arası doğasını yansıtacak şekilde tanımlanmıştır.

Azuma (1997) artırılmış gerçekliği 3 boyutlu sanal nesnelerin 3 boyutlu gerçek ortama gerçek zamanlı olarak entegrasyonu olarak tanımlamaktadır. Daha sonraki çalışmalarında Azuma ve ark. (2001) AR'yi, gerçek dünyayla aynı alanda bir arada var gibi görünen sanal (bilgisayar tarafından üretilen) nesnelerle gerçek dünyayı tamamlayan bir sistem olarak tanımlamışlardır. Benzer şekilde Heemsbergen ve ark. (2021), AR'yi, kullanıcıların gerçek dünyayı 3 boyutlu uzaya gerçek zamanlı olarak üst üste bindirilmiş veya birleştirilmiş etkileşimli sanal nesnelerle görmelerini sağlayan bilgisayarlı görme sistemleri olarak tanımlayarak gerçek zamanlı yönünü vurgulamıştır. Bu tanım, literatürde tanımlanan temel unsurlarla uyumlu olarak AR'nin gerçek zamanlı ve etkileşimli doğasını vurgulamaktadır. Ayrıca AR uygulaması, sanal ve gerçek unsurların entegrasyonunu yansıtan fiziksel alanların veya nesnelerin ilgili dijital bilgilerle geliştirilmesini içerir (Miller ve Dousay, 2015). Yıldırım (2020)' a göre AR, en basit tanımıyla "bilgisayar tarafından üretilen dijital nesnelerin gerçek nesnelerle birlikte sunulmasıdır". AR, deneyimsel amaçlarla gerçek dünya ortamına yerleştirilen sanal nesnelerin oluşturduğu gerçek ve sanal nesnelerden oluşan bir ortamdır (Boşat vd., 2020).

Artırılmış Gerçeklik El Kitabı'nda yapılan tanıma göre AR, unsurları bilgisayar tarafından oluşturulan artırılmış görüntülerle birleştirilen ve karma bir gerçeklik yaratan fiziksel gerçek dünya ortamının canlı görüntüsünü ifade eder (Furht, 2011). Gerçek zamanlı etkileşimli ve üç boyutlu olarak kayıtlı, gerçek ve sanal dünyaları birleştiren bir sistemdir (Kodeboyina ve Varghese, 2016).

Artırılmış Gerçeklik, fiziksel ve dijital dünyalar arasındaki çizgiyi bulanıklaştıran, hızla gelişen bir teknolojidir. Görüntüler, videolar, 3 boyutlu modeller veya veriler gibi dijital bilgileri ve bilgisayar tarafından oluşturulan nesneleri akıllı telefonlar, masaüstü bilgisayarlar ve gözlükler gibi cihazlar aracılığıyla gerçek dünyaya entegre etmektedir.

Tamamen yapay bir ortam yaratan Sanal Gerçekliğin (VR) aksine AR, gerçek dünyaya dijital unsurlar ekleyerek onu geliştirir.

Yapılan tanımlar, teknolojinin bilgisayar tarafından oluşturulan görüntüleri kullanıcının gerçek dünya görüşü üzerine yerleştirme ve böylece bileşik bir görünüm sağlama yeteneğini kapsar. Bu, AR teknolojisi için üç temel gereksinimin ana hatlarını çizen araştırmacı Ronald Azuma'nın yaygın olarak kabul edilen tanımıyla uyumludur. Bu gereksinimler, sanal öğelerin fiziksel ortama kusursuz entegrasyonunu, gerçek zamanlı etkileşimi ve sanal ve gerçek nesnelerin doğru şekilde hizalanmasını içerir (Billinghurst ve ark., 2015).

AR'nin akıllı telefonların yerini alma ve dijital bilgiye erişimde baskın platform olma potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir (Azuma, 2019). Araştırmalar AR'nin çeşitli konularda akademik başarıyı ve motivasyonu artırma yeteneğine sahip olduğunu ve bu kavramın eğitim alanında kapsamlı bir şekilde araştırıldığını göstermektedir (Erbaş ve Demirel, 2019). AR'nin soyut açıklamalar ile gerçek dünya olguları arasındaki öğrenme boşluğunu kapatabileceği ve onu eğitim uygulamaları için değerli bir araç haline getirebileceği öne sürülmektedir (Luckin ve Fraser, 2011).

AR tanımlarının evrimi, Milgram, Kishino ve Azuma gibi etkili çalışmalardan etkilenmiştir ve bu durum, bu alanda devam eden söylemi ve gelişimi göstermektedir (Rosa ve ark., 2016). Bu tanımlar toplu olarak AR'nin farklı alanlardaki potansiyelini ve çok yönlülüğünü ve modern çağda temel bir teknoloji olarak gelişen rolünü vurgulamaktadır. AR ilerlemeye devam ettikçe, araştırmacıların ve uygulayıcıların bu farklı türleri keşfetmesi ve yenilik yapması, yeni olasılıkların ve uygulamaların kilidini açması adına oldukça heyecan vericidir.

3.2. Artırılmış Gerçeklik Tarihçesi

AR'nin tarihi, on yıllar boyunca meydana gelen önemli gelişmelerle birlikte 20. yüzyılın başlarına kadar izlenebilir. Gerçek dünyayı sanal bilgilerle zenginleştirme kavramı, gerçek teknolojiye önceden dayanmaktadır. 20. yüzyılın başlarındaki bilim kurgu, gerçek ve sanal unsurların kusursuz bir şekilde harmanlandığı dünyaları tasavvur eden AR'ye benzer fikirlere sahiptir.

Erken bilim kurgunun kökenine kadar uzanan ve ilk referanslardan biri, L. Frank Baum'un 1901 tarihli "The Master Key" adlı kitabında, "Karakter İşaretleyicisi" olarak

bilinen bir çift elektrikli camın tasvir edildiği bir kitapta yapılmıştır (Baum, 1901). Öte yandan artırılmış gerçeklik için gerçek teknoloji temeli uzun bir süre atılamamış, oluşturulması ve günümüzdeki halini alması önemli ölçüde uzun sürmüştür.

Artırılmış gerçeklikle ilgili düşünce ve kavramların hayata geçmesi ancak 1960'lı yıllarda gerçekleşmiştir. Aslında bir görüntü yönetmeni olan Morton Heilig, sürükleyici görseller, ses, titreşim ve koku dahil çoklu duyuşsal uyarım sağlayan mekanik bir cihaz olan Sensorama ile modern AR'nin etkileşimli bileşeninden yoksun olmasına rağmen deneyimsel geliştirmenin temelini atmıştır.

Ivan Sutherland'ın 1968'de yayınlanan "A Head-Mounted Three Dimensional Display" adlı ufuk açıcı makalesi, sanal ve artırılmış gerçeklik tarihinde çok önemli bir döneme işaret etmektedir. Bu teorik çalışma ile bilgisayar tarafından oluşturulan grafikleri kullanıcının görüşüne ekleyen başa takılan bir ekranı (HMD kavramsallaştıran Sutherland, "Sword of Democles" olarak bilinen ilk başa takılan ekranı geliştirmiştir. (Sutherland, 1968). Bu çalışma modern VR ve AR sistemleri için bir araştırma ve geliştirme dalgasını ateşleyerek ilk pratik AR prototiplerinin yolunu açmıştır.

Şekil 28. A Head-Mounted Three Dimensional Display



Kaynak: Road Tovr, 2016

Bilgisayar araştırmacısı ve sanatçısı Myron Kruger, Connecticut Üniversitesi'nde tamamen yapay gerçekliğe adanmış 'Videoplace' adında bir laboratuvar kurdu. Videoplace, bilgisayarın katılımcının eylemlerini algıladığı ve görsel ve işitsel gösterimlerle gerçek zamanlı olarak yanıt verdiği etkileşimli bir bilgisayar ortamıdır (Krueger,1985).

İlk kez "Artırılmış Gerçeklik" terimi, 1990 yılında Boeing araştırmacısı Tom Caudell ve David Mizell tarafından, uçak kablo demetlerinin montajını basitleştirmek için kullanılan bir dijital görüntüleme sistemini tanımlayan bir terim olarak ortaya atıldı (Caudell & Mizell, 1992). AR araştırma alanı 1990'larda daha da gelişmiştir. 1992 yılında ABD Hava Kuvvetleri Armstrong Laboratuvarı tarafından dikkate değer bir gelişme olan "Virtual Fixtures" adlı sistem geliştirilmiştir. Bu sistem, mekansal olarak kaydedilen sanal öğelerin gerçekliği nasıl tamamlayabileceğini göstererek, artırılmış gerçeklik teknolojisinde büyük bir ilerlemeye işaret etmektedir (Rosenberg, 1992). Sistem, askeri personel ve pilotları daha güvenli uçuş uygulamaları konusunda eğitmek gibi görevleri gerçekleştirmek için makineleri sanal olarak kontrol etmesine ve yönlendirmesine olanak tanımıştır.

Ronald Azuma 1997 yılında AR teknolojisi için üç temel gereksinimin ana hatlarını çizmiştir. Yaygın olarak kabul edilen tanımıyla uyumlu olan bu gereksinimler, sanal öğelerin fiziksel ortama kusursuz entegrasyonunu, gerçek zamanlı etkileşimi ve sanal ve gerçek nesnelerin doğru şekilde hizalanmasını içerir (Azuma, 1997).

21. yüzyılın başında AR teknolojisinde, öncelikle bilgisayar görüşü, mobil bilgi işlem ve internet bağlantısındaki ilerlemeler nedeniyle önemli bir hızlanma yaşanmıştır. Hirokazu Kato ve Mark Billinghurst, Washington Üniversitesi'ndeki İnsan Arayüzü Teknolojisi Laboratuvarında (HIT Lab) artırılmış gerçeklik destekli yazılımları geliştirmenin temelini oluşturan açık kaynaklı bir yazılım kütüphanesi (SDK) olan ARToolKit'i geliştirmiştir. Teknoloji ilk kez 1999'da SIGGRAPH'ta halka açık olarak gösterilmiştir (Kato, H., & Billinghurst, M., 1999).

Gelişmiş sensörler, kameralar ve işlem gücüyle mobil cihazlar AR'yi genel halk için daha erişilebilir hale getirmiştir. 2013 yılında Google, AR özelliklerine sahip giyilebilir bir cihaz olan Google Glass'ı tanıtmıştır.

Şekil 29. Google Glass



Kaynak: Wikipedia, t.y.

Doğal dil işleme komutları aracılığıyla kullanıcıların internet ile iletişim kurabilmesine olanak sağlayan Glass, giyilebilir AR teknolojisinde önemli bir dönüm noktası olmuştur (Poetker, 2023). Takip eden yıllarda Microsoft Hololens ve Magic Leap gibi artırılmış gerçeklik destekli giyilebilir cihazlar piyasaya sürmüştür.

AR'deki en önemli atılımlardan biri 2016 yılında Pokémon GO'nun piyasaya sürülmesidir. Bu mobil oyun küresel bir fenomen haline gelmiş ve geniş bir izleyici kitlesine eğlencede AR'nin potansiyelini tüm dünyaya tanıtmıştır. Gerçek atılım, 2017 yılında Apple tarafından ARKit ve Google tarafından ARCore SDK araçlarının piyasaya sürülmesiyle gelmiş ve milyonlarca akıllı telefon kullanıcısına AR yetenekleri kazandırmıştır.

Bugün AR baş döndürücü bir hızla gelişmeye devam etmektedir. Gelişmiş ekran teknolojileri daha hafif, daha net giyilebilir cihazları yaratmaktadır. Yapay zeka ve bilgisayar görüşü, gelişmiş nesne tanıma ve izlemeyi güçlendirmektedir. AR, cerrahi ve mühendislikten eğitim ve eğlenceye kadar çeşitli alanlarda uygulama alanı bulmaktadır.

3.3. Artırılmış Gerçeklik kullanım alanları

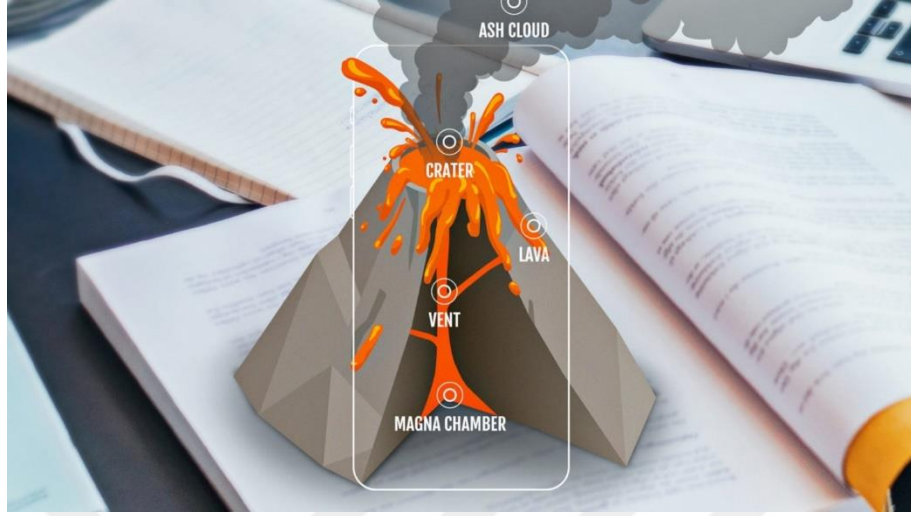
Artırılmış Gerçeklik (AR), dijital ve fiziksel dünyaları yenilikçi ve üretken yollarla harmanlayan, çeşitli alanlarda dönüştürücü bir teknoloji olarak ortaya çıkmıştır. Tamamen yapay bir ortam yaratan Sanal Gerçekliğin (VR) aksine AR, dijital bilgileri gerçek dünya ortamına yerleştirir. AR'nin bu benzersiz özelliği, oyun ve eğlenceden eğitime, sağlık hizmetlerinden endüstriyel tasarıma kadar çeşitli alanlarda uygulanmasına yol açmıştır. Fiziksel çevremize bilgi ve grafikleri yerleştirerek pazarlama ve perakende deneyimlerinde devrim yaratma, öğrenmeyi geliştirme, hassas tıbbi prosedürlere yardımcı olma ve karmaşık görevleri basitleştirme potansiyeline sahiptir. Ayrıca teknisyenlere karmaşık prosedürler boyunca rehberlik ederek bakım ve onarım alanında, tarihi yerlerde, müzelerde etkileşimli ve bilgilendirici katmanlarla zenginleştirilmiş deneyimler sunarak turizmde de ilerleme kaydetmektedir. Teknolojinin esnekliği ve uyarlanabilirliği, belirli ihtiyaçlara ve hedeflere uyacak şekilde özelleştirilebileceği anlamına gelmekte ve bu da onu hem profesyonel hem de eğlence alanlarında çok yönlü bir araç haline getirmektedir. Artırılmış gerçeklik artık bilim kurgu filmlerine özgü bir yenilik değil, Fütüristik bir konseptten, çeşitli endüstrilerde bugünü şekillendiren ve geleceği yeniden tanımlayan dönüştürücü bir teknolojiye hızla geçiş yapmaktadır.

Artırılmış gerçeklik artık bilim kurgu filmlerine özgü fütüristik bir konsept veya bir yenilik olmaktan çıkmış gerçekliğin üzerinde yeni bir katman olarak çeşitli endüstrilerde bugünü şekillendiren ve geleceği yeniden tanımlayan dönüştürücü bir teknolojiye hızla geçiş yapmaktadır.

3.3.1. Eğitim ve Öğretim

AR, gerçek dünyayı sanal bileşenlerle kusursuz bir şekilde birleştirerek katılımı, etkileşimi ve hafızada tutmayı teşvik ederek eğitimi iyileştirir. Eğitimde AR, öğrencilere ilgi çekici ve dinamik bir öğrenme ortamı sağlar. Basılı metnin üzerine etkileşimli öğeler, animasyonlar ve 3 boyutlu modeller eklenerek ders kitapları multimedya deneyimlerine dönüştürülebilir. Tarihi yerler veya anatomik yapılar gibi karmaşık fikirlerin üç boyutlu görselleştirilmesi, öğrencilerin etkileşim kurmasına ve sanal nesneleri keşfetmesine olanak tanıyarak soyut kavramları hayata geçirir.

Şekil 30. 3B Model Eklenerek Multimedya Deneyimine Dönüştürülmüş Bir Ders Kitabı



Kaynak: ArBor XR, 2023

Artırılmış Gerçeklik (AR) teknolojisi, öğrenme deneyimlerini geliştirme potansiyeli nedeniyle eğitim alanında büyük ilgi görmüştür. AR'nin eğitim üzerindeki etkisini araştıran çeşitli çalışmalar, öğrenci performansını, katılımını ve bilginin akılda tutulmasını artırmayı amaçlamaktadır. AR'nin eğitimde kullanımı, ilk, orta ve yüksek öğretim dahil olmak üzere çeşitli disiplinlerde ve eğitim düzeylerinde araştırılmıştır. Ayrıca AR'nin matematik, fen bilimleri, bilgisayar bilimleri ve hatta sağlık hizmetleri gibi konularda öğrenmeyi destekleme potansiyeli de araştırıldı. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular, AG'nin eğitim ortamlarındaki etkililiğine ilişkin değerli bilgiler sağlamaktadır.

Ayrıca etkileşimli öğretim sistemlerinde AR kullanımının öğrencilerin ders içeriği yeterliliğini, mekansal hayal gücünü ve öğrenmeye olan genel ilgisini önemli ölçüde artırdığı gösterilmiştir (Cheng ve ark, 2018).

Tarih eğitimi bağlamında AR uygulamaları, sürükleyici ve etkileşimli deneyimler sunma, böylece öğrencilerin tarihi olaylara ilişkin anlayışlarını ve kültürel miras görselleştirmelerini geliştirme potansiyeliyle tanınmaktadır (Challenor ve Ma, 2019). Dahası, giderek artan sayıda mobil AR uygulamalarının mevcudiyeti, eğitimin tüm sektörlerindeki öğretmenleri ve öğrencileri mobil AR deneyimleri ve öğrenme nesneleri oluşturma ve uygulama konusunda güçlendirerek öğrenme sürecini daha da zenginleştirdi (Marcel, 2019).

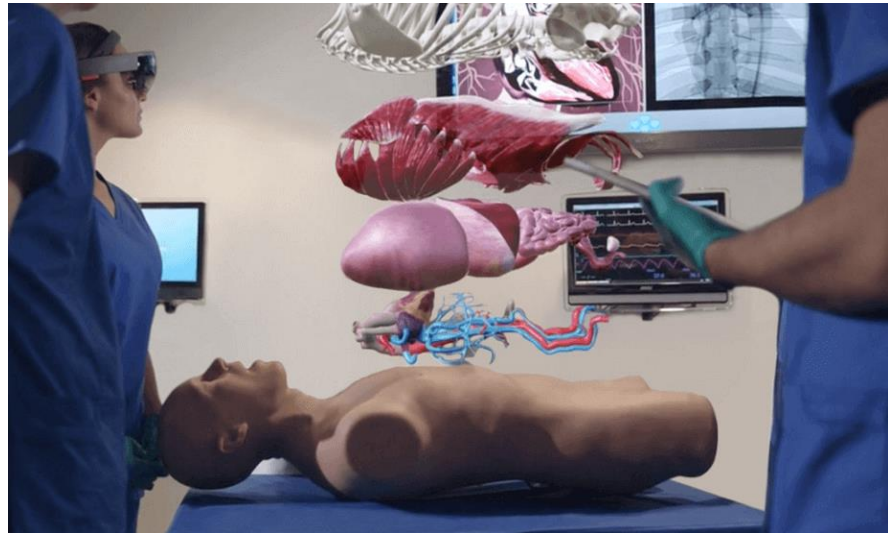
Yılmaz (2018), 2016 ve 2017 yılları arasında AR'nin eğitimde kullanımına ilişkin literatürü gözden geçirmiş ve eğitim ortamlarında artan önemini vurgulamıştır. Benzer şekilde Nigam ve C (2022), AR uygulamalarının çevrimdışı sınıflarda kullanımını tartışarak AR teknolojisinin geleneksel eğitim ortamlarında pratik uygulamasını ortaya koymuştur.

Bu incelemeler, AR'nin etkileşimli ve ilgi çekici öğrenme deneyimlerini teşvik etme potansiyelinin altını çizerek, eğitimsel sonuçları artırmaya yönelik daha geniş hedefle uyumlu hale gelmiştir. Sistematik incelemelerin ve alana özgü uygulamaların geliştirilmesi, AR'nin geleneksel eğitim uygulamalarını dönüştürme ve öğrenme sonuçlarını iyileştirme potansiyelinin altını çizmektedir.

3.3.2. Sağlık

AR, tıbbi süreçleri dönüştürme ve hasta sonuçlarını iyileştirme potansiyeline sahip çok sayıda uygulama sunan, sağlık ve tıp sektöründe heyecan verici bir gelişme olduğunu kanıtlamaktadır. AR'nin önemli bir etki yarattığı alanlardan biri de cerrahidir. Cerrahlar artık büyük kesilere gerek kalmadan hastanın iç anatomisini görselleştirebilmektedir. Bu, hastanın anatomisinin 3 boyutlu modelinin hastanın vücuduna yerleştirilmesiyle elde edilmekte ve böylece cerraha etkili bir şekilde bir tür "X-ışını görüşü" sağlamaktadır. Bu durum hem karmaşık prosedürlerin planlanmasına hem de ameliyatın kendisine yardımcı olmakta, bununla beraber daha az invazif operasyonlar ve daha hızlı hasta iyileşme süreleri sağlamaktadır.

Şekil 31. AR Ortamında Görüntülenen 3B İnsan Vücudu Modeli



Kaynak: Jasoren, t.y.

Rehabilitasyon alanında AR, fizik tedaviyi hastalar için daha ilgi çekici ve keyifli hale getirmek için kullanılmaktadır. Egzersizleri eğlenceli aktivitelere dönüştüren, özellikle çocuklar veya uzun süreli rehabilitasyona giren kişiler için faydalı olabilecek AR oyunları geliştirilebilir. Son olarak AR, protez ve ortez dünyasını bile etkilemektedir. Bu cihazların tasarımına ve yerleştirilmesine yardımcı olarak hastaların konforunu ve kullanılabilirliğini artırılabilir. Bunlar “sağlık ve tıbbi uygulamalar” alanındaki en son gelişmelerden bazılarıdır:

AccuVein: AccuVein, damarları gerçek zamanlı olarak görselleştirmek için AR kullanan, sağlık hizmeti sağlayıcılarının IV yerleştirme ve kan alımı için iğne yerleştirmesini kolaylaştıran, elde taşınır bir cihazdır. Damar yapılarını göstermek için cildi aydınlatır ve damar delinmesinin doğruluğunu artırır.

ProjectDR: Alberta Üniversitesi'ndeki araştırmacılar tarafından geliştirilen ProjectDR, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme veri kümeleri gibi tıbbi görüntüleme verilerini hastanın vücuduna gerçek zamanlı olarak yansıtan bir AR sistemidir. Bu teknoloji, cerrahların, kesi yapılmasına gerek kalmadan hastanın derisinin altını görmesine yardımcı olabilir.

HoloAnatomy: Case Western Reserve Üniversitesi ve Cleveland Clinic tarafından Microsoft iş birliğiyle geliştirilen HoloAnatomy, tıp öğrencilerine insan anatomisini öğretmek için Microsoft'un HoloLens AR başlığını kullanıyor. Öğrencilerin insan vücudunun gerçek boyutlu 3 boyutlu modellerini görselleştirmelerine ve bunlarla etkileşime girmelerine olanak tanır.

3.3.3. Eğlence ve Oyunlar

AR eğlence ve oyun alanlarında hızla dönüştürücü bir teknoloji olarak ortaya çıkmıştır. Sanal öğeleri fiziksel dünyayla birleştirerek, kullanıcılara etkileşimi ve etkileşimi artıran sürükleyici deneyimler sunmaktadır. Tamamen yapay ortamlar yaratan Sanal Gerçekliğin (VR) aksine, AR gerçekliği tamamlar, daha etkileşimli ve sürükleyici bir kullanıcı deneyimi yaratmak için dijital ve fiziksel dünyaları harmanlar. AR'nin uygulamaları çeşitli endüstrileri kapsar, ancak eğlence ve oyun üzerindeki etkisi özellikle önemli olmuştur. Pokémon GO gibi mobil oyunlardan sürükleyici tema parkı cazibe merkezlerine kadar AR, ilgi çekici ve yenilikçi deneyimler yaratmak için önemli bir araç haline gelmiştir.

Şekil 32. Pokemon Go Oyununun Mobil Cihazdan Görünümü



Kaynak: Britannica, t.y.

Akıllı telefonlar, AR gözlükleri (Microsoft HoloLens, Magic Leap) ve kulaklıklar gibi cihazlar, AR içeriği sunmak için olmazsa olmazdır. Kameralar ve sensörler, kullanıcının ortamını gerçek zamanlı olarak izleyerek dijital içeriğin gerçek dünyayı doğru bir şekilde kaplamasını sağlar. ARCore (Google) ve ARKit (Apple) gibi AR yazılım geliştirme kitleleri, geliştiricilerin donanımla sorunsuz bir şekilde entegre olan AR uygulamaları oluşturmaya olanak tanır. Bu araçlar, geliştiricilerin fiziksel ortamla etkileşime girebilen sanal nesneler oluşturmaya yardımcı olur ve dijital varlıkların gerçek dünya alanlarına yerleştirilmesini sağlar. Temel AR işlevleri Eşzamanlı Yerelleştirme ve Haritalama (SLAM), derinlik algılama ve nesne tanıma dayandır. Bu teknolojiler, AR sistemlerinin gerçek dünyayı anlamasını ve dijital katmanların kullanıcının fiziksel ortamına düzgün bir şekilde hizalanmasını ve sabitlenmesini sağlar. Oyun ve eğlence bağlamında bu teknolojiler, içerik oluşturucuların sanal karakterleri, etkileşimli öğeleri ve multimedya içerikleri kullanıcının çevresiyle harmanlayarak daha ilgi çekici ve sürükleyici deneyimler yaratmasına olanak tanır.

Konum tabanlı AR oyununun en popüler örneği Pokémon GO'dur (2016). Niantic tarafından geliştirilen oyun, oyuncunun akıllı telefon kamerasını ve GPS'ini kullanarak Pokémon karakterlerini gerçek dünya konumlarına yerleştirir. Oyuncuların Pokémon'u

yakalamak için fiziksel olarak ortamlarında hareket etmeleri gerekir, bu da bir macera ve keşif duygusu yaratır. Bu tür AR oyunları, fiziksel alanları bir oyun alanına dönüştürerek gerçek dünyayla etkileşimi teşvik ederken aynı anda sanal öğelerle etkileşime girer.

AR sadece oyunla sınırlı değildir, aynı zamanda canlı performanslar, konserler, film ve etkileşimli hikâye anlatımı gibi alanlarda diğer eğlence biçimlerini de önemli ölçüde etkilemiştir. AR, ziyaretçi deneyimlerini geliştirmek için tema parklarına ve canlı eğlence yerlerine entegre edilmiştir. Örneğin, The VOID tarafından desteklenen Disney'in Star Wars: Secrets of the Empire deneyimi, gerçek dünya setlerini sanal öğelerle birleştiren ve kullanıcıların kendilerini Star Wars evrenine kaptırmalarına olanak tanıyan konum tabanlı bir AR eğlencesidir.

AR, görsel olarak çarpıcı ve etkileşimli deneyimler yaratmak için canlı performanslarda ve konserlerde kullanılmıştır. Eminem gibi sanatçılar, fiziksel sahne ve izleyiciyle etkileşime giren sanal grafikler ve animasyonlar yansıtarak canlı performansları geliştirmek için AR kullanmıştır. AR'nin bu tür uygulamaları, performansın duygusal etkisini artıran daha dinamik, sürükleyici bir atmosfer yaratır.

3.3.4. Reklam ve Pazarlama

Artırılmış Gerçeklik (AR), tüketicilerin ilgisini derinden çeken sürükleyici, etkileşimli kampanyalar sunarak pazarlama ve reklam endüstrisinde devrim yaratmaktadır. Artırılmış gerçeklik sayesinde markalar gerçeğe yakın ürün tanıtımları ve sanal deneme deneyimleri yaratarak reklamcılığı daha etkileşimli ve kişisel hale getirebilmektedir. Günümüzde pek çok perakende mağazası AR teknolojisini yalnızca müşterileri ürünler hakkında bilgilendirmek için değil aynı zamanda müşteri deneyimini geliştirmek için de kullanıyor; örneğin müşteriler, ürünleri akıllı telefonlarıyla tarayarak incelemelere, eğitimlere ve diğer içeriklere anında erişebilmektedir. Ayrıca mağazalar, müşterilerin fiziksel olarak denemeden kıyafetlerin, gözlüklerin veya makyajın üzerlerinde nasıl görüneceğini görebilecekleri "sanal prova odaları" sunmaktadır.

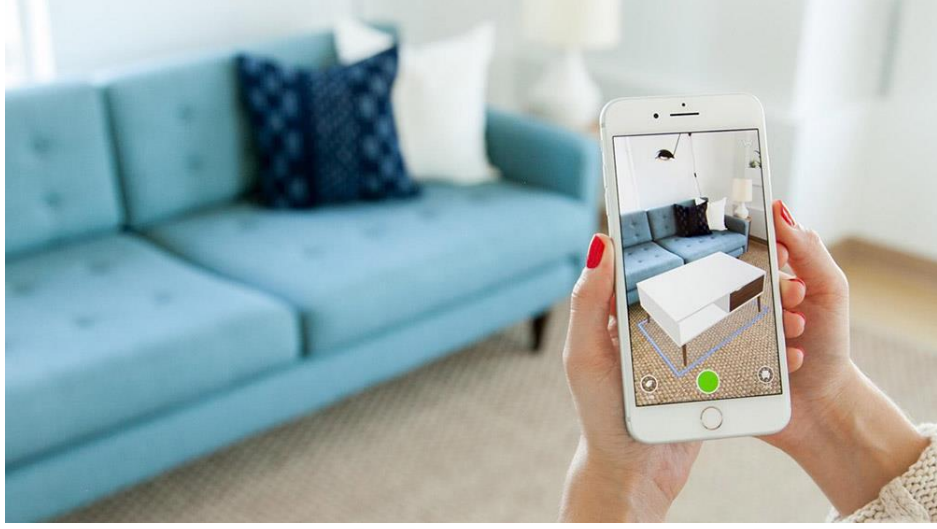
AR'nin reklam ve pazarlamada uygulanması, gelişmiş donanım, yazılım ve içerik oluşturma araçlarının bir kombinasyonu tarafından yönlendirilir. Bu teknolojik bileşenler, markaların tüketicileri büyüleyen ve marka katılımını teşvik eden sürükleyici ve etkileşimli AR deneyimleri oluşturmalarını sağlar. AR reklamcılığı,

öncelikle dijital içeriğin gerçek dünyaya yerleştirilmesine olanak tanıyan kameralar, ivmeölçerler ve GPS sensörleriyle donatılmış akıllı telefonlar ve tabletler gibi mobil cihazlar aracılığıyla sunulur. Ayrıca, maliyetleri ve erişilebilirlikleri nedeniyle pazarlama kampanyalarında daha az yaygın olarak kullanılsa da AR kulaklıkları ve akıllı gözlükler daha sürükleyici bir AR deneyimi sunar. AR reklamcılığının etkinliği büyük ölçüde yüksek kaliteli 3B içeriğe dayanır. Gelişmiş 3B modelleme, animasyon ve işleme araçları, kullanıcının fiziksel ortamıyla etkileşime giren sanal nesneler oluşturmak için kullanılır. Bu araçlar, markaların kullanıcının tercihlerine veya konumuna göre özelleştirilebilen ve kişiselleştirilebilen görsel olarak ilgi çekici AR deneyimleri sunmasını sağlar.

AR'nin reklamcılıktaki temel avantajlarından biri, tüketici katılımını artırma yeteneğidir. Kullanıcıların dijital içerikle gerçek zamanlı etkileşime girmesine izin vererek AR, daha sürükleyici ve akılda kalıcı bir deneyim yaratır. Basılı veya video reklamlar gibi geleneksel reklamlar, genellikle tüketicilerin yalnızca içeriği gözlemlediği pasif medya biçimleridir. Buna karşılık AR, kullanıcıların reklamı yapılan ürünleri veya hizmetleri keşfetmesini ve bunlarla etkileşime girmesini sağlayarak aktif katılımı teşvik eder.

AR reklamcılığı ayrıca kişiselleştirme ve özelleştirme fırsatları da sunar. AR uygulamaları, AR deneyimini bireye göre uyarlamak için kullanıcının konumu, tercihleri veya satın alma geçmişi gibi verileri kullanabilir. Örneğin, BMW ve Mercedes-Benz gibi otomotiv markaları, potansiyel alıcıların renk, iç tasarım ve aksesuarlar gibi özellikleri ayarlayarak sanal araba modellerini özelleştirmelerine olanak sağlamak için AR'yi kullanır. Ikea gibi mobilya perakendecileri, tüketicilerin ürünlerin gerçek ölçekli 3B modellerini gerçek dünya alanlarına yerleştirerek mobilyaların evlerinde nasıl görüneceğini görselleştirmelerine olanak tanıyan AR uygulamaları geliştirmişlerdir. Bu, tüketicilere satın alma kararlarında daha fazla güven sağlar ve iade olasılığını azaltır.

Şekil 33. Ikea AR Mobil Uygulaması ile Ev Dekorasyonu



Kaynak: Log, Emir Bostanoğlu, 2017

AR deneyimleri genellikle viral bir bileşene sahiptir, çünkü AR reklamlarıyla etkileşim kuran tüketiciler deneyimi sosyal medya platformlarında paylaşma olasılığı daha yüksektir. Snapchat ve Instagram, markaların etkileşimli, paylaşılabılır AR içeriği oluşturmaya olanak tanıyan AR lensleri ve filtreleri sunarak bu alanda öncü olmuştur. Genellikle markalı kampanyalar için kullanılan bu AR filtreleri, kullanıcıları etkileşime sokar ve organik paylaşımı teşvik ederek markanın erişimini artırır

3.3.5. Alışveriş

Artırılmış Gerçeklik (AR), dijital içeriği fiziksel dünyayla harmanlayarak alışveriş deneyiminde yeniliklere imza atmıştır. Tüketicilerin ürünlere olan erişimini ve etkileşimini iyileştirmektedir. AR teknolojisi, tüketicilerin kıyafetleri sanal olarak denemelerine, evlerindeki mobilyaları görselleştirmelerine ve satın alma kararları vermeden önce dijital ürün modelleriyle etkileşim kurmalarına olanak tanımaktadır. Son yıllarda, dijital teknoloji ve perakendenin bir araya gelmesi, tüketicilerin markalarla etkileşim kurma ve satın alma kararları verme biçimini önemli ölçüde değiştirmiştir. Dönüştürücü teknolojiler arasında AR, dijital ve fiziksel alışveriş deneyimlerini birleştirme becerisi nedeniyle önemli ölçüde ilgi görmüştür. AR, kullanıcıların fiziksel ortamlarında dijital ürün temsilleriyle etkileşime girmelerine izin vererek kullanıcı deneyimini geliştirir ve daha sürükleyici ve kişiselleştirilmiş bir alışveriş deneyimi sunmaktadır.

AR alışveriş deneyimlerinin çoğu, AR içeriğini işleyebilen kameralar, sensörler ve işlemcilerle donatılmış akıllı telefonlar ve tabletler aracılığıyla sunulmaktadır. Google Glass ve Microsoft HoloLens gibi AR gözlükleri daha sürükleyici bir deneyim sunar ancak maliyet ve erişilebilirlik engelleri nedeniyle tüketici alışveriş bağlamlarında daha az kullanılır. ARKit (Apple) ve ARCore (Google) gibi AR yazılım geliştirme kitleleri geliştiricilerin yüzeyleri algılayabilen, hareketi izleyebilen ve dijital nesneleri fiziksel alanlara sabitleyebilen AR uygulamaları oluşturmaya olanak tanır. Bu araçlar, perakendecilerin mobil cihazlar aracılığıyla erişilebilen uygulamalar ve web tabanlı AR deneyimleri sunmalarını sağlar. Alışverişteki AR uygulamaları, müşterilerin ürünlerin dijital modellerini gerçek dünya ortamlarında görüntülemelerine olanak tanıyan 3B ürün görselleştirmesine büyük ölçüde güvenmektedir. Gelişmiş görüntüleme teknikleri sayesinde ürünler yüksek ayrıntıda, çok sayıda açıdan ve gerçekçi ölçeklerde görüntülenebilir ve tüketicilere ürünün kişisel alanlarında nasıl görüneceği veya işlev göreceği konusunda gerçekçi bir anlayış sağlanabilir.

3.3.6. Sanat ve Müzeler

Müzeler ve sanat kurumları, kültürel koruma, eğitim ve görsel keşif alanlarıdır. Geleneksel olarak, ziyaretçileri meşgul etmek için statik sergilere ve fiziksel eserlere güvündüler. Ancak dijital çağda, AR gibi yeni teknolojilerin entegrasyonu, sanatın ve tarihin nasıl deneyimlendiğini yeniden tanımlamaya başladı. Akıllı telefonlar ve tabletler gibi cihazları kullanarak fiziksel dünyaya dijital öğeler yerleştiren AR, müzelere ve sanat sergilerine hikâye anlatımını geliştirme, bağlamsal anlayışı derinleştirme ve izleyicileri daha etkileşimli yollarla meşgul etme yeteneği sağlar. Müzelerdeki ve sanat enstalasyonlarındaki AR uygulamalarının çoğuna, fiziksel ortamı yakalamak ve haritalamak için kameralar, sensörler ve hareket detektörleriyle donatılmış akıllı telefonlar ve tabletler gibi mobil cihazlar aracılığıyla erişilebilir. Yüksek kaliteli 3B modelleme, animasyon ve dijital hikâye anlatımı, ilgi çekici AR deneyimleri sunmanın anahtarıdır. Müzelerdeki AR genellikle ziyaretçilerin eserleri veya sanat eserlerini daha derinlemesine keşfetmelerine olanak tanıyan görsel katmanlar, multimedya içerik veya etkileşimli öğeler içerir. Örneğin, bir AR uygulaması kullanıcıların tarihi bir eseri farklı açılardan görüntülemesine veya bir sanatçının sürecini animasyonlu görselleştirmeler aracılığıyla keşfetmesine olanak tanıyabilir. AR, pasif gözlemi etkileşimli bir deneyime dönüştürerek ziyaretçi

etkileşimini devrim niteliğinde değiştirme kapasitesine sahiptir. Statik ekranların aksine AR, kullanıcıların fiziksel nesneler üzerine katmanlanmış dijital içerikle etkileşime girmesine olanak tanır ve bu da daha sürükleyici ve unutulmaz bir deneyime yol açar. AR özellikli sergiler ziyaretçilerin sanatçı hakkında arka plan bilgileri, etkileşimli zaman çizelgeleri veya sanat eserinin yaratıldığı kültürel veya tarihi bağlamı gösteren görsel katmanlar gibi ek bağlam katmanlarıyla tarihi bir tabloyu görüntülemesine olanak tanıyabilir. Çoklu perspektifler ve duysal girdiler sunarak AR, ziyaretçi ile sergi arasında daha derin bir duygusal ve entelektüel bağlantı oluşturur.

AR, engelli bireyler veya müzeyi fiziksel olarak ziyaret edemeyenler dahil olmak üzere müze deneyimlerini daha geniş bir kitleye daha erişilebilir hale getirme potansiyeline sahiptir. Uzaktan erişilebilen sanal AR turları, insanların dünyanın her yerinden sergileri keşfetmesine olanak tanır, kültürel kurumların erişimini genişletir ve sanat ile tarihi daha kapsayıcı hale getirir. Dijital sanatı fiziksel enstalasyonlarla harmanlayarak, AR yalnızca izleyicinin deneyimini geliştirmekle kalmaz, aynı zamanda sanatsal ifadenin sınırlarını zorlayarak sanatçıların yeni yaratıcılık ve etkileşim biçimleriyle denemeler yapmasına olanak tanır.

Londra'daki National Gallery, tarihi resimlere ilişkin ek içgörüler sağlamak için sergilerinin birçoğuna AR teknolojisini dahil ettirmiştir AR uygulamalarının kullanımıyla ziyaretçiler, resimleri ve yaratımlarını bağlamlandıran zaman çizelgeleri, animasyonlar ve arka plan hikayeleri gibi etkileşimli öğeleri görüntüleyebilir. Galerinin AR destekli resim programı, ziyaretçilerin görselin ötesinde, sanat eseriyle birden fazla düzeyde etkileşim kurmasını sağlayarak, hemen fark edilmeyebilecek daha derin yorumlar ve tarihsel bağlamlar sunar.

**Şekil 34. National Museum’da Kullanıcıların AR Uygulaması Aracılığıyla
Tablonun Gizli Mesajını görüntülemesi**



Kaynak: YouTube, 2023

3.3.7. Mimarlık ve İnşaat

AR, dijital modelleri ve bilgileri fiziksel ortama yerleştirerek mimarlara, mühendislere ve inşaat profesyonellerine projeleri planlamak, inşa etmek ve yönetmek için gerçek zamanlı, etkileşimli araçlar sağlar. Mimarlık ve inşaat endüstrileri, tasarım niyetlerini iletmek ve inşaat planlarını iletmek için tarihsel olarak iki boyutlu çizimlere, planlara ve fiziksel modellere güvenmiştir. Bu araçlar önemli olmaya devam ederken, modern inşaat projelerinin artan karmaşıklığı, doğruluğu artırmak, iş akışlarını düzene sokmak ve karar alma süreçlerini iyileştirmek için daha gelişmiş teknolojiler gerektirmektedir. Artırılmış Gerçeklik (AR), dijital bilgileri fiziksel dünyaya entegre ederek profesyonellerin 3B modellerle etkileşime girmesine, mekânsal ilişkileri görselleştirmesine ve gerçek dünya ortamlarında inşaat dizilerini simüle etmesine olanak tanıyan bir çözüm sunar. AR uygulamalarının kullanıcının çevresinin 3B haritasını oluşturmasına olanak tanıyan eş zamanlı yerelleştirme ve haritalama (SLAM) dahil olmak üzere gelişmiş izleme ve haritalama teknolojilerine dayanır. Bu, dijital nesnelerin fiziksel bir alanda doğru konumlandırılmasını sağlar; bu da hassasiyetin çok önemli olduğu inşaat projeleri için çok önemlidir.

AR'nin mimarlıktaki temel uygulamalarından biri tasarım görselleştirmesidir. Mimarlar, AR'yi kullanarak dijital modelleri gerçek dünya ortamlarına yerleştirebilir

ve müşterilerin, paydaşların ve ekip üyelerinin önerilen tasarımları tam ölçekte ve çevreleyen ortamın bağlamında keşfetmelerine olanak tanır. Profesyoneller, AR kullanarak tasarımlarının mekânsal ilişkilerini, oranlarını ve malzeme seçimlerini geleneksel 2B çizimler veya bilgisayar ekranlarından daha etkili bir şekilde iletebilirler.

Örneğin mimarlar bir bina modelini yerinde sunabilir ve müşterilerin inşaat başlamadan önce sanal yapıda dolaşmasına olanak tanır. Bu, tasarım amacı ile müşteri beklentileri arasındaki boşluğu kapatmaya yardımcı olarak yanlış iletişim ve maliyetli tasarım revizyonları olasılığını azaltır.

Şekil 35. Mimaride AR Görüntüleme



Kaynak: AR&A, 2018

3.4. Artırılmış Gerçeklik Türleri

Artırılmış Gerçeklik (AR) türleri öncelikle dijital bilgileri gerçek dünyayla nasıl entegre ettiklerine bağlı olarak farklılık gösterir. Farklı kaynakta farklı şekilde kategorize edilmiştir. Her biri dijital ve gerçek dünyaları benzersiz bir şekilde birleştirme yöntemine sahip çeşitli türlere ayrılabilir. Bu türleri anlamak, çeşitliliği ve potansiyeli kavramak için çok önemlidir.

Bazı kaynaklarda tüm AR türleri ayrı ayrı verilirken çok az kaynakta 2 ana kategori altında incelenmiştir. Pence (2010) yaptığı çalışmasında AR türlerini genel olarak İşaretleyici Tabanlı ve İşaretleyicisiz AR şeklinde iki ana kategori altında toplamıştır.

Diğerler türler genellikle alt kategoriler veya belirli uygulamalar olarak bunların kapsamına girmektedir. İşaretleyicisiz AR kendi altında Konum Tabanlı, Bindirme Tabanlı, Projeksiyon Tabanlı, Kontur Tabanlı olarak 4 alt kategori şeklinde incelenebilir.

Aşağıdaki tablo, bu iki tür AR teknolojisi arasındaki temel farkların görselleştirilmesine yardımcı olacaktır.

Tablo 2: İşaretleyici Tabanlı ve İşaretleycisiz Artırılmış Gerçeklik Arasındaki Temel Farklar

Özellik	İşaretleyici Tabanlı AR	İşaretleycisiz AR
Tarama Metodu	Cihaz tarafından taranan önceden tasarlanmış işaretleyicilere dayanır.	Bilgisayar görüşünü kullanarak gerçek dünyadaki özellikleri ve dokuları analiz eder.
Tutarlılık	Hassas işaretleyici tanıma nedeniyle genellikle sonuçlar daha doğrudur.	Özellikle karmaşık veya dinamik ortamlarda doğruluğu daha az olabilir.
Esneklik	İşaretçilerin yerleştirildiği alanlarla sınırlıdır.	Ortamın kamera görüntüsü ile her yerde kullanılabilir.
Ulaşılabilirlik	Kullanıcıların işaretçileri yazdırmasını veya edinmesini gerektirir.	Herhangi bir ek hazırlık gerektirmez, daha kullanıcı dostu ve erişilebilirdir.
Kullanıcı Deneyimi	Kamera ve işaretçilerin kalitesinde ve aydınlatma koşullarından kolaylıkla etkilenebilmektedir.	İşaretçilere ihtiyaç duymadan daha doğal ve sezgisel bir deneyim sunar.
Maliyet	Özellikle basit işaretleyiciler için daha ucuz olabilir.	İleri teknoloji ihtiyaçları nedeniyle daha pahalı olabilir.
Örnekler	Ürün montaj kılavuzları, resim tabanlı öğrenmeye sahip eğitim uygulamaları, etkileşimli pazarlama materyalleri, oyunlar vb.	Mobilya yerleştirme uygulamaları, lensler ve filtreler, ürün deneme uygulamaları, artırılmış gerçeklik oyunları, navigasyon uygulamaları vb.

3.4.1. İşaretleyici Tabanlı Artırılmış Gerçeklik

İşaretleyici tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisi, referans olarak somut bir işaretleyici veya nesne kullanarak sanal öğeleri gerçek dünyaya entegre eder. Bir görüntü, sembol, QR kodu veya herhangi bir tanımlanabilir öğe olabilen bu işaretleyici, AR yazılımı tarafından tanınır ve takip edilir, böylece dijital içeriğin fiziksel ortama yerleştirilmesi kolaylaştırılır.

AR yazılımı işaretçiyi tanıdığı anda, sanal içeriğin gerçek dünyada nereye yerleştirileceğini belirlemek için konumunu ve yönünü kullanır. Bu, sanal içeriğin gerçek dünyayla etkileşime girdiği ve onun bir parçası gibi görüldüğü yanılsamasını yaratır.

İşaretleyici tabanlı AR, oyunlar, reklam, eğlence, pazarlama, sergileme, eğitim ve öğretim de dahil olmak üzere çeşitli ortamlarda ve uygulamalarda kullanılabilir. Yazılım için bir referans noktası sağlamak üzere fiziksel bir işaretleyiciye dayandığı için doğruluğu İşaretleyici kullanmayan AR sistemlerine göre daha yüksektir ve kullanımı kolaydır. Bu özelliği ile ekstra bir sensör ve donanım gerektirmediği için kullanılabilecek cihaz desteği fazladır. İşaretsiz AR'nin fiziksel işaretleyici gerektirmemesi gibi avantajları olsa da işaretleyici tabanlı AR işaretleyicilerin hassas takibini ve tanınmasını sağlayarak otomobil motoru montajına yönelik eğitim yöntemleri gibi doğruluğun çok önemli olduğu uygulamalar için uygun hale getirir (Win ve ark., 2022).

Yukarıda bahsedilen özelliklerine ek olarak kendi avantajlarından dolayı bazı dezavantajları da beraberinde getiren sistem, işaretleyici tabanlı olmasından ve AR yazılımı için bir referans noktası sağlamak üzere fiziksel bir işaretleyiciye veya nesneye ihtiyaç duymasından dolayı izleme alanı sınırlı kalmaktadır. İşaretleyici gizlenmişse veya görünmüyorsa AR içeriği görüntülenmez. Bu, işaretleyicinin görünür bir konuma yerleştirilemediği veya kolayca tanınmadığı bazı senaryolarda bir sınırlama olabilir. Yine ekstra bir işaretçi gerektirmesinden dolayı İşaretleyici gerektirmeyen AR uygulamalarına göre daha yapay kalmaktadır.

3.4.2. İşaretleyicisiz Artırılmış Gerçeklik

İşaretleyicisiz artırılmış gerçeklik, nesneleri gerçek zamanlı olarak tanımak ve izlemek için bilgisayarlı görme algoritmalarını kullanan, fiziksel işaretleyicilere veya görsel

ipuçlarına ihtiyaç duymadan dijital içeriğin gerçek dünyaya yerleştirilmesine olanak tanıyan bir teknolojidir.

İşaretleyicisiz AR, artırılmış içeriği tetiklemek için belirli işaretleyicilere veya nesnelere dayanmadığı için daha esnek ve uyarlanabilir olma avantajına sahiptir. Cihazın kamerasının ve sensörlerinin ortamın gerçek zamanlı bir haritasını oluşturmak için kullanıldığı eşzamanlı yerelleştirme ve haritalama (SLAM) gibi çeşitli teknikler kullanılarak uygulanabilmektedir (Kipper ve Rampolla, 2012).

Daha kompleks yapıda olan İşaretsiz AR birçok farklı teknik ve teknolojiyi içinde barındırır ve daha karmaşıktır, ancak buna bağlı olarak oldukça çarpıcı sonuçlar vermektedir. Peddie (2017)'nin yaptığı "Augmented reality: Where We Will All Live" isimli çalışmasında bu teknolojiler Eşzamanlı Yerelleştirme ve Haritalama (SLAM), Doğal Özellik Takibi (NFT), Nesne Tanıma ve Uzamsal Hesaplama şeklinde belirtilmiştir.

İşaretleyicisiz AR, mobilya yerleştirme uygulamaları, sosyal medya filtreleri ve lensler, ürün deneme uygulamaları, artırılmış gerçeklik destekli oyunlar, navigasyon uygulamaları olmak üzere çeşitli ortamlarda ve uygulamalarda kullanılabilir. Fiziksel bir işaretleyiciye ihtiyaç duymadığı, nesneleri ve özellikleri gerçek zamanlı olarak izlemek için bilgisayarlı görme algoritmalarına dayandığı için bazen idealin altında doğruluk ve kesinlik sağlayabilmekte; bu da sanal nesnelerin yanlış hizalanması, hareketlerin gecikmesi veya teklemesi ve sanal nesnelerin gerçek dünyadaki nesneler tarafından gizlenmesi gibi birkaç zorluğa neden olabilmektedir (Dumbre, 2023). Performansı İşaretleyici Tabanlı AR sistemlerine göre kullanılan cihazın özelliklerine bağlı olarak daha fazla işlem gücü, kamera, sensörler ve bazı durumlarda da donanımlar gerektirdiği için tüm kullanıcılar tarafından erişilebilir olmamaktadır. Daha karmaşık teknolojiler barındırdığı için geliştirme süreci uzun sürebilir.

İşaretleyicisiz AR uygulamaları arasında dünya çapında en popüler ve on çok bilinen artırılmış gerçeklik destekli oyun olan Pokemon GO örnek olarak verilebilir. Pokemon GO artırılmış gerçeklik teknolojisinin büyük kitlelere yayılmasında ve artırılmış gerçekliğin tanınmasında önemli bir kapı aralamıştır.

Mobilya uygulamalarından dünya çapında en büyük örnek olarak kullanıcıların satın almak istedikleri eşyaları sanal olarak evlerine yerleştirip deneyebileceği IKEA Place uygulaması örnek verilebilir.

Google Maps gibi navigasyon uygulamaları da İşaretsiz artırılmış gerçeklik teknolojisinden yararlanarak, telefonların kamera ve sensörlerini kullanarak gerçek dünya ve harita verilerini birleştirmekte böylece kullanıcıları yönlendirmekte ve onlara bilgiler vermektedir.

3.4.2.1. Projeksiyon Tabanlı (Projection AR)

Projeksiyon tabanlı artırılmış gerçeklik, dijital içeriği gerçek dünyadaki fiziksel nesnelere veya yüzeylere yerleştirmek için projektörleri kullanan bir tür artırılmış gerçekliktir. Kullanıcıların herhangi bir cihazı tutmaya gerek kalmadan sanal bilgilerle etkileşime girmesini sağlayan bir AR biçimidir (Li ve ark., 2017). Lee ve ark. (2015), projeksiyon tabanlı artırılmış gerçekliği, görüntüleri 3 boyutlu nesnelerin veya alanın yüzeyine yansıtarak görsel verileri genişleten ve güçlendiren bir video projeksiyon tekniği olarak tanımlamaktadır. Bu teknik aynı zamanda projeksiyon tabanlı AR'nin dijital içeriği gerçek ortamlara entegre etmek için yansıtılan görüntüleri kullanan teknikleri kapsadığını belirten (Roldán ve ark, 2019) tarafından da vurgulanmaktadır. Etkileşimli ve dinamik artırılmış ortamlar yaratılması yaratmak için bilgisayar tarafından oluşturulan görsellerin gerçek dünya yüzeylerine yansıtılmasını içermektedir.

Projeksiyon tabanlı AR'nin pratik uygulaması çeşitli alanlarda açıkça görülmektedir. Örneğin Mine ve ark. (2012) bunun Disney tema parklarındaki uygulamasını tartışırken, Bluteau ve diğerleri. (2005), projektör tabanlı artırılmış gerçeklik ve termal işaretleyiciler aracılığıyla tıbbi iletişimde kullanımına odaklanmaktadır. Bu teknolojiyi kullanılan endüstri ve alanlar arasında otomotiv endüstrisi, havacılık endüstrisi, tıp alanı, elektronik endüstrisi, imalat sektörü, mimarlık ve inşaat ve eğitim bulunmaktadır (Howell, 2021).

Müzelerde ve sergilerde etkileşimli enstalasyonlar yaratmak; video mapping çalışmaları ile binalar ve çevreye hareketli dokular, animasyonlar ve 3 boyutlu efektler katmak; perakende ve reklamcılık alanında ilgi çekici bir deneyim sunmak ve son olarak canlı performanslarda, konserlerde ve etkinliklerde sürükleyici görsel deneyimler yaratmak için projeksiyon tabanlı artırılmış gerçeklik kullanılmaktadır (Dumbre, 2023c).

Şekil 36. Projection Based AR, Coğrafya Dersi projeksiyon tabanlı AR kullanımı



Kaynak: Research Gate, t.y.

Bu uygulamalar, projeksiyon tabanlı AR'nin çeşitli ortamlardaki çok yönlülüğünü ve potansiyelini göstermektedir. Sanal öğeleri ekranlara, sahnelere, sahne dekorlarına yansıtılarak, müziğe veya performansa yanıt verebilecek dinamik görseller ortaya koymaktadır.

Bireysel AR cihazlarına gerek kalmadan geniş çaplı ve mekansal olarak sürükleyici diğer katılımcılarla paylaşımlı deneyimler sağlayarak kullanıcı etkileşimini ve interaktifliği artırmakta, ayrıca sanat ve performans alanında yaratıcı ifade için olanaklar sunmaktadır (Dumbre, 2023c). Ancak dezavantajları da vardır. Projeksiyon tabanlı AR, genellikle ortam ışığı koşullarıyla sınırlıdır ve parlak ışıklı veya açık alanlarda etkinliği azalır. Projeksiyon tabanlı olduğu için ellerle etkileşimde bulunulduğunda gölgeler oluşturur. Teknoloji ayrıca hassas kalibrasyon ve hizalama gerektirir ki bu zaman alıcı ve teknik olarak zorlayıcı olabilir. Yüksek kaliteli projektörlerin maliyeti ve belirli projeksiyon yüzeylerine ihtiyaç duyması, diğer AR teknolojilerine göre pahalı bir seçenek haline getirebilir. Son olarak, ortak bir deneyim sunsa da bireysel AR cihazlarının sunduğu kişiselleştirilmiş etkileşimi sağlayamaz ve

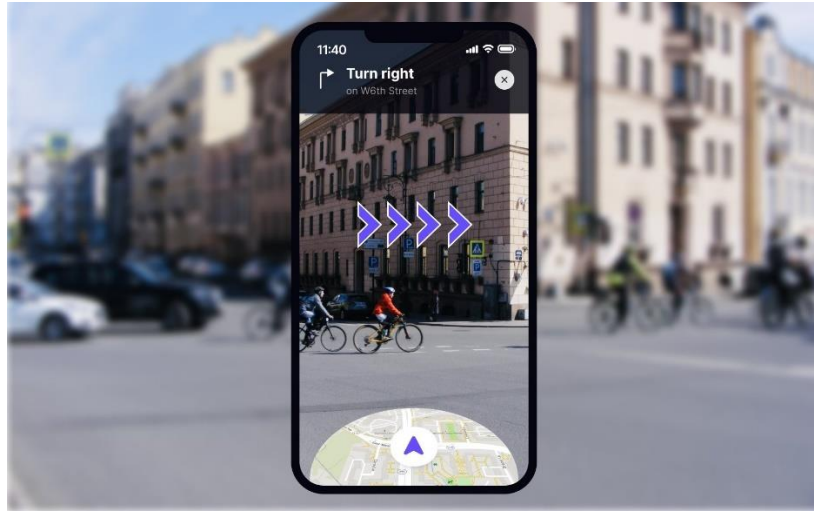
bu da bireysel kullanıcı deneyiminin önemli olduğu bazı bağlamlarda kullanımını sınırlayabilir.

3.4.2.2. Konum Tabanlı (Location-based AR)

Kullanıcının coğrafi konumuna bağlı olarak sanal içeriğin gerçek dünya ortamına bindirilmesini içermektedir. Bu tür AR, kullanıcının konumunu, yönünü ve hareketini gerçek zamanlı olarak belirlemek için GPS, pusula ve ivmeölçer gibi teknolojilere dayanmaktadır. Bu bilgileri kullanarak, konum tabanlı AR, kullanıcılara bağlamsal olarak alakalı ve kişiselleştirilmiş deneyimler sağlamaktadır. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik (AR), kullanıcının coğrafi konumuna bağlı olarak dijital bilgileri gerçek dünya ortamıyla bütünleştirerek çalışır. Sistem kullanıcının konumunu ve yönünü belirledikten sonra o konuma özel bir veri tabanından bilgi alır ve bu 3 boyutlu içeriği kullanıcının bakış açısına yerleştirir (Kealy ve Scott-Young, 2005).

Örneğin, yakındaki yer işaretleri hakkında bilgileri görüntüleyebilir, gezinme rehberliği sağlayabilir veya konuma özgü sanal nesneler veya oyunlar sunulabilmektedir. Konum tabanlı AR, turizm, oyun, navigasyon ve reklamcılık dahil olmak üzere çeşitli uygulamalarda uygulanabilmektedir.

Şekil 37. Location Based (Konum tabanlı) AR, Navigasyon Uygulamasında Gösterimi



Kaynak: Uxcel, t.y.

Konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarının en popülerlerinden biri hiç şüphesiz Pekomon GO oyunudur. Pokémon GO gibi konum tabanlı oyunların başarısıyla görüldüğü üzere bu teknoloji, tarih eğitimi, kültürel mirasın

görselleştirilmesi ve ana akım eğlence alanlarında olanaklarıyla ilgi çekmiştir (Alha ve ark., 2023; Challenor ve Ma, 2019). Navigasyon uygulamalarına örnek olarak Google Maps AR, yön oklarını veya görsel ipuçlarını gerçek dünya görünümüne yerleştirmek için konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanmakta ve kullanıcıları gerçek zamanlı olarak varış noktalarına yönlendirmektedir.

3.4.2.3. Üst Üste Bindirme Tabanlı (Overlay AR)

Üst üste bindirme tabanlı artırılmış gerçeklik, yeni artırılmış görünümün gerçek dünyadaki bir nesnenin orijinal görünümünün kısmen veya tamamen yerini aldığı bir AR türüdür. Bu değiştirme genellikle nesne tanımayla gerçekleştirilir; dolayısıyla sistemin, onu artırılmış bir sürümle değiştirmek için nesnenin ne olduğunu anlaması gerekir (Mendoza-Ramírez ve ark., 2023).

Sanal içeriği gerçek zamanlı olarak fiziksel dünyanın üzerine yerleştirerek sanal nesnelerin onun bir parçası olduğu izlenimini vererek çalışır. Bir görüntüleme cihazının kullanılması yoluyla, bilgisayarda oluşturulan görüntüler veya bilgiler, kullanıcının gerçek dünyaya ilişkin algısının üzerine eklenir veya harmanlanır. Tasarım ve geliştirme bağlamında üst üste bindirme tabanlı AR, işaretleyici tabanlı AR, işaretleyicisiz AR, konum tabanlı AR ve projeksiyon tabanlı AR'yi de içeren çeşitli AR teknolojilerinden biridir (Hajirasouli ve ark., 2022). Diğer AR teknolojilerinde olduğu gibi üst üste bindirme tabanlı AR da perakende, bakım onarım, eğitim, oyun ve eğlence gibi diğer alanlarda da yer almaktadır. Ayrıca son dönemlerde Instagram ve Snapchat gibi platformlarda yer alan sosyal medya filtreleri ve lens uygulamaları da verilen tanımlardan yola çıkarak bu tekniği kullanan uygulamalar arasında gösterilebilir.

Üst üste bindirme tabanlı artırılmış gerçeklik iki türe ayrılabilir: orijinal görünümün yalnızca bazı bölümlerinin artırılmış içerikle değiştirildiği kısmi üst üste bindirme ve orijinal görünümün tamamının değiştirildiği tam üst üste bindirme; örnekler arasında bir odadaki yeni mobilyaların görselleştirilmesi ve IKEA AR mobilya kataloğunun kullanılması yer alır (Mendoza-Ramírez ve ark., 2023).

Farklı sektörlerde kullanıcı deneyimlerini iyileştirmek için geniş bir kullanım alanına sahip olan üst üste bindirme tabanlı artırılmış gerçeklikle; müşteriler evlerinde mobilyaları görmek için IKEA uygulamasını kullanabilir ve bu da daha güvenli alışveriş yapmalarına yardımcı olabilir. Minecraft Earth, sanal oyun dünyasını gerçek

dünyayla birleştirerek, paylaşılan, artırılmış bir alanda sürükleyici bir oyun deneyimi sunmaktadır. AccuVein gibi cihazlar ile sanal damarları hastanın cildine yansıtarak tıbbi prosedürlere yardımcı olmaktadır.

Ayrıca, üst üste bindirilmiş artırılmış gerçeklik, yerli bir ayakkabı üreticisi olan FLO'nun uygulamasına eklediği “Ayağında Gör” gibi uygulamalarla kullanıcıların sanal olarak kıyafet ve ayakkabıları denemelerine veya ürünleri kendi ortamlarında görmelerine olanak tanımakta ve etkileşimli deneyimler yaratmak için pazarlama sektöründe giderek daha fazla kullanım alanı bulmaktadır (Ünal, 2023).

Şekil 38. Wanna Kicks AR Ayakkabı Deneme Uygulaması



Kaynak: TechCrunch, 2019

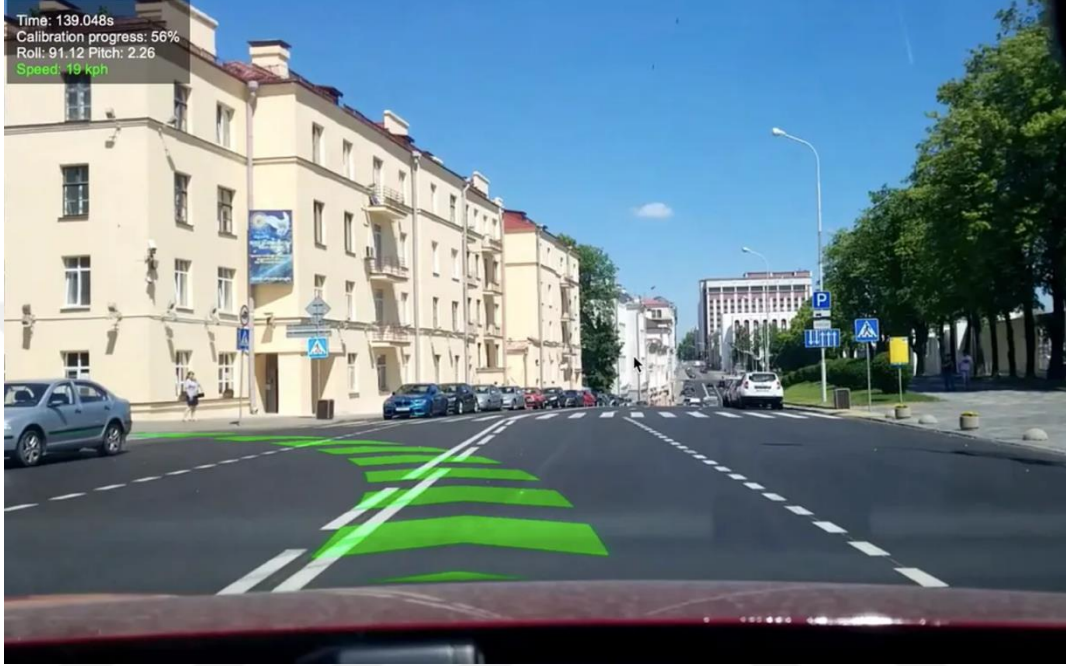
Bu teknik, kullanıcının bakış açısını veya çevredeki fiziksel nesneleri takip etmeyi, gerçek dünyayı analiz ederken sanal içeriği gerçek dünya sahnesiyle hizalamayı, sanal içeriği gerçek dünya görünümüyle harmanlamayı, kullanıcıların sanal nesnelerle etkileşimde bulunmalarına olanak sağlamayı ve kullanıcı hareketine ve gerçek dünya ortamındaki değişikliklere dayalı olarak sanal içeriği sürekli olarak güncellemeyi içermektedir.

3.4.2.4. Kontur Tabanlı (Outlining AR)

Kontur Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (AR), gerçek dünyadaki nesnelerin sınırlarını ve kenarlarını tanımlamak ve geliştirmek için nesne tanımayı kullanan bir AR türüdür. Örneğin otomotiv uygulamalarında bu teknoloji, özellikle görüş mesafesinin düşük olduğu durumlarda sürüş sırasında yol kenarlarını tanımak ve özetlemek için

kullanılabilir. Binaların ve yapısal elemanların ana hatlarını çizebildiği mimarlık ve mühendislik gibi alanlarda da uygulanabilir. Bu AR biçimi, ana hatlarını veya sınırlarını netleştiren veya vurgulayan dijital katmanlar ekleyerek gerçek dünyadaki nesneleri geliştirir.

Şekil 39. Outlining AR ile Navigasyon Uygulamasında Yönlendirme Okları



Kaynak: Medium, 2019

Kontur tabanlı artırılmış gerçeklik, AR özellikli bir cihaz aracılığıyla sanal ana hatların veya tel çerçevelerin gerçek dünya ortamına yerleştirilmesini içeren bir kavramdır. Bu yaklaşım, kullanıcılara görsel ipuçları, rehberlik veya bilgi sağlayarak fiziksel dünyayla algıyı ve etkileşimi geliştirmek için kullanılır.

Avantajları arasında gelişmiş mekansal anlayış, gelişmiş rehberlik, gerçek zamanlı bağlamsal bilgi, gelişmiş verimlilik ve üretkenlik ve çeşitli endüstrilere uyarlanabilirlik yer alır. Ancak sınırlı görüş alanı, görsel karmaşa, donanım bağımlılığı ve kullanıcılar için öğrenme eğrisi gibi sınırlamaları vardır.

3.5. Artırılmış Gerçeklik Geliştirme Kitleri

3.5.1. Google ARCore

ARCore, Google tarafından geliştirilen ve artırılmış gerçeklik (AR) deneyimleri oluşturmaya yönelik bir platform sağlamak üzere 2018 yılında piyasaya sürülen bir Yazılım Geliştirme Kitidir (SDK) (Oufqir ve ark., 2020). Geliştiricilerin, işaretleyicilere veya özel sensörlere ihtiyaç duymadan çevreyi takip edip haritalandırabilen AR uygulamaları oluşturmaya olanak tanır. Android, iOS, Unity, Unreal ve Web'de platformlar arası API'ler sunarak çeşitli platformlarda artırılmış gerçeklik uygulamaları oluşturmaya yönelik temel araçları sağlamak üzere tasarlanmıştır. ARCore, sanal içeriği gerçek ortamla bütünleştirmek için üç temel yeteneği kullanır: hareket izleme, çevreyi anlama ve ışık tahmini. Hareket izleme, cihazın dünyaya göre konumunu anlamasına ve izlemesine olanak tanırken, çevresel algılama, zemin veya masa gibi düz yatay yüzeylerin boyutunu ve konumunu algılamasını sağlar. Işık tahmini, sanal nesnelerin çevrelerindeki ışıkla eşleşmesine yardımcı olarak onların daha gerçekçi görünmesini sağlar. (Miguel, 2024). Geniş platform desteği, açık kaynak yapısı ve çevresel anlayış ve derinlik haritalama yetenekleri, onu sürükleyici AR deneyimleri oluşturmak için değerli bir araç haline getirmektedir.

3.5.2. Apple ARKit

Apple ARKit, Apple tarafından yalnızca iOS cihazları için geliştirilen bir Yazılım Geliştirme Kitidir. 2017 yılında piyasaya sürülen ARKit, sürükleyici AR deneyimleri oluşturmaya yönelik gelişmiş özellikler ve yetenekler sunarak AR uygulamalarının gelişimini önemli ölçüde etkilemiştir (Fenais ve ark. 2019). Kapsamlı araç seti ve Apple cihazlarıyla kusursuz entegrasyonu nedeniyle yüksek kaliteli artırılmış gerçeklik uygulamaları oluşturmak için bir platform sağlaması nedeniyle geliştiriciler tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (Balducci ve Marinova, 2018). ARKit, dijital nesneleri gerçek dünyayla kusursuz bir şekilde harmanlamak için kameralar, sensör verileri, hareket izleme ve sahne işleme dahil olmak üzere Apple cihazlarının gelişmiş donanımlarından yararlanmaktadır.

Sanal nesnelerin düz yüzeylere yerleştirilmesine olanak tanıyan düzlem algılama ve yüz filtreleri ve ifadeleri içeren deneyimler için yüz izleme gibi özellikleri destekler. ARKit ayrıca, ortamın benzersiz aydınlatma koşullarını yansıtarak sanal nesneleri

daha gerçekçi hale getiren 3 boyutlu nesne algılama ve çevresel dokulandırma gibi gelişmiş yetenekleri de içermektedir (Apple Inc., t.y.). Zamanla Apple, sahnelerin daha iyi anlaşılması için cihazlarına LiDAR tarayıcı desteği gibi daha gelişmiş özellikler ekleyerek ARKit'i sürekli olarak güncellemektedir. Yüz yakalama ve iç mekan haritalaması dahil olmak üzere çeşitli uygulamalar için hassas izleme ve güvenilir performans gibi gelişmiş özellikler sunan, Apple aygıtlarına özel güçlü ve çok yönlü bir AR geliştirme kiti olarak çözüm sunmaktadır (Miguel, 2024).

3.5.3. Vuforia Engine

Vuforia, artırılmış gerçeklik (AR) geliştirme konusunda uzmanlaşmış popüler bir yazılım platformudur. PTC Inc. tarafından oluşturulan Vuforia, geliştiricilere hem mobil cihazlar hem de dijital gözlükler için AR deneyimleri yaratmaya yönelik araçlar sunmaktadır. Vuforia, AR deneyimlerini daha geniş bir kullanıcı kitlesi için kolayca erişilebilir hale getiren güçlü izleme ve kayıt teknikleriyle tanınmaktadır (Selek ve Kıymaz, 2020).

Vuforia'nın en önemli gücü, gerçek dünyadaki görüntülerin ve nesnelerin doğru bir şekilde tanınmasına ve izlenmesine olanak tanıyan, dijital içeriğin kusursuz ve etkileşimli bir şekilde üst üste bindirilmesini sağlayan gelişmiş bilgisayarlı görüntü teknolojisi. Vuforia, önceden tanımlanmış görüntüleri kullanan işaretleyici tabanlı AR ve izleme için çevresel özelliklere dayanan işaretli AR dahil olmak üzere çeşitli AR deneyimlerini destekler ve özellikle görüntü tanıma ile QR kodu işlevselliğini birleştiren bir tür özelleştirilebilir işaretleyici olan VuMark'larıyla ünlüdür (Vuforia, 2024).

Platform, sağlamlığı, çok çeşitli cihazları desteklemesi ve Unity gibi önde gelen geliştirme ortamlarıyla entegrasyon sunmasıyla tanınmaktadır. SDK, iOS, Android ve UWP (Evrensel Windows Platformu) dahil olmak üzere birden fazla platformu desteklemektedir (echo3D, 2021). Güçlü izleme yetenekleri, geliştirme platformlarıyla kusursuz entegrasyonu ve esnekliği onu perakende, tıp, eğitim, sanat ve oyun geliştirme sektörlerindeki uygulamalar için popüler bir seçim haline getirmektedir.

3.6. Artırılmış Gerçeklik Platformları

Artırılmış gerçeklik (AR) geliştirme platformları, AR deneyimleri oluşturmaya yönelik araç kutuları gibidir. Geliştiricilere, dijital ve fiziksel dünyaları kusursuz bir şekilde harmanlayan uygulamalar oluşturmak için gerekli özellik ve yetenekleri sağlarlar. Bu geliştirme platformları, geliştiricilerin yaratıcı vizyonu ile kullanıcıların cihazları aracılığıyla gördükleri artırılmış gerçeklik deneyimi arasında köprü görevi görmektedir.

WebAR ve Uygulama Tabanlı AR, artırılmış gerçeklik deneyimleri sunmaya yönelik iki farklı yaklaşımdır ve her birinin kendine göre güçlü ve zayıf yönleri vardır.

WebAR, kullanıcının belirli bir uygulamayı indirip yüklemesine gerek kalmadan, bir web tarayıcısı aracılığıyla erişilen artırılmış gerçeklik deneyimlerini ifade eder. Bu yaklaşım HTML, CSS ve JavaScript gibi teknolojilerden yararlanır ve genellikle bir QR kodunu tarayarak veya bir bağlantıya tıklayarak erişilir. Genellikle Uygulama Tabanlı AR'den daha az güçlüdür ve tarayıcı yetenekleri ve işlem gücüyle sınırlıdır. Bu da özellikle karmaşık deneyimlerde yerel uygulamalara göre daha az kararlı ve duyarlı olabilir. Genel olarak mevcut değildir, internet bağlantısına bağlıdır.

Uygulama tabanlı AR, mobil cihaza özel bir uygulamanın indirilmesini ve kurulmasını gerektirir. Bu AR deneyimleri genellikle daha sağlamdır ve gelişmiş kamera özellikleri, işlem gücü ve sensörler gibi cihazın donanımının tüm özelliklerinden yararlanabilir. Bu da özellikle karmaşık deneyimler için daha sorunsuz ve daha güvenilir performans sunmaktadır. Daha fazla esneklik sağlayacak şekilde çevrimdışı kullanım için tasarlanabilir.

3.6.1. 8th Wall

Niantic Labs tarafından kurulan 8th Wall, geliştiricilerin ayrı bir uygulama indirmeye gerek kalmadan doğrudan bir web tarayıcısı aracılığıyla erişilebilen AR deneyimleri oluşturmaya olanak tanıyan son teknoloji ürünü bir web tabanlı artırılmış gerçeklik (AR) platformudur. WebAR olarak bilinen bu yaklaşım, AR içeriğinin erişilebilirliğini önemli ölçüde genişletmektedir (Deaconline, 2023). 8th Wall hem iOS hem de Android cihazlarda çalışan platformlar arası uyumluluğunun yanı sıra çok çeşitli tarayıcıları desteklemesiyle dikkat çekmektedir. Platform, etkileşimli AR deneyimleri geliştirmek için görüntü ve yüz izleme, dünya izleme ve etkileşimli 3D içeriği

içerebilecek güçlü bir araç seti sağlar. 8th Wall'un en önemli avantajlarından biri engelsiz kullanıcı deneyimidir; kullanıcılar AR içeriğine yalnızca bir bağlantıya tıklayarak veya bir QR kodunu tarayarak erişmektedir. Bu, onu özellikle pazarlama ve reklam kampanyaları, eğitim içeriği ve etkileşimli hikaye anlatımı için çekici kılmaktadır.

3.6.2. Blippar

Blippar, artırılmış gerçeklik (AR), yapay zeka (AI) ve bilgisayarlı görme konularında uzmanlaşmış lider bir teknoloji platformudur. İşletmelerin ve markaların pazarlama, eğitim ve eğlence amaçlı etkileşimli ve ilgi çekici AR deneyimleri oluşturmaya olanak tanımaktadır. Blippar'ın AR platformu, akıllı telefonlar, tabletler ve AR gözlükler aracılığıyla erişilebilen AR içeriğinin oluşturulmasına olanak tanıyan çok yönlülüğüyle dikkat çekmektedir. Temel özelliklerinden biri, günlük nesneleri, basılı materyalleri ve fiziksel alanları videolar, animasyonlar ve 3B modeller gibi dijital içerikle tanıma ve geliştirme yeteneğidir. Bu, Blippar araç setinin temel bileşenleri olan gelişmiş görüntü tanıma ve bilgisayarlı görme teknolojileri aracılığıyla elde edilir. Platform, müşteri katılımını artırmak ve sürükleyici marka deneyimleri sağlamak için özellikle reklam ve perakende sektörlerinde popülerdir. Blippar'ın yeteneklerini ve uygulamalarını keşfetmek isteyenler için şirketin web sitesi ve blogu değerli kaynaklar ve vaka çalışmaları sunmaktadır. Ek olarak, pazarlama ve teknoloji dergileri sıklıkla AR'nin tüketici katılımı üzerindeki etkisini tartışıyor ve Blippar gibi platformların pratik kullanımlarına dair bilgiler sağlamaktadır.

3.6.3. Adobe Aero

Adobe Aero, Adobe tarafından sürükleyici artırılmış gerçeklik (AR) deneyimleri oluşturmak için geliştirilen sezgisel ve güçlü bir araçtır. Tasarımcıların ve içerik oluşturucuların Photoshop ve Illustrator gibi diğer Adobe uygulamalarından çalışmalarını AR ortamlarına sorunsuz bir şekilde entegre etmelerini sağlayan Adobe Creative Cloud'a odaklanmasına izin verme yeteneğinde yatmaktadır (Jackson, 2024). Platform aynı zamanda mekansal farkındalık ve jest tabanlı etkileşimler gibi özellikleri de destekleyerek AR deneyimlerinin etkileşimini artırmaktadır.

3.6.4. Spark AR Studio

Daha önce Spark AR Studio olarak bilinen Meta Spark Studio, özellikle Instagram ve Facebook için artırılmış gerçeklik (AR) deneyimleri oluşturmaya yönelik kapsamlı bir platformdur. Tasarımcıların, geliştiricilerin ve markaların, bu sosyal medya platformlarındaki Hikayeler, Reels ve diğer kamera tabanlı uygulamalarda kullanılabilecek etkileşimli AR filtreleri ve efektleri oluşturmaya olanak tanımaktadır (Meta, n.d.). Temel özelliklerinden biri, harekete, yüz ifadelerine ve jestlere yanıt veren, son derece ilgi çekici ve kişiselleştirilmiş içeriğe olanak tanıyan AR deneyimleri oluşturma yeteneğidir. Meta Spark Studio ayrıca 3 boyutlu nesneleri ve animasyonları da destekleyerek sürükleyici ve görsel açıdan zengin AR deneyimlerinin oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Hedef takibi, derinlik haritalaması, oklüzyon, ses ve dokunsal entegrasyonlara olanak tanıyan platformla etkileşimli AR deneyimleri oluşturmak kolaydır (Jackson, 2024). Kullanıcı dostu arayüzü ve eğitimleri hem yeni başlayanlar hem de deneyimli AR geliştiricileri için erişilebilir olmasını sağlar. Ayrıca Meta Spark Studio, AR efektlerinin performansını ve etkileşimini izlemeye yönelik analiz araçları içermektedir (Meta, n.d.).

3.6.5. Artivive

Artivive, sanatçıların ve yaratıcıların sanat eserlerini hayata geçirmeleri için özel olarak tasarlanmış yenilikçi bir artırılmış gerçeklik (AR) platformudur. Viyana merkezli bu teknoloji, kullanıcıların Artivive uygulaması aracılığıyla izleyicilerin deneyimleyebileceği etkileşimli dijital katmanlar oluşturmaya olanak tanıyarak sanata yeni bir boyut sunmaktadır. İzleyiciler, sanat eserini bir akıllı telefon veya tabletle basitçe tarayarak, fiziksel parçanın üzerine yerleştirilmiş animasyonları, videoları veya diğer dijital uzantıları görebilir ve benzersiz ve sürükleyici bir deneyim yaratabilir (Artivive, 2023). Artivive, geleneksel sanat formlarına etkileşimli bir bileşen eklediği galeriler, müzeler ve kamusal alanlardaki uygulamaları nedeniyle sanat dünyasında özellikle popülerdir. Kullanım kolaylığı ve erişilebilirliği, onu teknik geçmiş olmayan sanatçıların favorisi haline getirmektedir.

4. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞİN 2 BOYUTLU HAREKETLİ GRAFİKLERDE KULLANIMI

AR, sürükleyici ve etkileşimli deneyimler sağlayarak dijital içeriğin fiziksel dünyayla etkileşim kurma biçiminde devrim yaratmıştır. AR genellikle 3B modeller ve ortamlarla ilişkilendirilirken, 2B hareketli grafikler çeşitli AR uygulamalarında eşit derecede önemli bir rol oynamaktadır. AR dijital içeriği gerçek dünya ortamlarına yerleştirerek dijital ve fiziksel dünyaları birleştirir ve eğitim, eğlence, pazarlama ve kullanıcı arayüzü tasarımı gibi farklı sektörlerdeki kullanıcıların deneyimlerini geliştirir. 3B içerik genellikle AR tartışmalarının odak noktası olsa da 2B hareketli grafiklerin AR ortamlarına değerli bir katkı sağladığı kanıtlanmıştır. 3B muadillerinin aksine, 2B hareketli grafikler basitliklerine rağmen önemli görsel iletişim avantajları sağlayan düz animasyonlara vurgu yapar.

2B hareketli grafiklerin temel güçlü yönlerinden biri, AR uygulamalarına etkili bir şekilde yansıyan basitlikleridir. Net ve minimalist tasarımlardan yararlanarak, 2B hareketli grafikler 3B içerikle ilişkili görsel karmaşıklık ve bilişsel yük olmadan bilgi iletebilir. Bu, onları öğretici katmanlar, açıklayıcı animasyonlar ve fikirlerin doğrudan iletilmesinin önemli olduğu kullanıcı arayüzü öğeleri gibi görevler için ideal hale getirir.

3B grafiklerle karşılaştırıldığında, 2B hareketli grafikler daha az kaynak yoğun olduğundan mobil ve web tabanlı AR deneyimleri için oldukça uygundur. Azaltılmış hesaplama talebi, işlem gücü ve pil ömrünün sınırlı olduğu akıllı telefonlar ve tabletler dahil olmak üzere çok çeşitli cihazlarda daha sorunsuz performans anlamına gelir. 2B hareketli grafikler, AR uygulamalarının daha az gecikme veya kesintiyle çalışmasını sağlayarak, üst düzey donanım gerektirmeden daha geniş bir kitleye daha erişilebilir hale getirir.

2B hareketli grafiklerin üretimi genellikle karmaşık 3B animasyonlar oluşturmaktan daha uygun maliyetlidir. 2B grafikler daha az varlık, daha düşük işleme süreleri ve

daha basit tasarım iş akışları gerektirir. Sonuç olarak, özellikle kısıtlı bütçelere veya hızlı teslim sürelerine sahip projeler için üretimi daha uygundur. Bu maliyet etkinliği, 2B hareketli grafikleri, büyük yatırımlar yapmadan AR'yi dahil etmek isteyen daha küçük işletmeler ve eğitim kurumları için özellikle çekici hale getirir.

2B hareketli grafikler, basitliklerine rağmen oldukça stilize edilebilir ve görsel olarak ilgi çekici olabilir. Flat, vektör tabanlı tasarımları, kullanıcılarla iyi bir şekilde yankılanan temiz, net çizgiler ve canlı renkler sağlar. Örneğin pazarlama ve reklamcılıkta, AR'deki 2B hareketli grafikler, kitleleri büyüleyen ve marka kimliğini geliştiren eğlenceli, dinamik içerikler sunabilir.

2B hareketli grafiklerin 3B hareketli grafiklere göre iyi olduğu birçok taraf bulunmaktadır. 2B hareketli grafikler daha basit ve daha doğrudandır ve kullanıcıların içeriği hızlı bir şekilde anlamasını sağlar. Kullanıcıların gerçek ve sanal öğeler arasındaki etkileşimleri zaten yönettiği AR uygulamalarında, net ve düzenli görseller kritik öneme sahiptir. Örneğin, 2B grafikler önemli noktaları etkili bir şekilde vurgulayabilir veya kullanıcıları gereksiz ayrıntılarla boğmadan bir süreçte yönlendirebilir.

2B grafikler, karmaşık kavramları ayrıntılı 3B smodellerden daha verimli bir şekilde açıklamaya yardımcı olan temiz, basitleştirilmiş görsellerin (örneğin diyagramlar, simgeler veya açıklamalar) olduğu eğitimsel AR uygulamaları veya eğitimsel katmanlar için idealdir.

2B grafikler, 3B grafiklere göre önemli ölçüde daha az hesaplama gücü gerektirir. Bu, özellikle pil ömrü, işlem gücü ve bellek kapasitesi gibi performans kısıtlamalarının karmaşık 3B modelleri gerçek zamanlı olarak işleme yeteneğini sınırladığı mobil ve web tabanlı AR uygulamalarında önemlidir. 2B grafiklerin hafif yapısı, özellikle daha düşük işlem kapasitesine sahip cihazlarda gecikmeleri veya kesintileri azaltarak daha akıcı bir performans sağlar.

2B grafikler, 3B grafiklere kıyasla daha hızlı yüklenir ve bu da onları hızlı etkileşimin ve anında geri bildirimin önemli olduğu uygulamalar için daha uygun hale getirir. Bu, özellikle AR tabanlı kullanıcı arayüzlerinde (UI) veya kullanıcının dikkatini hızla çekmesi gereken AR pazarlama kampanyalarında faydalıdır.

2B grafikler genellikle 3B modellere göre daha kolay ve daha ucuza üretilir. 2B grafikler için tasarım ve animasyon süreci, ayrıntılı 3B varlıklar oluşturmaya kıyasla

genellikle daha az kaynak, daha az zaman ve daha küçük bir beceri seti gerektirir. Bu, 2B hareketli grafikleri sınırlı bütçelere veya kısa üretim zaman çizelgelerine sahip AR projeleri için daha uygun fiyatlı bir seçenek haline getirir.

Tasarımcılar ve geliştiriciler, 3B içerikten daha hızlı bir şekilde 2B grafikler oluşturabilir ve tekrarlayabilir. Pazarlama ve reklamcılık gibi hızın önemli olduğu sektörlerde, 2B grafikler daha kısa sürede yüksek kaliteli AR deneyimleri oluşturmak için esnek ve etkili bir çözüm sunar.

İllüstrasyonların kullanıldığı, daha sanatsal açıdan izleyiciye hitap eden projelerde, doku ve fırça darbeleri kullanımı 2B grafikleri 3B boyutlu grafiklerinden ayıran temel özelliklerdendir. 2B hareketli grafiklerde çizimlerden oluşan katmanların 3B ortamda dizilimi ile oluşturulan parallax efektli kompozisyonlar, izleyicinin ilgisini çeker ve farklı bir deneyim yaşama şansı sunar. 3B modellerin kullanıldığı uygulamalar yerine 2B katmanlar içeren AR ortamının gerçek dünyayla birleşiminde eşsiz bir deneyim sunar.

Artırılmış gerçeklik ortamında 2B grafiklerin kullanımının 3B grafiklerin kullanımına göre negatif tarafları da bulunmaktadır. AR'de 2B hareketli grafiklerin önemli bir sınırlaması, doğasında olan derinlik eksikliğidir. 2B grafikler bir düzlemde var olduğundan, 3B nesneler kadar doğal bir şekilde gerçek dünya ortamlarıyla bütünleşmezler. Bu gerçekçilik eksikliği, özellikle gerçekçi etkileşimlerin ve mekansal derinliğin önemli olduğu uygulamalarda AR'nin elde etmeye çalıştığı pürüssüz geçisi bozabilir. Örneğin, 3B modeller fiziksel alanda boyut, ölçek ve derinliğin doğru temsillerini sağlayabildikleri için ürünleri veya mimari tasarımları görselleştirmek için daha uygundur.

2B hareketli grafikler canlandırılabilir ve etkileşimli olabilirken, flat olmaları kullanıcıların içerikle sahip olabileceği etkileşim türlerini sınırlar. Üç boyutlu olarak işlenebilen nesnelerin aksine, 2B öğeler döndürülme, yakınlştırılma veya birden fazla açıdan keşfedilme yeteneğinden yoksundur. Bu, etkileşim olanaklarını kısıtlar ve zengin, sürükleyici etkileşim gerektiren uygulamalarda kullanıcı katılımını azaltabilir.

2B hareketli grafikler, net, ilgi çekici ve görsel olarak çarpıcı içerikler sunarak AR uygulamalarındaki kullanıcı deneyimlerini önemli ölçüde iyileştirebilir. Kullanıcı arayüzü (UI) tasarımında, 2B hareketli grafikler kullanıcılara animasyonlar ve geçişler aracılığıyla sezgisel rehberlik sağlar. Reklamcılıkta, marka mesajlarını eğlenceli ve öz

bir şekilde iletmeye yardımcı olarak AR kampanyalarını daha akılda kalıcı hale getirir. Dahası, eğitimsel AR uygulamalarında, 2B hareketli grafikler karmaşık fikirleri basitleştirerek öğrencilere kavrayışı artıran, kolay sindirilebilir görsel bilgiler sağlar.

Ancak, AR'de 2B hareketli grafiklerin etkisi, 3B içerikle karşılaştırıldığında düzlükleri ve etkileşim eksikliği nedeniyle sınırlıdır. 2B hareketli grafikler netliği ve basitliği artırabilse de 3B modellerin sunabileceği sürükleyici, uygulamalı deneyimleri sağlayamayabilir. Bu nedenle, 2B hareketli grafiklerin etkinliği, belirli kullanım durumuna ve netlik, etkileşim ve sürükleyicilik arasındaki dengeye bağlıdır.

Hem 2B hem de 3B hareketli grafiklerin AR'de yeri olsa da ikisi arasındaki seçim projenin belirli hedeflerine bağlıdır. Basitlik, netlik ve daha düşük maliyet gerektiren uygulamalar için 2B hareketli grafikler tercih edilen seçenektir. Ancak gerçekçilik, derinlik ve yüksek etkileşim seviyeleri gerektiren deneyimler için 3B hareketli grafikler daha etkilidir.

4.1. Artırılmış Gerçeklik Destekli 2B Hareketli Grafik Tasarım Örnekleri

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin çeşitli alanlara entegrasyonu, dijital içerikle etkileşim kurma biçimimizde devrim yaratarak fiziksel ve sanal dünyalar arasındaki çizgileri bulanıklaştırmıştır. Bu yakınsamanın önemli ölçüde ilgi gördüğü bir alan, özellikle 2B hareketli grafikler olmak üzere hareketli grafik tasarımı alanıdır. Dijital öğeleri gerçek dünya ortamlarına yerleştirme yeteneğiyle artırılmış gerçeklik, 2B hareketli grafikleri geliştirmek için dinamik ve sürükleyici bir platform sağlayarak hikâye anlatımı, görsel iletişim ve kullanıcı katılımında yeni boyutlar sunar.

Çalışmanın devamında 2B hareketli grafikler kullanarak oluşturulmuş artırılmış gerçeklik uygulamalarından üç örnek incelenecektir. Çalışmalar seçilirken 2B katmanlar, animasyonlar, parallax efekti içeren dizilimler, ilgi çekici tasarımlar, 3B efekti vermek üzere tasarlanmış çizimler kullanılmış olmasına dikkat edilmiştir.

Çalışmalar hangi artırılmış gerçeklik türünde olduklarına, kullanılan uygulamalara ve hedef kitlelerine göre incelenmiştir.

4.1.1. Happy Yuguang Island, Etkileşimli Park Broşürü

Yu-Chen Fu tarafından popüler turist bölgesi olan Yuguang adası için yapılan bu tanıtım projesinde hedef kitle çocuklardır. Ebeveyn kontrolünde önce broşürdeki

bilgileri okuyan çocuklar, sonrasında cep telefonu kullanarak görselleri tarayıp video ve animasyonlu interaktif kısmı görüntüler. Sayfadaki karakterlerin ağzından bilgilerin verilmesi daha akılda kalıcı ve eğlenceli olması amaçlanmaktadır. Mekanların da uygulamaya eklenmesi ile çocukların kamera kullanarak belli bölgelere geldiklerinde interaktif oyunlar oynamaları için tasarlanmıştır. Gerçek nesneler üzerine gelen çizimler ile ağaçlar karakterlere dönüşmüş, bilgilendirici tabelalar ise çevreye yerleştirilmiştir. Çalışmada hem image tracking (görsel takip) hem location based AR (konum takibi) kullanılmıştır. Image tracking yöntemi basılı katalogtaki görsellerin uygulama tarafından okunması ve üzerine AR görsellerin yerleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Location based AR ise çocukların ormanda gezerken belirlenen konuma gelmeleri ve uygulamayı açmaları şeklinde kullanılmıştır. Belirlenen konuma gelindiğinde kart kazanılması şeklinde bir etkileşim bulunmaktadır.

Artırılmış gerçeklik etkileşimli park broşürü projesinde tanıtımı yapılan Yuguang Adası, Tainan kıyısında yer almaktadır. Ada, son yıllarda düzenlenen sanat festivalleri nedeniyle hızla popüler bir turistik cazibe merkezi haline gelmiştir. Yuguang Adası'na gelenler güzel manzaralar ve su oyunları için geliyorlar fakat kıyı ormanları bulunan adanın orijinal ekolojik kaynak avantajları giderek azalmaya başlamıştır. Halkın Yuguang Adası'nı yeniden anlamasına ve tanınmasına olanak sağlamak için, ebeveynlerin çocuklarını adadaki 10 çeşit hayvan, bitki, doğal çevre tehlikeleri ve diğer bilgileri öğrenmelerine teşvik etmek amacıyla bu AR uygulaması tasarlanmıştır.

Tasarım yapısı adanın doğal ekolojik unsurlarına dayanmaktadır ve dijital, kâğıt ve diğer ortamlarda çocuksu bir görsel üslupla sunulmaktadır. Çocukların standartlaştırılmış geleneksel öğretim materyallerinden kurtulup yeni deneyimsel öğrenme modellerini özümseyebilmeleri umulmaktadır. AR projesinde Yuguang Adası'nın ekolojik öğrenme öğretim materyalleri olarak, daha eksiksiz bir öğrenme elde etmek için ebeveynlere "iç mekânda öğrenme" ve ardından "açık havada uygulama" kavramı yoluyla bunları kullanmanın birden fazla yolunu sağlamaktadır.

Resimli iç mekân öğrenme kataloğu, seçilmiş on hayvanı, bitkileri içermektedir ve animasyonları artırılmış gerçeklik tarzında sunar. Resimli kitaptaki ekolojik bilgilerle birlikte, çocuklara evde öğrenme olanağı sağlar.

Ada ekolojisi resimli kitabın içeriği Yuguang Adası'nın gerçek sahnelerine gönderme yapmaktadır ve çocuksu bir tarzda çizilmiştir. Resimli kitabın ön ve arka yüzleri

sırasıyla Yuguang Adası'ndaki kıyı ormanının ve ekolojik ortamın hikayesini anlatmaktadır.

Şekil 40. Yuguand Island AR Uygulamasının Broşür Üzerinde Kullanımı



Kaynak: Yu-Chen Fu, 2020

Ekolojik resimli kitaptaki hikâye içeriğine gelince, ebeveynler önce çocuklarını sayfadaki metni okumaya götürebilir, ardından mobil cihazlar kullanarak artırılmış gerçeklik yoluyla animasyonlu videolar izleyebilir, bu da öğrenme eğlencesini artırır ve ebeveynler arasındaki etkileşimli ilişkiyi güçlendirir.

Ebeveynler, Yuguang Adası hakkında temel bir bilgiye sahip olduktan sonra çocuklarını adaya götürebilir ve ekolojik öğrenme turunu deneyimlemek için ekolojik kartları ve mobil cihazları kullanabilirler. Tur sırasında çocuklar mobil ChatBot ile tek başlarına konuşabilir ve görevler aracılığıyla bulmacaları çözebilirler. Bu sayede çocuklar doğru cevapları bulmaya yönlendirilebilir ve ekolojik kartlardaki bilgi animasyonu içeriği genişletilip karşılık gelen gerçek sahnelerle yerleştirilebilir. Daha gerçekçi ve ilginç bir öğrenme deneyimi sağlamak için AR uygulamalarından faydalanılmaktadır.

Şekil 41. Gerçek Mekân ile İç İç Geçen AR Uygulamasının Arayüzü



Kaynak: Yu-Chen Fu, 2020

Ekolojik kartı bir mobil cihaz aracılığıyla taradıktan sonra, şeffaf arka plana sahip animasyonlu bir görüntü görünmektedir. Görüntüyü tam olarak incelemek ve bir sonraki seviyenin konum haritasını elde etmek için gerçek sahnenin üzerine bindirilmesi gerekir. AR özelliklerini aktif hale getirmek için çocuklardan kamerayı gerçek sahnenin üzerinde doğru konuma getirmeleri beklenmektedir.

Şekil 42. AR Uygulaması Kamerasının İşaretlenen Görüntüyü Bulmasının Ardından Kazanılan Kartın Görüntüsü



Kaynak: Yu-Chen Fu, 2020

Tasarımın Spark AR uygulaması üzerinden yapılan filtresi bulunmaktadır. Instagram üzerinden kullanıcılarla paylaşılmış ve tüm süreçleri deneyimleyen kullanıcıların birer hatıra bırakmaları fırsatı verilmiştir.

Şekil 43. Spark AR Uygulaması ile Yapılan Tasarımın Instagram Arayüzünde Görünümü



Kaynak: Yu-Chen Fu, 2020

4.1.2. AR Valentine, Sevgililer Günü Animasyonlu Kartı

Heather Dunaway Smith ve Carrie Gotch tarafından sevgililer günü kartı olarak tasarlanan bu çalışmada ise iki boyutlu çizimler ve onlarla yapılan animasyonlar kullanılmıştır. Image tracking (görüntü takip) yöntemi ile daha önceden hedef çizim olarak belirlenen görüntü kamera tarafından tarandığı zaman üzerine animasyon ve çizimler yerleşmektedir. Bu görüntünün nerede basılı olduğunun önemi de yoktur. Çalışmada tişört, kartvizit saat kadranı gibi çeşitli ortamlarda da denenmiştir. Üç boyutlu eksende yerleştirilen objelerin artırılmış gerçeklik uygulamaları ile görüntülenmesi etkileyici ve interaktif bir tasarım sunmuştur.

Şekil 44. Sevgililer Günü AR Kartı Baskı Alınan Farklı Yüzeylerde Denemeler



Kaynak: Heather Dunaway Smith ve Carrie Gotch, 2021



Kaynak: Heather Dunaway Smith ve Carrie Gotch, 2021

Çizimler iPad’de Procreate uygulaması kullanılarak çizilmiştir. 2B animasyonlar ise en yaygın kullanılan programlardan olan Adobe After Effects ile yapılmıştır. 2B hareketli grafiklere entegre şekilde eklenen 3B öğeler de bulunmaktadır. 3B öğeler Blender’da oluşturulmuştur. Hem 3B hem 2B öğeler eklenebilen AR programı olan Adobe Aero kullanılarak birleştirilmiş ve animasyonlar eklenmiştir.

Şekil 45. Projede Kullanılan Procreate Uygulamasında Yapılmış 2B Çizimler

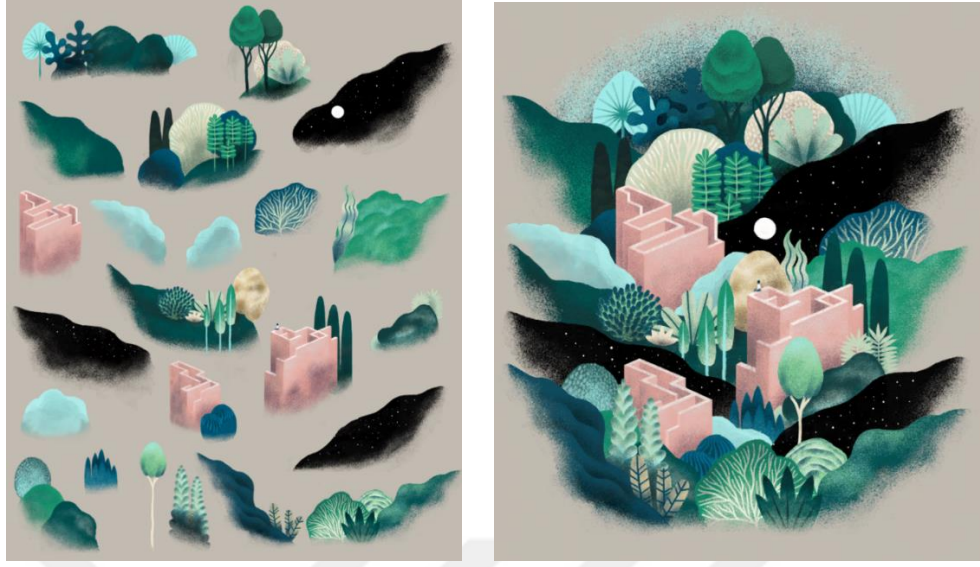


Kaynak: Heather Dunaway Smith ve Carrie Gotch, 2021

4.1.3. Take Me There, Artırılmış Gerçeklik Animasyonlu İllüstrasyonu

Take Me There, artırılmış gerçeklikle hikâye anlatmanın gücünü inceleyen 3 çizimden oluşan *Susi Vette* ve, *Carrie Gotch* tarafından tasarlanan bir seridir. Sanatçılar mimari ve doğadan öğeler kullanarak farklı, gerçeküstü ve büyülü dünyalara bir pencere yaratmak için AR kullanılmış gerçeklikle sanalın pürüzsüz birleşimi sağlanmıştır. Çizimler 3B ortamda dizilmeden önce kenarlarının gerçek dünya ile pürüzsüz birleşiminin sağlanması için hafif silik bir biçimde oluşturulmuştur. 2B görünümünden 3B görünüme geçişte katmanların boyutlarının değişimi göz önüne alınmalıdır. 3B düzlemde arkada kalan katmanlar haliyle daha küçük görünecektir. Dizilimde arkalara doğru giden katmanların boyutları aynı oranda büyür. Böylelikle parallax etkisini bozmadan ve çizimin doğasını koruyarak yerleştirme gerçekleşir.

Şekil 46. Katmanların Çizimleri ve Birleştiğindeki Görünümleri



Kaynak: Susi Vette ve, Carrie Gotch , 2020

Çizimlerin 2B olarak yapılmasına rağmen 3B illüzyonu vermeleri için binalarda izometrik çizim teknikleri kullanılmıştır. 3B birer objelermiş gibi çizilen katmanlar 2B katmanlarla birleştiklerinde izleyicide etkileyici bir illüzyon bırakır.

Katman çizimleri tamamlandıktan sonra kurulum Adobe Aero kullanarak uygulamanın iPad versiyonunun içinde yapılmıştır. Katmanlar tek tek 3B düzlemde dizilmiş ve daha sonra programın sağladığı özelliklerden olan animasyon tetikleyiciler kullanılarak yukarı aşağı salınım hareketi eklenmiştir.

Çizimler dikey düzlem takip (vertical surface tracking) edecek şekilde tanımlanmıştır. Görüntüleme yapılırken de izleyiciden öncelikli olarak dikey bir düzlem bulması istenilecektir. Bu çalışmanın görüntülenebilmesi için herhangi bir basılı materyale ihtiyaç yoktur. AR uygulaması kullanılacak olan cihazın sensörleri ile taranacak olan dikey düz bir yüzey yeterli olacaktır.

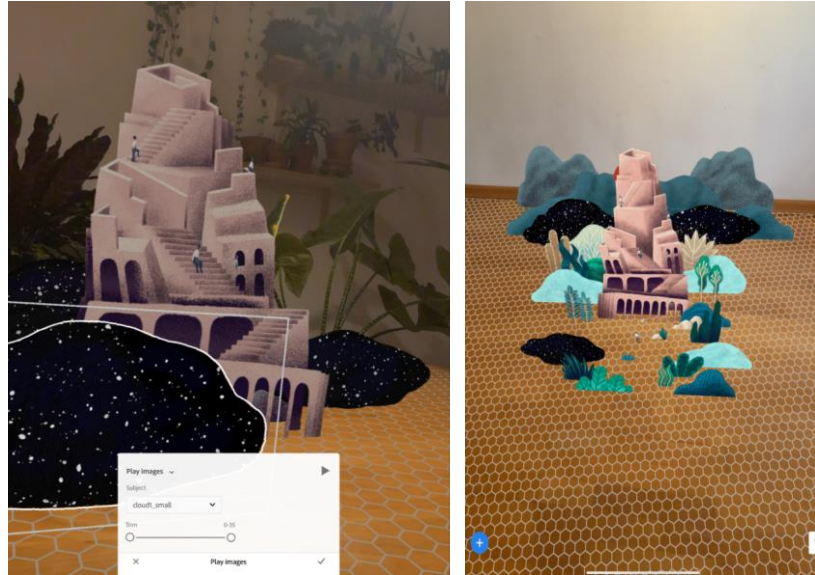
Şekil 47. Katmanların Gerçek Dünya ile Birleştirilmiş Görünümü



Kaynak: Susi Vette ve, Carrie Gotch , 2020

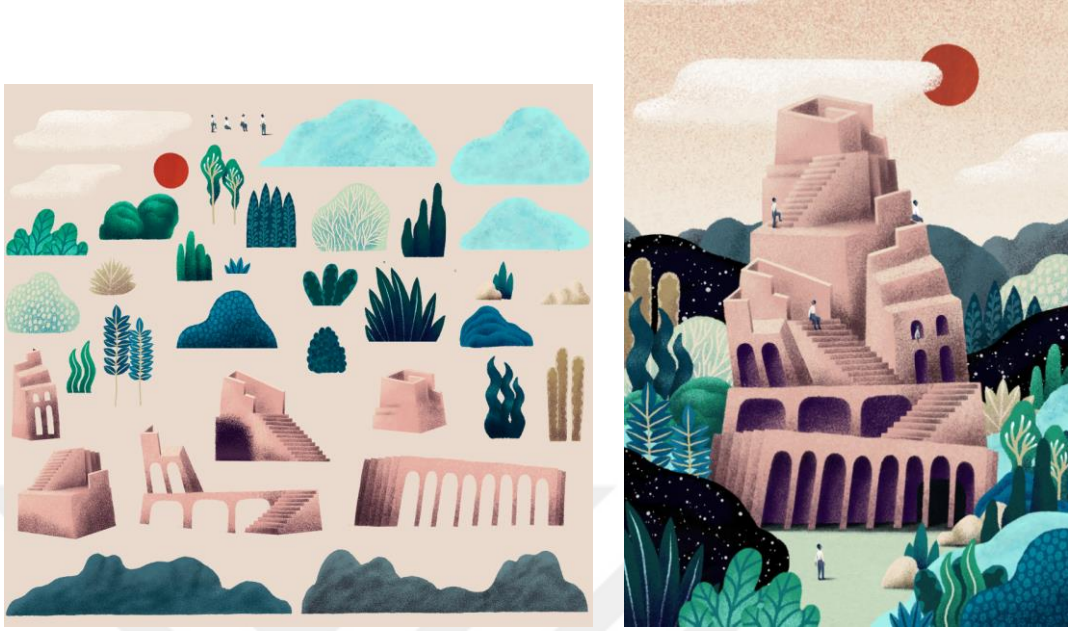
Çalışmanın ikinci kısmındaki illüstrasyonda ise ana öge olarak bir bina kullanılmıştır. Yine 3B bir objeymiş gibi görünmesi amaçlanarak çizilmiştir. Diğer öğeler ise yatay düzlemde yayılacak ve parallax etkisi oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir.

Şekil 48. Take Me There AR Projesinin 2. Bölümü, Uygulama İçi Arayüz Görüntüsü ve Yerleşim Planı



Kaynak: Susi Vette ve, Carrie Gotch , 2020

Şekil 49. Take Me There AR projesinin 2. Bölümü, Çizimlerin Katman Görünümü ve 2B İllüstrasyon Hali



Kaynak: Susi Vette ve, Carrie Gotch , 2020

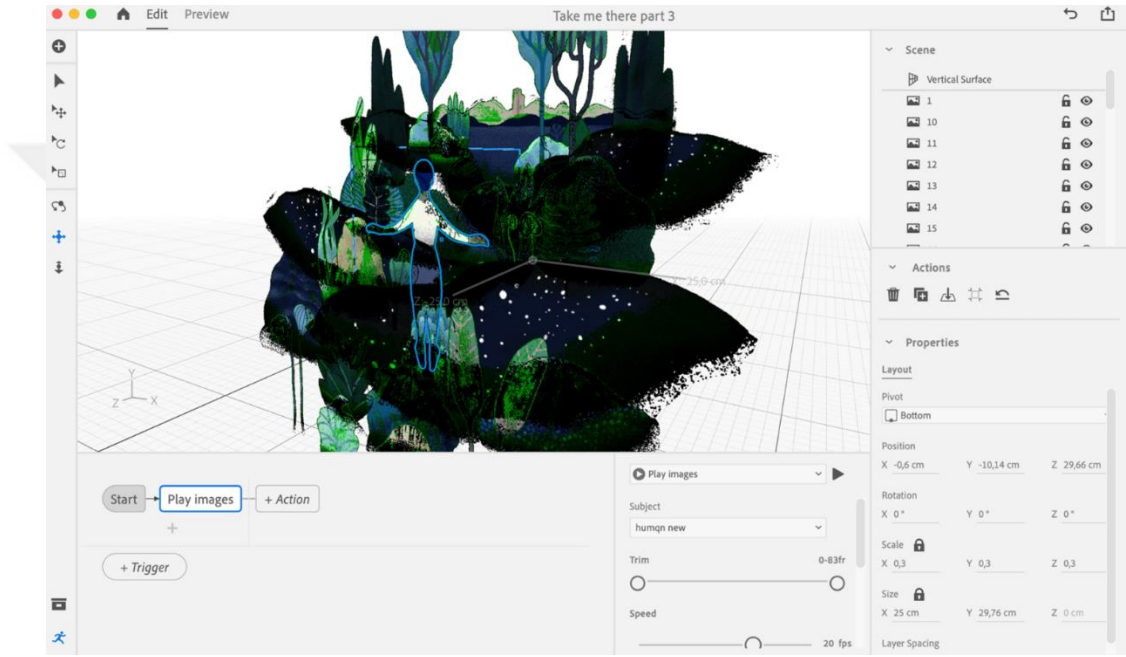
Şekil 50. Take Me There AR projesinin 3. Bölümü, Çizimlerin Katman Görünümü ve AR Uygulamasındaki Görüntülenen Hali



Kaynak: Susi Vette ve, Carrie Gotch , 2020

Çalışmanın üçüncü ve son kısmında ise sanatçı 2B ve 3B birleşimini en etkileyici şekilde sunmak için frame by frame (kare kare) animasyon tekniğini kullanmıştır. İllüstrasyonun merkezinde bulunan karakterin dönme animasyonu kare kare çizilmiş 3B bir görünüm verilmiştir. Yine diğer iki çalışmasında olduğu gibi sanatçı bu bölümde de katmanları 2B olarak çizip 3B ortamda dizerek AR uygulamasına aktarmıştır. Çalışma vertical surface tracking (dikey yüzey takibi) yöntemi ile görüntülenebilmektedir.

Şekil 51. Adobe Aero Arayüzünde Çalışmanın Gösterimi



Kaynak: Susi Vette ve, Carrie Gotch , 2020

Uygulamanın arayüzünde katmanların yerleşiminde de görüldüğü üzere her öge 2B olarak yerleşmektedir. Merkezde bulunan karakterin animasyonunu görmek için programın içerisinde bulunan Trigger (tetikleyici) kullanılarak önceden hazırlanan zip dosyasındaki png görüntülerin gösterimi sağlanmaktadır. Oynatılacak olan animasyonun kare hızı, tekrar edip etmeyeceği gibi ayarlar program içinden yapılabilmektedir.

4.2. Başarı Faktörleri ve Karşılaşılan Zorluklar

2B hareketli grafiklerin artırılmış gerçekliğe entegrasyonu, sürükleyici ve etkileşimli deneyimler yaratmak için yeni olanaklar sunmuştur. AR genellikle 3B içerikle

ilişkilendirilirken, 2B hareketli grafikler basitlik, netlik ve azaltılmış hesaplama talepleri gibi belirgin avantajlar getirmektedir. AR, sanal içeriği gerçek ortamlara yerleştirerek dijital ve fiziksel dünyaları birleştirir ve kullanıcılara etkileşimli ve sürükleyici deneyimler sunar. Geleneksel olarak AR, 3B grafiklerle ilişkilendirilir, ancak 2B hareketli grafikler de AR uygulamalarında güçlü bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Bu flat, hareketli görseller, genellikle kullanıcı arayüzü öğeleri, kılavuzlar veya açıklayıcı animasyonlar olarak hareket ederek net iletişim sağlar. Ancak, AR'de 2B hareketli grafiklerin kullanımı hem fırsatlar hem de zorluklar getirir.

Başarı Faktörleri

AR'de 2B hareketli grafiklerin en büyük güçlü yanlarından biri netlik ve basitliklerinde yatar. Minimalist tasarımları sayesinde 2B animasyonlar, kullanıcıların hem dijital hem de fiziksel dünyalardan aynı anda bilgi işlemesi gereken bir AR ortamında kritik öneme sahip olan basit görsel iletişim sağlar.

Birçok AR uygulamasında, reklamcılık, kullanıcı arayüzleri veya eğitim ortamlarında olsun, bilgileri hızlı ve etkili bir şekilde iletme yeteneği esastır. Temiz, düz tasarım, kullanıcıların karmaşık 3B nesnelerin veya çevresel unsurların dikkat dağıtması olmadan önemli bilgilere odaklanmasını kolaylaştırır.

2B hareketli grafikler, 3B muadillerine kıyasla hafiftir ve işleme ve görüntüleme için daha az sistem kaynağı gerektirir. Bu, özellikle işlem gücü, bellek ve pil ömrü gibi cihaz kısıtlamalarının kaynak yoğun 3B içeriğin kullanımını kısıtlayabildiği mobil AR uygulamalarında önemli bir avantajdır. 2B hareketli grafikler, AR deneyimlerinin daha eski veya daha düşük özellikli cihazlar kullananlar da dahil olmak üzere daha geniş bir kitleye erişilebilir olmasını sağlar. 2B grafikler, hesaplama yükünü azaltarak sorunsuz performansın korunmasına, gecikmenin en aza indirilmesine ve kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesine yardımcı olur. Bu faktör, çeşitli bir kullanıcı tabanına ulaşmanın önemli olduğu eğitim ve pazarlama gibi alanlarda AR uygulamalarının başarısı için çok önemlidir.

2B hareketli grafikler üretmek, genellikle karmaşık 3B modeller ve animasyonlar oluşturmaktan daha uygun maliyetlidir. 2B öğeleri bir AR ortamına tasarlama, canlandırma ve entegre etme süreci hem zaman hem de bütçe açısından daha az kaynak gerektirir. AR'yi pazarlama, eğitim veya ürün tanıtım çabalarına entegre etmek isteyen işletmeler ve kuruluşlar için 2B hareketli grafikler, etkinlikten ödün vermeden daha

uygun fiyatlı bir giriş noktası sunar. Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler, 3B içerik üretimiyle ilişkili önemli maliyetlere katlanmadan AR uygulamalarını geliştirmek için 2B hareketli grafikleri kullanmaktan faydalanabilirler.

Örneğin Yuguang Adası AR uygulaması adanın gittikçe artan popülaritesinin çocuklar üzerindeki etkisinin de görülmesi açısından önemli bir proje olsa da, basit ve az detaylı çizimler, üç boyutlu modeller yerine 2B karakterler kullanarak maliyetlerde ve program ağırlığında önemli adımlar atılmış, devasa bütçeler çıkarılmadan da etkileyici projeler yapılabildiğini göstermiştir.

Take Me There ve Winter time at Hogmeade projelerinde ise sanat eserlerinin sadece düz basılı halde olması yerine daha etkileyici ve interaktif olabileceğini göstermiştir. Mobil cihazı tableti telefonu olan herkesin istediği yerde istediği zamanda bu tasarımları sadece düz bir yüzey bularak görüntüleyebiliyor olması erişilebilirlik ve teknolojik gelişmelerin hayatımıza kattığı yenilikler açısından önemli adımlardır.

Karşılaşılan Zorluklar

AR'deki 2B hareketli grafiklerle ilişkili temel zorluklardan biri 3B objelerdeki derinlik eksikliğidir. Gerçekçi bir alan ve derinlik hissi sağlayabilen 3B içeriklerin aksine, 2B grafikler bir düzlemde bulunur ve gerçek dünya ortamlarına sorunsuz bir şekilde birleşmez. Bu sınırlama, özellikle ürün görselleştirme veya mimari tasarım gibi mekansal etkileşimlerin ve gerçekçiliğin önemli olduğu durumlarda AR uygulamalarının sürükleyici potansiyelini azaltabilir.

Örneğin, 2B hareketli grafikler görsel ipuçları veya katmanlar sağlamada etkili olabilirken, kullanıcıların üç boyutlu uzayda nesnelerle etkileşime girmesi gereken uygulamalar için uygun değildir. 2B sanat eserlerinin katmanlı sunumu ya da bir kartvizitin etkileşimli AR tasarımı gibi projelerde uygun olsa da, mimari projelerin sunumunda ya da sağlık alanında bir modelin görüntülenmesinde eksik kalabilir ve 3B öğelerin ihtiyacı hissedilebilir.

Kullanıcılar 3B nesneleri birden fazla açıdan döndürebilir, yakınlılaştırabilir veya manipüle edebilirken, 2B hareketli grafikler genellikle dokunma, kaydırma veya animasyonları tetikleme gibi temel etkileşimlerle sınırlıdır. Bu, zengin ve etkileşimli içeriğe dayanan AR uygulamalarında dinamik kullanıcı deneyimleri potansiyelini sınırlar.

Bir diğ er zorluk da bir AR uygulamasında 2B ve 3B    eleri birleştirirken görsel tutarlılı  a ulaşmaktır. Birçok durumda, AR ortamları tamamen sürükleyici bir deneyim yaratmak için hem 2B hem de 3B i eriğ in bir karışımını gerektirir. Ancak, 2B hareketli grafiklerin 3B nesnelerle çatışmak yerine onları tamamlamasını sağlamak zor olabilir. Tasarımcılar, 2B hareketli grafiklerin düz, stilize doğası ile 3B modellerin daha ayrıntılı, gerçekçi görünümü arasında bir denge kurmalıdır. Bu zorluk, 2B    elerin 3B nesneler kadar bütünleşik veya gerçekçi hissettirmediğ i ürün tanıtımları veya mimari görselleştirmeler gibi uygulamalarda özellikle belirgindir.

2B hareketli grafiklerdeki derinlik ve etkileşim eksikliğ inin üstesinden gelmek için tasarımcılar, 3B i eriğ i tamamlayan belirli roller için stratejik olarak 2B    eleri kullanabilirler.  rneğ in, 2B hareketli grafikler kullanıcı arayüzü katmanları, bilgi kılavuzları veya animasyonlu talimatlar için kullanılabilirken, 3B modeller daha sürükleyici, etkileşimli görevleri ele alır. Bu, AR uygulamalarının her iki formatın güçlü yönlerinden yararlanmasını sağlayarak kullanıcı katılımını ve etkinliğ ini en üst düzeye çıkarır.

2B hareketli grafikleri AR ortamlarına entegre ederken, tasarımcılar bağlam farkında tasarım ilkelerine odaklanmalıdır. Bu, 2B    elerin fiziksel dünyada doğal ve uygun hissettirecek şekilde    eklenmesini, konumlandırılmasını ve hizalanmasını içerir. Kullanıcının bakış açısını ve ortamını dikkate alarak, 2B grafikler AR deneyimine daha etkili bir şekilde entegre edilebilir ve daldırma etkisini azaltmak yerine onu geliştirir.

AR uygulamaları içinde 2B ve 3B hareketli grafikleri birleştirmek, her ikisinin de güçlü yanlarını kullanan bir hibrit yaklaşım yaratabilir.  rneğ in, 2B grafikler etkileşimli menüler veya HUD (Heads-Up Display)    eleri için kullanılabilirken, 3B nesneler sürükleyici, gerçek dünya etkileşimleri için kullanılır. Bu, her iki formatın avantajlarından yararlanan daha zengin ve daha dinamik bir AR deneyimi sağlar.

5. UYGULAMA ÇALIŞMASI

Bu uygulama çalışması, Adobe programları kullanılarak artırılmış gerçeklikte 2B hareketli grafik uygulamasının geliştirilmesini ele almaktadır. Proje, 2B grafiklerin AR ortamlarına nasıl etkili bir şekilde entegre edilebileceğini araştıran bu tezin bir uygulaması olarak, söz konusu teknik ve yaratıcı süreçleri vurgulamaktadır. Çalışma, 2B grafiklerin AR deneyimlerini geliştirmedeki rolünü vurgular ve proje sırasında karşılaşılan potansiyel faydalar ve zorluklar hakkında değerlendirmeler sunar. Proje tezin ilk üç bölümünde incelenen konuların bir değerlendirmesi olup, 2B hareketli grafiklerin AR ortamında nasıl kullanılabileceğine dair örnek oluşturmaktadır.

5.1. Uygulamanın Projelendirilmesi

Proje, kullanıcıların gerçek dünya ortamlarında animasyonlu 2B grafiklerle etkileşime girebileceği dinamik bir AR deneyimi yaratarak artırılmış gerçeklikte 2B hareketli grafiklerin kullanımını keşfetmeyi amaçlamaktadır. Öncelikli olarak projelendirmek üzere nasıl bir çalışma yapılacağına karar verme aşaması ile başlanmıştır. Çalışmanın 2B hareketli grafiklerin AR uygulamalarında kullanımını içerebilmesi için hangi programlar, nasıl bir çizim tarzı ve dikkat edilmesi gereken konular ilk aşamada göz önünde bulundurulmuştur.

Düz çizimlerden ve animasyonlu katmanlardan oluşturulması planlanan projede, hareketli grafik kapsamına girebilecek katman tasarımları denenmiştir. Kar ve sis gibi doğa olaylarının animasyon hallerinin katman halinde kullanıldığı bir proje, hem 2B hareketli grafiklerin AR uygulamalarında kullanımına hem de izleyiciyi etkileyecek ve derinlik algısına hitap edecek bir tasarım olması konularına uygun olacağı için bu şekilde bir yol izlenmiştir.

2B hareketli grafiklerin ve düz katmanların kullanıldığı projenin daha derinlik etkili ve 3B objeler kullanılmış gibi görünmesi için de izometrik 3B gibi görünen katmanlar tasarlanmıştır.

Proje Harry Potter ve Azkaban Tutsağı (2004) filmindeki bir sahneden esinlenerek hazırlanmıştır. Çizimler, renk paleti kullanılarak ve temel 2B tasarım bileşenleri göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Renk paleti ve referans tablosu hazırlandıktan, çizilecek elementler planlandıktan sonra yapım aşamasına başlanmıştır.

Şekil 52. Proje Çiziminde İlham Veren Sahne ve Kullanılan Renk Paleti



Kaynak:Yazar Tarafından Oluşturulmuştur

5.2. Geliştirme ve Uygulama

Projenin geliştirme aşamasında çizimler, 2B hareketli grafikler, animasyonlar ve artırılmış gerçeklik ortamına aktarımı için hangi programların kullanılacağına karar verilmiştir. Uygulamalar arasındaki geçişin kolaylığı ve hızlı olması sebebiyle Adobe programlarının kullanımında karar kılınmıştır. Adobe Photoshop kullanılarak yapılan çizimlerin katmanları ile birlikte Adobe Aero programına aktarılabilmesi 2B grafiklerin AR ortamında kullanımını büyük ölçüde kolaylaştırmaktadır.

Geliştirmenin bir sonraki aşaması, AR deneyimine dahil edilecek 2B hareketli grafikleri kavramsallaştırmayı ve tasarlamayı içermektedir. Adobe Photoshop, AR etkileşimi için optimize edilmiş katmanların çizimi için kullanılmıştır. Gökyüzü, evler, karakterler ve kar katmanları resimlemesi Adobe Photoshop kullanılarak yapılmıştır. Bu grafikler, gerçek dünya arka planıyla sorunsuz entegrasyonu garantilemek için basitliği korurken görsel olarak çekici olacak şekilde tasarlanmıştır. 3B illüzyonu verebilmek ve projeyi daha etkileyici hale getirmek için ev katmanlarını izometrik ve 3B bir objeymiş gibi çizilmiştir. Tüm katmanlar AR uygulamasında yerleştirme kısmında takılma ve yükleme gibi problemlerin meydana gelmemesi için olabildiğince küçük boyutlarda çıktı alınmıştır.

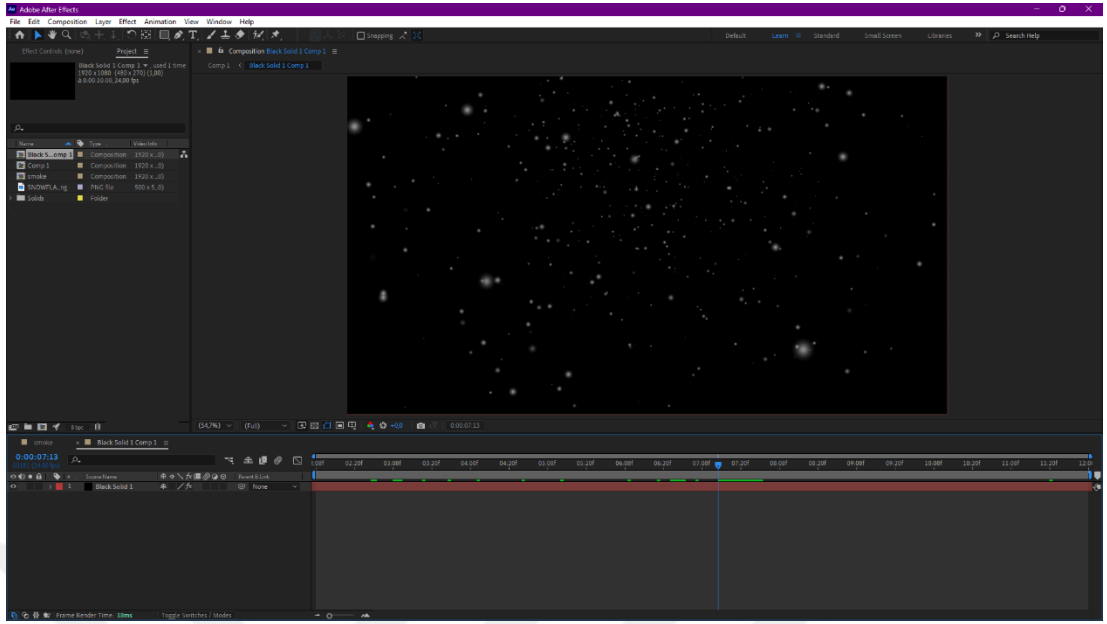
Şekil 53. 3B İllüzyonu Vermek Üzere Köşe Açıdan Çizilen Evler



Kaynak: Yazar Tarafından Oluşturulmuştur

Uygulama aşamasında geçişte sıradaki adım olarak Adobe After effects kullanılmıştır. After effects 2B hareketli grafikler, hava olayları simülasyonları, partiküller ve karakter animasyonları oluşturmaya imkân tanır. Adobe Photoshop tarafından gelen dosyayı katmanlar halinde okuyarak işlemeye olanak tanır. Adobe After effects kullanılarak kar yağışı animasyonu bacalardan çıkan dumanların animasyonu yapılmıştır. Kar animasyonunu yapmak için After effects'i diğer 2B hareketli grafik programlarından ayıran temel özelliklerinden olan parçacık simülatörü kullanılmıştır.

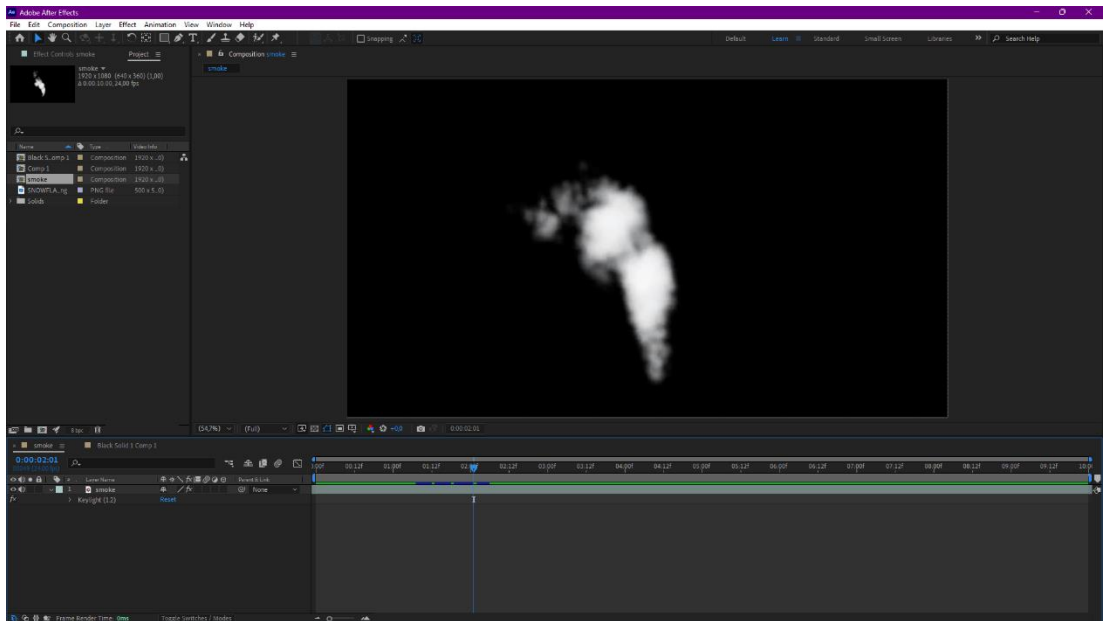
Şekil 54. After Effects arayüzü, Kar Simülasyonunun Tasarımı



Kaynak: Yazar Tarafından Oluşturulmuştur

Baca dumanı animasyonu için de yine programın içinde yer alan ve çoğu diğer hareketli grafik programında bulunmayan efektlerden olan Fractal noise kullanılmış, çeşitli compositing seçenekleri ile hafif bir geçiş ve düşük opaklık kullanılarak sis katmanı oluşturulmuştur.

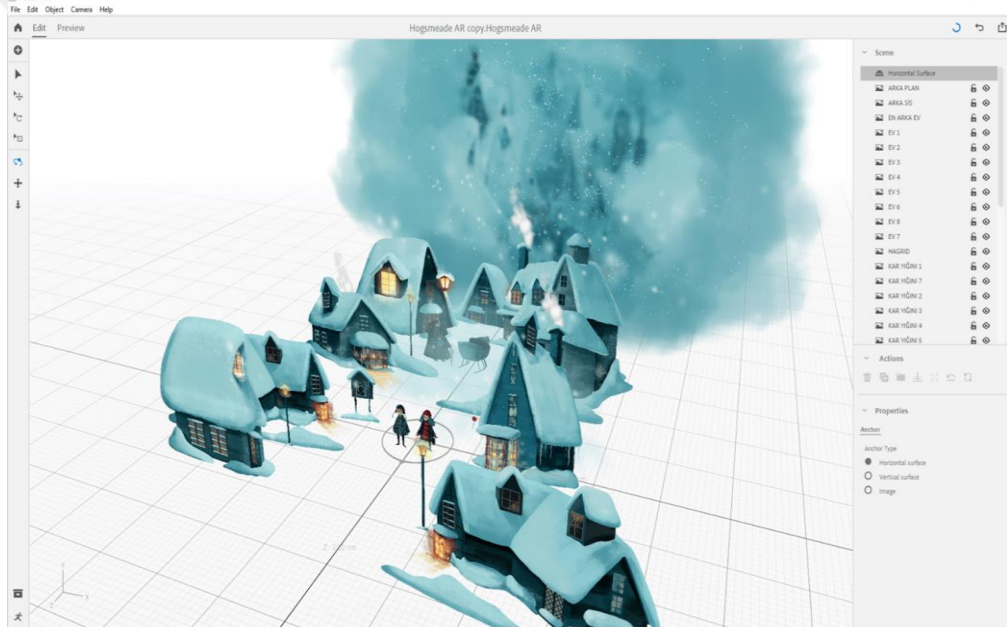
Şekil 55. After Effects Arayüzü, Baca Dumanı Animasyonunun Tasarımı



Kaynak: Yazar Tarafından Oluşturulmuştur

Animasyonlu katmanlar ve çizim katmanlarının tamamının hazır olması ile birlikte Artırılmış gerçeklik platformunda yerleştirilmesi aşamasına geçiş sağlanmıştır. Projenin AR kısmının uygulamasını yapmak için Adobe Aero programı kullanılmıştır. Program henüz beta programı kapsamında olsa da projeyi yeterli seviyede yapabilmek için gereken bütün özellikleri bulunmaktadır. Animasyonlu katmanları içe aktarımı için After Effects tarafından çıktı alırken png sekans olarak çıktı alınmıştır. Kare kare animasyonlardaki gibi arka planı olmayan çizimlerin birleşimi ile animasyon oluşmaktadır. Adobe Aero'nun animasyonları oynatabilmesi için kaydedilen karelerin sıkıştırılmış klasörde olması gerekir. Tüm animasyon içeren katmanlar sıkıştırılmış klasör şeklinde çizimler ise png katmanlar şeklinde hazır olduktan sonra program içe aktarma kısmına geçilmiştir.

Şekil 56. Adobe Aero Arayüzü ve Katmanların Dizilimi



Kaynak: Yazar Tarafından Oluşturulmuştur

Projede ?? tanesi animasyon içeren toplamda ?? adet katman bulunmaktadır. Horizontal Surface Tracking (yatay düzlem takibi) yöntemi ile oluşturulan projede, gökyüzü katmanı dikey, zemin katmanı yatay şekilde yerleştirildikten sonra iç kısma da diğer katmanların dizilimi gerçekleştirilmiştir. Animasyon eklenen katmanların hareket edebilmesi için program içinde bulunan görselleri oynatma tetikleyicisi kullanılmıştır. Kar ve duman katmanları birden çok kez kullanılarak tasarımın gerçekçiliği ve etkileyciliği artırılmıştır. 2B düzlemde de olsa 3B etkisi verebilmek ve parallax etkisi yaratabilmek için katmanların diziliminde boşluklar bırakılmıştır.

Çizim ve animasyon katmanlarının dizilimi ve gerekli tetikleyicilerin kurulumundan sonra mobil cihazlarda nasıl görüneceğini deneyebilmek için projenin QR kodu oluşturulmuştur.

Tasarım programın ara yüzünde görülebilen ölçülerde gerçek dünyaya aktarılmaktadır. Üç boyutlu düzlemdeki santimetre cinsinden boyutları, izleyicinin görüntülemek isteyebileceği ortalama boyutlara göre ayarlanmalıdır.

Bu projede x,y ve z eksenlerindeki zemin katmanının boyutları 158x93cm'dir. Mobil cihaz görüntüleme denemelerinde izleyicinin deneyimi açısından en iyi boyutun hangisi olduğuna deneme yöntemiyle karar verilebilir. İzleyicinin yaklaşık uzaklaşabileceği ve etrafında dönebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

5.3. Yazılım ve Donanım Gereksinimleri

Projenin yapımında dört farklı program ve iki farklı elektronik cihaz kullanılmıştır. Çizimleri yapımı için Adobe Photoshop, animasyonlar ve simülasyonlar için Adobe After Effects, AR uygulamasının yapılması için Adobe Aero, arka plan müziğinin tekrar eder halde aralıksız çalmasını saptamak için Adobe Premiere Pro kullanılmıştır. Adobe yazılımlarının son sürümlerinin kullanımı için güçlü donanımlara sahip bilgisayarlar kullanımı tavsiye edilir. Aero programının halihazırda beta versiyonu olduğu için çökmeler ve takılmalar yaşanabilmektedir.

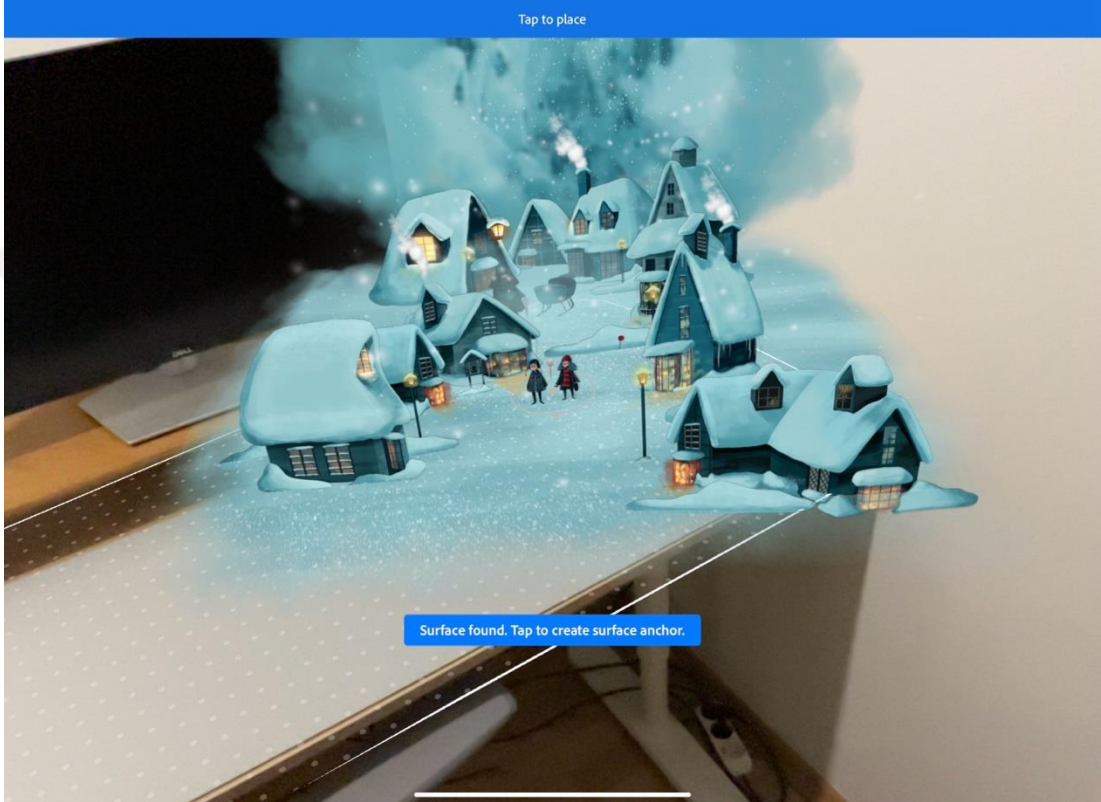
Çizimlerin yapımı için Wacom Cintiq 22 grafik tabletten faydalanılmıştır. Proje tamamlandığında ve deneme kısmında geçildiğinde ise mobil görüntüleme denemelerinde iPad kullanılmıştır. İzleyicilerin tasarımları görüntüleyebilmeleri için Adobe Aero'nun mobil uygulamasını indirmeleri gerekmektedir. Şimdilik sadece iOS cihazlarda kullanılabilen Aero uygulamasının yakın dönemde tam sürümü ile birlikte android cihazlara da gelmesi beklenmektedir (Adobe.com,t.y.).

5.4. Test ve Değerlendirme

Çalışma, AR uygulaması Adobe Aero'nun mobil versiyonunun desteklendiği cihazlar üzerinde denenmiş ve görüntülenebilirliği test edilmiştir. iOS cihazlardaki, iPad ve mobil cihazlar, kamera ile kare kodu okutmaları erişim için yeterlidir. Kare kod direkt olarak projenin AR dosyasını açmaktadır. Uygulama açıldıktan sonra projenin katmanları bulut sistemi üzerinden cihaza indirilir. Kısa bir bekleme süresi vardır ve

internet hızı ile doğrudan ilintilidir. Katmanlar indirildikten sonra uygulama izleyiciden mobil cihazının kamerasını kullanarak ortamı taramasını ve düz bir yüzey bulmasını ister. Kameralarda bulunan Lidar Sensörü sayesinde uzaklık yakınlık ve boyutlar gibi çeşitli taramalar yapan uygulama, çalışmayı yerleştirebileceği düz bir yüzey bulduğunda uyarı verir.

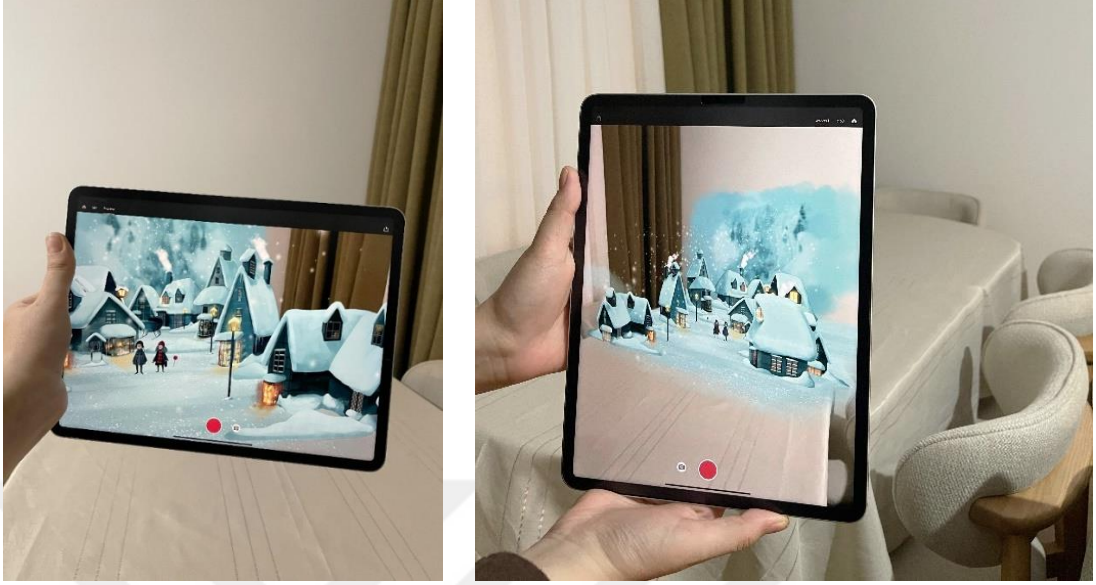
Şekil 57. iPad Arayüzünde Adobe Aero Uygulamasının Yüzey Taraması



Kaynak: Yazar Tarafından Oluşturulmuştur

İzleyici çalışmayı yerleştirdikten sonra yerinde sabit kalan katmanları ve animasyonları istediği açıdan mobil cihazının kamerası vasıtasıyla inceleyebilir.

**Şekil 58. İzleyici Gözünden Adobe Aero Uygulamasında Projenin
Görüntülenmesi**



Kaynak: Yazar Tarafından Oluşturulmuştur

**Şekil 59. Projenin Aero Mobil Uygulamasında Görüntülenebilmesi İçin
Gereken Kare Kod**



Kaynak: Yazar Tarafından Oluşturulmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

2B hareketli grafiklerin artırılmış gerçekliğe entegrasyonu hem dijital medya hem de etkileşimli tasarım için umut vadeden bir yoldur. Teknoloji ilerledikçe, 2B öğelerin AR platformlarına uyarlanması, kullanıcı katılımı, tasarım esnekliği ve sanat ile teknolojinin bir araya gelmesi konusunda değerli öngörüler sunmaya devam etmektedir. 2B hareketli grafiklerin AR uygulamalarında kullanımı konusunda hem olumlu hem de olumsuz yönler bulunmaktadır. 3B grafikler ile karşılaştırma yapıldığında birçok avantajının yanı sıra dezavantajları da bulunmaktadır. AR'de 2B hareketli grafiklerin en önemli avantajlarından biri erişilebilirliğidir. Hem tasarımcılar hem de son kullanıcılar için 2B hareketli grafikler sezgisel ve basit bir platform sağlar. Bir kullanıcının bakış açısından, bir AR ortamında 2B grafiklerle etkileşim kurmak, 3B öğelere kıyasla tanıdık ve daha az bunaltıcı gelir. Bu kullanım kolaylığı, eğitim araçları, pazarlama kampanyaları veya perakende deneyimleri gibi birincil amacın bilgi iletmek veya kullanıcıları yönlendirmek olduğu uygulamalarda çok önemlidir. 2B hareketli grafiklerin sadeliği, genellikle mesajları hızlı ve etkili bir şekilde iletmeyi amaçladığında daha etkili olan net ve özlü görsel iletişime olanak tanır.

Üretim tarafında, 2B hareketli grafikler genellikle 3B muadillerine göre daha kolay ve hızlı oluşturulur. Bu sadelik, tasarımcıların karmaşık 3B modelleme veya animasyon teknikleri hakkında kapsamlı bilgi gerektirmeden AR deneyimleri geliştirmelerine olanak tanır. Ayrıca, 2B öğelerin daha hafif dosya boyutları, mobil cihazlarda daha hızlı işlem sürelerine ve daha akıcı performansa yol açar; bu da sorunsuz bir AR deneyimi sağlamak için olmazsa olmazdır.

Hem 2B hem de 3B hareketli grafikler AR'de önemli roller oynasa da kullanımları ve etkileri büyük ölçüde farklılık gösterir. Birincil fark, görsellerin derinliği ve boyutluluğunda yatmaktadır. 3B hareketli grafikler, 2B öğelerle mümkün olmayan bir alan, perspektif ve etkileşim duygusu sağlayarak daha sürükleyici bir deneyim sunar. Bu, oyun, mimari veya fiziksel alanın etkileşimin bir parçası olduğu herhangi bir bağlam gibi uygulamalarda özellikle önemlidir. Bu durumlarda, 3B hareketli grafikler kullanıcılara daha gerçekçi ve ilgi çekici bir deneyim sunarak artırılmış dünyanın gerçekçiliğini artırır.

Öte yandan, 2B hareketli grafikler netlik, hız ve basitliğin en önemli olduğu senaryolarda mükemmeldir. Grafiklerin düz, iki boyutlu yapısı, karmaşık 3B ortamlarla etkileşimden kaynaklanabilecek ek bilişsel yük olmadan sunulan bilgilere odaklanmaya yardımcı olur.

Avantajlarına rağmen, AR'de 2B hareketli grafikleri kullanmanın sınırlamaları vardır. En dikkat çekici eksiklik, 2B grafiklerin 3B modellere kıyasla sunduğu derinlik ve mekânsal gerçekçiliğin eksikliğidir. 2B öğeler bilgi katmanları ve basit etkileşimler için etkili olabilirken, kullanıcının üç boyutlu bir alanda nesnelerle etkileşime girmesinin beklendiği daha sürükleyici uygulamalarda yetersiz kalabilir. 2B hareketli grafiklerin düzlüğü, özellikle gerçekçi veya gerçekçi bir deneyimin istendiği uygulamalarda elde edilebilecek etkileşim ve derinlik hissini sınırlar.

2B hareketli grafiklerin sınırlamaları olsa da belirli bağlamlarda 3B grafiklerden daha etkili olmalarını sağlayan benzersiz güçlü yönleri de vardır. Birincisi, 2B görsellerin sadeliği ve netliği, kullanıcının bilgileri hızlı bir şekilde kavraması gereken uygulamalarda hayati önem taşıyan daha anında kavramaya olanak tanır.

2B hareketli grafikler, maliyet etkinliği ve üretim verimliliği açısından da üstündür. 2B öğelerin oluşturulması, 3B grafiklerin geliştirilmesine kıyasla hem zaman hem de bilgi işlem gücü açısından daha az kaynak gerektirir. Bu, 2B hareketli grafikleri sınırlı bütçeli veya sıkı zaman çizelgelerine sahip projeler için ideal bir seçim haline getirir. Ek olarak, 2B varlıkların güncellenmesi ve değiştirilmesi genellikle daha kolaydır ve bu da yinelemeli tasarım süreçlerinde daha fazla esneklik ve uyarlanabilirlik sağlar. Estetik açıdan değerlendirmek gerekirse de dokulu ve fırça darbeleri içeren bir sanat eseri oluşturmak istendiğinde bunu 2B grafiklerle sağlamak 3B grafiklerle sağlamaktan çok daha kolay ve etkileyici olacaktır. Transparan katmanların kullanımı, serbest fırça darbelerinin AR uygulaması arayıcılığıyla gerçek dünyayla pürüzsüz karışımının verdiği estetik tatmini 3B modeller kullanarak vermek oldukça zordur.

2B hareketli grafikleri artırılmış gerçeklik uygulamalarına entegre etme motivasyonları hem dijital hem de fiziksel dünyaların güçlü yönlerini birleştiren ilgi çekici, etkileşimli deneyimler yaratma arzusundan kaynaklanmaktadır. AR, kullanıcıların gerçek zamanlı olarak, yakın fiziksel ortamlarında dijital içerikle etkileşim kurmalarına izin vererek kullanıcı katılımını artırmak için benzersiz fırsatlar sunar. Gerçekliklerin bu şekilde harmanlanması, hikâye anlatımı, eğitim, pazarlama

ve eğlence için yeni kapılar açarak kullanıcılara daha zengin, daha sürükleyici deneyimler sunar.

Tasarımcılar ve sanatçılar için AR, yeni görsel ifade ve etkileşim biçimlerinin keşfedilmesine olanak tanıyan sınırsız potansiyele sahip bir tuvali temsil eder. AR'de 2B hareketli grafiklerin uyarlanabilirliği, yaratıcılık ve işlevsellik arasında bir denge sunarak sanatçıların karmaşık 3B modellemeye ihtiyaç duymadan fikirlerini yeni yollarla iletmelerini sağlar.

Yazılım araçlarının seçimi, AR uygulamalarında 2B hareketli grafiklerin başarılı bir şekilde uygulanmasında kritik bir rol oynar. AR tasarımı için lider bir platform olan Adobe Aero, 2B ve 3B varlıkları AR ortamlarına entegre etmek için verimli bir arayüz sunarak 2B hareketli grafikleri içeren projeler için ideal bir seçim haline getirir. Adobe Photoshop, görselleri tasarlamak ve canlandırmak için kapsamlı yetenekler sunan yüksek kaliteli 2B öğeler oluşturmak için bir diğer önemli araçtır. Daha etkileşimli AR projeleri için hem 2B hem de 3B içeriği destekleyen Unity gibi araçlar, çeşitli etkileşim biçimlerini birleştirebilen daha dinamik deneyimler sağlar.

Sonuç olarak, 2B hareketli grafikler 3B öğelerin sürükleyici derinliğinden yoksun olsa da basitlik, netlik ve erişilebilirlik açısından büyük öneme sahiptir ve bu da onları belirli AR uygulama türleri için oldukça etkili hale getirir. Tasarımcılar hem 2B hem de 3B hareketli grafiklerin güçlü ve zayıf yönlerini anlayarak, yalnızca görsel olarak ilgi çekici değil aynı zamanda oldukça ilgi çekici ve kullanıcı dostu AR deneyimleri oluşturmak için bu araçları daha iyi kullanabilirler. AR teknolojilerinin sürekli evrimi ve hareketli grafiklerle entegrasyonu, şüphesiz tasarım, eğitim, eğlence ve daha fazlası alanlarında yeni inovasyon fırsatlarına yol açacaktır.

6.2. Öneriler

2B hareketli grafikler uzun zamandır dijital medyanın temel unsurlarından biri olsa da, bunları AR'ye uyarlamak tasarım ve teknik faktörlerin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesini gerektirir. Geleneksel 2B uygulamalarından farklı olarak, AR fiziksel ortamlarla gerçek zamanlı etkileşim, mekânsal farkındalık ve 2B öğelerin kullanıcı deneyimlerini 3B varlıklarla tamamlayıcı veya zıt şekillerde nasıl geliştirebileceğine dair bir anlayış gerektirir.

Tasarımcılar, eğitim araçları, öğretim arayüzleri ve pazarlama materyalleri gibi netliğin ve bilgi iletim hızının önemli olduğu uygulamalarda AR'de 2B hareketli grafiklerin iletişim gücünden yararlanmaya odaklanmalıdır. Geliştiriciler, düşük boyutlu 2B öğeleri kullanarak, gecikmeyi en aza indirerek ve animasyonların çeşitli cihazlarda sorunsuz çalışmasını sağlayarak performansı optimize edebilir. Sürükleyici deneyimler oluştururken AR'de 2B grafiklerin sınırlamalarını akılda tutulmalıdır. Derinlik ve mekansal etkileşim kullanıcı deneyimi için kritik önem taşıyorsa, daha tutarlı bir görsel ortam oluşturmak için 2B hareketli grafikler 3B öğelerle birleştirilmelidir. Derinlik ve mekansal etkileşim algısını geliştirmek için paralaks efektleri, katmanlama teknikleri ve 2B öğelerin akıllı konumlandırılması kullanılabilir.

AR uygulamaları büyük ölçüde kullanıcı etkileşimine dayanır ve bu da 2B hareketli grafiklerin etkileşim düşünülerek tasarlanmasını zorunlu kılar. Pasif ve doğrusal olan geleneksel 2B animasyonların aksine, AR uygulamaları kullanıcı eylemlerine gerçek zamanlı olarak yanıt veren etkileşimli öğeler gerektirir. Tasarımcılar kullanıcıların 2B varlıklarla nasıl etkileşime gireceğini ve bu öğelerin genel deneyimi nasıl geliştireceğini düşünmelidir. Kullanıcı katılımını ve keşfini teşvik eden etkileşimli 2B hareketli grafikler oluşturmaya odaklanılabilir. Bu, dinamik animasyonlar, etkileşimli tetikleyiciler ve kullanıcı girdisine göre uyarlanan duyarlı görsel öğeler kullanılarak elde edilebilir. Bu etkileşimlerin sezgisel ve akıcı olmasını sağlayarak kullanıcı ile AR deneyimi arasındaki sürtüşmeyi azaltılmalıdır.

2B hareketli grafikleri AR uygulamalarına oluşturmak ve entegre etmek için doğru araçları seçmek hem tasarım esnekliğini hem de teknik verimliliği sağlamak için kritik öneme sahiptir. Adobe Aero, Unity ve Adobe Animate dahil olmak üzere çeşitli yazılım platformları, AR ortamlarında 2B varlıklar için sağlam destek sunar, ancak her biri kendi avantaj ve sınırlamalarıyla birlikte gelir. Tasarımcılar ve geliştiriciler proje gereksinimlerini değerlendirmeli ve hedefleriyle uyumlu araçlar seçmelidir. Örneğin Adobe Aero, 2B hareketli grafikleri minimum kodlamayla AR'ye entegre etmek için sezgisel bir platform sunar ve bu da onu hızlı prototipleme ve basit uygulamalar için ideal hale getirir. Daha karmaşık veya etkileşimli AR deneyimleri için Unity, daha gelişmiş teknik uzmanlık gerektirse de animasyonlar ve gerçek zamanlı etkileşimler üzerinde daha fazla esneklik ve kontrol sunar.

Birçok durumda, başarılı bir AR uygulaması 2B ve 3B elemanlar arasında bir denge gerektirir. 2B hareketli grafikler netlik ve basitlik sunarken, 3B elemanlar derinlik ve

gerçekçilik sağlar ve bu da tasarımcıların projeleri için doğru karışımı belirlemesini önemli hale getirir. Belirli senaryolarda, 2B elemanlar, genel deneyimi geliştiren bilgileri üst üste bindirerek veya görsel ilgi katmanı ekleyerek 3B modelleri tamamlayabilir.

2B hareketli grafikleri artırılmış gerçeklik uygulamalarına uyarlamak, tasarımcılar ve geliştiriciler için hem fırsatlar hem de zorluklar sunar. 2B grafikler basitlik, netlik ve kullanım kolaylığı sunarken, AR ortamlarının sürükleyici, etkileşimli doğasına uyacak şekilde dikkatlice uyarlanmalıdır. 2B hareketli grafiklerin güçlü yönlerinden yararlanarak, sınırlamalarını ele alarak, kullanıcı etkileşimi için tasarım yaparak, uygun araçları seçerek, 2B ve 3B öğeleri dengeleyerek, tasarımcılar AR uygulamalarında 2B hareketli grafiklerin tüm potansiyelini ortaya çıkarabilirler. AR teknolojisi gelişmeye devam ettikçe, 2B hareketli grafiklerin entegrasyonu dijital medyanın, hikâye anlatımının ve kullanıcı deneyimi tasarımının geleceğini şekillendirmede önemli bir rol oynayacaktır.

KAYNAKÇA

- Adobe (t.y.). Products. <https://www.adobe.com/tr/products/aero.html>
- Adobe After Effects, (t.y.). *After Effects*. <https://www.adobe.com/tr/products/aftereffects.html>
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). *Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature*. Educational research review.
- Akkaya, A. (2011). *Güncel Animasyon Teknolojilerinin Film Jeneriklerine Etkisi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Alha, K., Leorke, D., Koskinen, E., & Paavilainen, J. (2023). *Augmented play: an analysis of augmented reality features in location-based games*. Convergence the International Journal of Research Into New Media Technologies, <https://doi.org/10.1177/13548565231156495>
- Alsumait, A. Ve Al-Musawi, (2013). *Creative and innovative e-learning using interactive storytelling*. International Journal of Pervasive Computing and Communications, <https://doi.org/10.1108/ijpcc-07-2013-0016>
- Artivive. (2023, 3 Ağustos). *About Artivive*. <https://artivive.com/about/>
- Azuma, R. (1997). *A survey of augmented reality*, *Presence Virtual and Augmented Reality*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Azuma, R. (2019). *The road to ubiquitous consumer augmented reality systems. human behavior and emerging technologies*, 1(1), 26-32. <https://doi.org/10.1002/hbe2.113>
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). *Recent advances in augmented reality*. IEEE Comput. Grap. Appl., 21(6), 34-47. <https://doi.org/10.1109/38.963459>
- Balducci, B. ve Marinova, D. (2018). *Unstructured data in marketing*. Journal of the Academy of Marketing Science, 46(4), 557-590. <https://doi.org/10.1007/s11747-018-0581-x>
- Baum, L. F. (1901). *The master key. an electrical fairy tale (1st ed.)*. Indianapolis The Bowen-Merrill Company Publishers.
- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). *A survey of augmented reality*. <https://doi.org/10.1561/9781601989215>
- Bluteau, J., Kitahara, I., Kameda, Y., Noma, H., Kiyokawa, K., & Ohta, Y. (2005). *Visual support for medical communication by using projector-based augmented reality and thermal markers*. <https://doi.org/10.1145/1152399.1152418>

- Boşat, M., Arcagök, U. ve Önder, E. (2020). *Augmented reality practices in health services: literature review*. Bitlis Eren University Journal of Science and Technology, 10(2), 67-72. <https://doi.org/10.17678/beuscitech.817159>
- Cai, Y., Pan, Z., & Liu, M. (2022). *Augmented reality technology in language learning: ameta-analysis*. *journal of computer assisted learning*, 38(4), 929–945. <https://doi.org/10.1111/jcal.12661>
- Carroll, J., Hopper, L., Farrelly, A., Lombard-Vance, R., Bamidis, P., ve Konstantinidis, E. (2021). *A scoping review of augmented/virtual reality health and wellbeing interventions for older adults: redefining immersive virtual reality*. *Frontiers in Virtual Reality*, 2. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.655338>
- Challenor, J. ve Ma, M. (2019). *A review of augmented reality applications for history education and heritage visualisation*. *Multimodal Technologies and Interaction*, 3(2), 39. <https://doi.org/10.3390/mti3020039>
- Cheng, J., Wang, Y., Tjondronegoro, D., ve Song, W. (2018). *Construction of interactive teaching system for course of mechanical drawing based on mobile augmented reality technology*. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Ijet)*, 13(02), 126. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i02.7847>
- CoSA, (t.y.) *After Effects Codenames & Credits*, <http://cosa.com/codenames-credits.html>
- Crafton, D. (2011). *The veiled genealogies of animation and Cinema*. Sage Journals. <https://doi.org/10.1177/1746847711404979>
- Deaonline, (2023, 29 Eylül). *8th Wall: The basics*. Medium. <https://medium.com/@deaonline/8th-wall-the-basics-1edb34f449ca>
- Disney Animation (t.y.). *100 Years of storytelling*. <https://www.disneyanimation.com/films/?drawer=/films/snow-white-and-the-seven-dwarfs/>
- Dumbre, S. (2023, 10 Mayıs). *Projection-based AR- Sakshi Dumbre*. Medium. <https://medium.com/@sakshi.dumbre31/projection-based-ar-220240721883>
- Dumbre, S. (2023, 7 Mayıs). *Markerless Augmented Reality*. Medium. <https://medium.com/@sakshi.dumbre31/markerless-augmented-reality-1ff7a83a65b7>
- Echo3D. (2021,30 Aralık). *Top 10 AR Developer Tools Every Developer Should Know*. Medium. <https://medium.com/echo3d/top-10-ar-developer-tools-every-developer-should-know-32fef1471883>
- Emmys, (2005), *Academy of television arts and sciences 57th annual primetime Emmy Award. Engineering award, Toon Boom Animation Inc*. <https://www.emmys.com/awards/engineering-emmys/winners>
- Emmys, (2012). *Emmy Engineering Awards*, <https://www.emmys.com/news/awards-news/olivia-munn-hosts-64th-primetime-emmy-engineering-awards>
- Endüstri 40, (t.y.). *Artırılmış gerçeklik (Augmented Reality)*, <https://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmented-reality/>

- Erbaş, Ç. ve Demirer, V. (2019). *The effects of augmented reality on students' academic achievement and motivation in a biology course*. Journal of Computer Assisted Learning, 35(3), 450-458. <https://doi.org/10.1111/jcal.12350>
- Fenais, A., Ariaratnam, S. T., Ayer, S. K., ve Smilovsky, N. (2019). *Integrating geographic information systems and augmented reality for mapping underground utilities*. Infrastructures, 4(4), 60. <https://doi.org/10.3390/infrastructures4040060>
- Fernandes, J., Teles, A., ve Teixeira, S. (2020). *An augmented reality-based mobile application facilitates the learning about the spinal cord*. Education Sciences, 10(12), 376. <https://doi.org/10.3390/educsci10120376>
- Furht, B. (Ed.). (2011). *Handbook of Augmented Reality (1. Baskı)*. Springer New York, NY. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6>
- Gallardo A., (2001), *3D Lighting: History, concepts and techniques*, Charles R. Media, Inc., Rockland.
- Heemsbergen, L., Bowtell, G., ve Vincent, J. B. (2021). *Conceptualising augmented reality: from virtual divides to mediated dynamics*. Convergence: The International Journal of Research Into New Media Technologies, 27(3), 830-846. <https://doi.org/10.1177/1354856521989514>
- Herbert, S. (2000). *A History of pre-cinema*. London: Routledge
- Howell, C. (2021, 21 Haziran). *Why use projected augmented reality?*. LightGuide. <https://www.lightguidesys.com/resource-center/blog/why-use-projected-augmented-reality/>
- İçten, T., ve Bal, G. (2017). *Artırılmış gerçeklik teknolojisi üzerine yapılan akademik çalışmaların içerik analizi*. International journal of informatics technologies, 401–415. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.290253>
- İlgaz, S. (1997). *Çizgi film temel ilkeleri yapım tekniğı*. İstanbul: Leyla Yayıncılık.
- Interdisciplinary journal, 6(2), s.93-110
- Jackson, A. (2024, 10 Ocak). *Top 10: Augmented Reality (AR) platforms*. AI Magazine. <https://aimagazine.com/top10/top-10-augmented-reality-ar-platforms>
- Kalkan, F. (2014). *Animasyon Sineması ve Hayvan Karakterleri*, İstanbul: Başka Yerler Yayınları.
- Kato, H. ve Billinghurst, M., (1999). *Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system*. Proceedings 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality (IWAR'99). <https://doi.org/10.1109/iwar.1999.803809>
- Kealy, A. ve Scott-Young, S. (2005). *An integrated position and attitude determination system to support real-time, mobile, augmented reality applications*. Journal of Global Positioning Systems, 4(1&2), 12-26. <https://doi.org/10.5081/jgps.4.1.12>
- Kipper, G., ve Rampolla, J. (2012). *Augmented reality: An Emerging Technologies Guide to AR*. Elsevier.

- Kodeboyina, S. ve Varghese, K. (2016). *Low cost augmented reality framework for construction applications*. <https://doi.org/10.22260/isarc2016/0080>
- Krasner, Jon. (2008). *Motion graphic design: applied history and aesthetics*. Oxford: Elsevier Inc.
- Krueger, M. W. ve Wilson, S. (1985). "Videoplace": a report from the artificial reality laboratory. *Leonardo*, 18(3), 145. <https://doi.org/10.2307/1578043>
- Kurtçu, Fatih. (2017). *Üç Boyutlu Kinetik Tipografi*. Sanat Tarihi Dergisi. Cilt: 2017, Sayı: 20, s. 185-207.
- Kurteş, C., ve Mercin, L. (2022). *Motion graphics with fundamental principles and techniques in new media*. İMÜ Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 8(1), 45–66. <https://doi.org/10.46641/medeniyetsanat.1124925>
- Lasseter, J. (1987). *Principles of traditional animation applied to 3D computer animation*. *Computer Graphics*, 21. <https://doi.org/10.1145/37401.37407>
- Lee, J., Kim, Y., Heo, M., Kim, D. ve Shin, B. (2015). *Real-time projection-based augmented reality system for dynamic objects in the performing arts*. *Symmetry*, 7(1), 182-192. <https://doi.org/10.3390/sym7010182>
- Li, W., Nee, A., ve Ong, S. (2017). *A state-of-the-art review of augmented reality in engineering analysis and simulation*. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(3), 17. <https://doi.org/10.3390/mti1030017>
- López-García, A., Martínez, P., ve Maquilón, J. (2019). *Design, application and effectiveness of an innovative augmented reality teaching proposal through 3p model*. *Applied Sciences*, 9(24), 5426. <https://doi.org/10.3390/app9245426>
- Luckin, R. ve Fraser, D. S. (2011). *Limitless or pointless? an evaluation of augmented reality technology in the school and home*. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 3(5), 510. <https://doi.org/10.1504/ijtel.2011.042102>
- Maio, A. (2023, 25 Eylül). *What is Animation? Definition, History and Types of Animation*. <https://www.studiobinder.com/blog/what-is-animation-definition/>
- Marcel, F. (2019). *Mobile augmented reality learning objects in higher education*. *Research in Learning Technology*, 27(0). <https://doi.org/10.25304/rlt.v27.2133>
- Mealing, S., (1998), *The art and science of computer animation*, Intellect Books, United Kingdom. Meet The Robinsons Prodüksiyon Notları ve Basın Bülteni.
- Mendoza-Ramírez, C. E., Tudón-Martínez, J. C., Félix-Herrán, L. C., De J Lozoya-Santos, J. ve Martínez, A. H. (2023). *Augmented Reality: survey*. *Applied Sciences*, 13(18), 10491. <https://doi.org/10.3390/app131810491>
- Meta, (t.y.). *Quick start resources*. Meta Spark Studio. <https://spark.meta.com/learn/quick-start/resources>
- Miguel, P. G. (2024, 4 Ocak). *An expert's guide to the 12 best augmented reality software of 2024*. The CTO Club. <https://thectoclub.com/tools/best-augmented-reality-software/>
- Milgram, P. ve Colquhoun, H. W. (1999). *A taxonomy of real and virtual world display integration*. *Mixed Reality*, 5-30. https://doi.org/10.1007/978-3-642-87512-0_1

- Miller, D. ve Dousay, T. (2015). *Implementing augmented reality in the classroom*. Issues and Trends in Educational Technology, 3(2). https://doi.org/10.2458/azu_itet_v3i2_miller
- Mine, M., Baar, J., Grundhöfer, A., Rose, D. ve Yang, B. (2012). *Projection-based augmented reality in disney theme parks*. Computer, 45(7), 32-40. <https://doi.org/10.1109/mc.2012.154>
- Myron W. Krueger, (1977). *Responsive environments*. in *proceedings of the June 13-16, 1977, National Computer Conference (afips '77)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 423-433. <https://doi.org/10.1145/1499402.1499476>
- Nigam, S. ve C, P. S. (2022). *Augmented reality in education system*. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 10(7), 397-401. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.45202>
- Oscars, (2019) *9 Scientific and Technical Achievements to be Honored With Academy Awards*, Scientific and Engineering Awards (Academy Plaques), <https://www.oscars.org/news/9-scientific-and-technical-achievements-be-honored-academy-awards>
- Oufqir, Z., Abderrahmani, A. E., ve Satori, K. (2020). *ARkit and ARcore in serve to augmented reality*. 2020 International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV). <https://doi.org/10.1109/iscv49265.2020.9204243>
- Pence H. E. (2010). *Smartphones, smart objects, and augmented reality*. The Reference Librarian, 52(1-2), 136-145. <https://doi.org/10.1080/02763877.2011.528281>
- Pikkov, Ü. (2010). *Animasophy: Theoretical writings on the animated film*. Tallinna: Estonian Academy of Arts.
- Poetker, B. (2023, 9 Ağustos). *A Brief History of Augmented Reality (+ Future Trends & Impact)*. G2. <https://www.g2.com/articles/history-of-augmented-reality>
- Ribeiro, T., ve Paiva, A. (2019, 5 Nisan). *Nutty-based Robot animation-Principles and Practices*. <https://arxiv.org/abs/1904.02898>
- Roldán, J., Lara-Osuna, R., ve Gonzalez-Torre, A. (2019). *The project 'art for learning art' in contemporary art museums*. International Journal of Art & Design Education, 38(3), 572-582. <https://doi.org/10.1111/jade.12245>
- Rosa, N., Werkhoven, P. ve Hürst, W. (2016). *(re-)examination of multimodal augmented reality*. Proceedings of the 2016 Workshop on Multimodal Virtual and Augmented Reality. <https://doi.org/10.1145/3001959.3001961>
- Rosenberg, L.B., (1992). *The Use of Virtual Fixtures as Perceptual Overlays to Enhance Operator Performance in Remote Environments*. <https://www.researchgate.net/profile/Louis-Rosenberg/publication/235116787>
- Sarıkavak, N. Kemal, (2004) *Çağdaş Tipografinin Temelleri (Görsel İletişim ve Grafik Tasarımda)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık,
- Selek, M. e Kıymaz, Y. (2020). *Implementation of the augmented reality to electronic practice*. Computer Applications in Engineering Education, 28(2), 420-434. <https://doi.org/10.1002/cae.22204>

- Sezgin, K. (1990, 1 Ocak). *Canlandırma*.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kurgu/issue/59615/858891>
- Sito T. (2015). *Moving innovation: a history of computer animation*. Massachusetts: The MIT press cambridge.
- Solomon, C. (1987). *The Art of the Animated Image: An Anthology*. Los Angeles: American Film Enstitüsü.
- Sutherland, I. E. (1968). *A head-mounted three dimensional display*. Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference, Part I on - AFIPS '68 (Fall, Part I). <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>
- Şenler, F. (2005, 1 Aralık). *Animasyon Tarihi, Teknikleri ve Türkiye'deki Yansımaları*.
[//dergipark.org.tr/tr/pub/turkiyat/issue/16673/330713#article_cite](https://dergipark.org.tr/tr/pub/turkiyat/issue/16673/330713#article_cite)
- T. P. Caudell e D. W. Mizell, (1992). *Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences, Kauai, HI, USA, 1992, pp. 659-669 vol.2, <https://doi.org/10.1109/hicss.1992.183317>
- Taylor, R., (1999), *The encycloperdia of animation techniques*, Quatro Publishing Plc, London. The Incredibles Prodüksiyon notları.
- Thomas, F. ve Johnston, O. (1981). *Disney Animation: The Illusion of Life*.
<https://ci.nii.ac.jp/ncid/BA87453369>
- Türkmenoğlu H. ve Akengin G. (2016). *Hareketli Grafik Tasarım Sürecinde Yazı Devinimi*. İdil Dergisi, 23, s. 895-908.
- Ufkes A.ve Fiala M (2013), *A markerless augmented reality system for mobile devices*, International Conference on Computer and Robot Vision. doi: 10.1109/CRV.2013.51.
- Ünal, O. O. (2023, 30 Eylül). *Alışverişin yeni gerçeği*. Yeni Şafak.
<https://www.yenisafak.com/teknoloji/alisverisin-yeni-gercegi-4564218>
- Vuforia. (2024, 23 Ocak). *Develop AR experiences with Vuforia Engine*. PTC Inc.
<https://www.ptc.com/en/products/vuforia/vuforia-engine>
- Wang, C., ve Zhu, Y. (2022). *A survey of museum applied research based on mobile augmented reality*. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, 1–22.
<https://doi.org/10.1155/2022/2926241>
- Watson, A., Alexander, B. ve Salavati, L. (2018). *The impact of experiential augmented reality applications on fashion purchase intention*. International Journal of Retail & Distribution Management, 48(5), 433-451.
<https://doi.org/10.1108/ijrdm-06-2017-0117>
- Wells, P. (1998). *Understanding Animation*. New York: Routledge Taylor and Francis Group.
- White, T. (1986). *The animator's workbook*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA36229776>
- Wikipedia. (2023, 22 Aralık). *ARToolKit*. Wikipedia.
<https://en.wikipedia.org/wiki/ARToolKit>

- Wikitude, (2023, 6 Eylül). *Augmented reality experiences with wikitude cross platform SDK*. <https://www.wikitude.com/products/wikitude-sdk/>
- Williams, R. (2001). *The animator's survival kit*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BB19595990>
- Win, L. L., Abdul Aziz, F., Hairuddin, A. A., Abdullah, . L. N., Yap, . H. J., Saito, H., ve Seyajah, N. (2022). *Effectiveness on training method using virtual reality and augmented reality applications in automobile engine assembly*. ASEAN Engineering Journal, 12(4), 83-88. <https://doi.org/10.11113/aej.v12.18009>
- Yıldırım, F. (2020). *The effect of the augmented reality applications in science class on students' cognitive and emotional learning*. Journal of Education in Science Environment and Health. <https://doi.org/10.21891/jeseh.751023>
- Yılmaz, R. (2018). *Augmented reality trends in education between 2016 and 2017 years*. State of the Art Virtual Reality and Augmented Reality Knowhow. <https://doi.org/10.5772/intechopen.74943>
- YouTube, (2018). *Hero- Blender Grease Pencil Showcase*, <https://www.youtube.com/watch?v=pKmSdY56VtY>
- Yusov, K. (2023, 19 Aralık). *The most advanced AR development tools in 2024*. Jelvix. <https://jelvix.com/blog/5-best-tools-for-ar-development>