



**T.C.**  
**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İÇ MİMARLIK VE ÇEVRE TASARIMI**  
**TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**İÇ MİMARİ VE ÇEVRE TASARIMI SUNUMLARINDA**  
**SİMÜLASYON TABANLI GÖRSEL EFEKTLERİN SAĞLADIĞI**  
**OLANAKLAR, KISITLAMALAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN**

**ERSİN ERTAN**

**TEZ DANIŞMANI**

**PROF. DR. ADNAN TEPECİK**

**ANKARA – 2016**



**T.C.  
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İÇ MİMARLIK VE ÇEVRE TASARIMI  
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**İÇ MİMARİ VE ÇEVRE TASARIMI SUNUMLARINDA  
SİMÜLASYON TABANLI GÖRSEL EFEKTLERİN SAĞLADIĞI  
OLANAKLAR, KISITLAMALAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN**

**ERSİN ERTAN**

**TEZ DANIŞMANI**

**PROF. DR. ADNAN TEPECİK**

**ANKARA – 2016**

*Ersin Ertan* tarafından hazırlanan "*İç Mimari ve Çevre Tasarımı Sunumlarında Simülasyon Tabanlı Görsel Efektlerin Sağladığı Olanaklar, Kısıtlamalar ve Çözüm Önerileri*" adlı bu çalışma jürimizce *Yüksek Lisans Tezi* olarak kabul edilmiştir.

**Kabul (sınav) Tarihi: 28 / 06 / 2016**

**(Jüri Üyesinin Unvanı, Adı-Soyadı ve Kurumu):**

**İmzası**

**Jüri Üyesi: Doç. Dr. Gözen Güner Aktaş**

.....

*TOBB ETÜ, İç Mimari ve Çevre Tasarımı Bölümü*

*Öğretim Üyesi*

**Jüri Üyesi: Prof. Dr. Adnan Tepecik**

.....

*Başkent Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi*

*Dekanı*

**Jüri Üyesi: Prof. Dr. Can Mehmet Hersek**

.....

*Başkent Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi*

*Bölüm Başkanı*

**Onay**

**Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.**

...../...../20....

**Prof. Dr. Doğan Tuncer**

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Bu tez, iç mimari sunumlarında simülasyon tabanlı görsel efektlerin etkisini araştıran disiplinlerarası bir çalışmadır. Burada iç mimari ve çevre tasarımı sunumlarında pek çok simülasyon elementinin bir arada yönetilebilmesi, gerçekçi simülasyon sonuçları elde edebilme ve varolan simülasyon programlarındaki sorunların ortaya çıkarılması ile bu bağlamda yeni bir simülasyon programının gerekliliği sorgulanmıştır.

Mimar veya iç mimarların sunumlarında en çok kullandığı simülasyon tiplerinin kumaş, çim, kürk, su, duman ve kalabalık olduğu varsayılmış, bu elementler üzerinde durulmuştur ve bu varsayımların nedeni ise daha önce bu alanda yazılmış akademik tezlerin genelde bu elementler üzerinde durmuş olmasıdır ve bu araştırmalar giriş bölümünde de özetlenerek sıralanmıştır. Teze simülasyonla ilgili pek çok terimin açıklanmasıyla başlanmıştır. Bunun nedeni birbirine yakın duran kavramların farklılıklarının ortaya konmasıdır. Ardından bilgisayar simülasyonlarının tarihçesine ve bununla bağlantılı olarak mimari animasyonun gelişim sürecine değinilmiştir. Böylelikle iç mimari sunumlarında görsel efektlerin kullanım nedenleri de farklı teoriler ve araştırmalar karşılaştırılarak açıklanabilmiştir. Bilgisayar simülasyonunun temel birimi olan partiküllerin çalışma mantığından da bahsedildikten sonra tezin uygulama ağırlıklı olan kısmına geçilmiştir. Bu kısımda simülasyon özelliğine sahip olan programlardaki bu elementlerin yaratım süreci incelenmiş ve en çok kullanılan simülasyon özelliklerine de sahip programlardan ikisi olan 3ds Max 2016 ve Maya 2016 ile bir çevre tasarımı konsepti üzerinde görsel efekt uygulamaları yapılarak çıkan sonuçlar analiz edilmiştir. Ayrıca analizin daha objektif olabilmesi için tasarımcıların doldurması amacıyla bir anket taslağı da burada gösterilmiştir. Analiz sonucunda ortaya çıkan problemlerin giderilmesi için yeni bir mimari simülasyon programı konsepti olan “FFCC” sunulmuştur. Bu program konseptinin sunumunun ardından da araştırmanın teorik ve tarihsel çerçevesinde sunulan fikirlere tekrar değinilerek bir genel sonuca gidilmiş, önerilerde ve okuma tavsiyelerinde bulunulmuştur.

## ABSTRACT

The master thesis you are about to read is a research about the impact of simulation-driven visual effects on interior architecture and environmental design presentations. Managing variety of simulation elements, achieving realistic simulations and revealing the problems in simulation programs and concordantly questioning a necessity of new simulation program have been researched in the context of architectural visualization.

It has been assumed that the most used simulation elements are created by not only interior designers but also architects are cloth, grass, fur, water, fume and crowd simulations, so this research has only focused on those ones. The main foundation for these assumptions are the academic researches that have been written before and they have been listed by summing up chronologically in the very beginning of thesis. At first, many terms which are related to simulation have been defined clearly. The main reason for doing this is to make distinction among the confusing terms which are very similar to each other. Having said that, the history of simulation and in conjunction with architectural animation have been expounded. In this way the main reasons of using visual effects in interior design and architecture could have been clarified by interpreting or comparing different approaches and researches. Particle, the fundamental element of computer simulation, has been explained after the reason section and subsequently the reader has been passed on to the practical part of thesis. In this section, typical workflow and creation of simulations in computer graphics softwares have been explained and cloth, grass, water, fume and crowd simulations have been implemented in an architectural concept by two of the most powerful and popular computer graphics softwares named 3ds Max 2016 and Maya 2016 . The results of this practice have been analyzed. Analyzing results have also revealed many problems of the simulation workflow thus some solutions have been suggested by explaining a new architectural simulation software concept named “FFCC” and a new survey concept for interior architectures which makes the research more objective. After presenting this new concept, the ideas, theories and approaches which have been mentioned in the first sections of thesis, have been compounded with the practical section once again, a general result that encapsulates the all research has been reached. Ultimately, recommendations and further readings can also be found in this final section.

### III. TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Mimari Alanda Bilgisayar Destekli Tasarımın Dönemlere Göre Gelişimi.....	45
Tablo 2. Mimarlıkta Bilgisayar Kullanım Tipleri .....	52
Tablo 3. Filmlerde Görsel Efekt Kullanımının Nedenlerini Yanıtlayanların Yüzdelik Dilimleri .....	53
Tablo 4. Partikül Yapısı Bileşenleri .....	61
Tablo 5. Görsel Simülasyon Programları Karşılaştırılması .....	73
Tablo 6. Görsel Simülasyon Programları Eklentileri Karşılaştırılması.....	74
Tablo 7. Maya Programının Zaman İçinde Gelişimi.....	91
Tablo 8. 3ds Max Programının Zaman İçinde Gelişimi .....	93
Tablo 9. Maya ve 3ds Max Programlarının Karşılaştırılması .....	95
Tablo 10. Maya 2016’da NCloth’ta Kumaş Simülasyonunun Kontrol Edebildiği Bazı Özellikler ve Ortalama Değerleri .....	105
Tablo 11. 3ds Max 2016’da Cloth’ta Kumaş Simülasyonunun Kontrol Edebildiği Özellikler ve Pamuklu Kumaştaki Ortalama Değerleri.....	106
Tablo 12. Uygulamanın Kullanıldığı Bilgisayarın Özellikleri.....	159
Tablo 13. Teknoloji Müzesi Konsepti Genel Bilgileri .....	160
Tablo 14. Çim Simülasyonu Analiz Tablosu .....	161
Tablo 15. Duman Simülasyonu Analiz Tablosu .....	162
Tablo 16. Kumaş Simülasyonu Analiz Tablosu.....	163
Tablo 17. Su Simülasyonu Analiz Tablosu .....	164
Tablo 18. Kalabalık Simülasyonu Analiz Tablosu.....	165
Tablo 19. Genel Simülasyon Analiz Tablosu .....	166

#### IV. ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Tezin Akademik Yapısı.....	6
Şekil 2. Simölasyon Paketlerinin Kullanım Alanları .....	22
Şekil 3. Dijital Tasarım Boyutları Tipografisi .....	51
Şekil 4. Mimari Projede Kalabalıklaşma Etkisine Ortalama Tepkiler .....	57
Şekil 5. Partikölün Hareket Prensipleri .....	60
Şekil 6. Tam Bir Partiköl Sisteminde Bilgi Yapısı Hiyerarşisi .....	62
Şekil 7. Kumaş Simölasyonu İçin Bütönel Bir Örtü Modeli .....	64
Şekil 8. Kumaş Simölasyonunda Partiköl Mantiğı.....	64
Şekil 9. Golaem’de İŞ Akışı .....	133
Şekil 10. Golaem’de Maya Partiköelleri, Varlıklar ve Varlık Tipleri Arasındaki HiyerarŐı .....	135
Şekil 11. Golaem’de Davranışlar, Davranış Kapları ve Varlık Tipleri Arasındaki İlişkiler.....	136
Şekil 12. Golaem’de Savaş Kalabalığı Sahnesinde Render Tipleri .....	138
Şekil 13. Golaem’de Kalabalık Karakterleri, Render Tipleri ve Varlık Tipleri Arasındaki İlişki .....	139
Şekil 14. Golaem’de Karakter Dönüşümü İŞ Akışı .....	139
Şekil 15. Golaem’de Modöler Yaklaşım İŞ Akışı .....	140
Şekil 16. Teknoloji Müzesi Konseptinin Simölasyon Süreci .....	153
Şekil 17. FFCC’de İŞ Akışının 1. Evresi Örneğı .....	180
Şekil 18. FFCC’de İŞ Akışının 2. Evresi Örneğı .....	181
Şekil 19. FFCC’de İŞ Akışının 3. Evresi Örneğı .....	182
Şekil 20. FFCC’de İŞ Akışının Son Evresi Örneğı .....	182

## V. RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Babbage'ın Analitik Makinesinin Bir Kısmının Çizimi .....	27
Resim 2. ENIAC.....	27
Resim 3. Bwana Devil Film Afişi .....	30
Resim 4. Üç boyutlu Gözlüklerle Filmi İzleyen Seyircisi.....	30
Resim 5. Pong Oyunu Arayüzü .....	32
Resim 6. Aynı Poligon Küresinin Solda Düz ve Sağda Gouraud Gölgelemesi .....	33
Resim 7. 3ds Max Programındaki Utah Çaydanlık Modeli.....	34
Resim 8. Utah Çaydanlığında Blinn ve Phong Yansımaları Arasındaki İnce Farklar .....	35
Resim 9. Mimaride Sanal Gerçeklik: Efes Harabeleri .....	37
Resim 10. Dresden'deki Parçalanmış Frauenkirche'in Yeniden İnşası .....	37
Resim 11. NASA Ames'teki Sanal Rüzgar Tüneli'nin Hava Akımı Keşfinde Kullanılması .....	37
Resim 12. Titanik Filminden Bir Kare .....	38
Resim 13. Avatar Filminde 3 Boyutlu Kurgu .....	40
Resim 14. Solda El ile Sağda Autocad ile Çizilmiş Mimari Taslak.....	42
Resim 15. Greg Lynn Aşama Portreleri'nde Partikül Hareketlerinin Dijital Haritalandırılması .....	49
Resim 16. Solda Geleneksel medya ve Sağda VisionDome .....	58
Resim 17. Partikül Üretim Şekilleri .....	62
Resim 18. Partikül Sistem Sınıfları .....	62
Resim 19. Titanik Filmindeki Sanal Geminin Önündeki Sanal İnsanlar .....	66
Resim 20. Geometrik Bir Model ve Çeşitli Kaplamaları .....	67
Resim 21. Bir Kalabalık Sahnesi.....	68
Resim 22. Otomatik Olarak Üretilmiş Detay Modelleri .....	69
Resim 23. Sanal Konserde Popülasyon Çeşitliliği .....	71
Resim 24. Simülasyon Programlarındaki Ölçek Mantiği ve Kumaşın Davranış Şekilleri .....	76
Resim 25. Simülasyonda Kalite Değerleri Karşılaştırılması.....	77
Resim 26. Bayrak Simülasyonlarında Sabitleyiciler ile Seçili Vertexler ve Kumaşın Ona Göre Davranışı.....	78



Resim 27. Kırışıklık Haritalama Özelliği ile Perde Görünümü Kazanmış Poligonal Model ve Sağda Kullanılan İmaj .....	79
Resim 28. Kumaş Özelliği Atanmamış Küp , Kumaş Özelliği Atanıp Basıncı Arttırılmış Hali .....	79
Resim 29. Tüy ve Kürk Özelliği Atanmış Tek Poligonlu Düzlem ve Çok Poligonlu Yastık Modeli .....	80
Resim 30. Objelerin Tüy ve Kürkleri Eğrilerle ya da Rehber Çizgileriyle Kontrol Edilebilir .....	81
Resim 31. Yerçekimi ile Tüy ve Kürklere Doğal Bir Görünüm Verilebilir .....	81
Resim 32. Solda Partikül Sistemi Sağda ise Hazır Sistemler ile Yapılmış Ateş ve Duman Simülasyonu .....	83
Resim 33. Kabartı ve Yansıma Kaplamalarıyla Yapılmış Bir Havuz Modeli.....	84
Resim 34. Fıskiyeli Havuz Simülasyonunda Partikül Salgıcının İlk Hali ve Manipülasyon Sonrası Hali .....	84
Resim 35. Maya Bifrost'da Tamamen Su Partikülleriyle Doldurulmuş Bir Kap ve Render Edilmiş Hali .....	85
Resim 36. 3ds Max'de Pek Çok Tekniğin Bir Arada Kullanılmasıyla Oluşmuş Gemi Simülasyonu .....	86
Resim 37. Tipik Bir Kalabalık Simülasyonu Oluşma Sahnesi.....	87
Resim 38. Kalabalık Simülasyonundaki Karakterlerin Hareket Algoritması .....	88
Resim 39. 3ds Max'deki Hazır İskelet Sistemi ve Hareketleri Sayesinde Kalabalık Simülasyonu Temsilcilerine Atama Yapılabilir .....	89
Resim 40. Kalabalık Simülasyonunda İskelet Sistemleri ve Onlara Sonradan Entegre Edilmiş Poligonal Modeller .....	89
Resim 41. Maya'da Grease Pencil Arayüzü ve Uygulaması.....	96
Resim 42. 3ds Max Slate (Kara tahta) Kaplama Editörü Arayüzü.....	99
Resim 43. Maya Hypershade Arayüzü .....	99
Resim 44. Maya 2016'da nCloth Menüleri .....	103
Resim 45. 3ds Max 2016'da Cloth Menüleri .....	103
Resim 46. 3ds Max 2016'da MassFX Bağlantılı mCloth Menüleri.....	104
Resim 47. 3ds Max'de Garment Maker Arayüzü .....	107
Resim 48. Garment Maker'da Yoğunluk .....	108
Resim 49. Maya'da Air Field Menüsü .....	109

Resim 50. Maya’da AirField Özelliğindeki Fan Seçeneğinin Partiküllere Etkisi.....	110
Resim 51. 3ds Max’de Rüzgar Gücü Arayüzü .....	110
Resim 52. Maya 2016’daki Kumaş Kalite Ayarları .....	111
Resim 53. 3ds Max 2016 Cloth Modifiye Elemanı Optimizasyon Ayarları .....	112
Resim 54. 3ds Max Cloth Ayarlarında Tension Kapalı ve 0.02 Ayarıyla.....	113
Resim 55. Solda 3ds Max 2016’daki mCloth ve Sağda MassFX Çarpışma Optimizasyon Ayarları .....	114
Resim 56. Maya 2016’de XGen Açılış Arayüzü.....	115
Resim 57. Maya 2016’da XGen Arayüzü .....	116
Resim 58. Maya’da nHair Menüsü.....	116
Resim 59. 3ds Max’de Hair and Fur Arayüzü.....	117
Resim 60. 3ds Max’de Hair and Fur Effects Birleşeni.....	118
Resim 61. Maya 2016’da XGen Koleksiyon Hiyerarşisi .....	119
Resim 62. Maya 2016 XGen’de Açıklamaların Çalışma Düzeni.....	129
Resim 63. XGen Modifiye Menüsü.....	129
Resim 64. Maya nParticles ve Su Simülasyonları Birimleri Arayüzü .....	122
Resim 65. Maya Fluids ve Su Simülasyonları Birimleri Arayüzü .....	123
Resim 66. Maya Bifrost Arayüzü.....	123
Resim 67. Bifrost Aero Özelliği ile Yaratılmış Bir Bulut Kümesi.....	124
Resim 68. Maya Bifrost Oluşum Süreci.....	125
Resim 69. Maya Ocean ve Boat Özellikleri Kullanılarak Yapılmış Gemi Simülasyonu.	126
Resim 70. 3ds Max’de Yerçekimi Eklenmiş, Meta Partiküllü, Mental Ray Sıvı Kaplama Superspray.....	127
Resim 71. mParticle’ın Solda Ham Hali ve Sağda Sıvıya Dönüştürülmüş Hali .....	128
Resim 72. Flex ile Suyu Düşen Bir Taşın Etkisi Simülasyonu .....	128
Resim 73. Golaem Arayüzü .....	130
Resim 74. Golaem Davranış Editörü Arayüzü .....	130
Resim 75. 3ds Max 2016 Crowd Arayüzü .....	131
Resim 76. Golaem’de Simülasyon Öncesi Uyarı Listesi .....	132
Resim 77. Golaem’de Simülasyon Render Öncesi Uyarı .....	132
Resim 78. Golaem’de Bir Savaş Kalabalığı Sahnesinde Varlık Tipleri.....	134
Resim 79. Golaem’de Bir Savaş Kalabalığı Sahnesinde Davranış ve Davranış Kaplama Mantığı .....	146

Resim 80. Golaem’de Maya Karakterinden Yaratılan Kalabalık Karakteri .....	137
Resim 81. Golaem’de Savaş Kalabalığı Sahnesinde Render Tipleri .....	138
Resim 82. 3ds Max Crowd’da Kavramsa Kontrolcü Arayüzü.....	142
Resim 83. 3ds Max Crowd’da Hareket Akışı Arayüzü.....	142
Resim 84. Populate Arayüzü ve Populate Uygulaması.....	143
Resim 85.: Davranış Editöründe Davranış Başlama ve Durma Tetikleyicileri.....	146
Resim 86. Mental Ray ile Alınmış Bir Golaem Kalabalık Render’ı.....	148
Resim 87. Battersea Güç İstasyonu Bilgisayar Görseli.....	149
Resim 88. Battersea Güç İstasyonu Bilgisayar Görseli, Yakın Plan.....	149
Resim 89. Teknoloji Müzesi Konseptinin 3ds Max’de Mental Ray ile Alınmış Render’ı	150
Resim 90. Teknoloji Müzesi Konseptinin Maya’da Mental Ray ile Alınmış Render’ı ....	150
Resim 91. Solda 3ds Max ve Sağda Maya’nın Teknoloji Müzesi Konseptindeki Simülasyonları için Kurulmuş Katman Düzeni.....	152
Resim 92. Teknoloji Müzesi Konseptinin Maya’da Mental Ray ile Simülasyonlarla Birlikte Alınmış Render’ı.....	154
Resim 93. Teknoloji Müzesi Konseptinin 3ds Max’da Mental Ray ile Simülasyonlarla Birlikte Alınmış Render’ı.....	154
Resim 94. Teknoloji Müzesi Konseptindeki Duman Simülasyonu Detayları.....	155
Resim 95. Teknoloji Müzesi Konseptindeki Bayrak Simülasyonu Detayları.....	155
Resim 96. Teknoloji Müzesi Konseptindeki Fıskiyeli Havuz Simülasyonu Detayları.....	156
Resim 97. Teknoloji Müzesi Konseptindeki Çim Simülasyonu Detayları.....	157
Resim 98. Teknoloji Müzesi Konseptindeki Kalabalık Simülasyonu Detayları.....	157
Resim 99. Teknoloji Müzesi Konseptindeki Çardak Simülasyonu Detayları.....	158
Resim 100. FFCC Konsepti Logosu.....	173
Resim 101. FFCC Konsepti Açılış Arayüzü .....	174
Resim 102. Lumion Arayüzü .....	174
Resim 103. FFCC Konsepti Ölçeklendirme Arayüzü .....	175
Resim 104. FFCC Konsepti Ders ile Yaratım Arayüzü .....	176
Resim 105. FFCC Konsepti Oyun Modu Arayüzü .....	177
Resim 106. FFCC Konsepti Zaman Modu Arayüzü .....	178
Resim 107. FFCC Konsepti Problem Tanımlama Arayüzü .....	179
Resim 108. FFCC Konseptinde Kullanılabilecek Türden Bir Arayüz: 3ds Max Particle Flow Editor.....	183

## VI. SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Acadia: The Association for Computer Aided Design in Architecture (Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım için Kuzey Amerika'da Uluslararası Kuruluş)

CAD: Computer Aided Design. Bilgisayar destekli tasarım.

CumInCAD: Cumulative Index about publications in Computer Aided Architectural

Design (Bilgisayar destekli mimari tasarımlar için yayınlanan makalelerin toplandığı büyük bir indeks)

eCAADe: Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe (Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım için Avrupa'da Uluslararası bir Araştırma ve Geliştirme Kuruluşu)

MEL: Maya Embedded Language. Maya programı kodlama sistemi.

SIGGRAPH: Special Interest Group on Graphics and Interactive Techniques (Merkezi Kanada ve Kuzey Amerika'da bulunan İnteraktif Grafik Sanatları ve Tekniklerine Özel İlgi Gösterenlerin Uluslararası Kuruluşu)

VFX: Visual Effects. Görsel efektler.

## VII. TERİMLER

Biped: İki ayaklı yaratık. Üç boyutlu bilgisayar grafiklerinde genelde 3ds Max'e özgü hazır insan iskeleti ve animasyon sistemi.

Bump (Map): Üç boyutlu bilgisayar grafiklerinde modellemeye gerek kalmadan sadece kaplamalarla hafif çıkıntı ve girinti görüntülerinin elde edilebilmesi.

Çarpışma (Collision): Bilgisayar simülasyonlarında üç boyutlu iki veya daha fazla objenin birbirine temas ettiğinde tepki vermesi, çarpışması.

Delege (Delegate) Kalabalık animasyonunda yönetilen her bir karakter.

Kaplama (Texture): Bilgisayar grafiklerinde poligonal üç boyutlu objelerin üzerindeki iki boyutlu piksel değerli resimler.

MassFX: Mass Efect, kütle efekti. 3ds Max'in eski kütle efekti olan Reactor'un yerini alan yeni çarpışma simülasyonu sağlayan özelliği.

Max Script: 3ds Max kodlama sistemi.

**Mental Ray:** Almanya’da Mental Images tarafından üretilen yüksek çözünürlüklü sonuç verebilen render uygulaması ve motoru.

**Mocap:** Motion Capture. Gerçek hayattaki hareketleri yakalayıp, bilgisayardaki üç boyutlu sanal ortama aktarma işlemi.

**Optimizasyon:** Değerleri en iyi duruma getirme. Bu terim tezde, simülasyonun kalite ayarları anlamında kullanılmıştır.

**Parametre:** Bilgisayar grafiklerinde bir programdaki özelliklerin ayarlanabildiği menü, arayüz veya değerler.

**Plug-in:** Eklenti programı. Bir bilgisayar programına bağlı harici küçük çaplı bir program. (Downing ve diğerleri, 2009)

**Poligon:** Çoklu düz kenarlara sahip olan kapalı geometrik şekil. (Downing ve diğerleri, 2009) Bilgisayar grafiklerinde modellenerek üç boyutlu şekil verilebilen iki boyutlu düzlem.

**Render:** Bilgisayar grafiklerinde üç boyutlu model ya da animasyonların iki boyutlu video ya da resimlere dönüşüm süreci ve işlemi.

**Render Motoru:** Grafik ve animasyon programlarında render özelliği sağlayan eklenti ya da programcık.

**Retopoloji:** Bilgisayar grafiklerinde üç boyutlu bir modelin poligonlarının tekrar düzenlenmesi.

**Rigging (Kemikleme):** Bilgisayar grafiklerinde üç boyutlu bir modele, hareket kabiliyeti sağlamak için özel kemik sisteminin entegrasyonu.

**Rigid Body:** Bilgisayar grafiklerinde üç boyutlu bir modelin deformasyona uğramadan diğer objelerle ilişkiye girmesini veya çarpışmasını sağlayan özellik.

**Soft Body:** Bilgisayar grafiklerinde üç boyutlu yumuşak veya hafif (kumaş ya da balon gibi) bir özelliğe sahip modelin deformasyona uğrayarak diğer objelerle ilişkiye girmesini veya çarpışmasını sağlayan özellik.

**Simülatör:** Simülasyon sürecini yaşatabilen aygıt.

**Vertex:** Bilgisayar grafiklerinde, poligonların köşesi ya da iki kenarın kesişiminden oluşan nokta.

**V-ray:** 3ds Max, Maya, Cinema 4D gibi programlarda eklenti olarak kullanılabilen ileri seviye gerçekçi sonuç sağlayan, Bulgar yapımı render motoru.

**Walkthrough:** İnceleyerek Yürüme. Bilgisayar grafiklerinde sanal bir evren ya da mekan içerisinde gerçek hayattaki gibi gezinebilme durumu.

Workflow: İş akışı. Bilgisayar grafiklerinde taslaktan post-produksiyona kadar uzanan görsellik işleme süreci.

Voxel: Üç boyutlu uzayın bölümlendiği küplerden biri. Pikselin üç boyutlusu gibi. (Downing ve diğerleri, 2009)

Zulalama (Cache): Bilgisayar grafiklerinde simülasyon ve benzeri uygulamaların sahnede önizlemesinin kolay olabilmesi için simülasyon işleminin bilgisayar belleğinde saklanması. İstenildiği zaman bu işlem geri çağırılabilir.

## İÇİNDEKİLER

TEZİN DIŞ KAPAĞI.....	I
TEZİN İÇ KAPAĞI .....	II
KABUL VE ONAY SAYFASI.....	III
I. ÖZET.....	IV
II. ABSTRACT.....	V
III. TABLOLAR LİSTESİ .....	VI
IV. ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VII
V. RESİMLER LİSTESİ .....	VIII
VI. SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XII
VII. TERİMLER.....	XII
GİRİŞ .....	1
Araştırmanın Problemi .....	1
Araştırmanın Amacı .....	2
Araştırmanın Konusu .....	3
Araştırmanın Sınırlılıkları .....	3
Araştırmanın Yöntemi .....	4
Varsayımlar .....	4
Bu Alanda Yazılmış Benzer Tezler .....	7
1. SİMÜLASYON TABANLI GÖRSEL EFEKTLERİN İÇ MİMARİ TASARIMI SUNUMLARINDA KULLANIM AMAÇLARI, TANIMLAR VE TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ.....	19
1.1. Terimler ve Kavramlar .....	19
1.2. Simülasyon ve Görsel Efektlerin Tarihsel Gelişim Süreci .....	25
1.3. Mimari Animasyon ve Simülasyonun Tarihsel Gelişim Süreci .....	41
1.4. İç Mimari Sunumlarında Görsel Efekt Kullanımının Nedenleri .....	47
1.5. Simülasyon Tabanlı Üç boyutlu Görsel Efektlerin Temel Prensipleri: Partiküller .....	59

2. SİMÜLASYON ÖZELLİKLERİNE SAHİP MODELLEME VE ANİMASYON PROGRAMLARIYLA İÇ MİMARİ TASARIMI SUNUMLARINDA GÖRSEL EFEKT YARATMA YÖNTEMLERİ .....	72
2.1. Kumaş Simülasyonları .....	77
2.2. Tüy ve Kürk Simülasyonları .....	80
2.3. Akışkan Simülasyonları.....	82
2.4. Kalabalık Simülasyonları .....	86
2.5. Maya ile 3ds Max Programlarına Genel Bir Bakış ve Temel Farklılıklar.....	90
2.5.1. Maya ve 3ds Max ile Kumaş Simülasyonları .....	102
2.5.2. Maya ve 3ds Max ile Tüy ve Kürk Simülasyonları .....	114
2.5.3. Maya ve 3ds Max ile Sıvı Simülasyonları.....	121
2.5.4. Maya ve 3ds Max ile Kalabalık Simülasyonları .....	129
3. SİMÜLASYON ÖZELLİKLERİNE SAHİP MODELLEME VE ANİMASYON PROGRAMLARI KULLANILARAK HAZIRLANAN BİR TEKNOLOJİ MÜZESİ KONSEPTİ ÖRNEĞİ.....	148
4. SONUÇ, DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER .....	159
4.1. Uygulama Sonucu Analizleri .....	159
4.2. İç Mimarlar için Simülasyon Tabanlı Görsel Efekt Programı Konsepti Önerisi: FFCC .....	173
4.3. Genel Sonuç.....	185
KAYNAKÇA .....	189



## GİRİŞ

Bu bölümde tezin problemi, amacı, konusu, sınırlılıkları, yöntemi ve varsayımlarına değinilmiş, tezin akademik yapısı ile ilgili bir şema sunulmuş ve benzer akademik araştırmalar özetlenmiştir.

### **Araştırmanın Problemi**

Genel olarak bu tez iç mimari sunumlarında simülasyon tabanlı görsel efektlerin kullanılmasının daha gerçekçi sonuçlar doğurabileceğini savunurken varolan simülasyon programlarındaki sorunları da bir uygulama ile analiz ederek ortaya çıkan problemlere, yeni bir uygulama konsepti ile çözüm aramaktadır.

Mimari ve iç mimaride tasarımların üç boyutlu görselleştirilmesinde simülasyon tabanlı görsel efektlerin kullanımı gerçekçiliği arttıran, izleyicinin tasarımla daha etkileşimli olmasını sağlayan ve tasarıma hareket katan öğeler olabilir. Bu süreçte kullanılan yazılım teknolojileri de gün geçtikçe daha akıllı, kullanılması daha kolay hale gelmektedir. Özellikle bu görselleştirmelerdeki iç mimarların çok kullandığı kumaş, tüy, sıvı, duman veya kalabalık sahne gerektiren simülasyon tabanlı efektler için pek çok hazır yöntem ve şablon sunan programlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Ancak tüm bunlara rağmen simülasyon zorlu ve bilgi gerektiren bir süreç olabilir ve şablon kullanımı da pek çok simülasyonun benzer olmasına yol açabilir. Bu nedenle iç mimarların simülasyon kavramları, tarihi ve temel yöntemleri hakkında bilgi edinip pratikte bunları uygulayabilmesi, şablon kullanımlarını azaltabilir ve hatta kullanılan görsel efektlerin daha iyi yönetilebilir, daha hızlı ve daha gerçekçi olmasını sağlayabilir.

## **Araştırmanın Amacı**

Bu tezin amacı simülasyon tabanlı görsel efektlerin, iç mimari sunumlarının üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde araştırıp, tasarımcılara pratik yöntemler sunmaktır. Bu bağlamda Maya gibi genelde animasyon ve efekt amaçlı kullanılan bir programla daha çok mimaride kullanılan 3ds Max programı karşılaştırılmıştır.

Alt amaçlarda iç mekan tasarımıyla en çok ilişkisi olan simülasyon öğeleri düşünülmüştür. Bu alt amaçlar şunlardır;

**1.** Tasarımcıların iç mimari görselleştirmelerinde teorik simülasyon bilgilerini pratikte uygulayarak şablon ve hazır efekt kullanımlarından kaçınabilmesini, simülasyonun her özelliğini tam olarak kontrol edebilmesini sağlamak,

**2.** Tasarımcıların iç mimaride en çok kullanılan iki simülasyon programı ışığında tüm simülasyon programları arasında ve farklı simülasyon türleri arasında farklılıkları ve benzerlikleri gözlemleyebilmesini ve pratikte her programın en iyi özelliğinden en uygun durumda yararlanabilmesini sağlamak,

**3.** İç mimarların görselleştirmelerinde en çok kullandığı kumaş ve kürklü doku (perde, çarşaf, halı, bayrak vb.) simülasyonları, sıvı simülasyonları (fiskiye, havuz, dekoratif amaçlı sıvı sistemleri, duman), kalabalık insan (veya taşıt) sahneleri simülasyonlarını gerçekçi bir şekilde uygulamasını ve aynı sahnede ya da programda tüm simülasyon birimlerini yönetebilmesini sağlamak.

**4.** Mimari simülasyonlar için yeni bir programın gerekli olup olmadığını sorgulamak ve bu bağlamda yeni bir mimari simülasyon program konsepti sunmak.

## **Araştırmanın Konusu**

Araştırmanın konusu simülasyon ve görsel efektlerin tarihi ile teorisi çerçevesinde, mimari simülasyonlarda en çok kullanılan iki programın karşılaştırılıp, bir uygulama sonucu bu programlarda profesyonellerin sık yaşadığı ve akademik araştırmaların da sıklıkla odaklandığı problemlerin ortaya konulması ile ardından gelen analiz ve önermelerdir.

## **Araştırmanın Sınırlılıkları**

Bu tezde bir müze konsepti modellenip, bu mekan üzerinden görsel efektlerin incelenmesi üzerinde durulmuştur. İç mekanın, kumaş, tüy, sıvı veya kalabalık sahneler yaratma ile ilişkili simülasyonları 3ds Max ve Maya programları karşılaştırılarak incelenecektir. Programların detayları ve ayarları çok fazla olduğundan hepsinin incelenmesine olanak yoktur. Bu yüzden efektlerde de iç mimarların en çok simülasyon efektleri kullanabileceği objelerin ve öğelerin (yatak örtüsü, havuz, çim) yaratım süreçlerine programların en uygun komutları çerçevesinde değinilmiştir. Dolayısıyla araştırma, iki program, dört çeşit simülasyon tabanlı efekt ve bir adet mekan ile sınırlandırılmıştır. Bir çeşit simülasyon tabanlı efektte odaklanılmamasının nedeni, zaten tüm simülasyon tabanlı efektlerin ortak özelliklerinin ve temel birimlerinin büyük bir kısmının aynı olması (partikül) ve simülasyon tipleri arasındaki benzerliklerin de anlatılmak istenmesidir. Simülasyonların uygulanabilmesi de bilgisayarın özellikleri ile sınırlıdır. Araştırmada incelenen 3ds Max ve Maya programları, (Maya ilk çıktığı tarihlerde başka bir firmaya ait olsa bile, uzun süredir Autodesk firmasına aittir) dünyada en çok kullanılan modelleme ve simülasyon uygulamalarından ikisidir. Burada bilinçli olarak Autodesk firması programları seçilmemiştir ancak bu iki program dışında kalan benzer programlar hem çok daha az kullanılmakta, hem de yeteri kadar teknolojik güncellemeye açık değildir. Öte yandan bir iç mekandaki tüm görseller özellikle ahşap, cam, taş vb. kaplamalarla, ışık simülasyonla elde edilebilmektedir ya da simülasyon grubuna girebilmektedir. Bu tip kaplama ve ışıkların elde edilmesi simülasyon veya animasyonla oldukça ilişkisiz ve yapımları oldukça kolay olduğu için bu tezde ele alınmamış, sadece hareketli öğelerin simülasyonu ele alınmıştır. Son olarak 3ds Max ve Maya'da simülasyon yaratılırken kod yazımı (scripting) ve matematiksel hesaplar da sıklıkla kullanılabilir. Ancak pratik yöntemler anlatılacağı ve kod

yazımının tasarımcıdan çok, yazılımcılara uygun olduğu varsayıldığından, bu tezde kod yazımına değinilmemiştir.

## **Araştırmanın Yöntemi**

Bu tezde deneysel yöneme gidilmiş, 3ds Max 2016 ve Maya 2016 programları birbirleriyle kıyaslanarak karşılaştırma metodu kullanılmıştır. Bilgisayar programları kesin sayısal sonuçlar verdiğiinden analizler nicel bir metod ile ele alınmıştır.

## **Varsayımlar**

Bu araştırmada kumaş, akışkan, kürklü doku ve kalabalık simülasyonlarının seçim nedenleri daha önce de yazılmış akademik araştırmaların bu konulara odaklanmış olması ve teknik olarak bu konuların kompleks ve karmaşık oluşudur. Bu araştırmalar giriş bölümünde sıralanmıştır. Burada uzman görüşü alınmamasının nedeni ise akademik araştırmalara göre bu görüşlerin çok daha az bilimsel olduğu varsayılmıştır. Ancak yine de uzmanlara gönderilmek için bir anket taslağı araştırmanın analiz kısmında verilmiştir.

Araştırmanın teorik kısmında simülasyon terimi ve tarihinden bahsedilirken animasyona da yer yer değinilmiştir ancak animasyon terimi ve tarihi tez konusunun kapsamı dolayısıyla simülasyon kadar açıklanmamış, bu iki terimin bazen iç içe geçmesi ve birbiri yerine de kullanılabilmesi birinci bölümde anlatılmıştır. Burada simülasyonun ve animasyonun birbirlerini kapsadığı varsayılmıştır. Aynı şekilde tezin başlığı hariç pek çok yerinde iç mimarlık ya da iç mimari kavramları yerine mimarlık terimi kullanılmış, mimarlık ve iç mimarlıktaki görselleştirmelerde simülasyon kullanımlarının aynı olduğu ve yine bu iki terimin de birbirlerini kapsadığı varsayılmıştır.

Karşılaştırma yapılırken iki program arasındaki simülasyon dışındaki render ayarlarının, ışıkların, modellerin boyutları ile poligon sayılarının, kaplamaların boyutunun ve özelliklerinin, programları yavaşlatıp hızlandırabilecek her türlü birimin veya arkaplanda çalışan eklentilerin eşit olduğu, programlarda fabrikasyon olan hataların yoksayıldığı, sadece programların kurulurken kendileri ile birlikte gelen özelliklerinin incelendiği ve

üçüncü tür eklentilerin dikkate alınmadığı varsayılmaktadır ve bunlar zaten analiz bölümünde belirtilmiştir. Öte yandan iç mimari görselleştirmelerinde, ateş ve bitki de iç mimari görselleştirmelerinde çok sık kullanılan öğeler olabilmektedir. Ancak su simülasyonu ateşe ve tüy simülasyonları bitkiye dönüştürülebildiği için ateş ve bitki ile ilgili ayrı bir başlık açılmamış, bunlar sıvı ve tüy simülasyonları analizleri altında incelenmiştir. Aynı şekilde insan kalabalığı simülasyonlarında da araçlar için kalabalık simülasyonları uygulaması benzer şekilde yapılabilmektedir. Son olarak Maya’da kalabalık simülasyonu 3ds Max’deki gibi programla birlikte gelmemektedir. Maya’nın kalabalık simülasyonu “Golaem” adında bir harici programla sonradan yüklenebilmektedir. Golaem kendi kendine değil de sadece Maya’da çalışabilen bir program olduğu için, Maya’nın içinde olan bir eklenti olduğu varsayılmış ve kalabalık simülasyonu bölümünde anlatılmıştır.

Tez süresince pek çok kavram birbiri yerine kullanılmış ve o andaki içerikte anlaşılır hale getirilmiştir. Bu kavramlar,

- Çim, Kürk ve Tüy
- Akışkanlar, Sıvı, Duman, Su, Havuz.
- Kalabalıklar, İnsanlar, Karakterler.
- Mimari, İç mimari, Mekan, İç Mekan.
- Simülasyon, Animasyon, Mimari simülasyon, Sanal Gerçeklik, Mimari Görselleştirme, Görsel Efeito.
- Kalite ayarları, Optimizasyon.

Son olarak disiplinlerarası ve kompleks bir araştırma olan bu tezde aşağıdaki şema, tezin yapısının anlaşılması açısından faydalı olabilir.

**Şekil 1. Tezin Akademik Yapısı.**



## **BU ALANDA YAZILMIŞ BENZER TEZLER**

Bu bölümde gerek Türkiye gerekse Dünya'daki önemli üniversitelerde mimari çerçeve içerisinde tasarımlardaki görselleştirme yöntemleri, görsel efekt ve sanal gerçeklik, özellikle de modelleme ve simülasyon programlarının karşılaştırılması gibi konularda bu araştırmaya yakın duran belli başlı makale, lisans, master ve doktora derecelerinde yazılmış 31 adet tez ve akademik araştırma kısaca özetlenmiş ve araştırmalar bu tezin içeriğiyle ilgili olarak, karşılaştırma, teorik ve tarihsel, uygulama ve oyun motorları olarak dört alanda zamansal olarak sınıflandırılmıştır. Teori ağırlıklı araştırmalar dışında kalan tüm araştırmalar (oyun motorları ve karşılaştırma) aynı zamanda uygulama ağırlıklı araştırmalar sınıfına da girebilmektedir. Bu tezlerin bazılarında sadece kalabalık, kumaş, akışkan ya da tüy dokusuna değinildiği de görülmektedir ve bu anlamda bu tezin araştırdığı simülasyon elementlerinin de dayanak noktasını oluşturmaktadır. Tezin ilerleyen bölümlerinde bu araştırmalardan da faydalanılmış ve ilgili araştırmalar aynı zamanda kaynakça bölümüne de yazılmıştır.

### **A. KARŞILAŞTIRMALI AKADEMİK ÇALIŞMALAR**

Burada birden fazla teori, program ya da uygulamayı mimari görselleştirme çatısı altında karşılaştıran araştırmalar sıralanmıştır.

#### **1. Medya Sunumunda Mekan Algısı: İki Boyutlu ve Üç Boyutlu Görsel Çevreler Arasında Bir Karşılaştırma**

Yenal Akgün, 2004, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Teknoloji Enstitüsü, Türkiye

Bu tezin temel amacı, iki boyutlu geleneksel temsil yöntemleri ve üç boyutlu bilgisayar destekli temsil tekniklerinin mekanın algılanması bağlamında karşılaştırılarak, avantajlı oldukları ve eksik kaldıkları yönleri ortaya koymaktır. Bu amaca paralel olarak tez, ayrıca mimari temsil ortamının değişmesine bağlı olarak mekanın algılanmasında meydana gelen farklılaşmaları da inceler.

## **2. 3 Boyutlu Kamera İzleme Programları Arasında Bir Karşılaştırma**

Sasha Mirpour, 2008, Yüksek Lisans Tezi, Gävle Üniversitesi, İsveç

Son on yılda görsel efekt sektöründe bilgisayar tabanlı imajların kullanımı oldukça artmıştır. Bunun en önemli nedenlerinden biri ise kesintisiz üç boyutlu animasyonun gerçek görüntüyle harmanlanabilmesidir. Bu çalışmada farklı 3 boyutlu kamera izlemesi (matchmoving) yapabilen programlar, iş akışı, arayüz ve kaliteli ürün üretimi konularında karşılaştırılmıştır.

## **3. Blender ve Sketchup ile Mimari Görselleştirme İş Akışı Modernizasyonu**

Jani Lintunen, 2010, Yüksek Lisans Tezi, Laurea Üniversitesi, Finlandiya

Bu tezin amacı mimari şirketlerin açık kaynaklı programları nasıl kullanıp, güncel iş akışını nasıl modifiye ettikleri ile ilgilidir. Ayrıca ücretsiz üç boyutlu programları desteklemeyi etkileyen kararların ana hatlarını ve örneğin kendi müşterileri için bu kararlarla nasıl iletişim kurduklarını öğrenmektir. Açık kaynak iş dünyasında oldukça fazla modifiye edilmektedir fakat bu tez niçin Blender'ın burada kullanılmamasını sorgulamaktadır.

## **4. İç Mekan Tasarım Aşamasında, Bilgisayar Destekli Aydınlatma Simülasyonlarının Sağladığı Olanaklar, Kısıtlamalar, Çözüm Önerileri**

Rıza Fatih Mendilcioğlu, 2011, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Türkiye

Bu çalışmada, günümüzde iç mimarlık projelerinin tasarım aşamalarında sıklıkla kullanılan bilgisayar destekli aydınlatma simülasyonlarının iç mekan tasarımlarına ve iç mimarlara getirdiği olanaklar ve kısıtlamalar, kuramsal olarak ve örnek simülasyonlar aracılığı ile araştırılmış ve beraberinde getirdiği sorunlara çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu araştırma ışığında V-ray ve Mental Ray Render motorları karşılaştırılmıştır.



## **5. Mimari Render ve 3 Boyutlu Görselleştirme – Teknik mi Yoksa Yaratıcı Araçları mı?**

Philipp J. Metzner, 2011, Yüksek Lisans Tezi, Oxford Brookes Üniversitesi, Birleşik Krallık

Bu araştırma mimari render ve üç boyutlu görselleştirmeyi günümüzün endüstri ve bilimindeki dört temel alanında incelemektedir: mimarlık, tarih, arkeoloji ve modern film endüstrisi. Üç boyutlu görselleştirme öncesi teknikler de günümüzdeki teknolojiyle karşılaştırılmıştır. Her alandan önemli örneklerle tez desteklenmiştir.

## **B. TEORİ AĞIRLIKLIL AKADEMİK ÇALIŞMALAR**

Burada genelde teknolojinin mimari görselleştirmede etkisini, uygulama yapılmadan teorik ve tarihsel düzeyde inceleyen araştırmalar sıralanmıştır.

### **1. Sanal Mekan ve Çevreleri Kullanarak Mimari Görselleştirmeleri Geliştirmek**

Allison M. Stamides, R.A, 1996, Yüksek Lisans Tezi, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü, ABD

Bu tez mimari görselleştirmeleri ekonomik bir alternatif olan sanal gerçeklik teknolojilerinin ortaya çıkışı üzerinde durmaktadır. Sanal gerçeklik sistemlerinde daha sezgisel bir yöntemi araştırarak mimarlar ve müşteriler arasındaki iletişimsizliği azaltmak da bu araştırmanın asıl amaçlarından biridir.

### **2. İç Mimarlıkta Bir Eğitim Aracı Olarak Sanal Gerçeklik Kullanımı**

Orhan Aktaş, 1997, Yüksek Lisans Tezi, Bilkent Üniversitesi, Türkiye

Bu tez iç mimari tasarımlarında sanal gerçeklik teknolojilerinin eğitimsel bir araç olarak kullanımını tartışmaktadır. Bunun sonucunda sanal gerçekliğin üç boyutlu tasarım ve görselleştirmeye yardımcı olabileceğini ve iş akışını hızlandırabileceğini önermektedir. Ayrıca tasarımcı veya öğrencilerin de tasarım projelerine daha fazla odaklanmalarını da

sağlayabilmektedir. Sanal gerçeklik ortamlarının da tasarım sürecinde kullanılması sunum ve tasarım süreçlerine de yardımcı olabilmektedir. Teknoloji etkileşimleri, yeni çıkan yönelimler ve sanal gerçekliğin gelecekteki konumu bu tezde tartışılmıştır.

### **3. Mimari Görselleştirme için Bilgisayar Animasyonu**

Ahmed Rafi Mohamed Eshaq, 1998, Yüksek Lisans Tezi, Strathclyde Üniversitesi, Birleşik Krallık

Yaklaşık 400 sayfa olan bu tez, mimari animasyonu genel olarak eleştirel bir şekilde gözden geçirip bunu daha hareket tabanlı sunumlarla özellikle geleneksel film yapım teknikleriyle bağdaştırmaktadır. Geleneksel film yapım yöntemlerindeki elementleri açıklayarak bunların bilgisayar tabanlı mimari animasyonları nasıl geliştirebileceğini anlatmaktadır. Elementleri hareketsel sunumlarla kullanırken bu tanımlamada eleştirel anket yöntemi ve mimari tabanlı belgesellerle bilgisayar animasyonlarının bugünü ve geçmişini tanımlarken de ampirik analiz yöntemleri kullanılmıştır.

### **4. Geleneksel Mimari Teorilerinin Bilgisayar Desteğiyle İlgili bir Çalışma**

Seung Yeon Choo, 2004, Doktora Tezi, Münih Teknoloji Üniversitesi, Almanya

Bilgisayar desteğiyle geleneksel batı mimari teorilerinin uygulanmasını anlatan bir çalışmadır. Öte yandan bu araştırma bir tasarım destek sistemi geliştirerek, mimari tasarımlara akılcı bir tavsiye vermektedir ve bunu yaparken de analitik tasarım ve mimarinin geleneksel teorilerinden estetik bir çerçevede yararlanmaktadır.

### **5. Mimari Tasarım Sürecine Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Etkisi**

Doğan Zorlu Zafer, 2007, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Türkiye

Disiplinlerarası bir yapısı olan mimarlık, tasarım eylemini gerçekleştirmek için tarih boyunca değişik yöntemler kullanmıştır. Özellikle 1980'lerin başından itibaren mimari tasarım sürecine katılan araçal sanal gerçeklik teknolojileri ve 1990'ların başından

itbarene bilişim teknolojileridir. Bilgisayar destekli tasarım programları geliştikçe tasarımcının tasarım üzerindeki kontrolü artmış, matematiksel hatalar minimuma indirgenmiş, verim yükseltilmiştir. Yirminci yüz yılın sonuna gelindiğindeyse, bilgisayar destekli tasarıma, üçüncü boyut, etkileşim, dalma hissi gibi özellikleri ile sanal gerçeklik teknolojileri katılmıştır. Bu tez çalışmasında sanal gerçeklik teknolojileri ayrıntılı olarak sunulmuş ve mimari tasarım sürecine etkileri irdelenmiştir.

## **6. Dijital Tasarım ve Üretim Tekniklerinin Mimaride Kullanılması**

Mimar Ahmet Caner Kutsal, 2009, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye

Günümüz mimarisinde dijital medya tasarımdan çok görselleştirme ve sunum amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım sistemlerinde 1920'lerde başlayan araştırmalar günümüz teknolojisi ile dijital ortamda tasarım, dijital tekniklerle tasarım ve dijital tekniklerle üretim kavramlarını ortaya çıkarmıştır. Bu tekniklerin gerçek hayatta kullanılması 1990'lı yıllara denk gelmektedir. Dijital teknolojiler birçok endüstride olduğu gibi mimaride de büyük kolaylık sağlayan uygulamaları bulunmaktadır. Ancak tez kapsamında mimaride sadece tekniklerinden değil mimariye getirdiği yeni tasarım ve üretim yöntemlerinden bahsedilmektedir.

## **7. Sanal Gerçeklik ve Mimari Koruma**

Mimar Tigin Töre, 2010, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Türkiye

Bilgisayar teknolojilerinin gelişimiyle birlikte sanal gerçeklik sistemlerinin günlük yaşamdaki kullanımları diğer disiplinlerde olduğu gibi mimari koruma alanını da etkilemektedir. Koruma konusu olan miras ve miras alanlarında yapılan görselleştirme çalışmaları koruma uzmanları ve uzman olmayan kitlelere mirasın anlatılması ile ilgili yeni olanaklar getirmektedir. Bu çalışmada söz konusu yeni olanaklar sayesinde bugüne kadar başka ortamlarda üretilmesi mümkün olmayan ürünler ve anlatı şekillerinden biri olan sanal gerçekliğin mimari korumaya sunum ve anlatım bağlamındaki etkisi incelenmektedir. Bu

amaçla ilk bölümde tezin amaç ve kapsamı anlatılmış, yöntem ve terminolojiye açıklamalara yer verilmiştir.

## **8. Bilgisayar Teknolojilerinin Mimari Tasarım Üzerindeki Etkileri**

Meryem Topçu, 2012, Yüksek Lisans Tezi, Yakındoğu Üniversitesi, KKTC

Tarih boyunca teknolojik gelişmeler doğrultusunda birçok alanda değişim ve gelişimler yaşanmıştır. Özellikle endüstri devrimi sonrası makineli yaşamın her alanda kullanılması olgusu mimarlık ortamını da önemli ölçüde etkilemiştir. Bilgisayar teknolojileri bu makineli yaşamın gerçekleşmesine olanak sağlamış ve tasarımların bilgisayar ortamına taşınmasıyla mimaride yeni mekan anlayışlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu çalışmadaki amaç bilgisayar teknolojilerinin mimari tasarımlar üzerinde önemli ölçüde yol açtığı gelişim ve değişimleri incelemektir.

## **9. Mimari Görselleştirme Pratiğine Eleştirel Bir Yaklaşım**

Reşad Şükrü Çoban, 2012, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye

Bu çalışmadaki amaç; son yıllarda neredeyse tamamen sayısal ortama taşınmış olan mimari görselleştirme pratiğini, bu ortamın oluşturduğu yeni durumlar çerçevesinde irdelemektir. Tez boyunca görselleştirme pratiğinin ürünleri olan imajlara odaklanılmıştır. Bu üretim sürecinin iskeletini oluşturan teknolojiyi, yani 3 boyutlu modelleme programlarını, ‘render motorlarını’ veya diğer program parçacıklarını ve bunlara paralel olarak gelişen donanım teknolojilerini incelemek ve tartışmak amacı güdülmemiştir.

## **10. İç Mimari Tasarım Sürecinde Dijital Teknolojilerin Etkisi**

Bahareh Lashgari Mortezaipoor, 2014, Yüksek Lisans Tezi, Yakındoğu Üniversitesi, KKTC

Bu teze göre dijital teknolojiler hızla gelişmekte ve değişmektedirler; iç mimarlar ise mesleklerini uygulayabilmek için alandaki en son gelişmeleri yakından takip etmek zorundadırlar. Buna bağlı olarak, tasarım süresinde sorunlar daha hızlı çözülebilir, büyük

miktarlarda enerji ve masraf tasarrufu yapılabilir, olası hatalar ve yanlışlardan da kaçınılabilir. Dijital tasarım ve iç mekan tasarımı arasında güçlü ve etkili bir ilişki vardır. Bu çalışmada, dijital teknolojilerin, iç mimari süreçleri üzerinde etkisi araştırılmaktadır ve belirlenen araştırma soruları da cevaplandırılmıştır.

## **C. UYGULAMA AĞIRLIKLILIK AKADEMİK ÇALIŞMALAR**

Burada mimari görselleştirmede teorik ve tarihsel içeriğin dışında aynı zamanda uygulama da sunan ya da yeni bir teknoloji geliştiren (program, arayüz, eklenti gibi) araştırmalar sıralanmıştır.

### **1. Simülasyon için İnteraktif Gezinme Çevreleri**

Richard William Bukowski, 2001, Doktora Tezi, California Üniversitesi, ABD

Bu tez büyük ölçekli sanal bir mimari ortamdaki gezintiye (walkthrough) simülasyon kodları entegre edilerek daha da geliştirilebildiğini anlatmaktadır. Dinamik fiziksel etkileşimler, ateş simülasyonları, çoklu kullanıcılar, ışınsallık, online halı üretimi gibi üçüncü parti simülasyonlar bunlar arasındadır. Tüm bu simülasyonlar birbirleriyle kullanıcı ve ağsal bilgi dağıtımını yoluyla etkileşime girmekte ve etkili, optimizasyonlu simülasyonlar sağlayarak müşteriye istenilen görselliği sunabilmektedir. Son olarak tüm bunlar farklı walkthrough sanal mimari ortamlarda değerlendirilerek bir sonuca gidilmiştir.

### **2. Görsel Çevrelerin Gerçekçi Render Alınmasındaki Sorunlar**

Priya Malhotra, 2002, Yüksek Lisans Tezi, Virginia Politeknik Enstitüsü, ABD

Bu tezin asıl amacı gerçekçi render alma ve aydınlatmadaki tekniklerin limitlerini ve avantajlarını gün ışığına çıkarmaktır. Buna ek olarak 3 boyutlu paket programların mimar ve tasarımcıların modellerine sunduğu foto-realistik görselleştirme ve gerçek zamanlı simülasyonları da incelemektedir.

### **3. Sanal Ortam: Dijital Görsel Medyanın Özellik ve İmkanlarını Bir Şehir Çevresindeki Mimari Tasarımına Yerleşik Yaklaşımlar için Araştırmalar**

Marnix Constantijn Stellingwerff, 2005, Akademik Araştırma, Delft Teknik Üniversitesi, Hollanda

Bu araştırma girişimi görsel alanla ilişkili tasarım sorunlarını irdelemektedir. Bilgisayar tabanlı medya tekniklerinin yenilikçi potansiyellik ve imkanları interaktif modeller üretebilir ve şehir ile mimari tasarım anlayışını değiştirebilir. Buradaki amaç dijital teknoloji ve onların uygulamalarındaki varolan bilgilere yenisini katmaktan öte teorik şartları keşfederek çalışmalara daha ileriye götürebilmek ve tanımlamaya yardımcı olmaktır. Bu bağlamda bir uygulama ve analiz de tezin sonunda görülebilir.

### **4. Bir Çevre Tasarımının Gerçek Zamanlı Simülasyonunda Doğal Elementlerin Yakından Çekimli Sunum Metotlarının Gelişimi ve Değerlendirilmesi: Gölge, Çimen ve Su Yüzeyi**

Tomohiro Fukuda, Kazuhiro Sakata, Wookhyun Yeo ve Atsuko Kaga, 2006, Akademik Araştırma, Osaka Üniversitesi, Japonya

Bu araştırma yakın çekimlerde doğal elementlerin görselleştirilmesi sorunlarından bahsettikten sonra gölge, çim ve su yüzeyinin yakın çekimli ifadelerini geliştirme yöntemleri sunmaya çalışmaktadır. Geliştirilmiş olan metot daha sonra gerçek bir çevre tasarımı projesine uygulanarak kullanıcı değerlendirmesi ile animasyon kare hızı analiz edilmiştir.

### **5. Maya'nın Biomedikal Modelleme ve Simülasyon için Uygulanabilirliğinin Araştırılması**

Simon Gu, 2006, Yüksek Lisans Tezi, Auckland Üniversitesi, Yeni Zelanda

Bu tezde Maya programının biomedikal alanındaki genel yapıları ve kapasiteleri analiz edilip sınıflandırılmıştır. Araştırmanın sonuçları ışığında hangi durumlarda Maya biomedikal modelleme ve simülasyonlara çözüm sunabildiği gözlemlenmiş ve sonuçlar bazı basit kullanıcılar tarafından test edilmiştir.

## **6. Bilgisayar Destekli Peyzaj Tasarımında Kullanılabilecek Üç Boyutlu Modelleme ve Animasyon Teknikleri: Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Sökmen Kampüsü Simülasyonu**

M. Sezin Yetginer, 2007, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Türkiye

Mimari ve çevre biçiminin tasarlanması ve kesin durumun ifade edilmesi sürecinde çeşitli simülasyon teknik ve araçları kullanılmaktadır. Soyut bir düşünceyi somut ve görsel hale getirebilen bilgisayar simülasyonlarının teknolojinin kurallarına uygun bir şekilde kullanılması bina ve çevre tasarımına hız, hassasiyet ve gerçekçi sunuşlar getirmektedir. Bu çalışmada, örnek alan olarak seçilen Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Sökmen Kampüsünün mevcut ve gelecekteki olası gelişimini analiz ederek, peyzaj projelendirme alanında bir değerlendirme yapılması amaçlanmıştır. Kampüsün gelişiminin devam etmesine bağlı olarak mevcut durumun analizi ve modellenmesinin yanı sıra peyzaj projesinde belirlenmiş ancak uygulamaya geçirilmemiş alanların değerlendirilmesi ve modellenmesi de yapılmıştır.

## **7. Dijital Dünyanın İnşası: Dijital Araçların Işığında Mimari Tasarım Yöntemleri, Performans Tabanlı Üretim ve Optimizasyon**

Yasha Jacob Grobmani, 2008, Doktora Tezi, İsrail Teknoloji Enstitüsü, İsrail

Bu araştırma bilgisayar tabanlı simülasyonların mimari tasarım sürecindeki etkilerini araştırmaktadır. Yeni bir performans oryantasyonlu tasarım olan genPOD üzerinde durmaktadır.

## **8. Çevresel Ortak Yaşam için Bir Üç Boyutlu Render Öncesi Animasyon (3DCGPRA) Sunum Metodunun Değerlendirilmesi ve Geliştirilmesi**

Tomohiro Fukuda, Atsuko Kaga ve Yosuke Takada, 2008, Akademik Araştırma, Osaka Üniversitesi, Japonya

Çevresel ortak yaşam tasarımının çevresel problem çözümlerine yayılmasını sağlarken, yüksek kalitede sunum ve görsellik kalitesine sahip olan (3DCGPRA)

metodunun etkili olabilmektedir.Çevresel ortak yaşam tasarımının gerekli bileşenleri ayarlandıktan sonra geliştirilmesi gereken sunum burada açıklanmıştır. Buna ek olarak gölge, çim, kaplama, insan aktivitesi ve ortak yaşam metotları da sunumda geliştirilmiştir. Gerçek bir projede de bu metot kullanılmış ve geçerliliği değerlendirilmiştir.

### **9. Mimari Tasarım Süreci için Bir Bilgisayar Destekli Evrensel Tasarım Aracı (CAUD)**

Yasemin Afacan, 2008, Doktora Tezi, Bilkent Üniversitesi, Türkiye

Evrensel tasarım yönetimi, çok parametreliliği nedeniyle son derece karmaşık ve zor bir tasarım konusudur. Mimari tasarım sürecinde çeşitli özürleri olan insanların tasarım gereksinimlerini karşılarken daha da zorlaşmaktadır. Bu çalışma, SketchUp adlı üç boyutlu tasarım yazılımı ile uyumlu çalışabilen bir bilgisayar destekli evrensel tasarım eklenti aracının gelişimini ve uygulamasını önerisini kapsamaktadır. Bu eklenti aracının bilgi desteğinin verimli olabilmesi için, kuram ve araştırmalar çerçevesinde bilişsel tasarım stratejileri araştırılmıştır. En uygun bilişsel tasarım stratejisine göre bu aracın analiz, sentez ve değerlendirme işlemleri sırasındaki yetenekleri bu şekilde tanımlanmıştır.

### **10. Hareket Eşleşmeli Mimari Görselleştirme**

Etzerodt, K. 2011, Yüksek Lisans Tezi, Aalborg Üniversitesi, Danimarka

Bu araştırma mimari görselleştirmelerdeki 3 boyutlu görüntü ve hareket eşleşmesini irdelemektedir. Bunu yaparken bir kısa filmin bir binaya üç boyutlu bilgisayar ortamında görüntü ve hareketlerinin nasıl eşleştiğini mümkün olduğunca gerçekçi kılan yöntemlerden bahsedilmektedir.



## **11. Autodesk Maya'da Yeni Bir Görsel Tabanlı Arayüz Tasarımı için Bir Sistem Geliştirme.**

Timothy Clayton Withers, 2012, Yüksek Lisans Tezi, Texas A & M Üniversitesi, ABD

Bu tezde çekirdek (node) tabanlı etkili ve kullanıcı dostu bir arayüz, Autodesk Maya programındaki partikül sistemi için geliştirilmiştir. Burada bilgileri mantıklı bir şekilde bölümlenme, mantıksal model sistemlerinde renk kullanarak kullanıcıya yardımcı olma ve partikül sistemlerinin grafik temsili gibi kullanımı kolaylaştırmak için öneriler sunmaktadır.

## **12. Parçalanma Efektlerine Gerçek Zamanlı Bilgisayar Grafiklerinde Yaklaşımlar**

Raphael Hettich, 2013, Lisans Tezi, Karlsruhe Teknik Üniversitesi, Almanya

Bu tez gerçek zamanlı bilgisayar grafiklerinde geleneksel ve modern parçalanma efektlerini incelemektedir. Özellikle son beş yıldaki efekt motorlarının teknikleri ve iş akışı araştırılırken de ticari Havok ve serbest PhysX grafik motorlarını karşılaştırmaktadır. Tez, günümüz parçalanma sistemlerinin analizi ve bunların geleceğinin öngörüsüyle sonlandırılmıştır.

## **13. Dijital Proje: Fuzeta Köyü Görsel Modelinde Üç Boyutlu Mimari Modelleme**

Bruno Miguel Matos Ruas, 2013, Doktora Tezi, Lizbon Teknik Üniversitesi, Portekiz

Bu tez mimari ve mühendislik alanlarına simülasyon ve görselleştirme teknolojilerinde devam eden gelişmeleri özellikle üç boyutlu modelleme araçlarının keşif ve analiz teknikleriyle ilgilenmektedir. Bu amaçla Algarve'deki Vila da Fuzeta köyünün modelleme süreci, bu süreçteki problemler açıklanmış ve bu problemlere alternatif çözümler üretilmiştir

## **D. OYUN MOTORLARININ MİMARİ GÖRSELLEŞTİRMEDE KULLANIMI İLE İLGİLİ AKADEMİK ÇALIŞMALAR**

Son olarak burada da Unreal, Unity gibi oyun motorlarının mimari görselleştirmeyle olan ilişkisini irdeleyen çalışmalar listelenmiştir.

### **1. Oyun Teknolojisinin Mimari Görsellik için Adaptasyonu**

Scott A. Schroeder, 2011, Yüksek Lisans Tezi, Purdue Üniversitesi, ABD

Oyun motorlarını ve mimari görselleştirmeyi birleştirerek bir evi gezmeye gerek kalmadan ya da inşasının bitmesini beklemeden evi sanal olarak gezmek mümkündür ve böylece gerek ekonomik gerekse zaman anlamında kar edilebilir. Bu bağlamda tez, mimari görsellik ve oyun motorlarının ilişkisini anlatmaktadır.

### **2. Tasarımda Mimari Görselleştirmeler için Oyun Motorları**

Kevin R. Conway, 2011, Yüksek Lisans Tezi, Washington Üniversitesi, ABD

Bu tez oyun motorlarına dayalı mimari görselleştirme metodlarını araştırmakta, video oyunlarındaki yazılımların render, kaplama, fizik, ağ, yapay zeka ve diğer bütün video oyunları fonksiyonelliklerinden mimaride de faydalanabileceğinden bahsetmektedir. Bunları anlatırken, Bir oyun motorunun bileşenlerini sınavarak, böyle bir yapının nasıl mimari sunumlarda kullanılıp geliştirilebileceği üzerinden yola çıkmaktadır.

### **3. Unreal Oyun Motoru 3.5 ile Gerçek Zamanlı Mimari Görselleştirme**

Neal Bürger, 2013, Yüksek Lisans Tezi, Ludwig Maximilians Münih Üniversitesi, Almanya

Bu tez oyun motoru Unreal Development Kit (UDK) ve onun mimari sunumlar üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Zaman ve para sorununa da etkili bir çözüm getirmek için, Maya programında bir iş akışı gelişimi yaratılmış ve UDK'da mimari veri olarak kullanılmak için dönüştürülmüştür. UDK'yı mimari görselleştirme de kullanmak için, UDK

genişletilerek üç ana özellik çerçevesinde incelenmiştir: Değişebilir çevreler, günün zamanının görselleştirimi, iç mekan aydınlatması, basit mimari materyaller, ve kullanıcı için arayüz.

## **1. SİMÜLASYON TABANLI GÖRSEL EFEKTLERİN İÇ MİMARİ TASARIMI SUNUMLARINDA KULLANIM AMAÇLARI, KAVRAMLAR VE TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ**

“Gerçeklik prensipleriyle yönetilen bir dünyada, imgesellik gerçekliğin mazaretiydi. Bugün gerçeklik, simülasyon prensipleriyle yönetilen bir dünyada, mazaretin kendisi olmuştur ve çelişkili bir şekilde, gerçeklik bizim asıl ütopyamız olmuş fakat öyle bir ütopya ki artık mümkünatın alemine ait olmayan ve tıpkı birisinin kaybettiği bir objeyi yalnızca hayal edebilmesi gibi düşlenebilen bir gerçeklik olmuştur.” (Baudrillard, J. 1981. Simülakr ve Simülasyon: 119)

### **1.1. Temel Kavramlar**

Bu bölümde simülasyon, animasyon, dijital mimari, mimari görselleştirme ve bunlarla ilişkili olan görsel efekt kavramları açıklanmaktadır. Daha da ilerleyen bölümlerde bu terimlerden türemiş olan Sanal Gerçeklik kavramı ve tarihi de açıklanmıştır. Tarihsel olarak simülasyonun diğer iki terimden daha önce ortaya çıktığı görülebilir.

Simülasyon, 14. yüzyılın ortalarından 20. yüzyılın ortalarına kadar, “hileli oyun” ve “aldatma” ya da “birşeyin benzer biçimini andırmaya yatkın olmak” gibi anlamlarla varolmuştur (Ulrich, 2005: 333). Simülasyon kelimesi Latince’de “Simulare” den türemiştir ve yaklaşık üç yüzyıl boyunca İngilizce, Fransızca ve Almanca’da “taklit” ya da “aldatmaca” anlamlarıyla karşılık bulmuştur ve 2. Dünya Savaşı’ndan sonra bu terim Oxford İngilizce Sözlüğünde (4. Baskı, 1989) “Herangi bir durumun davranışının ya da karşılaştırılabilir uygun bir durum ya da araçların, belirli bir çalışma ya da eğitim amacıyla taklit edilebilme tekniğidir” ifadesiyle bize daha tanıdık olan anlamını kazanmaya başlamıştır. Bu ilk tanımlamalara rağmen günümüz hayatında simülasyon, genelde bilim ve teknolojiyle

ilişkilendirilmiş ve hesaplama ile dijital bilgisayarlar ile eşdeğer bir anlam kazanmıştır. Simülasyonun günümüzde kullanımı, uygulamaları ve uzmanlarının çeşitliliği bilgisayar simülasyonu ile daha yaygın, öncül, sosyal, organizasyonel ve zihinsel olarak direk ya da dolaylı, bilinçli ya da bilinçsiz pek çok insanın hayatını etkileyebilmektedir (Günter ve diğerleri, 2006). Dolayısıyla simülasyon, tarihsel ve ilk tanımlarının ötesinde, teknolojik olduğu kadar da psikolojik etkileri olabilen bir kavramdır ve günümüzde tamamen bilgisayarlara bağımlı hale geldiğinden, teknolojik gelişmelere paralel olarak hareket eden, devingen bir kavram olmuştur.

“Eğitim gerekli olduğunda, simülasyonlar büyük fayda sağlamıştır. Astronotların sanal ortamdaki eğitimleri, gerçek uzayda tehlikeli görevleri başarımında etkileyici olmuştur (Cater ve Huffman, 1995). Mimari bir yapının sezgisel sunumunda, sanal bir müzeyi, resim stüdyosunu ziyaret etmekte veya sanal bir müziği deneyimlemek de simülasyon uygulamalarından sadece birkaçıdır (Loeffler ve Schroeder, 1995).”

Simülasyonla direk ilişki içerisinde olan Görsel Efektleri açıklamadan önce Özel efektler terimini ondan ayırmak yararlı olabilir. Çünkü bu terimler birbirleriyle sık sık karıştırılabilmektedir. Genel olarak Görsel Efektler film ya da diğer hareketli medya türlerine gerçek çekim yapılırken başarılması imkansız olan imajlar, modifiyeler ya da görselliği güzelleştirmede kullanılan bir terimken, Özel Efektler ise bir film sahnesi çekilirken elde edilebilen pratik efektlerdir. Ancak bazen özel efektler, görsel efektlerin metodolojisinden geçtiğinde bu iki terimi ayırmak zor olabilmektedir. Filmde karakterlerin arkasına bindirilmiş fantastik bir manzara bu iki terimin ortaklığına bir örnek olabilir. Kısaca bir film sahnesindeki o anda gerçekten yaratılan kurşunlar, patlamalar, yağmur ve su efektleri Özel Efektlerdir, bilgisayarla yapılanlar ise Görsel efektlerdir. (Jeffrey, 2010: 2). Görsel efektleri Star Wars’ın 1977’deki görsel efektler süpervisörü John Dykstra “bir ya da iki film elementinin tek bir imaja indirgenmesi” olarak da tanımlanmıştır ve bu tanımını optik yazıcıların yerini bilgisayarlar alınca modifiye ederek “Dijital imaj işleme yöntemlerinin varışıyla, bir ya da daha fazla konunun ayrı bir medyada yakalanması ve birlikte fotoğraflanmış gibi gösterilmesi” olarak tanımını genişletmiştir (Millimeter, Mart 2002). Ken A. Priebe’in tanımı ise yukardakileri özetler ve günümüze uyarlar nitelikte olabilir.

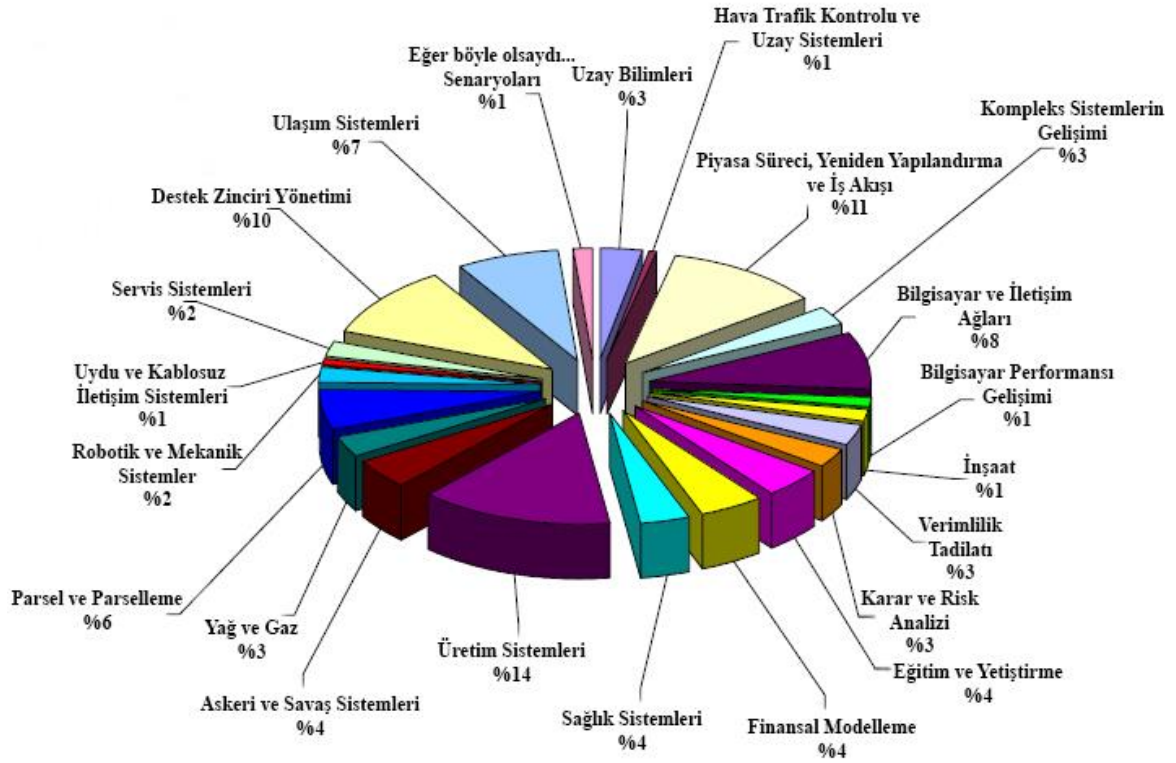
“Bugün özel efektler bir filmin çekiminde, görsel efektler de tamamen film sonrasında, bazı durumlarda film çekilirken kameranın kendisiyle de yaratılabilmektedir. Görsel efektlerin pek çok prensipleri aynı kalırken, efekt yaratım araçları kesinlikle değişmiştir. Bir film şeridi üzerinde yapılabilenler şimdi tamamen bilgisayarlarda yapılabilmektedir. Günümüzün dijital araçları pek çok zorluğu da beraber getirmekte ve yine eskiden olduğu gibi sabır ve yetenek istemektedir ve çok basitten çok karmaşığa doğru çeşitlenebilmektedir.” (Priebe, 2010: 238)

Yukarıdaki bilgilere dayanarak, gerek simülasyon, gerekse görsel efektlerin zaman içindeki tanımları teknolojinin gelişmesiyle paralel olarak değişmiştir ve simülasyonun görsel efektler içinde yer alan hatta görsel efektlerin ana omurgası görevini üstlendiği John Dykstra'nın sonuncu görsel efektler tanımında daha da anlaşılabilir. Görsel efektler, bir takım konuları “gibi” göstermeye çalışmaktadır ve bu durumuyla yanıltıcı ve taklit görevi görerek tamamen simülasyonla örtüştüğü görülebilir.

Simülasyon, görsel efektler ve animasyon, bu araştırmada mimari görselleştirme başlığı altında incelenmektedir ve bu bağlamda oldukça sık kullanılan mimari görselleştirme kavramı da farklı alanlarda farklı anlamlara sahip olabilmektedir. Bilişim mimarisi (Schmidt, 1999) veya görsel alan (Novak, 1990) buna örnek olarak verilebilir. Maher, Gu ve Li'ye (2001) göre üç çeşit mimari görselleştirmeden bahsedilebilir. Bunlar dijital mimari, fiziksel mimari ve görsel mimaridir. Buradaki “görsellik” terimi “tasarım gelişim süreci ve sunum tekniklerinin farklı aşamalarında bilgisayar uygulamaları”dır (Siddique ve diğerleri, 2005: 344). Bu araştırma da mimari görselleştirme kavramı, iç mimari de dahil olmak üzere hepsini içermektedir. Bilindiği gibi iç mimari de çok yönlü ve sürekli değişen bir disiplindir (Mitton, 2004: 1) ve özellikle mimari görselleştirmede mimari ve iç mimari iç içe geçebilmektedir.

Simülasyon yukarıda sayılanlar dışında da hemen her alanda kullanılabilmektedir ve simülasyon özelliği içeren 3 boyutlu Modelleme ve Animasyon programları haricinde, Arena, Simcad ve Pro gibi tamamen sayısal veya istatistiksel simülasyon yapan programların kullanım alanları da aşağıdaki şekilde verilmiştir. Şekil, 2003 yılına aittir ve böyle eski bir tarihe verilmiş olmasının sebebi simülasyonun tarihsel gelişim sürecini ve ilgilendiği alanları anlamak içindir.

## Şekil 2. Simülasyon Paketlerinin Kullanım Alanları



**Kaynak:** Taieh, E. A. ve Sheikh, A. E. 2003. *Commercial Simulation Packages: A comparative study*. Faculty of Computer Information, The Arab Academy for Banking and Financial Sciences, Commercial Simulation Packages I. J. of Simulation Vol.8 N0:2, ISSN 1473-804x online, 1473-8031 print, Jordan.

Sayısal simülasyon programlarının 2003 yılındaki dağılımının verildiği Şekil 2’de parselleme, inşaat, üretim sistemleri gibi bazı alanların direk, bilgisayar ve iletişim ağları, kompleks sistemlerin gelişimi gibi alanların da dolaylı olarak mimariyi de kapsadığı söylenebilir. Dolayısıyla gerek sayısal veri simülasyonu gerekse görsel simülasyon mimaride yoğun bir şekilde kullanılabilir.

Öte yandan simülasyon ve animasyon kavramları da iç içe geçebilmektedir. Örneğin tez boyunca, animasyon terimi pek çok yerde kullanılmıştır. Özellikle “İç Mekan

Sunumlarında Görsel Efekt Kullanımının Nedenleri” bölümünde genelde mimari tasarımların bilgisayar animasyonu ile ilişkisi incelenmiştir. Buradaki animasyon terimi aynı zamanda simülasyonu da kapsamaktadır ve metinde anlaşılabilir. İlerleyen bölümlerde bahsedileceği gibi simülasyon, ateş, duman veya su gibi animasyonla elde edilemeyecek doğa olaylarını bilgisayar zekasıyla dijital ortamda yaratır. Ancak yine de bir dumanın yükselişi hareket içerdiğinden aynı zamanda animasyon da olabilmektedir. Dolayısıyla animasyon ve simülasyonun sınırları kimi yerlerde keskin kimi yerlerde is belirsizdir. Bu konuda Togan Tong, Erdal Devrim Aydın ve S. Emre Pusat 2009 yılındaki 27-23 sayılı eCAADe dergisindeki makalelerinde irdelenmişlerdir. Burada simülasyonun mekanik yeniden üretim tekniğinin animasyona göre daha üstün olduğundan ve mimarların sanatsal yaratım süreçlerine de sağladığı faydalardan da bahsederek bu kavramları sorgularlar.

“...animasyon ve simülasyon arasındaki gerginlik: mimaride animasyon sunumu bitmiş ve sorgulanamaz olarak değerlendirilebilirken, simülasyonda bu bitmemiş ve sorgulanabilir... Basit olarak simülasyona, mimara sadece mimarlık sanatına odaklanmasını sağlamaktadır.” (Tong ve diğerleri, 2009: 3,5)

Rembrandt resimlerinden sinemaya kadar pek çok alanda da simülasyonu sorgulayan bu makalede daha çok mimari tasarımlardan örnekler verilmiş ve aşağıdaki gibi bir sonuca gidilmiştir.

“Sonuç olarak bu iki uygulama irdelenebilir. İlk olarak simülasyondaki bütünleşmiş sınırlamalar olabilir ve sanal çevrede kullanıcının yürümesini ve tıpkı bir mimar gibi boşluk kavramını anlamasını sağlayabilir. Bu tip bir uygulama, simülasyonu suluboya perspektifi, fotoğraf, video veya üç boyutlu animasyon gibi geleneksel sunum teknikleri arasına koyar. Ancak ikinci bir kullanım mimari sunum tekniklerinde bir dönüm noktasını işaret eder. Animasyon veya diğer sunum teknikleriyle karşılaştırıldığında simülasyon, gerçekliğin mekanik yeniden üretimine en yakın olan sunum tekniğidir. Simülasyon dışındaki sunum teknikleri bir mimarın sanatını zorunlu olarak bu sunum teknikleri üzerinden sunmasını gerektirir. Fakat gerçek simülasyon olan mekanik yeniden üretim yeteneği, mimarlara daha önce fiziksel ortamda cisimleşmemiş formları deneyimleyebilme ve eleştirilebilme olanağı verecektir. Böylece mimar, belki de ilk defa, tasarladığı sanatı endirek

değilde direk olarak başarıya yeteneğine sahip olabilecektir.” (Tong ve diğerleri, 2009: 5).

Kolarevic’e (2009) göre de animasyonun en büyük dezavantajlarından biri mimari projedeki kısıtlamaların animasyonlu sunumlarda ortadan kalkması ve sunumların projeden farklı bir dünyayı yansıtmasıdır. Aslına burada hem mimar hem de animatörün (ya da ikisi de aynı kişi olabilir) amacı duygusal bir tepki yaratmak olabilir ancak mimari yapı fiziksel olarak kavranabilmelidir. Bu süreçte mimari kısıtlamalar ve kurallar, animasyonda azaltılabilir veya tamamen ortadan da kaldırılabilir. Örneğin animasyonda sadece render sürecine odaklanılacak olunursa, gerçekte kesik yüzeyle bir modeli ilüzyon yaratıp yumuşatarak gösterebilir. Fakat burada render algoritm ve hesaplamalarında, binanın gerçek fiziksel kavranmasında kullanılan alternatif panelizasyon ve fabrikasyon süreçlerinin birbiriyle ilişkisi yoktur (Kolarevic, 2009: 341).

Tong, Aydın, Pusat’ın mimari simülasyonun avantajları ile Kolarevic’in animasyonun dezavantajları yorumlarına bakıldığında, ikisinin de birbirini desteklediği görülebilir. Animasyon mimaride sanatsal ve duygusal yorumlamalara daha yakınken, simülasyon ise mimari için, “mekanik” yani daha gerçekçi bir görsellik sunabilmektedir.

Klercker’in 1989’da bilgisayarların yavaş yavaş üç boyutlu görselleştirme yapabildiği dönemlerde, Macintosh II bilgisayarlarıyla 256 renklilik yaptığı mimari sanal gezinmelerde de simülasyon ve animasyon arasındaki zıtlıklar, ilerde de bahsedileceği gibi günümüzde de neredeyse aynı olabilmektedir. Simülasyonla uzun ve yorucu bir çalışmayı kısa sürede halledebilirken, karmaşık simülasyon sürecini mantıklı ve basit bir algoritmaya indirerek çözümlendirmek gerekebilir. Animasyon ise hayata anlık bir bakıştır ve bir algoritma yerine anlık bir hareketi yakalamaya çalışır. Bu ayrım ne kadar yapılmış olsa da birbirinden tamamen kopamazlar.

“Aynı süreçteki Simülasyon ve animasyon genelde birbirini tamamlayıcı metotlardır.” (Klercker, 1989: 9.5.3)

Simülasyon ve animasyon daha önce de değinildiği gibi aynı zamanda mimari görselleştirmenin de kapsadığı alanlardır. Bu bağlamda mimaride bilgisayar kullanımı



“dijital mimari” terimini de beraberinde getirmiştir. Grobman (2008: 26) bu terimi sınıflandırarak daha anlaşılır kılmaya çalışmıştır. Modern ve yenilikçi anlamları veren semiotik içeriği dışında dijital mimari pratik ve teknolojik olarak ikiye ayrılmaktadır:

Birincisi mimari tasarım ve sunumdur. Burada dijital mimari bilgisayarı sadece çizim ve sunum amacıyla değil bir tasarım aracı olarak da kullanabilir. Kompleks grafiklerin yaratılması, kopyalanması ve modifiye edilmesini mümkün kılan gerçekten de bilgisayar destekli tasarımın yenilikçi özelliğidir (De Luca ve Nardini, 2002) ve mimari tasarım sürecinde bilgisayarların kullanımı geleneksel çizimde kara tahtanın kullanılması gibidir (Mirza & Nancy, 1999).

İkinci özellik ise yapının formu ya da bilgisayar tasarımı projelerin geometrik kompleks yapısıdır. Buna göre dijital mimari serbest form, eğrisel hatlar ve diğer kompleks geometrilere dayalıdır ve bu özellikler bilgisayar olmadan geliştiremez, sunulamaz ve yapılamazlar (Grobman, 2008: 25, 26).

Son olarak simülasyon programlarında da görülen “dinamikler” (dynamics) kavramı da simülasyon ve görsel efekt ile ender olsa ve kullanılsa da karıştırılabilmektedir. Thalmann’ın (1993: 13) tanımıyla dinamikler, gerçekçi gözükmeyen animasyonların bir takım güç ve torklarla hareket ettirilerek, objelere çizgisel ve açısal hızlanmalar sağlayan hareket denklemleridir. Dolayısıyla simülasyon tanımından çok kesin çizgilerle ayıramamakla birlikte, sıklıkla matematik ve fizik gibi sayısal alanlarda kullanıldığı söylenebilir. Örneğin Todd Palamar’ın 2010 tarihli “Maya Studio Projects: Dynamics” adlı kitabı ile Autodesk’in 2007 tarihli “Autodesk Maya 8.5: Dynamics” adlı kitabının başlıkları “Dinamik” sözcüğünü içerirler ve tamamen Maya programının simülasyon ve efekt yeteneklerinden bahsetmektedirler.

## **1.2. Simülasyon ve Görsel Efektlerin Tarihsel Gelişim Süreci**

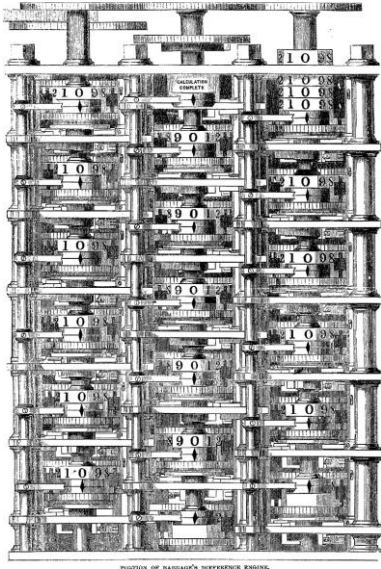
Tarihsel bölümde, Simülasyon, Animasyon, Görsel Efekt ve gelişim süreçleri içe içe olduğundan birlikte ele alınarak anlatılmıştır. Tasarım ve eğlence sektöründeki simülasyon, sanat, film, televizyon, bilgisayar oyunları, görsel efektler ve mimari sunumlar gibi pek çok

büyük ve popüler endüstriyi kapsamaktadır. Bu bağlamda simülasyon tarihinin disiplinlerarası bir yöntemle ele alınması daha açıklayıcı olabilir.

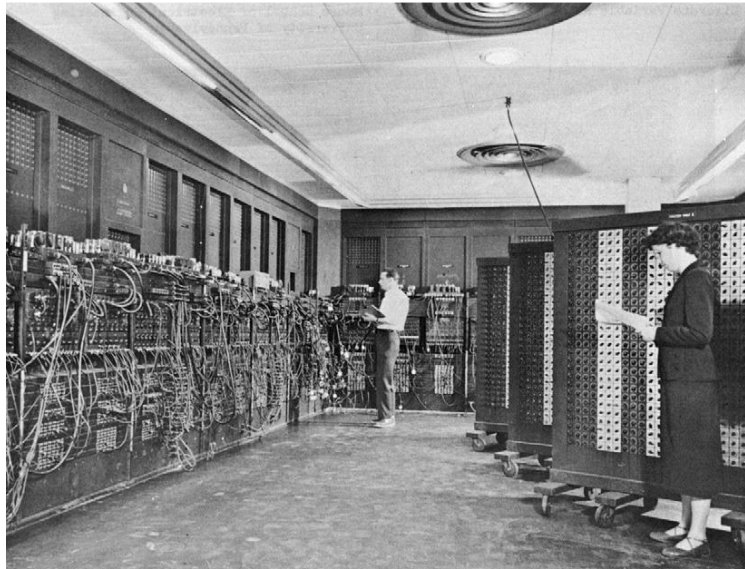
Simülasyonun tarihi bu terimin anlamının son zamanlardaki değişiminden ve bilgisayarların tarihinden daha eskilere dayanabilir. Örneğin uçuş simülatörleri Wright Kardeşler'in ilk uçak denemelerine kadar götürülebilir ve ekonomi, fizik ve mühendisliğin simülatörlerle çok derin bir tarihsel bağı olduğu görülebilir. Fakat simülasyonlar tarihteki asıl yerini soğuk savaş politikası alanında (hem politik hem de savaşçıl) ya da eğitim alanındaki kullanımlarıyla tam olarak sağlamlaştırmışlardır (Ulrich, 2005: 333).

Roma ordusunun iki birliği arasında eğitim amaçlı mücadeleler yapıldığı bilinmektedir. (M.Ö. 500 – M.S 1500 arası). Rönesans dönemi boyunca (1200 – 1500 arası) ya da öğrenme çağında sanatçılar binaların ya da heykellerin modellerini tasarımlarında kullanmışlardı. Bu modeller sanatçıların, komisyoner ya da patronlarına mermer bir büst ya da sanduka gibi pahalı bir çalışmaya başlamadan önce bir sunum yapma fırsatı sağlıyordu. O dönemin en bilinen bilim ve sanat adamı Leonardo Da Vinci'dir. Leonardo pek çok icat ve projesini sıklıkla modellerle test ederdi. Bu zamanlarda da Avrupa yeni bir yarışma ile karşılaşmıştır. Bu da zeka ve hüner gerektiren bir oyun olan satrançtan gelmiştir. Satranç eşit güçlere sahip iki ordunun birbirine üstünlük sağlamaya çalıştığı simüle edilmiş bir savaş alanıdır. 18. Yüzyılla beraber askeri modelleme, simülasyon ve eğitim yeni bir perspektif kazanmıştır. 1780'de İngiltere deniz kuvvetlerinde gücünün en doruk noktasındayken, John Clerk adında bir İskoçlu taktiksel öngörüler kazanmak amacıyla model gemilerin kullanıldığı bir metod geliştirmiştir. Clerk, gemi modellerini savaşan tarafların güçlerinin geometrik etkisini analiz etmek için kullanmıştır. Öte yandan Prusyalılar da savaş simülasyonlarının faydasını görmüş ve kendi orduları içinde eğitim programları oluşturmuştur. Birleşik Devletlerde de Binbaşı W.R. Livermore, mühendislik biriminin başı olarak, Amerikan ordusunu modern savaş oyunlarıyla tanıştıran kişi olmuştur (Banks ve Sokolowsky, 2009: 9-11). Burada Banks ve Sokolowsky'nin simülasyon örneklerini, Ulrich'in tanımıyla örtüştürerek, simülasyonun politika, eğitim ve savaş alanındaki kullanımlarıyla günümüze kadar ulaşabildiği söylenebilir. Dolayısıyla pek çok diğer icat gibi, simülasyon da insanın savaşta hayatta kalmak, hayat kurtaran icatlar yapmak gibi temel ihtiyaçlarından doğan bir gereksinim olabilmiştir.

Simülasyonun temel ihtiyaçları karşılamanın ötesinde daha da karmaşık ve yapıcı bir yapıya bürünmesi 1800 yılları sonlarına doğru görülebilir. Simülasyon tabanlı bir makinenin ilk tasarımları 19. Yüzyıl'da Charles Babbage'ye kadar götürülebilir. Babbage karmaşık matematiksel işlemleri yapabilen bir makine tasarlamaya çalışmıştır (Resim 1). Ne yazık ki bu analitik motor hiçbir zaman finanse edilememiş ve onun pek çok modern fikirleri neredeyse sonraki yüzyıl boyunca hayat bulamamıştır. İlk bilgisayarlar mekanik toplama makineleriydi. Daha sonra 2. Dünya Savaşı'nda Birleşik Devletler'de iletişim kodlarını kırmak, topçu masaları yaratmak ve matematikle atom bombası geliştirmek için kullanılmışlardır. Devlet ya da büyük araştırma enstitüleri dışında diğer insanlar için çok da yararlı olmamışlardır. İlk olarak çok büyüklerdi ve genişlikleri bir binanın tüm katını kaplamaktaydı. Pahalıydı ve sık sık bozuluyorlardı. Bunun nedeni ise modern transistörler yerine vakum tüplerini kullanmalarıydı. Uzun aydınlatma ampüllerine benzeyen bu tüpler büyük, hassas ve kırılğandı. Bu bilgisayarlar interaktif değillerdi ve ekranları da yoktu. Her denklem, bilgisayarlardaki devreleri değiştirerek, santralde programlanmak zorundaydı. Değişkenler delikli bir kart sokularak girdi alınıyor ve aynı şekilde cevaplar da öyle alınıyordu (Resim 2) (Chopine, 2011: 1).



(1)



(2)

**Resim 1. Babbage'in Analitik Makinesinin Bir Kısımının Çizimi**

**Resim 2. ENIAC.**

**Kaynak:** Chopine, A. 2011. *3D art essentials: The fundamentals of 3D modeling, texturing, and animation.* Focal Press, USA.

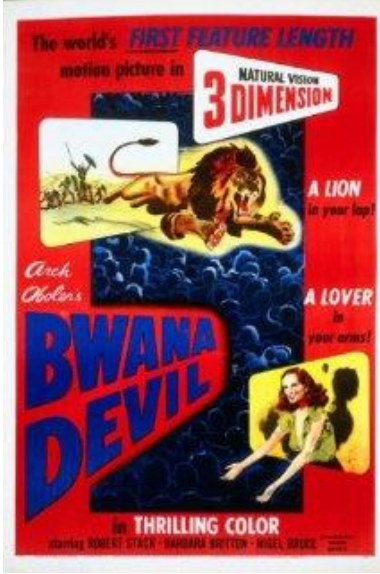
19. yüzyıl sonlarına gelindiğinde ise, sinema’da görsel efektler alanında da gelişmeler yaşanıyordu ve simülasyon artık görselleştirme alanında yerini almaya başlamaktaydı. Geniş çaplı olarak ilk bilinen görsel efekt Thomas Edison’un New Jersey’deki stüdyosunda 1895 yılında çekilen “The Execution of Mary; Queen of Scots” adlı tarihi bir dramdır. Daha sonradan Edison’un ekibine katılan yönetmen ve prodüktör Alferd Clark, Kraliçe’nin kafa kopma sahnesi için kamerayı durdurup, aktör yerine kafası kolayca çıkarılabilen kukla konularak çekilen bir teknik geliştirmiştir. Bir yıl sonra Fransa’da George Melies adlı bir sihirbaz aynı tekniği Paris sokaklarını çekerken kullanmıştır. Kamera çekimini durdurup birkaç saniye içinde tekrar çekim yaparak sokaktan geçen bir otobüsü görünürde bir cenaze arabasına çevirecek kadar zaman bulabilmekteydi. Melies sonraki 15 yıl boyunca ürettiği filmlerde bu tip teknikleri kullanmıştır. Edwin S. Porter, Edison ekibinin bir üyesi olarak, 12 dakikalık The Great Train Robbery (1903) filminde bu tekniklerden yararlanmıştı. Film, büyük bir mihenktaşı olarak nitelendirilmiş ve halk ile geleceğin film yapımcıları arasında büyük bir hayranlık uyandırmıştı. Sahnede bir tren istasyonunun bilet ofisinin içinden dışarıda hareket eden bir tren gösterilmiştir. Ofis bir set olarak hazırlanmış ve dışarısının karanlık olduğundan emin olduktan sonra bu dış alanlarda herhangi bir görünüm gizlenmiştir. Yapımcılar bu karanlık alanın üstüne daha sonradan hareket eden tren görüntüsünü bindimşlerdir. Bu filmde perspektifin doğru eşleşmediğini görsek bile 1903 yılını düşündüğümüzde bu oldukça başarılı bir tekniktir (Jeffrey, 2010: 4-5). Öte yandan Jae Hyung Ryu’un tezinde yine aynı yıl olan 1895’te çekilen ve genel olarak sinemanın mihenk taşı olarak kabul gören Lumières kardeşlerin Train Arriving at a Station filmi de ilk görsel efekt kullanımında olarak kabul edilebilmektedir. Ryu’ya göre bu filmde sinematografi insan gözü bakış açısından alındığından ve gerçeklik gerçekçi bir resimden çok daha ötede olduğundan, film görsel efektin kendisidir. “Özel efektler” 1926 yapımı What price Glory filminde resmi ve orijinal olarak kredilerde gözüksede (Rickitt, 2010: 18), özel efektler bu filmin doğuşuyla varolmuştur. Ryu daha da ileri giderek trenin sahneye gelişini gerçek sanıp korkan ve kaçışan seyircileri de gerçeklik efektinden korktuklarından dolayı sanal gerçeklik (virtual reality) örneği olarak da sayabilmektedir (Ryu, 2007: 52). Burada hangi filmin tam olarak hangi türün ilk örneği olduğu tam olarak belirsiz olabilir çünkü simülasyon, görsel ya da özel efekt, sanal gerçeklik gibi terimler de görüldüğü gibi tartışmaya hem felsefi hem de teknik olarak açıktır ve dolayısıyla bunları tek bir film örneğine indirgemek de zor olabilmektedir. Burada yine George Melies’nin 1902 yapımı “Ay’a Seyahat” adlı filmi de

sıklıkla özel efektlerde mihenk taşı filmlerden biri olarak gösterilmektedir. Melies'nin de dediği gibi:

“Senaryonun bu filmde bir önemi yok çünkü ben konuyu sadece efekt ve şaşırtmacalara sahne olması için yarattım” (Gunning, 1990: 57).

1920 yılları da filmlerin arkaplanlarında kullanılan, oldukça güçlü bir etkiye sahip derinlik izlenimi yaratıp, film boyutunu inanılmaz derecede genişleten mat boyama sanatına tanıklık etmiştir. Kaliforniya'dan Norman Dawn, İngiltere'den Percy Day gibi mat boyama sanatçıları, dijital araçlar kullanılana kadar, bu alandaki teknikleri keşfedip geliştirmişlerdir. Norman Dawn genellikle 1907'deki California Missions filminde kullandığı cam boyamalarıyla itibar kazanmıştır. Peter Ellenshaw'ın üveybabası ve Albert Whitlock'un öğretmeni olan Percy Day ise kariyerine 1919'da başlamış ve 1940'da arkaplanının mat boymalarını yaptığı Thief of Baghdad ve 1947'de Black Narcissus ile ün kazanmıştır (Jeffrey, 2010: 4-5). Öte yandan 1910 yılları yumuşak geçiş, dairesel geçiş gibi efektlerin de yaratıldığı bir çeşit standardizasyon dönemi de olmuştur (Rickitt, 2000: 16). D.W. Griffith'in 1915 yapımlı “Bir Ulusun Doğuşu” buna bir örnek olabilir. Özetle 1920'ler, Pinteau'nun deyimiyle olağanüstü teknik deneyimlere tanıklık etmiştir (Pinteau, 2004: 29).

1950'lerdeki en etkili sunum biçimi iki boyutlu yüzeyleri ekrandan çıkartıp, izleyiciye gelirmiş gibi gösteren 3 boyutlu tekniktir. Daha önceden pek çok 3 boyutlu teknik deneyimleri yaşatılmışsa da, 3 boyutlu sinema 1952'de bağımsız olarak üretilen Bwana Devil'in sinemalarda gösterilmesiyle gerçek popülerliğine kavuşmuştur. Aslında Bwana Devil'deki 3 boyutlu efektler oldukça başarısız, kameraya doğru atılan mızrakların seyirciyi oldukça zor etkilediği ve arasıra karşılaşılan zayıf, eski sirk aslanlarının filmin afişlerinde vadettiği “aslan kucağınızda” sloganından oldukça olduğu görülebilir (Resim 3). Tüm bunlara rağmen bazı yeniden gözden geçirmelerle, Bwana Devil izlenme listelerinde yükseklere tırmanmıştı (Rickitt, 2007: 290).



(3)



(4)

### Resim 3. Bwana Devil Film Afışı

**Kaynak:** <http://www.imdb.com/title/tt0044462/>, Ekim 2015.

### Resim 4. Üç Boyutlu Gözlüklerle Filmi İzleyen Seyircisi, 1952

**Kaynak:** Rickitt, R. 2007. *Special effects: The history and technique*. Billboard Books, Sutherland, I. 1965, The Ultimate Display. Proceedings of IFIP Congress 2: 06-509, USA: 506-509.

1950'lere ek olarak Amerika ve Sovyetler Birliği arasındaki Soğuk Savaş'ın da, özellikle uzay yarışının o dönemdeki bilim kurgu filmlerine konu olarak, görsel efektler alanında pek çok özelliğin arka sahne boyama (matte painting), el çizimi animasyon, gelişmesine de katkı da bulunduğu söylenebilir.

“Analog (elektronik birleşenlere sahip olmayan) görsel efektler, arka plan boyama, ön ve arka projeksiyon Bilim Kurgu filmlerine kullanılarak stüdyoların prodüksiyonda olan etkisini arttırmıştır. Örneğin Star Wars'ın köpek dalaşı uzay mekiği sahneleri, bilgisayarla desteklenen hareket kontrol sistemi ile yapılmıştır.” (Ryu, 2007)

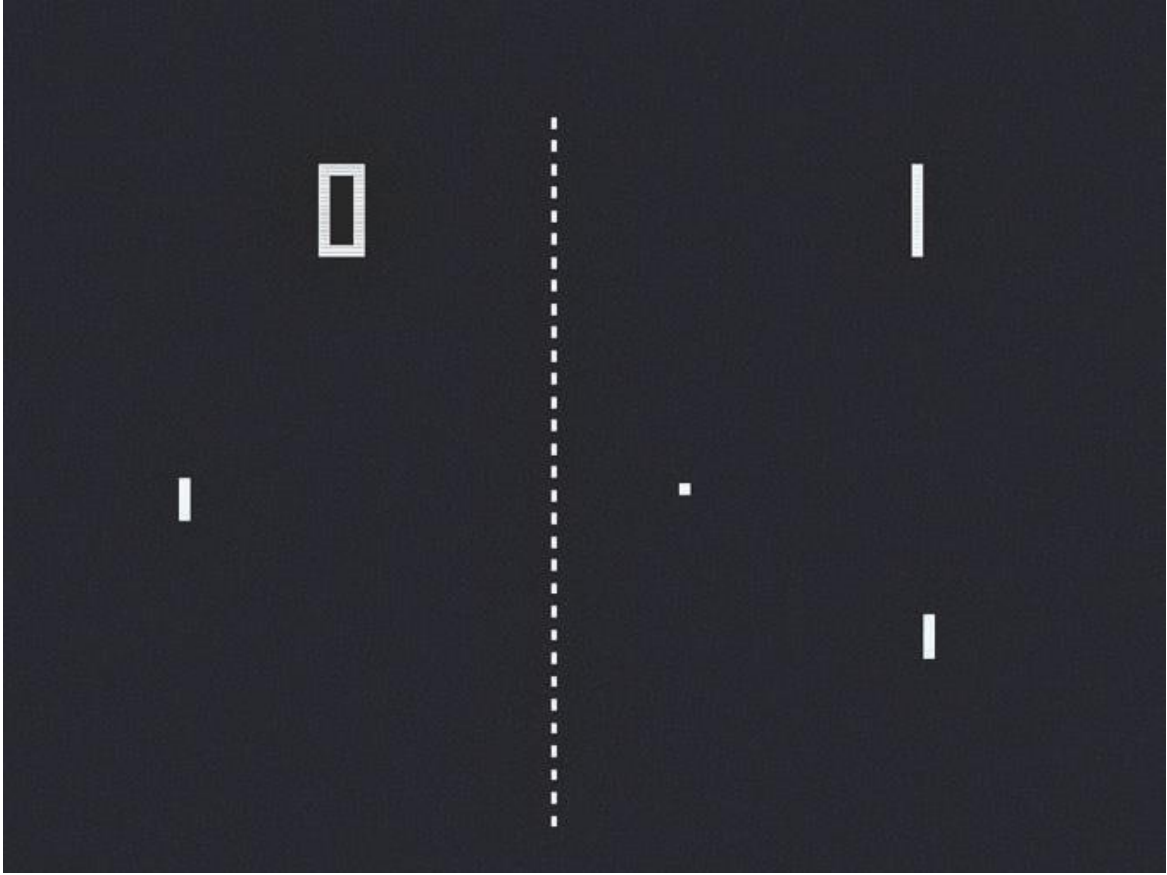
1960'lar ise bilgisayar grafiği ve bilgisayar animasyonunun yaratıldığı dönemlerdi. Bu 10 yıllık sürede bilgisayarlar kısıtlı hesap makinelerinden yaratıcı ve değiştirici birer makinelere dönüşmüşlerdi. Bu değişimde kullanıcı etkileşimine izin veren donanımsal yapılar ve gerçek zamanlı değişimleri getiren yazılımlardaki fikirler etkin olmuştur. William Fetter 1960'da Bilgisayar Grafiği (CG) terimini yaratarak ünlenmiştir. Boeing'deki

çalışmalarında 3 boyutlu objeleri hatta Boeing Man olarak nitelendirilen insan bedenini bilgisayarlarla yaratması sonucunda 3 boyutlu animasyonun babası olarak ünlenmiştir (Beane, 2012: 11).

1962'de bilgisayar programcısı Steve Russell ve Massachusetts Institute of Technology (MIT)'deki ekibiyle Spacewar isimli ilk video oyununu yaratmışlardı. İki oyunculu bu oyunda iki uzay gemisi birbirini yok etmeye çalışırken aynı zamanda güneşe çarpmamaya dikkat etmek zorundaydılar. Bilgisayar grafiklerindeki bu olağanüstü gelişmelerin yanında, o dönemdeki bilgisayarlarda, günümüzün aksine kullanıcı arayüzü yoktu. Onun yerine sadece boş bir ekran ile yanıp sönen bir ok vardı ve bir bilgiye ulaşmak için sistemin ve hafızanın bilinmesi gerekiyordu. 1963'te Ivan Sutherland "Sketchpad" adlı bir çizim programı ve bunun içinde basit şekilleri çizebilen ışıklı bir kalem yarattı. Bu sistem günümüz çizim ve boyama programlarının mükemmel düz ve dairesel çizgi çizebilmesi için bir minenk taşı oldu. Sutherland'ın sistemleri için kullanılan ışıklı kalem insanoğlu tarafından klavye, tuşlar ve modem dışında bilgisayar ile çalıştırılabilen ilk aygıtlardan biri oldu. Bu sistem aynı zamanda bilgisayar için ilk grafik arayüzü olarak da düşünülmektedir (Beane, 2012: 11). Fakat insanlar her zaman daha fazlasını istemiş, sadece monitörü izlemek ve resimlere bakmak yerine bu dünyaya girip daha da interaktif olmak istemişlerdir. Bu teknoloji aşırı derecede popüler ve moda uygun olmuş ve günümüzde olduğu gibi "Sanal Gerçeklik" (Virtual Reality) adını almıştır. İlk fikir Ivan Sutherland tarafından 1965'te geliştirilmiştir: "Sanal dünyayı pencerede gerçek gibi göstermek, dinletmek, hissetmek ve izleyicinin hareketlerine gerçekçi bir şekilde karşılık vermek" (Sutherland, 1965). O zamandan beri pek çok araştırma yapılmış şöyle bir söylem geliştirilmiştir: "Sutherland ütöpik mücadelesine henüz başarıya ulaşmamıştır ancak en azından bize ne olduğunu göstermiştir" (Brooks, 1995).

1970'lerde aynı zamanda ilk 3 boyutlu animasyon stüdyoları kurulmaya başlanmıştır, bunlara Information International Incorporated (Triple-1), Robert Abel Associates, Digital Effects ve Lucasfilm de dahildir. Lucasfilm aynı zamanda Graphics Group adlı bir bilgisayar grafikleri birimi de kurmuş ve bu birim sonradan Pixar olmuştur. 1970'lerin ortalarında filmlerde ilk 3 boyutlu imajlar 1976 yapımı Futureworld filminde Catmull ve Frederic Parke'nin ızgara el ve yüzüyle kendini göstermeye başlamıştır. 1977 yılında Akademi Ödülleri "En iyi görsel efekt" dalını faaliyete sokmuştur. 2 yıl sonra Alien

filmi yerleşik bilgisayarlarda geminin demirleme sahnesini futuristik bir gerçekçilikle göstermek için 3 boyutlu animasyon kullanmıştır. 1979'da Disney "Kara Delik" filmini çeker ve filmi girişinde 3 boyutlu bilgisayar grafiklerini kullanır. Video oyunu Pong da, 1972'de Nolan Bushnell tarafından Atari firması için yaratılmıştır. İlk video oyunu olarak Pong, günümüz ticari oyun endüstrisinin itici gücü olarak itibar kazanmıştır. Pong 2 boyutlu bir oyundu fakat günümüz 3 boyutlu oyunları için bir zemin hazırlamıştı (Resim 5) (Beane, 2012: 10-12).



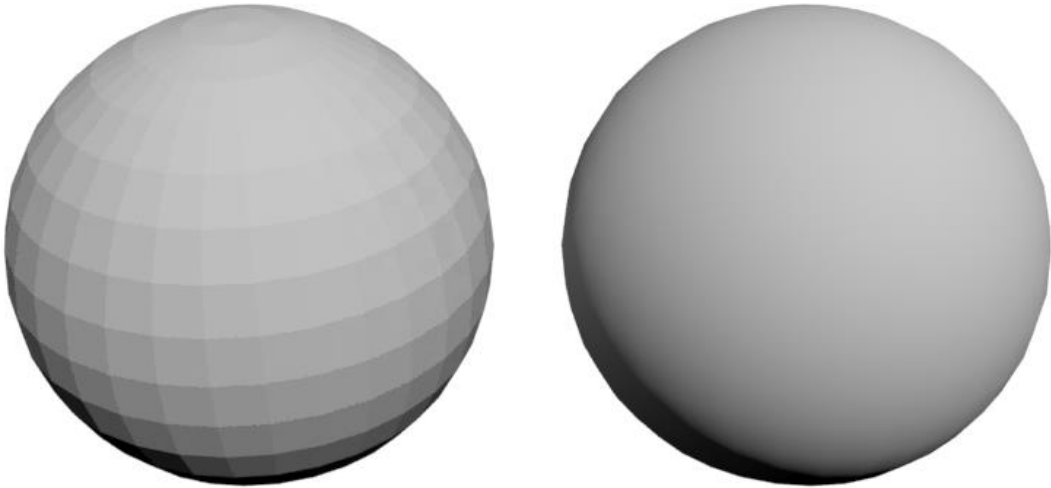
**Resim 5. Pong Oyunu Arayüzü**

**Kaynak:** Beane, A. 2012. *3D animation essentials*. Sybex Serious Skills, Wiley, Canada.

Öte yandan 1970'lerde bilgisayarlar gittikçe küçülmüş ve daha hızlı işlem hale gelmiş, aynı zamanda 3 boyutlu görsel yüzeyler fikri keşfedilmiştir. Yine bugün 3 boyutlu animasyonda kullandığımız kaplamalar ve render'lar bu dönemlerde keşfedilmiş, filmlerdeki 3 boyutlu animasyonlar da daha gerçekçi bir hal almıştır. 1971'de mikroişlemci geliştirilmiş ve bu da bilgisayar elektroniklerinin tek bir çipte ufaltılabilmesini sağlamış, 3 boyutlu animasyonun temel yapıları bu 10 yıllık dönemde bulunmuştur. Özetlemek



gerekirse, bugün 3 boyutlu program kullanıcılarının programlarda farkına varmadan kullandığı pek çok terim veya belli bir özelliği simgeleyen kişi isimleri bu dönemlerde oluşmaya başladı. Bu konuda sayısız terim bulunabilir ve bu örneklerden biri “Gouraud Gölgelemesi”dir. Utah Üniversitesi’ndeki araştırmacılar gizli 3 boyutlu yüzeylerin ekranda görünür 3 boyutlu yüzeyler olarak render alınmasına olanak sağlayan bir algoritim geliştirmişlerdir. Bu ana kadar bir teknisyenin yapabildiği tek şey ızgara çizgileri çizip, düz yüzeylerle poligonları oluşturmak ve sonuç olarak bir objenin çok boyutlu ve bodur gözükmelerini sağlayabilmektir. Fakat 1971’de Henri Gouraud “Gouraud Gölgelemesi”nü yarattı ve bu da bodur poligon yüzeylerinin daha da gerçekçi ve yumuşak gözükmelerini sağladı (Beane, 2012: 12). Resim 6’da düz gölgeleme ve Gouraud gölgelemesi arasındaki fark görülebilir.



**Resim 6. Aynı Poligon Küresinin Solda Düz ve Sağda Gouraud Gölgelemesi**

Ersin Ertan arşivinden, 2016.

Ed Catmull, Utah Üniversitesi’nde çalışmalarını bitirirken 1974 yılında 3 boyutlu grafiklere daha da gerçekçi bir görünüm kazandıran doku haritlendirmesini (texture mapping) yarattı. Catmull çalışmalarına pürüz giderici (anti-aliasing) ile z-derinliği (z-buffering) alanlarında da devam etti ve Pixar Animasyon Stüdyo’ları ile Walt Disney Stüdyosuna başkan oldu (Beane, 2012: 12).

1975'te Martin Newell Utah, render algoritmelerini test etmek için Utah çaydanlığını, başka bir deyişle Newell çaydanlığını yarattı. Bu model günümüz animasyon ve modelleme yazılımlarında hala kullanılmakta, bazı programlar Newell'in onuruna bu çaydanlık modelini şaka olarak ve endüstrideki etkisi hatırına barındırmaktadır. Dahası bu model günümüzde 3ds Max programıyla bile özdeşleşmiştir. Dairesel gövdesi, tutma yeri ve kendi üzerine düşen gölgesi dolayısıyla bu model o dönemde render için ideal bir obje olarak düşünülmekteydi. Toy story, The Simpsons'ın Treehouse of Horror VI bölümü ve Pixar'ın Monster Inc. animasyonlarının bazı sahnelerinde Utah çaydanlığı gönderme ve şaka amaçlı görülebilir (Resim 7).

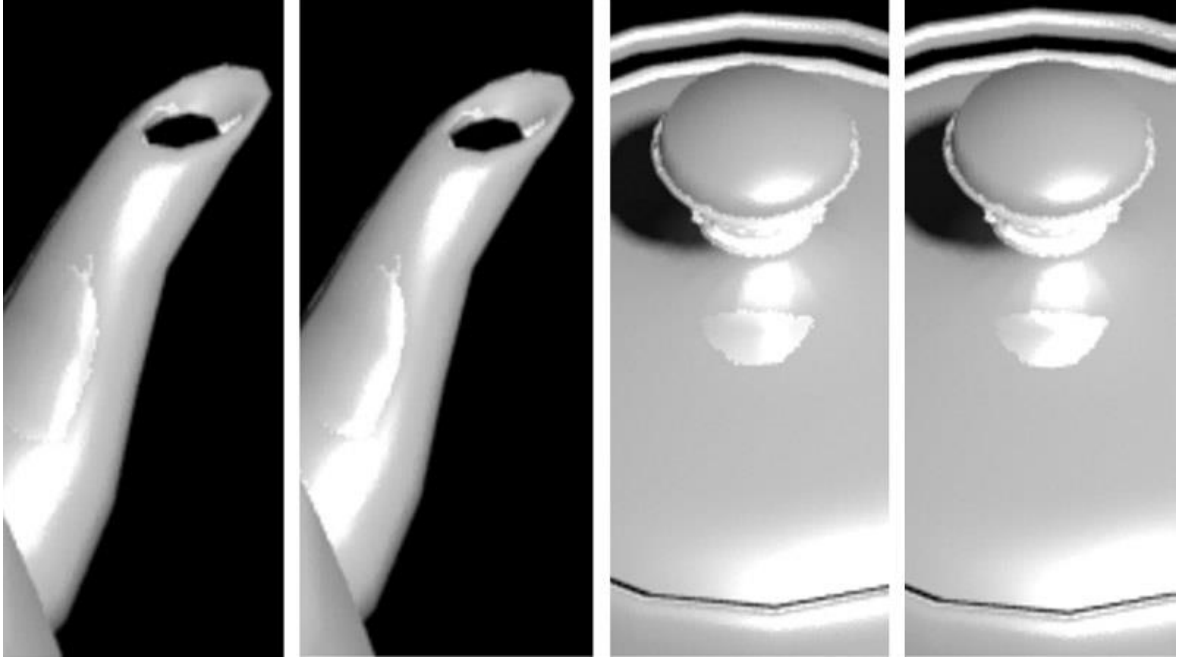


### **Resim 7. 3ds Max Programındaki Utah Çaydanlık Modeli**

Ersin Ertan arşivinden, 2016.

1978'de James "Jim" Blinn, kabartılı-haritalama kaplama tekniği ile bir yüzeyi sanki kabartılar, tümsekler ve çukurlara sahipmiş gibi gözükmelerini sağladı. Bu teknik 3 boyutlu modellerin daha da gerçekçi gözükmelerini sağlamıştır. Blinn aynı zamanda çevrele haritalama adını verdiği kaplama yöntemiyle programlardaki 3 boyutlu objelerin gerçekte olduğu gibi etrafındaki çevreyi yansıtmasını sağladı. Bu da Utah çaydanlığının ilk gösterisi olmuştu. Aynı zamanlarda Bui Tuong Phong objelerin ışığı alan parlak kısımlarını gerçekçi gösterebilen Phong yansıma modelini yarattı. Daha sonra Blinn Phong gölgeleme modelini

modifiye edip parlak kısımların daha yumuşak yansıtılmasını sağlamıştır (Resim 8) (Beane, 2012: 13).



**Resim 8. Utah Çaydanlığında Blinn ve Phong Yansımaları Arasındaki İnce Farklar**

Ersin Ertan arşivinden, 2016.

1982’de Disney, Tron’u yarattı ve bu filmin büyük bir çoğunluğu bilgisayarda yapıldı. Sahnelerin pek çok bölümü bilgisayarlarla üretilmişti ve Disney bunu büyük bir promosyon aracı olarak kullandı. Sinema gişesinde başarısız olmasına rağmen Tron bilgisayar tabanlı grafikler (CGI) dünyasında kısa süreli bir etki yaratmış ve araştırmalar devam etmiştir. Pek çok önemli CGI sahneleri ilerleyen yıllarda, Star Trek 2: The Wrath of Khan’daki “Yaratılı Sahnesi” (1982) ve The Last Starfighter’daki uzay savaşı elementleri (1984) gibi, yaratılmaya devam edilmiştir. Finch’e göre burada yaratılan bilgisayar destekli hareket kontrolleri, daha önce de bahsettiğimiz ILM’nin ilke görsel efekt süpervizörü olan John Dykstra’dan sonra Dykstraflex olarak adlandırılmıştır (Finch, 1984: 245). Ancak 1990’lara kadar bilgisayarların bildiğimiz baş döndürücü potansiyeli hissedilmez (Rickitt, 2007: 33).

Görsel efektler, 1990’lara gelindiğinde muazzam bir dönüşüm geçirmiştir. Bu zamana kadar bilgisayarla orjinal imaj üretmek oldukça hızlı ve kolay olmasına rağmen, imajlar hala geleneksel optik tekniklerle filme manipüle edilip bütünleştirilmekteydiler.

Ancak on yılın başındaki güvenilir tarama ve kaydetme teknolojilerindeki gelişmeler, film imajlarının dijital ortamlara dönüşmesine, bilgisayarla manipüle edilmesine ve filme tekrar kaydedilip gösterilmesine olanak sağlamıştır. Filmin dışında ve içinde kalite kaybetmeden dijital medyumların kullanılabilmesi, Hollywood'ta dijital devrimi başlatmıştı (Rickitt, 2007: 35).

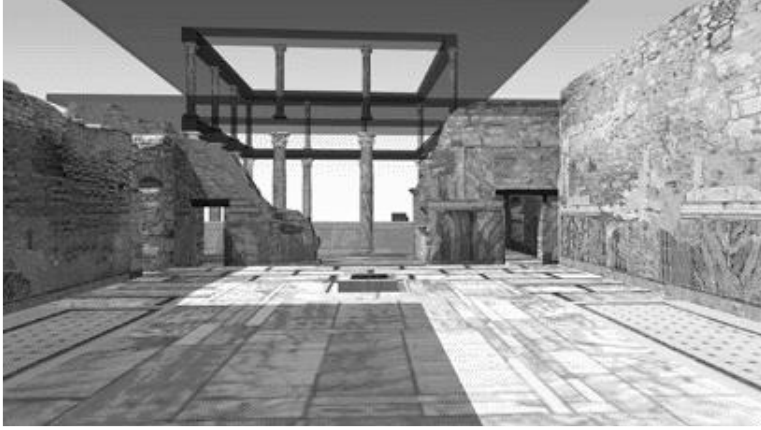
“1990’ların başında da sanal gerçeklik alanının gelişmesi çok çekişmeli olmuş ve Sanal Gerçeklik teriminin kendisi fazasıyla popüler olmuştur. Sanal Gerçeklik terimini hemen hemen her medyada duyabiliriz, insanlar bu terimi sıklıkla kullanılır ve bazı durumlarda da yanlış kullanımlar olabilir. Bunun nedeni bu yeni, gelecek vaad eden, heyecanlı teknolojinin bilgisayar grafiklerinden daha cezbedici olmasıydı. Sonuç olarak bu durum günümüzde de 3 boyutlu bilgisayar grafikleri ve Sanal Gerçekliğin sınırlarının belirsiz olmasına yol açmıştır” (Mazuryk ve Gervautz, 1996: 2-3).

Sanal Gerçekliği bir görsellik aracı olarak kullanmanın ilk girişimleri mimari dolaşım sistemleriydi. Bu alana özgü öncü çalışmalar 1986 yılından sonra (Brooks, 1986) North Carolina Üniversitesi'nde, yeni jenerasyon sistemleri düzenli bir şekilde geliştirilerek yapılmıştır (Brooks, 1992).

Pek çok diğer araştırma grupları da etkileyici uygulamalar yapmıştır. Vatikan'daki St. Peter Bazilikası'nın Stuttgart'taki Virtual Reality World'95 Kongresi'ndeki sunumu ya da ticari Görsel Mutfak tasarım araçları buna örnek olarak verilebilir. Sanal gerçekliği bilgisayar grafiklerinden üstün kılan şey görsel binanın en gerçekçi resim veya animasyonla bile ulaşılamayan mekan ve orada bulunma hissiydi. Gerçek mekanlardakinden de öte farklı ışık etkileriyle bu sanal mekanlarda gezinmek mümkündü. Hatta Dresden'deki parçalanmış Frauenkirche'de ya da daha önce hiç varolmamış bir mekanda gezinmek bile mümkündü (Resim 9 ve 10).

Sanal gerçekliğin bir diğer kullanım alanı da bilimsel görselleştirmedir. Yüksek miktarda görsel bilgiyle yüklenmiş 3 boyutlu alanda gezinmek neredeyse yürümek kadar kolaydır. Böyle bir uygulamaya örnek olarak NASA Ames Araştırma Merkezi'nde geliştirilen “Sanal Rüzgar Tüneli” (Bryson, 1993) verilebilir (Resim 11). Bilim adamları bu

programını kullanarak girdi için veri eldivenini ve görsel dumanı bir uçağın ya da uzay mekiğinin etrafındaki hava akımında test etme imkanı bulmuştur. Etrafında hareket ederek (BOOM görselleştirme teknolojisi kullanarak) hava akımının dinamik davranışını ve dengesiz alanları izleyip analiz edebilirlerdi (Mazuryk ve Gervautz, 1996: 6-7).



(9)

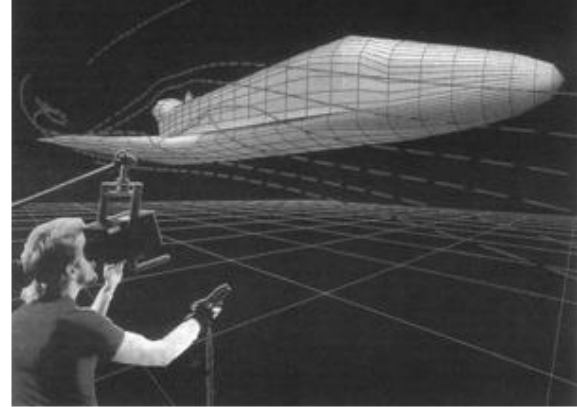


(10)

**Resim 9. Mimaride Sanal Gerçeklik: Efes Harabeleri (TU Vienna)**

**Resim 10. Dresden'deki Parçalanmış Frauenkirche'm Yeniden İnşası**

**Kaynak:** Bryson, S. 1993 A. *The Virtual Wind Tunnel*. SIGGRAPH'93 Course, No. 43: 2.1-2.10.



**Resim 11. NASA Ames'teki Sanal Rüzgar Tüneli'nin Hava Akımı Keşfinde Kullanılması: Solda Dış Görünüm, Sağda İç Görünüm**

**Kaynak:** Bryson, S. 1993 B. *The Distributed Virtual Windtunnel*. SIGGRAPH'93 Course, No. 43: 3.1-3.10.

Öte yandan bu gelişmelere paralel olarak son yüzyıl boyunca görsel efekt sanat ve teknolojisi usanmadan geliştirdi ve sinema ikinci yüzyılına girerken sadece çok az başarısız efekt kalmıştı. Bilgisayar tabanlı görsellikteki inanılmaz gelişmelerle artık

insan zihnini çok kolay kandıran yapay imajlar yaratmak mümkündür. Son dönemde görsel efektlerdeki teknolojik gelişmeler sadece günümüz teknolojisini daha da düzgün hale getirmiş, görselliği daha etkili ve ucuz yaratmaya olanak sağlamıştır (Rickitt, 2007: 289).

1997’de göze çarpan Titanik filmi 3 boyutlu dijital efektlerde büyük bir sıçrama yaratmıştır. Gemiden düşen insanlar, gemi çarpma anı, batması ve benzerleri gibi sayısız efekt barındıran bu film elbette filmde bilgisayar grafiklerinin kullanıldığı ilk film değildir ancak bu efektlerin en üst düzeyde profesyonelce kullanıldığı ve bu sayede 13 yıl boyunca film listelerinde zirvede olan bir yapım olmuştur (Resim 12) (Hollander, 1998 ve Metz, 2006).



**Resim 12. Titanik Filminden Bir Kare**

**Kaynak:** Wallace M. Titanic Picture, online, 1997.

Şu belirtilmelidir ki yukarıda bahsedilen filmler sinema endüstrisine yenilik getiren filmlerden sadece birkaçıdır. Ancak dijital efekt talebi, 3 boyutlu görselleştirme, bilgisayar grafikleri ve bütün modern teknolojiler artarak çoğalmışlardır ve hala günümüzde de hızla

yaygınlaşmaktadır. Dahası tüm bu gelişmelere iyi bir örnek olan “Avatar” filminden de bahsetmekte fayda vardır.

Avatar filmi James Cameron filmin çekiminden çok önceden yazılmıştı ve bunun nedeni Bilgisayar Grafikleri'nin en üst düzeyde kullanılması gereken sahnelerde bu teknolojinin imkanlarından ve bilgisinden yoksun olunmasıydı. Pek çok çeşitli teknik ilk defa bu filmde kullanılıyordu. İzleyiciyi büyüleyen ormandaki yağmur sahnesi, filmin pek çok yerinde gözüküyordu. Bu yüzden film yapımcıları 3 boyutlu büyüyen yeşil bir orman sistemi geliştirdiler ya da örneğin yeni ve üstün performanslı bir ışıklandırma tekniği keşfederek film boyunca farklı izlenim ve ifadeleri seyirciye yansıtabildiler. Dahası filmdeki lüks Pandora dünyasındaki ormanlar, şelaleler, 6 ayaklı yaratıklar, avatarlar ve de uçan ejderler tamamen bilgisayar ürünüydü. 3 boyutlu model ile gerçek insan arasındaki gerçek zamanlı yüz ve kas hareketleri yakalama teknikleri dijital efekt endüstrisini bir adım ileriye taşımıştır. James Cameron ve diğer film yapımcıları “Donanım Kaskı” (Rig Helmet) adında özel ışıklar ve yüze bakan kamera ile donatılmış yeni bir aygıt keşfetmişlerdir. Burada kamera insan yüzünü tanımakta, ifade ve kas hareketlerini yakalayıp, bilgisayardaki zaten donatılmış ve kaplanmış hazır 3 boyutlu modele göndermektedir. İnsan hareket ettiği zaman aynı anda bilgisayardaki model de hareket etmektedir. Gerçekçi görünümü ve detaylı yüz ifadeleriyle donatılmış avatarlar, bu teknik sayesinde izleyiciye gerçekçi ve insan benzeri yaratıklar gibi görünebilmektedir (Resim 13) (Robertson, 2009: 12-20).



**Resim 13. Avatar Filminde 3 Boyutlu Kurgu, Sağdaki Kesitte Donanım Kaskı, Solda Bilgisayardaki Hali**

**Kaynak:**<http://avatarblog.typepad.com/avatar-blog/2010/05/behind-the-scenes-look-at-the-motion-capture-technology-used-in-avatar.html>, Kasım 2015.

“Yeni dijital dönem, film ve reklam videolarındaki eski geleneksel yapım yöntemlerine kıyasla, çok güçlü bir değişim geçirmiştir ve sinematografi endüstrisine yeni imkanlar ve potansiyeller getirmiştir. Örneğin, dijital imkanlar günümüzde çok gelişmiş olduğu için, stüdyolar dünyanın herhangi bir yerine aktör olmadan küçük bir ekip yollayarak film ya da reklam videoları için arkaplan sahneleri elde edebilmektedirler. Sonuç olarak stüdyolar sahneleri filme alabilir ve onları içindeki aktörlerle, görsel efektler kullanarak harmanlayabilirler.” (Polozuns: 2013: 4-7)

Sonuç olarak teknoloji geliştikçe bir takım kavramların iç içe geçip ayrımların da silikleştiği söylenebilir. Modern görsel efektlerin görünmezliği yapım süresince ve post prodüksiyon aşamasındaki ayrımı görünmez kılmıştır. Simülasyon, görsel efektler ve sanal



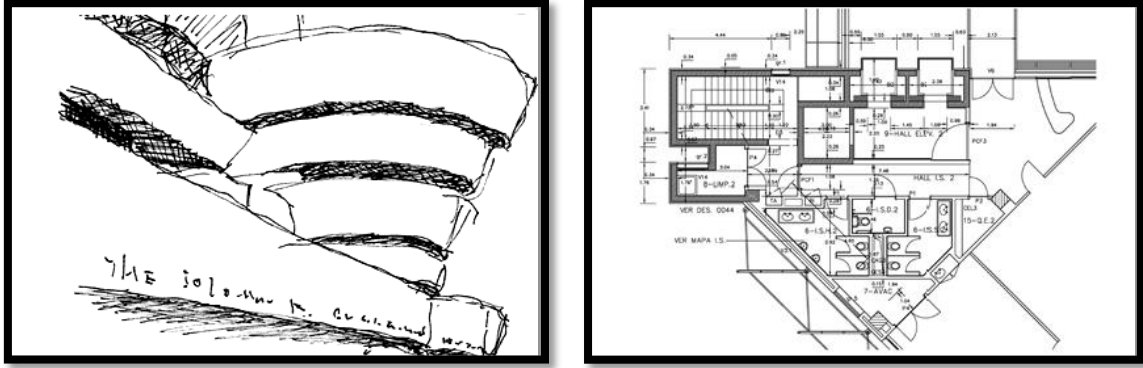
gerçeklik kavram ve tarihsel süreçleri, görüldüğü üzere birbirlerinden çok da ayrılmadan iç içe anlatılmıştır ve özellikle son dönemlerde bu ayrımı yapmak oldukça zorlaşmıştır. Simülasyonun gelişimiyle pek çok farklı disiplinin de buna paralel olarak geliştiği görülebilir ve bu disiplinler yukarıda bahsedildiği gibi genelde sinema, animasyon, bilgisayar oyunları ve eğitimidir ve bu disiplinlerin de gelişimleri birbirlerine dolanmıştır. Özellikle Simülasyon, sağladığı çeşitlilik ve ikna edicilikle görsel efektler, yaşamımızın ayrılmaz bir parçası olmuştur. Bu özellikleriyle, insan hayal gücünün görselleşmesi için ekonomik ve zamandan tasarruf ettiren özellikler de sağlamaktadır. Aynı zamanda tehlike gerektiren pek çok sahneyi de bilgisayarda çözümlenerek risk ve hayati tehlike faktörlerini de ortadan kaldırmaktadır. Bir sonraki bölümde simülasyon tabanlı görsel efektlerin genel tarihinden çıkarak iç mimari ve mimari ile olan özel tarihine değinilecektir.

### **1.3. Mimari Animasyon ve Simülasyonun Tarihsel Gelişim Süreçleri**

Daha önce de değinildiği gibi mimari animasyon ve simülasyon süreçleri içiçedir ve birlikte ele alınmıştır. Mimarlık alanı için üretilen spesifik program ve uygulamalar olmakla birlikte, genel simülasyon teknolojilerinden de faydalanılmıştır. Mimari animasyonlar aynı zamanda iç mimaride de kullanılmıştır. Dolayısıyla bu bölümde ikisi de eş zamanlı olarak anlatılmaktadır.

Mimarlığın bilgisayarla olan ilişkisinin son yüzyılın son yarısıyla birlikte ortaya çıktığı söylenebilir. İlk bilgisayar destekli tasarım araçları (CAD) mekanik ya da havacılık gibi mühendislik alanlarında kullanılmıştır. 1960'da Ivan Sutherland TX-2 bilgisayarını kullanarak MIT'in Lincoln Laboratuvarında CAD endüstrisinin ilk adımı olarak düşünülen "Sketchpad" adlı projeyi geliştirmiştir. Sketchpad yıllar önce üretilmiş olmasına rağmen pek çok tekniğe uygulanmıştır ve günümüzde hala önemli bir yere sahiptir (Lee, 1995). Bu program tasarımcılara interaktif grafik terminali karşısında oturup ekran gözükken objeleri ışıklı kalem ve klavye ile manipüle etme şansı vermiştir. 1963'te Sketchpad'in Spring Joing Computer Conference'daki sunumuna pek çok mühendis ilgi göstermiştir (Mitchell, 1977: 14-15). Gerçekten de el çizimleri, skeçler, boyamalar ile CAD sistemleri ile üretilen imaj ve modeller arasında büyük farklar vardır. Sutherland'ın Sketchpad'iyle (Sutherland, 1963) CAD sistemlerinin ortaya çıkmasından bu yana pek çok farklı medya ve türlerinin

potansiyeli keşfedilmiştir (Goldschmidt, 1991, Schön ve Wiggins, 1992, 1994, Robbins, 1994, Goel, 1995, Lawson ve Loke, 1997, Suwa ve Tversky, 1997, Verstijnen et al., 1998). Aşağıdaki resimde bu farklılıklar daha da iyi anlaşılabilir (Schnabel, 2004: 15).



**Resim 14. Solda El ile Sağda Autocad ile Çizilmiş Mimari Taslak**

**Kaynak:** Schnabel, M. A. 2004. *Architectural design in virtual environments: Exploring cognition and communication in immersive virtual environments*. A thesis submitted in partial fulfilment of the requirement for the Degree of Doctor of Philosophy at The University of Hong Kong, Honk Kong: 15, 16.

Kendir (2005) ise, 1970’li yıllardaki bilgisayar tasarımı ile mimarlık ilişkisini şöyle tanımlamaktadır:

“Bilgisayar teknolojisindeki gelişim eğitim, eğlence, tıp gibi birçok alanda etkisini hemen göstermiştir. Fakat mimarlar 70’lerin sonuna kadar bilgisayarı mimarlık alanına sokmak istemediler. Uzun süren bir direnisen ardından mimarlar bilgisayar teknolojisini çizim ve temsilde yardımcı bir araç olarak kullanmaya başladılar. Öncelikle simülasyon ve performans değerlendirmesi gibi mühendislikle daha yakından ilişkili konularda kullanılmaya başlanan bilgisayar, mimarların kullanabileceği program sayısı arttıkça tasarım çalışmalarında da yerini almıştır. Bu aşamayla birlikte bilgisayar destekli mimarlık kavramı ortaya çıkmıştır (Kendir, 2005).”

Botta’nın 1980’lerdeki görüşü ise Kendir’i destekler ve onun devamı niteliğindedir. Botta’ya göre üç boyutlu bilgisayar grafikleri, mimari animasyonlara büyük ölçüde yardım etmiş, iş yükünü hafifletmiştir. Çok kısa bir süre sonra da CAD araçları üç boyutlu

modelleme ve render için (imaj yaratmak için ışık, renk, kaplama ve kamera pozisyonları kullanarak) modüller içermeye başlamışlardır. Animasyon araçları standart mimari dosya formatlarını programın içine alabilmekteydiler. Bunlardan önceki animasyon teknikleri görünürde mimari animasyon için uygulanabilir değildi ve bu yüzden bu araçların resmetme özelliğinde iyi olduğu araçları sıkıştırılıyordu. Dahası üç boyutlu bilgisayar grafikleri mimarların kalem-kağıt perspektifi gibi tekniklere olan bağımlılığını da azaltmıştır. Diğer yandan üç boyutlu animasyon da mimarların mimari uzay deneyimini iletme deneyimlerini destekliyordu (Botta, 2012: 1).

Grafiksel kullanıcı arayüzü (GUI), 1980'lerde emir komutlu arayüzlerin yerine geçmeye başlamıştır. GUI'nın yapısı tasarımcıların düşünme yöntemlerini etkilemiştir ve dolayısıyla tasarladıkları objeleri de limit koymuştur. Erken mimari CAD yazılımları basit formlar ve sütun, kapı, pencere gibi iliştilmiş geleneksel şablonlarla kısıtlıydılar. Bu kısıtlamalar 20. Yüzyılın modernist toplu konut projesini hatırlatan kaba dikdörtgen formların üretilmesiyle sonuçlanmıştır (Botta, 2012: 1). 1970 ve erken 1980'lerde mimaride bilgisayar destekli tasarım araştırmaları tasarım sürecini otomatikleştirmeye ve geometrik ve konseptli binaları modelleme ve görselleştirmeye odaklıdır (Jones, 1970; Mitchell, 1977; Turner, 1988; Stiny, 1989). Teknolojik gelişmelerin bu çıkarımlarının daha kurumsal olabilmesi için 1980'lerin ikinci yarısında hipermedya, bilgisayar ağlarının olgunlaşması ve internetin keşfinin beklenmesi gerekiyordu (Jabi, 2004:18).

1990'lara doğru bazı mimari firmalar Alias gibi orjinalinde tamamen grafik, film ve oyun endüstrileri için tasarlanan üç boyutlu programlara geçiş yapmıştır. Bu tip tasarım paketleri akışkan, yumuşak ve kompleks formların yaratımını oldukça kolaylaştırmaktaydı. 2000'lerde yuvarlak hatları kolayca yaratabilen 3 boyutlu bilgisayar grafikleri oyun ve film endüstrisinde çok yaygınlaşmıştı ve bunun mimaride de popüler olması kaçınılmazdı. Mimari yapılar bağımsız, akışkan, yumuşak, kompleks, dinamik ve önceden belirlenmesi zor hale gelmişti. Boşluklar belli bir fonksiyon için ayrılmıyor ya da belli bir yerde bitmiyordu. Bu boşluklar tam tersine birbirine bağlanarak akışkan bir hal alıyor, sürekli akışkanlık estetiğini yansıtıyordu (Manovich, 2007). Mimari animasyonlar genelde tasarım son halini sunmak için kullanılıyordu. Yine de düşünce aşamasını kaydetmek gibi erken dönem tasarımları sunmak içinde kullanılması araştırılmıştır (Botta, 2012: 1).

1990'lı yıllarla birlikte mikrobilgisayarlar daha güçlü ve daha ucuz hale geldi. 64 bit mikroişlemcili, 128 MB RAM lik, 300Mhz hızında, yüksek çözünürlükteki 17 inch monitöre sahip bir bilgisayara 90'lı yılların sonunda hemen her yerde rastlanabilmekteydi. Bilgisayar teknolojilerindeki bu hızlı ilerleyiş programlara da yansıyor, kullanım alanlarını ve imkanlarını daha da genişletiyordu. Bilişim teknolojilerinin gelişmesi, yüksek hızlı bilgisayar sistemleri sayesinde gerçek-zaman animasyonların yapılabilmesi ve VRML' nin ortaya çıkışını sağlamıştır. Tablo 1' de bilgisayar destekli tasarımın dönemlere göre gelişimi etkileriyle birlikte verilmiştir (Doğan, 2007: 14).

**Tablo 1. Mimari Alanda Bilgisayar Destekli Tasarımın Dönemlere Göre Gelişimi**

Dönem	Yazılım	Donanım	Özellik	Etkisi
1940'lar		MEMEX Kişisel Bilgi Sunucusu		
1950'ler	1950			
	1955		CAD Workstation	
1960'lar	1960	1.kuşak CAD	2 boyutlu sketchpad ve ışıklı kalem	Teknik Resim Çizimi
	1965		3 boyutlu sketchpad	Büyük Mimari bürolarda kullanılmaya başlandı.
1970'ler	2.kuşak CAD	16 bitlik storage tüplü bilgisayarlar	Teknik Resim Çizimi	
1980	3.kuşak CAD 4.kuşak CAD Macintosh GUI'yi üretti. GUI arayüzü olan iş istasyonları	32 bitlik süper mini bilgisayarlar, yüksek çözünürlükte raster üretildi. GUI kullanımlı iş istasyonları: 1. Three Rivers Perq 2.(1980) Apollo iş istasyonu 3.(1982) Suns iş istasyonu 4. Athena iş istasyonu, MIT	Teknik Resim Çizimi, Teknik Bilgi Desteği Başladı. Bölgesel Bilgisayar ağları oluşturuldu.	Personel niteliği değişiyor.
1980'ler	1985	5.kuşak CAD		Mimarlık okulları öğretmenleri tarafından bilimsel olarak yönlendirilmeye başlandı. Küçük büro ve mühendislik firmalarında kullanılmaya başlandı. 1989'da 200.000 kullanıcıya ulaştı.
	1987	DOS UNIX MACINTOSH	Çoğu tasarım stüdyolarında olmak üzere CAD laboratuvarları kurulmaya başlandı. 1989 SUN 386 Server Harvard GSD'de kuruldu.	CAD hem mimarlık bürolarında hem de eğitimde yaygınlaşmaya başladı. (1989)
1990'lar	Multimedya ortamı, İnternet, Sanal Gerçeklik	CD-ROM Multimedya Elemanları, Sanal Gerçeklik araçları (başlık, eldiven)	Mimarlık eğitiminde bilgisayar ağı kullanılmaya başlandı.	1. Eğitimde ve sunumda metotlar değişti, bitmapped image 2 ve 3 boyutlu CAD çizimleri, modelleme, animasyon. 2. CD-ROM mimari slayt kütüphaneleri ve ağ bağlantıları oluştu. 3. Uzaktan net bağlantısıyla iletişimi, proje tartışma odaları ve olanakları, yer ve zamandan bağımsız çalışma grupları, Sanal gerçeklik (tasarım) odaları (VDS) kuruldu.

**Kaynak:** Tokman, L.Y. 1999. *Bilgisayar teknolojisinin mimarlık lisans öğretimine etkilerinin araştırılması.*

Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, Türkiye.

İç mimari alanında da CAD, iki boyutlu kompozisyon, vektörel grafik, imaj manipülasyonu ve üç boyutlu yüzey modelleme, katı modelleme, video kurgulama, hareketli grafikler, render, animasyon, parametrik ve teknik resim olarak kategorizeleştirilmiştir. İki boyut tasarımın detaylarını ve ölçülerini belirlemek için kullanılmış ve CAD ilk olarak tasarım alanında kullanılmıştır. AUTOCAD, CAD'in 1980'de ilk satıcısı olmuştur. İlk programlar iki boyutlu tasarım alanlarında kullanılmış ve tasarım sürecinin en büyük parçası olarak düşünülmüştür. 1980'lerde bildiğimiz üç boyutlu tasarım programları yaygınlaşmaya başlamıştır (Bilalis, 2000).

1998'de ise Laybourne daha da ileri giderek mimari animasyonu dört kategori altında toplamıştır. Bu sınıflandırmaya göre öyküsel mimari animasyon en yaygın olarak kullanılan tiptir ve burada çizgisel ve mantıksal bir anlatımla bilgisayar imajları ses ve öykülerle gruplandırılarak üst üste konular. İkinci en çok kullanılan tip is belgesel tarzıdır. Burada mimari bir yapının tarihi ya da bilimsel ve teknik veya politik etkisi görsel efektlerle harmanlanarak anlatılır. Buradaki amaç bilgilendirmek, aydınlatmak veya ikna etmektir. Saf tasarım mimari animasyonu ise bir mimari yapının gelişim sürecini anlatır, mimarın problemleri nasıl çözdüğüne odaklanır. Son olarak sezgisel mimari animasyon da belli bir amaç veya gözlem içermeyen ve sezgisel bir yolla yaratılan bir tarzıdır ve çok ender olarak kullanılır (Laybourne, 1998).

2000'li yıllara yaklaşıldığında Schmitt (1999) Laybourne'nın sınıflandırmasına farklı tekniksel bir perspektif katmış, bilgisayarın mimarlıkta kullanım süreçlerini, araç (tool), ortam (medium), ortak (partner) olarak bölümlere ayırmıştır. Buna göre araçlar iki boyutlu çizim, üç boyutlu model ve simülasyon gibi bilgisayarla işlenen görüntüler olarak tanımlanabilir. Mimari tasarımda bilgi değişimi ve iletişimi içeren çalışmalar da bilgisayarların tasarım ortamlarında kullanıldığı alanlardır. Ortak olarak kullanımda ise, tasarım sürecinde tasarımcıyla etkileşimli olarak bilgisayarın da etkin bir faktör olduğu çalışmaları söylenebilir.

İç mimari alanında çizim, modelleme, simülasyon ve animasyon yapan en popüler programlar 3ds Max olmuştur ve bunun yanında CATIA, BIM ve Rhino gibi profesyonel programlar da kullanılmaktadır. Autodesk 3ds Max modelleme ve render alma programı Autodesk şirketi tarafından 1988 yılında yaratılmıştır. 3ds Max "Visual Digital Content

Creation Tools” yarışmasını 2008 yılında kazanmıştır. 3ds Max iç mimarlara, bu alanda çok önemli olan kaplama, ışık, renk, doku ve bazı diğer elementlerin modelleme, render ve animasyonlarında çok yardımcı olmaktadır. (Mortezapour, 2014). 3ds Max, Maya, Lumion, Autocad gibi yazılımlar günümüzde hala mimari ve iç mimari alanlarında temel modelleme, animasyon ve simülasyon programları olarak popülerliğini korumaktadır. Bu programlarla üretilmiş üç boyutlu bir modelin küçük ölçekte gerçek oranlarıyla üç boyutlu çıktısı üç boyutlu yazıcılar ile alınabilmekte, mimari yapılarda üç boyutlu gözlüklerle sanal gezintiler de artık günümüzde yapılabilmektedir.

Mimari veya iç mimari görselleştirmelerinde her türlü obje veya varlık kapsandığı için bu disiplinler de yukarıda anlatılanlar ve onların ötesinde hemen her türlü simülasyon teknolojilerinden faydalanmaya çalışmıştır. Temel mimari çizim, modelleme ve animasyon programlarının ötesinde, diğer görsel efekt programları da mimari görselleştirmelerde kullanılabilirler ve sonraki bölümde bu kullanımın nedenlerine değinilecektir.

#### **1.4. İç Mimari Sunumlarında Görsel Efekt Kullanımının Nedenleri**

Dijital teknolojilerin sağladığı hızlı ve etkili bilgi akışı mimarlık alanlarının hem disiplin hem de pratikte büyük değişimler geçirmesini sağlamış, tasarım, çizim ve üretim alanlarına aktararak tasarımcıların vizyonunu genişleterek, iş akışını da hızlandırmıştır. Bu etkiler, aynı zamanda mimarlığın bilgisayar oyunları, simülasyon, eğitim, animasyon gibi diğer disiplinlerle olan ilişkisini de güçlendirmiştir.

“Mimarlıktaki dijital teknolojilerin en büyük avantajlarından biri, hızlı tasarım olanağı ve bu tasarımların anında çoğaltılabilmesidir. Dijital teknolojilerin aktif kullanıcıları arttıkça (özellikle bilgisayar ve ona bağlı tasarım araçları), tasarım sürecinin sınırları taslaktan form yaratımına doğru genişlemiştir. Bugün mimarlık dünyasında dijital teknolojiler, üretim araçları olmanın ötesinde, mimarların çalışmalarının form ve çevrelerini de etkilemiştir.” (Sarıdal, 2007: 5-7)

Gerçekten de alımlı fotorealistik renderlar haricinde, mimari animasyon iki temel amaca hizmet etmektedir. İlk olarak çevre inşasını temsil eden bir sunum aracı olarak

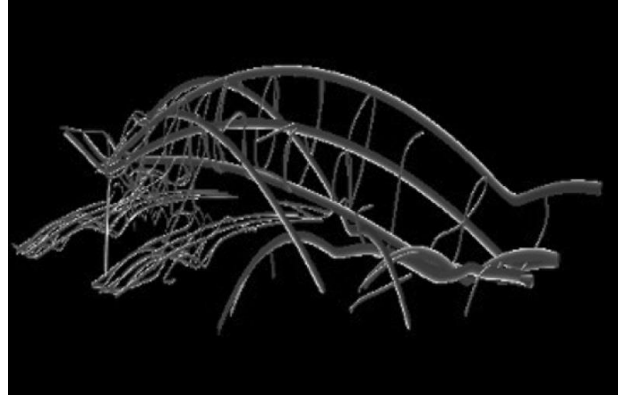
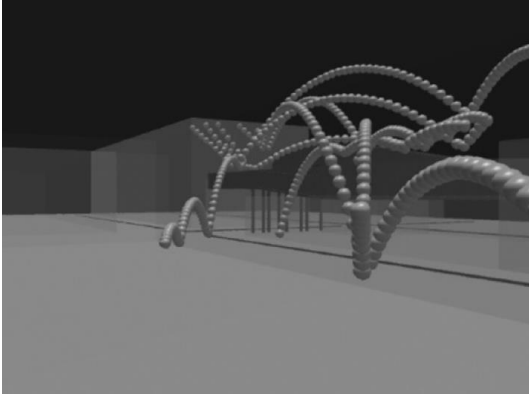
kullanılır. Yapılar dinamik ya da sıralı olarak değişen bilgisayar imajlarıyla görselleştirilir. İkinci olarak mimari animasyonlar doğayı ve boşluk kalitesini göstermeye çalışan tasarım sürecinin bir parçası olarak kullanılır (Anandan ve Yoon, 2006: 198).

Örnek vermek gerekirse, bir mimarın aklındaki güzel bir yapı fikri, o çalışma tamamlanıncaya kadar sadece fikir olarak kalır hatta bazen o yapının etrafının temizlenmesi ve ağaçların olgunlaşması bile gerekebilirdi. Mimari taslaklar, uzman olmayan sıradan insanlar için anlaşılması zordur ve çizimler gerçek mimari yapı hakkında belli belirsiz fikir verebilir. Bu olayı daha iyi anlamak için geçmiş yıllara bile gidebiliriz. Metzner'in de (2011) dediği gibi Cologne Katedrali'nin orjinal tasarımcılarının fikri, 600 yıl boyunca katedralin inşaaı tamamlanamadan anlaşılamayabilirdi.

“Bugün bilgisayarların üç boyutlu görselleştirme yazılımları sayesinde bu problemin üstesinden gelinmiştir. Mimarlar veya uzmanlar planlanmış bir yapının üç boyutlu halini fotorealistik bir görünümle ve yapının etrafıyla birlikte modelleyebilmektedir. Manzara, gün ışığı ve mevsimler de bu görselleştirmeye katılabilmekte, izleyici yapının etrafında, içinde dolaşabilmekte ve hatta bu tip proje sunumlarıyla hareketli imajlar yaratmak mümkün olabilmektedir” (Metzner, 2011: 1-4).

İkinci Dünya Savaşı sırasında yıkılmış ve sonradan tekrar inşaa edilen binaların yapımı da üç boyutlu görselleştirme ile çok daha kolay ve bazen sadece bu teknikle mümkün olmuştur. Geçmişte bu yeniden inşaaalar sadece sanatçılar tarafından çizim ya da oymabaskı ile yapılabilmesi, gerçekçilik anlamında oldukça yetersizdi. Zamek Krolewski dahil, Warsaw'ın eski bir kasabası, Kraliyet Kalesi, 1780 yılındaki vefatına kadar Warsaw'da yaşamış olan Canaletto'un resimleri yardımıyla yeniden inşaa edilmiştir (Lexikon, 1994). Artık daha da ileri gidilerek bilgisayarda su simülasyonu, yapıların yağmur veya suyun akışına göre nasıl şekillendirilmesi gerektiğini bile söyleyebilir. Maya programı kullanılarak Suyun akışı şeklinde yapı tasarımı çalışması John Maze, Mark McGlothlin, Kim Tanzer tarafından 2003 yılında “Greg Lynn” de denenmiştir (Resim 15). Greg Lynn Aşama Portreleri'nde Partikül Hareketlerinin Dijital Haritalandırılması daha sonra bir form yaratma sistemine dönüşmüştür.





### **Resim 15. Greg Lynn Aşama Portreleri'nde Partikül Hareketlerinin Dijital Haritalandırılması**

**Kaynak:** Maze, J., McGlothlin M. ve Tanzer K. 2003. *Influencing Design Through Dynamic Particle Simulation*. University of Florida Fluid (in)form: digital data, tn04-065, USA: 3. Ayrıca bkz. Maze, J. 2006. *Rain rain go away - Or the dynamics of parametric virtual water, seeking the city University of Florida Mark McGlothlin*. University of Florida, USA: 922-927.

Mimari animasyonlar boşluk bilgisini izleyiciye iletmesi açısından da oldukça kullanışlıdır. Su da olduğu gibi, bu animasyonlar doğal ışıkların veya rüzgarın hareketleri gibi bazı doğa olaylarını da simüle edebilirler (Flanagan, 2008). Mimari animasyonlar mekansal deneyimi iletmesi açısından da oldukça yararlıdır (Bermudez, 1995). Eğer doğru sinematik efektler de kullanılırsa izleyici hem psikolojik hem de duygusal olarak yapıyla etkileşim kurabilir (Dowhal, 1997).

“Karmaşık formlara olan ilgi artması ve bu formları yaratma tekniklerinin etkin olarak kullanılmaya başlanması ile mimari ve iç mimari daha dijital bir hal almıştır.”  
(Norman ve Tilder, 2003)

Mimari animasyonlar aynı zamanda yaşam döngüsünü ve projenin tasarım niyetlerini ilk konsept tasarımından yapının son haline kadar görselleştirebilir. Dahası inşaa ve birleştirme sürecini, inşaat işlerinin detaylı bir koordinasyonunu sunarak görselleştirebilir (McKinney, 1996). Bazı zaman tabanlı (4D) CAD araçları inşaat sürecinin animasyon seanslarını gösterirken, sürecin daha iyi anlaşılması için kullanıcıya bazı katmanları kapamasını, bir takım elementler için bazı renkleri veya opaklık değerlerini seçebilmesini sağlayabilmektedir (Clayton, 2002). Şu da göz önüne alınmalıdır ki, render aynı zamanda izleyicinin yargılarını etkileyebilir. Örneğin ayartıcı bir etkiye sahip tasarım, gerçekteki

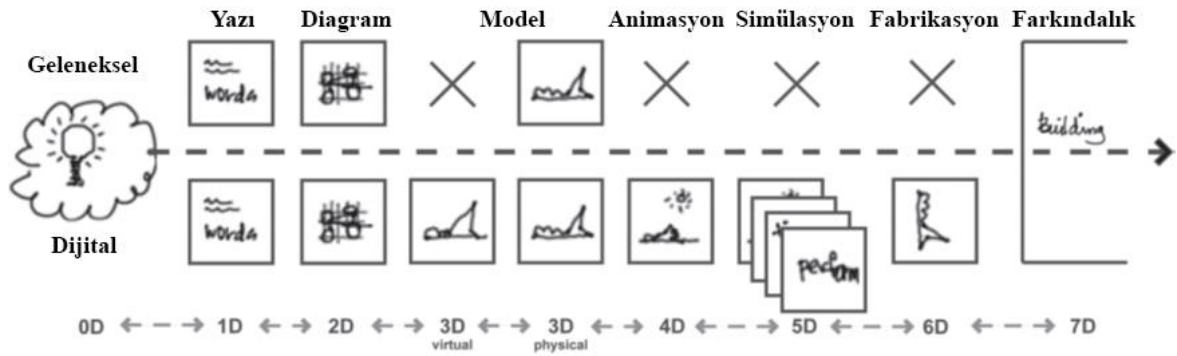
haliyle örtüşemeyebilir ve bu da hayal kırıklığı yaratabilir (Breen, 1996). Dolayısıyla, özellikle iç mekan tasarımları ve sunumlarında geleneksel veya güncel tüm teknikler de bir arada kullanılarak amaca ulaşılabilir.

Geleneksel temsil teknikleri yardımcı araçlar olarak devam etmekte, bunun yanı sıra bilgisayarların sayısal ve algoritmik yapısı tasarım stratejilerinin oluşturulmasında, mekanın biçimlenmesinde, yüzeylerin yaratılmasında, genel olarak tasarıma yaklaşımda yeni olanaklar sunmakta, mekansal araştırmaları desteklemektedir (Özsel, 2004). Elbette bilgisayarın tamamen mimari görselleştirme sürecini ele geçirdiği söylenemez. Şenyapılı ve Basa'nın 2005 yılında Bilkent Üniversitesi'nde yaptığı bir araştırmada öğrencilerin çoğunun geleneksel metotları tercih ettiği ortaya çıkmıştır. Bunun temel nedenlerinden birisinin, mimarın kişisel çizgilerinin veya kişiselliğinin bilgisayar tasarımlarında tam olarak gözükmemesi olduğu söylenmiştir (Şenyapılı ve Basa, 2005).

Özellikle 1970 ve 80'lere geriye dönüp bakıldığında grafik ve animasyon üretmek programcılık ve matematik bilgisi gerektiriyordu. GUI animasyon yazılımlarının 1990'larda yaygınlaşmasıyla sanatçı ve dijital üretim araçları ayrılmış oldu. Pek çok grafik tasarımcı ve animatör için bu yazılımları alma zorunluluğu ortadan kalktı ancak aynı zamanda bu programların sunduğu teknolojiye de bağımlı hale geldi. Bu programlar animasyonu daha kolay ve ulaşılabilir hale getirse de, tasarımcılara bir takım kısıtlamalar da getirmişti (Botta, 2012). Bu yazılımlar ne kadar zeki olursa o kadar çok yetenekli oluyorlardı fakat öte yandan fazlasıyla kompleks ve uzmanlaşılması zor oluyordu (McCracken, 2006). Bu problemin üstesinden gelebilmek için, Maya gibi animasyon programları pek çok özellikten arındırılıp sadece çalışma arayüzü ve gerekli basit seçeneklerle donatılmıştır. Maya aynı zamanda MEL adlı yazılım programını da kendisiyle beraber sunarak, kullanıcılara kendi fonksiyonları yaratma imkanı da sunmaktadır. Animasyon yazılımları popüler olmaya başlayınca, tasarımcılar arasında kimin bu animasyon yazılım paketlerine sahip olacağı konusunda samimiyetsiz bir yarış da başlamıştır (Beesley, 2004). Fakat yazılımlar, iyi sonuçlar veren bilgi, yetenek veya yaratıcılıkla gelmemektedir (Manovich, 2007). Animatör tıpkı teknik ressam gibi, sadece araçları kullanan bir uzman olarak yorucu işleri yapardı. Böylece animatörlerin geleneksel animasyon prensipleri, zanat sanatı, taslak, hikaye anlatımı, karakter tasarımı ve iletişim gibi teknik bilgileri mükemmel bir şekilde bilmesi gerekmektedir (McCracken, 2006).

Gerçekten de 1990 ortalarında ortaya çıkan mimari görselleştirme terimi sonradan ticari sunumlarla sınırlandırılmıştı. 1980 ve 90larda iki boyutlu grafiklerin kağıtların yerini alması, 2000li yıllarda iki boyutlu grafiklerin yerini 3 boyutluların almasını dönüştürmüştür (Barrow, 2005). Bu bağlamda Gehry ve McCann'e (2004) göre de bilgisayarlar yaratıcılık ve mekan hissiyatını sınırlandırmıştır. Yine de bilgisayarlar sadece görselleştirme ve yaratım aracı olma ötesinde fikir ve konsept yaratımına destek veren partnerler de olabilmektedir (Lynn 1999 ile Barrow ve Mathew, 2005). Aşağıda geleneksel ve dijital tasarımın morfolojik grafiği görülebilir.

### Şekil 3. Dijital Tasarım Boyutları Tipografisi



**Kaynak:** Barrow, L. 2005. *Architecture: Little "d" and Big "D" design*. Architectural Research Centers Consortium (ARCC) national conference, Jackson, MS: 159.

Sanatsal sürece pozitif veya negatif etkisinin ötesinde, bilgisayar destekli tasarımların faydalarını aşağıdaki maddelerle özetlemek mümkündür:

- Bilgisayarlar kullanılarak yeni ifade çeşitleri yaratılabilir.
- Bilgisayarla görsel uzay en üst seviyede kullanılabilir.
- Bilgisayar kullanılarak planlama dönemi kısaltılabilir ve böylece yapı masrafları da azalmış olur.
- Yeni tasarım fikirleri iki boyutlu çizimlere gerek duyulmadan, üç boyutlu objeler üzerinde manipülasyon yapılarak, direkt olarak geliştirilebilir.
- Tasarımlar ortak çalışma alanında geliştirilebilir, uygulamada çok önemli bir yere sahip olan tasarım bilgileri ve yorumlar paylaşılabilir (Chang, 2008).
- Tasarımın pek çok alternatifi üretilebilir.

Tasarımın hedefine bağılı olarak mimarlıkta bilgisayarların kullanımları da çeşitlilik göstermektedir ve burada hepsi açıklanamaz. Yukarıdaki bilgiler ışığında mimarlıkta belli tip bilgisayar araçlarının kullanımı aşağıdaki tabloda daha iyi anlaşılabilir.

**Tablo 2. Mimarlıkta Bilgisayar Kullanım Tipleri**

<b>Bilgisayar Kullanım Çeşidi</b>	<b>Mimar</b>
Konsept Başlangıcı, dinamik ve tahmin edilemeyen formların keşfi	Peter Eisenman
Tasarımın hedefine ulaşması için bir fikrin fiziksel gerçekliğe dönüşümü	Frank Gehry
Geleneksel tasarım planlamalarının yerini almış standart araç, akustik efekt aracı	Günter Behnisch
Serbest kil modellerinin analizi	William J. Mitchell
Varolan objeleri ve bu objelerin keşfinin analizinin içerilmesi	Mark Bury
Yapısal analiz	Nicholas Grimshaw

**Kaynak:** Choo, Seung Y. 2004. *Study on Computer-Aided Design support of traditional architectural theories*. Technische Universität München Institut für Entwerfen und Gestalten, PHD Thesis, Germany.

Bu bağlamda Online Journal of Art and Design dergisinde filmlerdeki görsel efektlerin seyirciye etkisiyle ilgili raporun analizi de aşağıda görülebilir:

**Tablo 3. Filmlerde Görsel Efekt Kullanımının Nedenlerini Yanıtlayanların Yüzdelik Dilimleri**

Görsel Efekt seçiminin nedeni	İlgilenilen film türü				
	3 boyutlu animasyon filmi	Görsel efektli film	Normal Film	Yüzdelik	Sayısal
Yaratıcılık	3	12	2	26.6%	17
Sahneleri daha ilgi çekici kılmak	7	11	5	35.9%	23
Hikayenin anlaşılabilirliğini arttırmak	0	4	1	7.8%	5
Gerçek dünyada görülemeyen durumların simülasyonu	7	11	1	29.7%	19
<b>Toplam</b>					<b>64</b>

**Kaynak:** Hamidon, Z., Ho, K. ve Noor, A. M. 2013. *Embedding visual effects in 3D animated environment design for short movies*. Online Journal of Art and Design, volume 1, issue 2.

Burada Tablo 2 ve Tablo 3'ü karşılaştırdığımızda da pek çok ortak sonuca varılabilmektedir. Mimarların bilgisayar kullanımının nedenleri objelerin daha iyi analizini, daha dinamik formlara ulaşabilmeyi, geleneksel araçların sınırından daha öteye gidebilmeyi ve bir fikri gerçekliğe daha kolay dönüştürebilmeyi sağlarken, Tablo 3'te filmlerde görsel efektlerin kullanım nedenleri animasyonlara göre daha çok tercih edilmekte ve burada da bilinmeyen dünyaların gerçeğe dönüşmesi, hikayeye ilginin artması ve yaratıcılığın güçlenmesi gibi nedenler söylenmiştir.<sup>1 2 3 4</sup>

1. İnşaatta simülasyonun faydaları için bkz: Vineet R. Kamat, Ekim 2000, Enabling 3D Visualization of Simulated Construction Operations, M.S. in Civil Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.

2. Mimaride Su ve Ateş elementi için ayrıca bkz:

Josep Lluís Mateo, Florian Sauter, Mimari'de Dört Element: Toprak, Su, Hava, Ateş, 2014, Actar, ISBN 978-1-940291-46-8, İspanya.

3. Mimaride Su elementi için ayrıca bkz:

Angeliki Koskina, Nikolas D. Hasanagas, 2013, The water element as aesthetic factor in landscape design, University of Kavala Institute of Technology, Dept. of Landscape Architecture, University Forest Administration, Greece.

4. Mimaride kumaş elementi kullanımı için ayrıca bkz:

Terhi Kristiina Kuusisto, 2010, Mimari'de Tekstil, Tampere Teknoloji Üniversitesi, Master Tezi, Finlandiya.

Üç boyutlu bilgisayar grafikleri mimari görselleştirme bağlamında diğer teknikleri arka plana itmiş ve mimari deneyimi daha da zengin kılmıştır. Böylece Marshall McLuhan'ın medya efektlerindeki birey-zemin bütünlük teorisi sınıflandırması (geliştirme, değerini yitirme, yeniden elde etme, geri dönme) mimari animasyon çalışmaları ile aşağıdaki gibi ilişkilendirilebilir (McLuhan, M. ve McLuhan E. 1988).

- Geliştirme: Gerçekçi imajların üretimini hızlandırır ve imajların yayınlanmasını kolaylaştırır. Üç boyutlu bilgisayar grafikleri bileşenleri çizimlerin kolayca tekrar gözden geçirilmesini sağlayarak tasarım sürecini hızlandırır.

- Değerini Yitirme: Kalem ve kağıt perspektifi, sıralanmış skeçler, mimari ölçekte modeller, mimari endoskopi, stop-motion animasyonu ve insani dokunuş hatalarını ortadan kaldırır.

- Yeniden Elde Etme: Heykelcilik, tahtaya tebeşirle yazma, noktaları bağlama, tiyatral sahneleme ve öyküsel boşluk tekrar tasarımıyla ilişkilendirilebilir. Örneğin üç boyutlu bilgisayar modelleri tıpkı çamur heykeller gibi modifiye edilebilir, döndürülebilir, parçalar eklenip çıkartılabilir. Tiyatral sahnelemede de, görsel boşluğun animasyonda bir tiyatro gibi olduğu düşünülebilir (Power, 2009: 107-129). Aynı zamanda sürekli hareketliğin ve dönüşümlerin olduğu bir sahnedir (Manovich, 2007). Animasyon sahnesi dünyadaki heryere kurulabilir (Klayton ve diğerleri, 2002: 227-235) ve böylece o andalık, ölçek (Breen, 1996) ve karakterler gibi öğelerin hissedilmesini sağlayarak tiyatral bir sahneyi akla getirebilir. (Botta ve diğerleri, 2012)

- Geri Dönme: Üç boyutlu animasyon ve CAD teknoloji arayüzlerini öğrenmenin hızla gelişen teknoloji ile zorluğu, teknofil kültürü içinde tasarımcıyı teknolojiyi kontrol eden değilde teknoloji tarafından kontrol edilen birisi haline getirebilir. Gerçekçiliği ikna etmek yalanlar söylemek için bir araç olabilir (McLuhan, M. ve McLuhan E., 1988). Bilgisayar animasyonları, bilgisayarların limitlerini zorlayabilir ve animasyonları yaratmak zaman, emek ve masraf isteyebilir. İstek arttıkça en güçlü bilgisayarlar bile bu istekleri karşılayamayabilir (McCracken, 2006). Bilgisayar'ın donanımı ya da yazılımı sorun çıkartabilir, hafıza yetmeyebilir, bilgisayar yavaşlayabilir veya kapanabilir. Bu durumda kullanıcı, bilgisayarın isteklerin yanıt vermek, dosyaları yedeklemek, sorunlu dosyaları kurtarmak gibi yollar arayabilir ve burada kullanıcı ya da tasarımcı artık bilgisayar ya da

teknoloji tarafından kullanılmaktadır. Ancak simülasyon sürecinin daha iyi kavranabilmesi, bu zorlu süreci biraz daha basitleştirebilir.

Mcluhan'ın (1988) yukarıdaki teorisine ek olarak piyasa ve şirketlerde 1999 yılında Güney Kaliforniya Üniversitesi tarafından yapılmış ciddi bir araştırma örneği de gözlemlenebilir. Burada bir ankette mimari firmalara bilgisayar animasyonun kullanımıyla ilgili sorular sorulmuştur. Bu firmaların bir kısmı Los Angeles bölgesinden, bir kısmı ise dünyadan seçilmiştir. Küçük, orta ölçekli ve büyük firma olmak üzere üç eşit grupta toplamda 500 firmadan %38'lik bir dönüş olmuş ve bu araştırma ışığında 14 adet hipotez oluşturulmuştur. 1999 yıllarına göre bu hipotezler şöyledir:

- 1- Pek çok mimari firma bilgisayar animasyonunu kullanmamaktadır.
- 2- Pek çok mimari firma gelecekte bilgisayar animasyonunu kullanacaktır.
- 3- Büyük mimari firmalar, küçük olanlardan daha fazla bilgisayar animasyonu kullanmaktadır.
- 4- Büyük firmalar gelecekte bilgisayar animasyonu kullanmaya daha yatkındır.
- 5- Bilgisayar animasyonu daha çok müşterilere sunum yaparken kullanılmaktadır.
- 6- Bilgisayar animasyonu tasarımcılara projelerinde yardımcı olmaktadır.
- 7- Bilgisayar animasyonu projelerin daha anlaşılır olmasını sağlamaktadır.
- 8- Bilgisayar animasyonu ile proje tasarlamak daha kolaydır.
- 9- Bilgisayar animasyonu tasarımcılara zaman kazandırmaktadır.
- 10- Mimari firmaların müşterileri bilgisayar animasyonu görmek istemektedirler.
- 11- Müşteriler bilgisayar animasyonu ile projeyi daha iyi anlamaktadır.
- 12- Bilgisayar animasyonu fiziksel modeller üretmenin bir alternatifidir.
- 13- Bilgisayar animasyonu kullanan firmalar fiziksel modeller üretmemektedirler.
- 14- Bilgisayar animasyonu iyi bir tasarım aracıdır.

(Noble ve Hsu, 1999: 1,2-6)

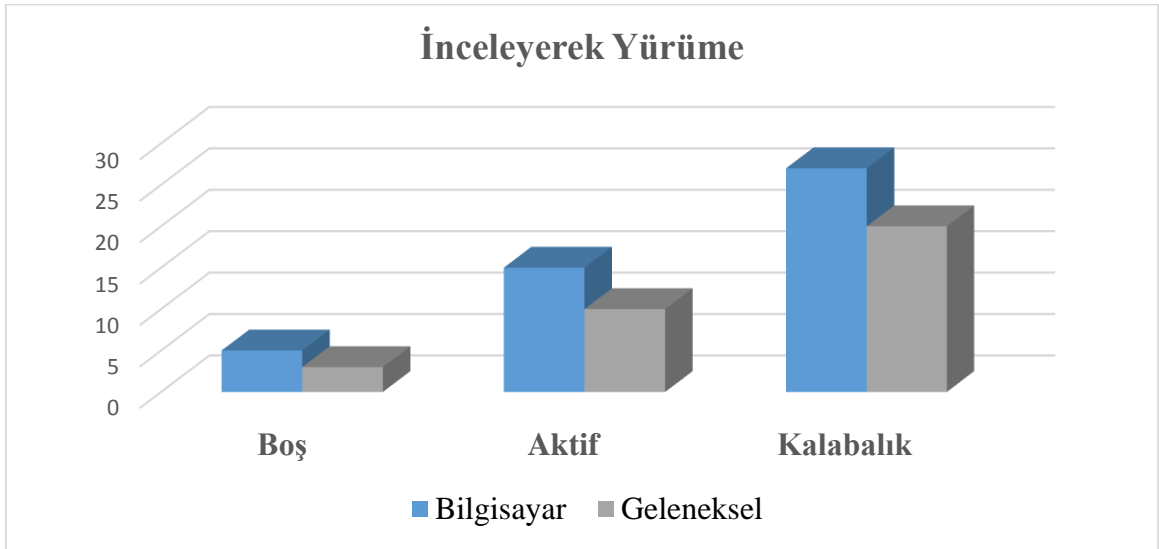
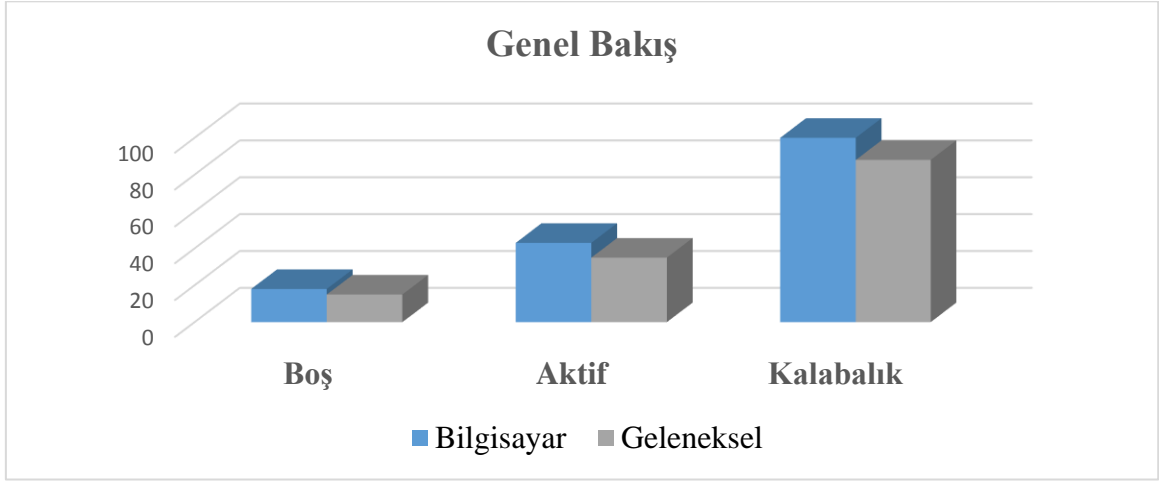
1999 gibi bilgisayar teknolojilerinin günümüzdeki gibi oldukça gelişmiş olmadığı yıllarda yapılan bu anket çalışmasında bile bu hipotezlerden pek çoğu olduğu gibi günümüze alınabilirken bazıları biraz modifiye edilerek alınabilir. Ancak örneğin 1 numaralı ve ona bağlı olarak 2 ve 4 numaralı hipotezin artık ortadan kalktığı genel olarak bilinen bir gerçektir. 13 numaralı hipotezinde üç boyutlu printer teknolojisinin ortaya çıkması ve firmaların çok

daha kolay bir şekilde fiziksel modellere ulaşmasıyla birlikte, modifiye edilmesi gerektiği görülebilir. Geri kalan hipotezler ise günümüzde de olduğu gibi bilgisayar animasyonun, müşteriyle olan ilişkisinden, zaman tasarrufundan ve çok daha iyi bir tasarım aracı olduğundan bahsetmektedir.

Teoriler ve anket araştırmalarının yanında daha pratik bir araştırma James D. Tomlinson'ın Michael V. Holmes ile birlikte 2002 yılında Kuzey Carolina Devlet Üniversitesi'nde yapılmış ve yukarıda bahsettiklerimizin pratiğe dönüştürülmüş bir hali olarak da görülebilir. Burada sanal gerçeğin mimari bir proje aracılığıyla tasarımcı ve tasarım öğrencileri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Katılımcılar ilk olarak projede plan, model, cephe gibi geleneksel fiziksel medya ile ardından projenin yassı ekran animasyonu ve yarım küresel animasyonun VisionDome'da gösterilmiş haliyle gezdirilmişlerdir. Burada 4 metrelik VisionDome kapsayıcı, çok kullancılı, tek projeksiyonlu bir sanal gerçeklik ortamıdır. Sonuç olarak tıpkı McLuhan'nın (1988) yeniden elde etme teorik sınıflandırması gibi gerçek zamanlı, içinde yürünebilen VisionDome daha etkileyici olmuş ve tasarımın daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Aşağıdaki tablolarda tasarımcıların bilgisayar animasyonu ile kendilerini projeye daha yerleşik hissettikleri görülebilir.

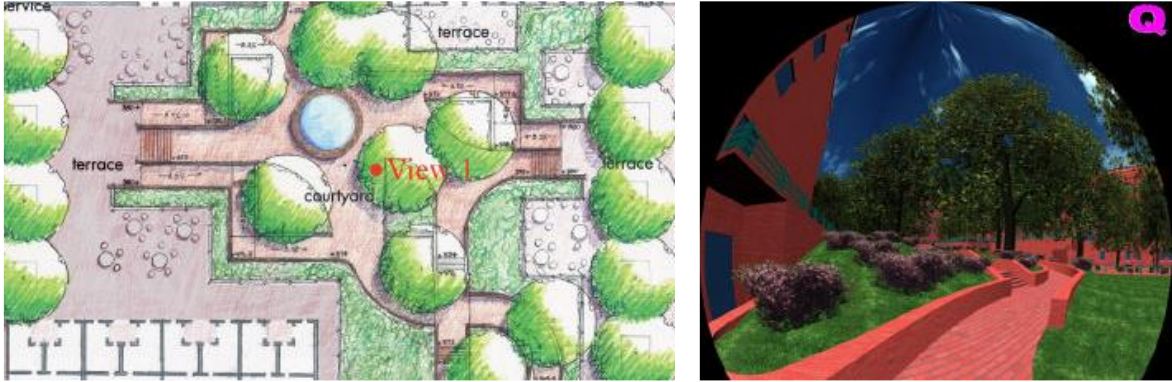


**Şekil 4. Mimari Projede Kalabalıklaşma Etkisine Ortalama Tepkiler**



**Kaynak:** Tomlison, J. D. ve Holmes, M. V. 2002. *Digital representational tools impact on the design decision process*. Art R. Rice, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA.

Aşağıda geleneksel tasarım ile VisionDome farkı görülebilir.



**Resim 16. Solda Geleneksel medya ve Sağda VisionDome**

**Kaynak:** Tomlison, J. D. ve Holmes, M. V. 2002. *Digital representational tools impact on the design decision process*. Art R. Rice, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA.

Son olarak yukarıdaki analizler doğrultusunda bir iç mimarın yarattığı üç boyutlu iç mekan sunumunda en çok ihtiyaç duyduğu simülasyon tabanlı görsel efektleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkün olabilir:

- Kumaş: Bayrak, Flama, Çardak Çadırı, Tasarım amaçlı çadırlar, Perdeler, yatak, koltuk örtüsü ve yastıklar
- Tüy ve Kürk: Yünlü halı, çim, bitki örtüsü, ağaçlar
- Sıvı: Havuz suyu, deniz suyu, fiskiye ve havuz elemanları, yağmur, kar, bir tasarım öğesi olarak ateş veya bacalardan çıkan duman, bulut
- Kalabalık: Çoklu insan, hayvan ve trafik sahneleri

Sonraki bölümde bu efektlerin simülasyon ile yaratılma prensiplerine değinilecektir.

## 1.5. Simülasyon Tabanlı Üç boyutlu Görsel Efektlerin Temel Prensipleri: Partiküller

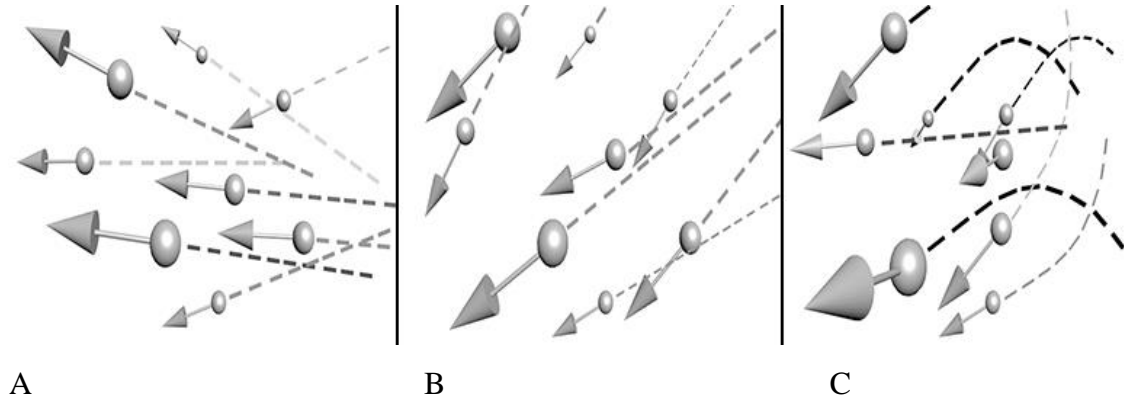
Bu bölümde simülasyon tabanlı görsel efektlerin temel birimi olan partikülden söz edilecektir. Partikül, bütün simülasyon sistemlerini kapsamakla birlikte kumaş, kalabalık ve tüy sistemlerinde farklı biçim ve ve metotlarla çalışabilmektedir. Bu farklılıklar da ilerleyen bölümlerde açıklanmıştır.

Bir partikül, cismin en küçük parçası ya da miktarıdır (Oxford English Dictionary, 2005). Bilgisayar grafikleri dünyasında ise partikül, modellenmesi ve animasyonu zor olan ateş, duman veya su gibi karmaşık ve sınırları belirsiz öğelerin simülasyonunu sağlayan birimi olarak tanımlanabilir. Gerçekten de bulut kümeleri, duman, su ve ateş gibi doğa olaylarını varolan bilgisayar imaj sentezleme yöntemleriyle modellemek oldukça zordur. Bu sınırları belirsiz olan objeler, yumuşak, kesin ya da parlak yüzeylere sahip olmak yerine düzensiz, kompleks ve net tanımlanmamış yüzeylere sahiptir. Burada da söz konusu olan şekil ve görünümündeki dinamik ve akışkan değişkenliktir. Bunlar katı objeler değildirler ve hareketleri belirli, bilinen basit hareket ettirme yöntemleriyle açıklanamaz (Reeves, 1983: 359). Sadece partiküller sayesinde bu olayları bilgisayarda canlandırmak oldukça kolaydır.

Bir partikül sistemi hem partikülleri hem de onlara uygulanmış metodları içeren bir düzendir (Caillette, 2002: 21). Bilgisayarda partikül sistemlerinin tarihi 1983 yılında William T. Reeves'ın "Particle Systems- A Technique for Modeling a Class of Fuzzy Objects." adlı yayınlanmış açılış konuşmasına kadar gitmektedir. Reeves bu dökümanda (Reeves, 1983: 91-108), bilgisayar tabanlı bir görsel efekt projesi olan Star Trek II: The Wrath of Khan filminde partikül sistem paradigmasını nasıl yarattığını anlatmaktadır. Bilgisayardaki görsel partikül koleksiyonunun içine Newton'un basit mekanik kanunlarını uygulayarak, sınırları belirsiz yapılara sahip bilgisayar grafikleri elementlerinin nasıl yaratılacağını göstermiştir (Reeves, 1983: 91-108). Bu keşife kadar bu tip bilgisayar grafikleri poligon ve vertexler kullanılarak yapılıyordu. Reeves'in partikül sistemleri keşfi, sınırları olmayan objelerin yaratılmasına olanak sağlamıştı. Bu yeni paradigma, kar, yağmur, bulutlar ya da uçuşan arıların bilgisayarda simüle edilmesine de izin vermiştir (Caillette, 2002: 14).

Partikül'ün hareket prensibini basit bir şekilde aşağıdaki resimlerle açıklamak mümkündür

### Şekil 5. Partikülün Hareket Prensipleri



#### A. Belli bir yönde giden, B. Yerçekimli, C. Kaotik rüzgarlı partikül davranışları

Ersin Ertan arşivinden, 2016.

Sınırları belirsiz objeleri modellerken, partikül sistemleri yaklaşımının, klasik yüzey formasyonlu tekniklere oranla pek çok avantajı vardır. İlk olarak bir partikül (üç boyutlu uzayda bir nokta olduğu düşünüldüğünde), bir poligondan çok daha ilkelidir ve yüzey temsiline en basit halidir. Böylece aynı miktardaki hesaplama süresi bu basit primitif objelerle daha da azalır ve daha kompleks imajlar yaratılabilir. Bir partikül basit olduğu için, hareket bulanıklığı (motion blur) yaratmak da daha kolaydır. Hızlı hareket eden objelerin hareket bulanıklığındaki pürüzlerin giderilmesi, bilgisayar imaj sentezleme yöntemlerinde oldukça zordur. İkinci bir avantaj ise model belirlenmesi yöntemeldir ve rastgele numaralar tarafından kontrol edilir. Bu şekilde elde edilmiş çok detaylı bir modelin, genelde varolan yüzey tabanlı sistemleri kullanan tasarımcı tarafından da yaratılmasına gerek kalmaz. Yöntemsel olduğu için, bir partikülün detayları belirlenmiş bir takım parametreler ile kolayca ayarlanabilir. Parçalanmış yüzeyler için, bir partikül sistemine yakından bakmak (zoom) pek çok detayı ortaya çıkartabilir. Üçüncüsü ise partikül sistemli modeller “canlı”dır ve zaman süresince form değiştirebilirler. Kompleks dinamik formları yüzey tabanlı modelleme teknikleriyle yaratmak oldukça zordur (Revees, 1983: 360). Partikül yapısı, aşağıdaki tabloda görüleceği üzere pek çok katmandan ve eklentiden oluşur.

**Tablo 4. Partikül Yapısı Bileşenleri**

Partikül	Partikül Sistemi
Pozisyon	İlk Pozisyon
Hız	İlk Hız
İvme	Yayılim
Renk	Renk
Büyükük	Büyükük
Ömür	Ömür
Yaş	İşleyici
Aydınlık	Kaplama
Eski Pozisyon	Güç

**Kaynak:** Caillette, F. 2002. *An interactive particle system*. A thesis submitted to the University of Manchester for the degree of Master of Science in the Faculty of Science and Engineering, UK: 20-27.

Partiküllerin daha iyi anlaşılması için bu temel bileşenlerin bazılarının açıklanmasında fayda vardır.

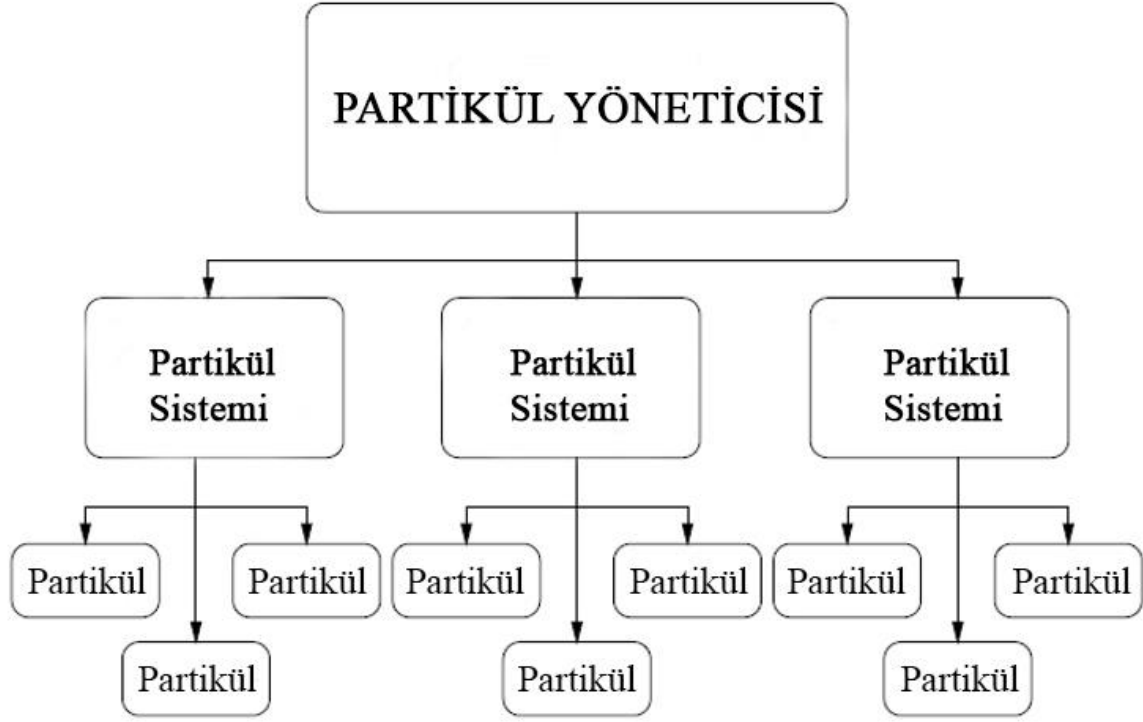
- Rendering: Bu bileşen, partiküllerin ekranda gözükmelerinden sorumludur.
- Colour: Yeni oluşan partiküllerin renklerini atar ve tüm diğerlerini günceller.
- Size: Uzay boşluğunun bir partikül tarafından kapladığı (genelde numerik) alandır.
- Initial Position: Bu bileşen yeni oluşan partiküllerin pozisyonunun başlangıcından sorumludur.

Aynı zamanda partiküllerin kaynağıdır çünkü yeni partiküller buradan salınır.

- Initial Velocity: Önceki bileşene benzer, yeni partiküllerin hızının başlangıcıdır
- Emission: Emisyon oranı, sistem tarafından belli bir sürede salınan partikül sayısıdır.
- Life: Her partikülün bir yaşam döngüsü vardır. Yaratılır ve ölürler. Yeni partiküller yaratılırken diğerleri ölür.
- Shading: Renkten farklı olarak, partiküllerin çevresiyle etkileşimi sonucunda aldığı ışık ve gölge değerleriyle ilgilenir.
- Force: Partikülleri etkileyen yer çekimi, hava direnci gibi güçlerdir.

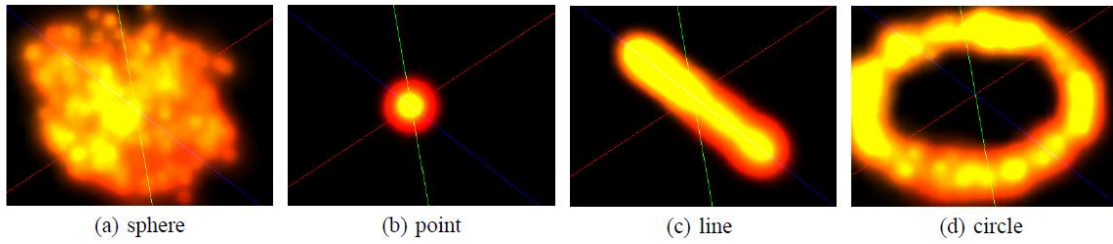
(Caillette, 2002)

Şekil 6. Tam Bir Partikül Sisteminde Bilgi Yapısı Hiyerarşisi



**Kaynak:** Caillette, F. 2002. *An interactive particle system*. A thesis submitted to the University of Manchester for the degree of Master of Science in the Faculty of Science and Engineering, UK: 20-27.

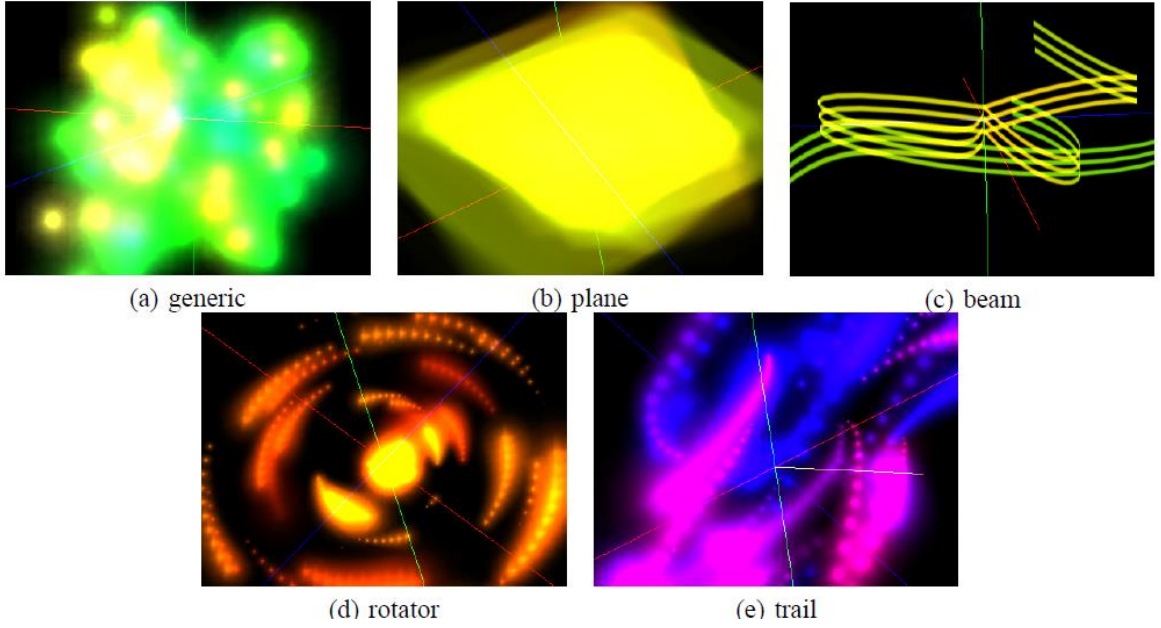
Bazı partikül üretim şekilleri aşağıdaki resimde görülebilir.



**Resim 17. Partikül Üretim Şekilleri:** Bir partikül sistemini'nin üretiliş şekli partiküllerin hangi bölgeden çoğalabileceğini tanımlar. (a) Küresel üretim şekliyle duman ve patlamalar elde edilebilir. (b) Noktasal üretim şekli belli bir objeye bağlanıp, silah patlaması ya da çarpışma gibi spesifik efektler yaratılabilir. (c) Çizgisel üretim, parlayan kılıçlar gibi, genelde karakterlerin silahlarına bağlanarak parlama sağlar. (d) Dairesel üretim ile de, enerji alanları gibi objeleri çevreleyen efektler yaratılabilir.

**Kaynak:** Hastings, E. J. 2009. *Interactive evolution of particle systems for computer graphics and animation*. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, New York: IEEE Press, 2009: 5.

Bazı partikül sistem sınıfları aşağıdaki resimde görülebilir.

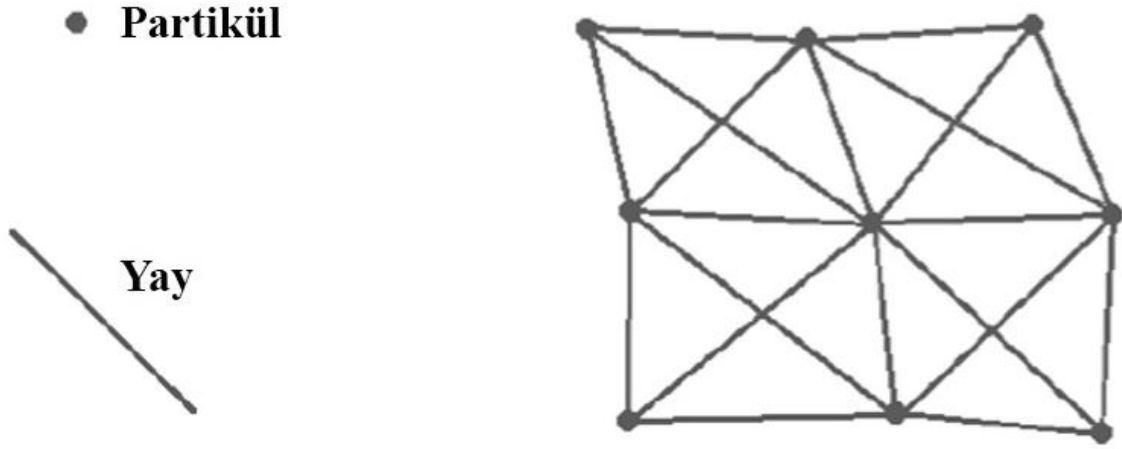


**Resim 18. Partikül Sistem Sınıfları: Önceden belirlenmiş sınıflar tasarımcılar için uzayı kısıtlar. (a) Üretken partikül sistem modeli ateş, duman ve patlamalar için uygundur. (b) Düzlem sistemi flaşlar, lens patlamaları gibi efektlerin belli partikülleri için katlanıp esneyebilir. (c) Işın sistemi ışın, laser veya elektrik efektlerinde kullanılabilir. (d) Dönerli sistem patlama, enerji ya da sihir gibi yörüngesel dönüşlü efektlerde kullanılır. (e) Takipsel sistem üretimsele benzer ancak her partikül ilerledikçe küçük partikül izleri bırakır. Egsoz, enerji, sihir ya da silah gibi efektlerde kullanılabilir.**

**Kaynak:** Hastings, E. J. 2009. *Interactive evolution of particle systems for computer graphics and animation*. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, New York: IEEE Press, 2009: 5.

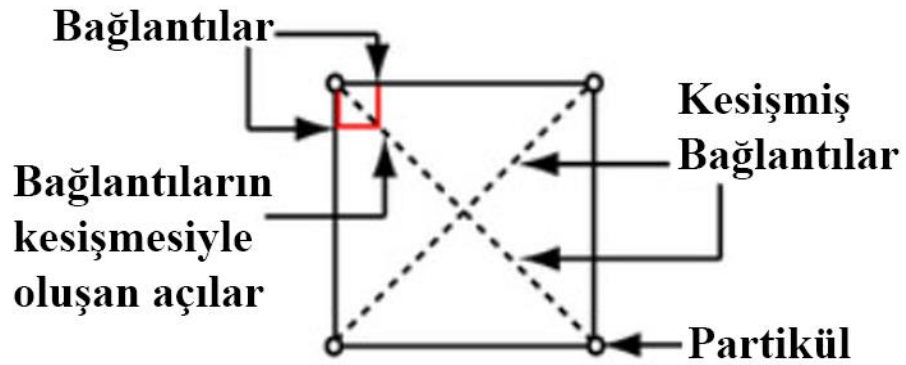
Kumaş simülasyonunda da partiküller kullanılmakta, ancak normalden farklı olarak bu partiküller yay (spring) ile birbirine bağlanarak, kumaş efekti yaratabilmektedir (Resim-17). Yani kumaş partikülleri, modellenmiş poligon ağlarından üretilir. Herangi bir poligon modeline Kumaş (Cloth) özelliği eklenebilir ve poligon modelleri özel pozlar verilebilmesi ve direkt kontrol edilebilmesi için idealdir. Bu partiküller partiküller birbirlerine hatlarla bağlıdırlar ve bir bütün olarak dinamik bir ağ oluştururlar. Bu ağ sisteminde aynı zamanda partikülleri bağlayan çapraz hatlar da bulunur. Normal hatlar partiküller arasındaki mesafeyi korurken, çapraz hatlar açıları, kesmeleri korur ve partiküllerin kumaş gibi davranmasını sağlar.

**Şekil 7. Kumaş Simülasyonu İçin Bütünsel Bir Örtü Modeli**



**Kaynak:** Önal, E. 2013. *Cloth tearing simulation*. Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Bilişim Bölümü, Ankara, Türkiye: 6.

**Şekil 8. Kumaş Simülasyonunda Partikül Mantığı**



**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2016.

Sıvı, ateş, duman veya kumaş simülasyonlarındaki partikül davranışlarına ek olarak, kalabalık simülasyonunda da partiküllerin yeri vardır. Her kalabalık simülasyonu çok sayıda partikül kullanımı gerektirmeyebilir ve bu simülasyon çeşitinin de kendi ayrı terminolojisi bulunmaktadır.



Kalabalıklar, aynı fiziksel ortamda, insan grupları, hayvan sürüleri, böcek kolonileri ve araç topluluklarından oluşan birimlerin oluşturduğu koleksiyonları içeren, kompleks sistem sistemlerdir. Yalnız oldukları zamanki davranışları, topluluk içindeyken farklıdır. Kalabalıklar esrarengiz bir şekilde uzaysal, fiziksel, biyolojik, sosyal ve kültürel izlerinin doğada yaygın bir şekilde gözlemlenebildiği fenomenlerdir. Bilgisayar grafiklerinde kalabalık simülasyonları 1980'lere kadar götürülebilir (Thalman, 2007). Geniş uygulanabilir özellikleri sayesinde, son yıllarda bilgisayar animasyonu dışında, mimari tasarım, askeri simülasyon, güvenlik bilimi, eğlence, fizik, psikoloji, eğitim sistemleri, robotik, sosyoloji, şehir planlama, mühendislik, böcek simülasyonları ve kültür hesaplama gibi pek çok disiplinden de büyük ilgi görmüştür. Bu alanda sayısız araştırma yapılmış olsa da, hala hızla büyüyen bir disiplindir. Pek çok kalabalık simülasyonu uzmanı, bu alanın fiziksel, psikolojik ve sosyal faktörler bakımından çok kompleks olması sebebiyle araştırmalarında zorlanmakta, kesin sonuçlar elde edememektedirler (Xu, 2014: 1).

Başka bir kabul edilmiş tanımda, kalabalıkların aynı fiziksel ortamda ortak bir amacı olan birey grupları olduğudur. Bir örnek vermek gerekirse, Titanik filminde hazır hareket kütüphanesinden üretilen sanal insanlar kullanılmıştır (Resim 19). Böyle bir teknoloji, elli feet yükseliğinde bir gemiden düşmek zorunda kalmak gibi tehlikeli sahneleri gerçekleştirmek zorunda kalan gerçek insanları, kompleks yapıları ve gerçek kalabalık insan topluluklarını yönetmek gibi zorlukları ortadan kaldırmakta kullanılabilmiştir (Gu, 2012: 2-3).



### **Resim 19. Titanik Filmindeki Sanal Geminin Önündeki Sanal İnsanlar**

**Kaynak:** Gu, E. 2010. *WPE II Paper, Crowd simulation: Implementation on geometry*. Animation and Behavior Human Modeling and Simulation Center, Computer Information and Science Department, University of Pennsylvania, ABD: 3.

Kalabalık gibi yapay zeka simülasyonlarında araştırmacılar tarafından kullanılan bir ortak takım kavramları vardır. Bunların belli başlıları da aşağıda verilmiştir.

**Objeler:** Gerçek dünyadaki objeleri temsil eden sanal dünyadaki karşılıkları. Mimaride taş, pencere, kapı vb. gibi.

**Simülasyon bilgi tabanı:** Bilgisayardaki sanal mimari objelerin nasıl ve hangi metotla simüle edileceği.

**Ajan:** Simülasyondaki aktif objeler.

**Davranış:** İki simüle edilmiş zaman arasında ajan tarafından yapılan hareketler.

**Grafik arayüzü:** Ajanların ve mimari ayar açıklamalarının ikonik temsili.

(Özel, 1991: 179)

Son yıllarda ekran kartları ya da grafik birimleri oldukça gelişmişse de, kalabalık sunumları çok fazla yüksek kapasiteli donanıma ihtiyaç duyduğundan ve gerçekçilik beklentisi de yüksek olduğundan, günümüzde hala başlı başına bir araştırma alanı olarak devam etmektedir. Popülasyon, gerçeklik, algı ve donanıma bağlı olarak kalabalık sunumları dört başlıkta toplanabilir (Yılmaz, 2010: 11):

- Geometrik sunum
- İmaj tabanlı sunum
- Nokta tabanlı sunum
- Karışık sunum



**Resim 20. Geometrik Bir Model ve Çeşitli Kaplamaları**

**Kaynak:** Yılmaz, E. 2010. *Massive crowd simulation with parallel processing*. A thesis submitted to The Graduate School of Informatics of The Middle East Technical University, In partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in The Department of Information Systems, Ankara, Turkey.



### **Resim 21. Bir Kalabalık Sahnesi**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

Geometrik temsiller, sanal karakterleri üç boyutlu ağ sistemi kullanarak görselleştirir. Bu modeller karakter sanatçıları tarafından ya da üç boyutlu tarama yöntemleriyle elde edilirler. Geometrik modelin kalitesi, ağ sayısına ve kaplama çözünürlüğüne bağlı olarak değişir.



**Resim 22. Otomatik Olarak Üretilmiş Detay Modelleri: Poligonların Otomatik Olarak Azalması, Görsel Kaliteyi de Düşürmektedir**

**Kaynak:** Yılmaz, E. 2010. *Massive crowd simulation with parallel processing*. A thesis submitted to The Graduate School of Informatics of The Middle East Technical University, In partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in The Department of Information Systems, Ankara, Turkey.

Render performansını arttırmak için geometrik modeller genelde farklı detaylarla kullanılırlar (Resim 22). Bir kalabalık simülasyonu uygulamasında geometrik modeller binlerce poligon kullanılırlar ve detaylı modeller de sıklıkla görülür. Bu yaklaşım kolayca uygulanabilse de, kameradan uzaktaki karakterlerin düşük kaliteye sahip olması ve buna çelişkili olarak da yüksek kalitede olmalarının grafik donanımlarının kaynaklarını çok tüketmesi yüzünden, her zaman istenilen gerçekçi sonucu vermeyebilir. Dolayısıyla poligon sayısının çok olduğu yerlerde imaj ile gerçeklik yakalabilir. Örneğin bir karakterin ayakkabısının bağcıkları ve diğer detayları poligon ile modelliğinde çok yüksek donanım isteyebilirken basit ve az poligonlu bir ayakkabı modeline ayakkabının bağcık resminin atılması çok daha az işlem zamanıyla çözüm yaratabilir. Elbette böyle bir uygulama uzaktaki karakterler için gerçekçi gözükebilirken, yakındakiler için realistik olmayabilir. Nokta tabanlı sunumda poligon yerine noktalar bütün kullanılarak modeller oluşturulabilir bu özellikle uzaktaki modeller için geçerlidir. Karışık teknik ise tüm bu sayılanların, performans ve realizmin en üst düzeyde olacak şekilde aynı anda bir kalabalık simülasyonu sahnesinde kullanılmalıdır.

“Sanal karakterlerin navigasyonu, kalabalık simülasyonundaki başka bir zorluk da, binlerce sanal karakterin gerçek zamanda birbirleriyle, yapılarla ve diğer oluşumlarla çarpışmaktan kaçınmasıdır. Buna ek olarak sanal karakterlerin hareketleri, gerçekçilik beklentilerini de tatmin etmelidir. Bir kişinin bir yol üzerindeki

hareketlerini belirleyen pek çok parametre vardır. Örneğin acele işleri olduğunda insanlar genelde kısa yolları tercih ederler. Bilgisayar hesaplaması, sanal ortamdaki çarpışmaları insanı içerdiğinde daha karmaşık bir hal alır. Sanal mekanlar, birbirinden farklı görünümlü sanal karakterler ile doldurulurlar aksi takdire birbirine benzer ya da klonlanmış karakterler izleyici tarafından hemen seçilebilir ve bu da gerçekliği büyük ölçüde zedeler. Örneğin yerli Amerikan halkı koleksiyonunu Shanghai sokaklarını simüle etmek için kullanmak gerçekçi olmaz.”

(Yılmaz, 2010: 11)

Öte yandan Xu, Jiang, H, Jin. XG’e (2014) göre Makroskopik ve Mikroskopik olarak farklı bir kalabalık simülasyonu sınıflandırması da yapılabilir. Makroskopik modelde simülasyon genel olarak büyük kitlelere odaklıdır ve genel kalabalık hareketi gerçek gözüktüğü müddetçe bireylerin hareketinin gerçekliğinin çok önemi yoktur. Buna zıt olarak mikroskopik model, küçük gruplarda bireysel hareketlerin gerçekçiliğine odaklanır. Makroskopik modele stadyumlar, alışveriş merkezleri ve metrolar, mikroskopik modele ise spesifik küçük çaplı her türlü mekan örnek verilebilir.

Gu, Q. ve Deng, Z.’e (2011) ise Context-Aware Motion Diversification for Crowd, Simulation Feature makalelerinde birey tabanlı simülasyonları üç katmanlı bir hiyerarşiye göre işler. En üst düzey katman kalabalığa yol bulmada ve karar vermede navigasyon noktaları sağlar. Orta düzey katman kalabalıkların gerçek hayattaki gibi birbirlerine çarpmasını ve çarpınca da algısal ve çevresel faktörler çerçevesinde karşılık vermesine olanak tanır. Üçüncü katman da diğer iki katmana göre detaylı animasyonları düzenler. Kalabalıktaki her birey için bu üç katman şu soruları cevaplayabilir: Bu karakterlerin gideceği son hedef nedir? Sonraki adımları nerede olmalıdır? Her ajan hareketlerindeki her adımı nasıl atsa iyi olur?

Görüldüğü üzere oldukça karmaşık bir yapıya sahip olan kalabalık simülasyonu pek çok yönden farklı şekillerde sınıflandırılabilir ve bu sınıfların kategorizasyonu da içiçe geçebilmektedir. Örneğin Yılmaz’ın modelleme sınıflandırmasındaki detay azlığı ya da çokluğu Xu, Jiang, H, Jin. XG’in makroskopik ve mikroskopik sınıflandırmasıyla bağlantılı olabilir çünkü geniş kitle hareketlerinin önemli olup bireysel hareketlerin gerçekliğine önem vermeyen makroskopik simülasyonda modellerin detaylı modellenmesi



gerekmebilir. Son olara yine Yılmaz'a (2010) göre üç boyutlu sanal insan modeli üretiminde iki temel yaklaşım sunulabilir:

- Yaratıcı (Sanatsal Süreç): Üç boyutlu modellerin yaratım sürecinde 3ds Max, Maya, Poser veya Lightwave gibi özel yazılımlar kullanılır. Gerçekçilik kalitesi arttıkça, yaratıcı süreç zorlaşır ve çok zaman tüketir. Model üretimi, her modelde ayrı ayrı tekrar edildiği için bu yaklaşım çok yüksek miktarda geniş popülasyon çeşitliliklerine ulaşmak için çok elverişli olmayabilir.

- Parametrik Yapılanma: Bu yöntem bazı hazır modellerin bir takım özelliklerini ve vücut parametrelerini değiştirerek yeni sanal insanlar yaratılmasını sağlar. Gerçekçi modeller üretmek için antropometri bilimi gereklidir.



**Resim 23. Sanal Konserde Popülasyon Çeşitliliği**

**Kaynak:** Yılmaz, E. 2010. *Massive crowd simulation with parallel processing*. A thesis submitted to The Graduate School of Informatics of The Middle East Technical University, In partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in The Department of Information Systems, Ankara, Turkey.

“Kalabalık simülasyonları metotları belki tekrarıcı ve önceden tahmin edilebilen hareketler üretebilir, böylece uygulaması daha kolay olabilir. Diğer türlü olursa grafik sistemleri bu hareketleri üretmekte zorlanabilir, bunlar için çok zaman gerekebilir” (Yılmaz, 2010: 11).

Simülasyonun temel birimi olan partiküle ve onunla ilgili birimlerin temel prensipleri açıklanmasının ardından bu prensipleri uygulayabilen bilgisayar programlardaki partikül sistemlerinin temel çalışma prensiplerine ve iş akışına bakılacaktır.

## **2. SİMÜLASYON ÖZELLİKLERİNE SAHİP MODELLEME VE ANİMASYON PROGRAMLARIYLA İÇ MİMARİ TASARIMI SUNUMLARINDA GÖRSEL EFEKT YARATMA YÖNTEMLERİ**

3DS Max ve Maya dışında simülasyon yapabilen pek çok program mevcuttur. Bu programlardan bazıları genel olarak her türlü simülasyonu yapabilirken bazıları sadece belirli bir alana yoğunlaştırılmıştır. Programların genel işleyiş yöntemleri aynı olmakla birlikte, arayüzü, kullanım kolaylığı, render hızı, diğer programlarla uyumu ve simülasyon kontrol seçeneklerinin zenginliği bakımından farklılık göstermektedir. Blender, Cinema 4D programları 3ds Max ve Maya gibi olup her türlü modelleme, kaplama, animasyon, simülasyon ve render özelliğine sahipken, son dönemlerde çok kullanılan Lumion ve Artlantis programları ise teknik modelleme sonrası yapılan rötuşlar ve şablon animasyon ve simülasyonların eklenmesi için daha uygun olabilmektedir. Fumefx, Phoenix ve Afterburn sadece ateş ve duman simülasyonu, Krakatoa ile Thinking Particles detaylı partikül yönetimi ve Rayfire çarpışma simülasyonları sağlarken bu programlarda ancak 3ds Max ve Maya gibi programların eklentisi olarak çalışabilmektedirler. Houdini genel simülasyonlar için uygun bir programdır. Vue ile gerçekçi gökyüzü ve bulutlar elde edilebilirken, Dreamscape eklentisi ile gökyüzü ve deniz simülasyonları yapılabilir. Realflow su simülasyonuna odaklanırken, Massive Crowd da tamamen kalabalık simülasyonları için üretilmiştir. Hair Farm sadece tüy ve kürk simülasyonu sağlayabilen ve City Traffic de sadece araç simülasyonu yapabilen bir program eklentisidir. Popüler Vray eklentisinin de tüy ve kürk simülasyonu için araçları bulunur. Massive Crowd dışında bu programa benzer sadece



kalabalık simülasyonu yapabilen programlar da bulunmaktadır. Popüler oyun motorları Unity ve Unreal da da her türlü simülasyon yaratılabilmektedir.

Hair Farm, Unity, Unreal, Realflow ve Massive Crowd, 3ds Max ve Maya ile etkileşim içinde olabilmekte ve simülasyon sürecine yardım edebilmektedir. Ancak program kısıtlamasından dolayı bunlardan bahsedilmeyecek, kendi içinde kalabalık simülasyon özelliğine sahip olmayan Maya'da Massive Crowd kullanılırken, bu programa değinilecektir. Aşağıdaki Tabloda tüm simülasyon programlarının yetenekleri açıklamalarıyla birlikte görülebilir.

**Tablo 5. Görsel Simülasyon Programları Karşılaştırması**

SİMÜLASYON ÇEŞİTLERİ	Su	Ateş ve Duman	Tüy ve Kürk	Kumaş	Kalabalık	Bütün Simülasyonlar	Mimari Modelleme
<b>PROGRAMLAR</b>							
3ds Max						X	X
After Effects		X					
Artlantis							X
Blender						X	X
Cinema 4D						X	X
Houdini						X	X
Lightwave 3D						X	X
Lumion						X	X
Maya						X	X
Massive Crowd					X		
Nuke		X					
Realflow	X						
Unity						X	
Unreal						X	

Tablo 5’de yeni çıkan genel modelleme ve animasyon programlarının da oldukça kapsayıcı olduğu görülebilir. Ancak pek çoğu detay anlamında örneğin su simülasyonunda Realflow kadar çok özellik sunmaz. Yine de Maya’daki Bifrost su simülasyonu özelliği,

genel modelleme ve animasyon programlarının da detaylı su simülasyonu yapabildiğinin göstergesi olabilir.

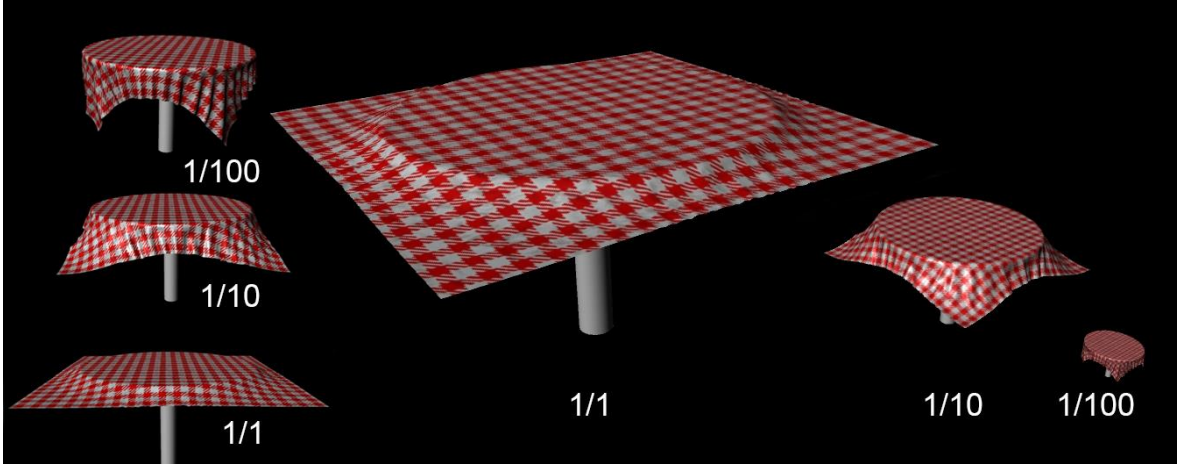
**Tablo 6. Görsel Simülasyon Programları Eklentileri Karşılaştırması**

SİMÜLASYON ÇEŞİTLERİ	Su	Ateş ve Duman	Tüy ve Kürk	Kumaş	Kalabalık	Genel
<b>EKLENTİLER</b>						
After Burn		X				
City Traffic					Yalnızca Trafik	
Dream Scape						Yeryüzü Şekilleri
Fume FX		X				
Glu3D	X					
Golaem					X	
Hair Farm			X			
Krakatoa						Efektif, Yardımcı
Miarmy					X	
Phoenix	X	X				
Ray Fire						Yalnızca Çarpışma
Red Giant	X	X				
Thinking Particle						Efektif, Yardımcı
Vue X Stream						Yeryüzü Şekilleri

Tablo 6’da simülasyon eklenti programlarının genel bir dağılım yaptığı söylenebilir. Burada örneğin kumaş simülasyonu için ayrı bir eklenti neredeyse yoktur ve bu da genel modelleme ve animasyonun programlarının kumaş simülasyonu ile iyi sonuçlar verdiğini gösterebilir. Tüy ve kürk için de aynısı söylenebilir. Listedeki Hair Farm bir Maya eklentisi olsa da, Maya’nın XGen tüy ve kürk simülatörü oldukça geliştirilmektedir ve Hair Farm gibi zaten ender kullanılan bir eklenti ihtiyacı hissettirmeyebilir. Öte yandan bu liste gerçekçi üç boyutlu simülasyon yapımına göre oluşturulmuştur. Örneğin After Effect ile de su simülasyonu yapılabilmektedir ancak Realflow’daki gerçekçi değildir. Bu yüzden After Effects’de su simülasyonu yapımı işaretlenmemiştir

Sonuç olarak programlar artık ne kadar her türlü simülasyon özelliğini içinde barındırır da, su, ateş, yoğun partikül efektleri, kalabalık ve yer yüzü şekilleri için eklentilere ihtiyaç yine de hala duymaktadırlar. Bir programın başlı başına tek bir alanda uzmanlaşmış bir simülasyon programını kapsadığı örneğin Maya’nın Bifrost su simülatöründe görülebilir. Dediğimiz gibi Bifrost, Realflow’un özelliklerine oldukça yakındır. Ancak Bifrost’un ve benzer eklentilerin Maya’ya eklenmesi, Mental Ray render motorunu program dışı bırakmak zorunda kalmıştır ve sonuç olarak Mental Ray bir eklenti olmuştur. Bunun en büyük nedeni programın çok miktarda eklentiye sahip olup, performans düşüşü yaşanması olabilir.

Üç boyutlu simülasyon programlarında simülasyona başlanmadan hatta simülasyona girecek objeleri yaratmadan önce, sahnenin ve objelerin ölçeğini, simülasyonun amacına göre önceden düşünmek, simülasyonun daha gerçekçi olmasını sağlayabilir. Örneğin kumaş simülasyonu ya da herhangi bir simülasyon yapmadan önce, sahnenin ölçeklerinin ayarlanması, simülasyon üzerinde daha iyi kontrol sağlayabilir. Objeler yaratılmadan önce objelerin oranına dikkat edilmelidir aksi takdirde kumaş istenmeyen farklı sonuçlar verebilir. Örneğin 100 santimlik bir kumaş ile 1000 santimlik bir kumaş farklı ölçeklere sahip olduğundan davranışları da farklı olabilmektedir. Her kare için oynatım hızı programdan programa değişmekle beraber bu değer ortalama her saniyede 24 kare olarak belirlenebilir ve böylelikle simülasyonun önizlemesi yapılırken gerçekçi bir oynatım süresi elde edilebilir. Kumaş özelliği dört köşeli ya da iki üçgene bölünmüş dört köşeli poligonlarda gerçekçi sonuç verebilmektedir (Resim 24). Bu özellik su veya kalabalık efektleri de dahil tüm simülasyonlarda geçerlidir.



**Resim 24. Simülasyon Programlarındaki Ölçek Mantığı ve Kumaşın Davranış Şekilleri**

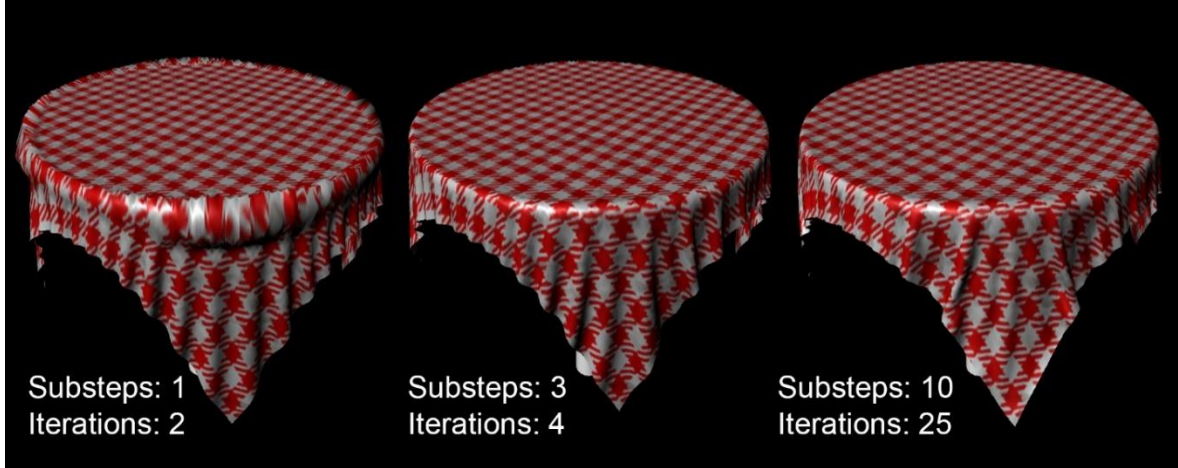
Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

Simülasyon özelliğine sahip programlarda simülasyon kalitesini kontrol edecek ayarlar da mevcuttur. Bu ayarların isimleri az da olsa farklılık göstermesine rağmen, davranış biçimleri aynıdır. Kimi programlarda daha fazla kalite ayarı bulunmaktadır ve bu fazlalık simülasyonlardaki ince detayların da kontrol edilmesine olanak verebilmektedir. Temel olarak iki terimden bahsetmek mümkündür.

- Substeps (aşamalama), simülasyonun her karesinde yaptığı hesaplama sayısının değeridir. Substeps hızlı hareket edip çabuk etkileşime giren objelerdeki hız yüzünden hesaplanamayan ve yanlış sonuçlar doğurabilen kareler için çok kullanışlıdır. Yüksek değerlerdeki substeps, simülasyonu yavaşlatacaktır.

- Iterations (yineleme) ile her simülasyon aşamasında objelerin esneme, bükülme gibi dinamik özelliklerinin yinelenmesini sağlayan maksimum değerdir. Yineleme aynı zamanda yüksek değerli özellikleri ya da substep gibi kalite değerini yükselten ama simülasyonu da bir o kadar zorlayan değerleri de önleyici özelliğe sahiptir. Her dinamik özelliğin bir değeri için pek çok yineleme vardır. Her dinamik obje için yineleme sayıları o anki güncel değerleriyle otomatik olarak belirlenir. Yüksek dinamik özellik değerleri büyük rakamlı yineleme değerleri üretir.

Bu iki kavram 21 vitesli modern bir bisikletin vites sistemine de benzetilebilir. Bir vites hızı 3'lük birimde ayarlarken diğeri de 7'lik birimlere göre ayarlar ve ikisi de birbirine bağlıdır. Gerek Substance'da gerekse Iterations'da değerler arttıkça, simülasyonun da gerçekçiliği artacak ancak hesaplama ve render süresi de uzayacaktır (Resim 25).



**Resim 25. Simülasyonda Kalite Değerleri Karşılaştırılması. Değerler Arttıkça Hesaplama Süresi de Artmıştır**

Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

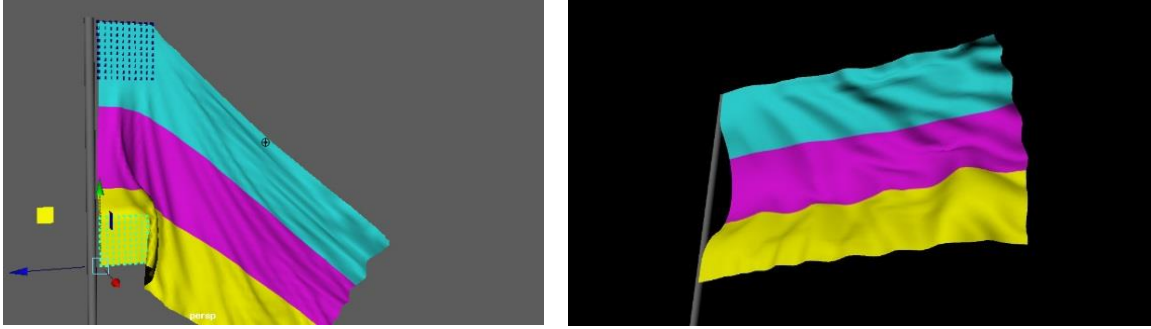
Pek çok programda, simülasyonun önizlemesinin rahat yapılabilmesi ve simülasyon zamanında rahatlıkla ileri geri gidilebilmesi için, simülasyonu belleğe yazdıran özellik de mevcuttur ve bu işlem genelde caching (zulalama) olarak adlandırılır.

## 2.1. Kumaş Simülasyonları

Her simülasyon programında masa, yatak ya da koltuk örtüsü yapmak için kumaş özelliği atanacak olan düzlem, masa modelinin üzerine getirilir ve ardından düzleme kumaş ve masayada interaktif pasif (passive collider) obje özelliği verilerek, yerçekimi kuvvetiyle düzlemin masaya düşerek etkileşime girmesi program tarafından simüle edilir.

Bayrak, perde gibi kumaş türlerinin yapımında da poligon düzlemine kumaş özelliği atanır ve bu düzlemin direğe ya da kornişlere gelecek olan kısmındaki vertex'ler seçilerek sabitleyici (constraint) özelliği atanır ve sabitleyici özellikleri ve isimleri bazı programlarda

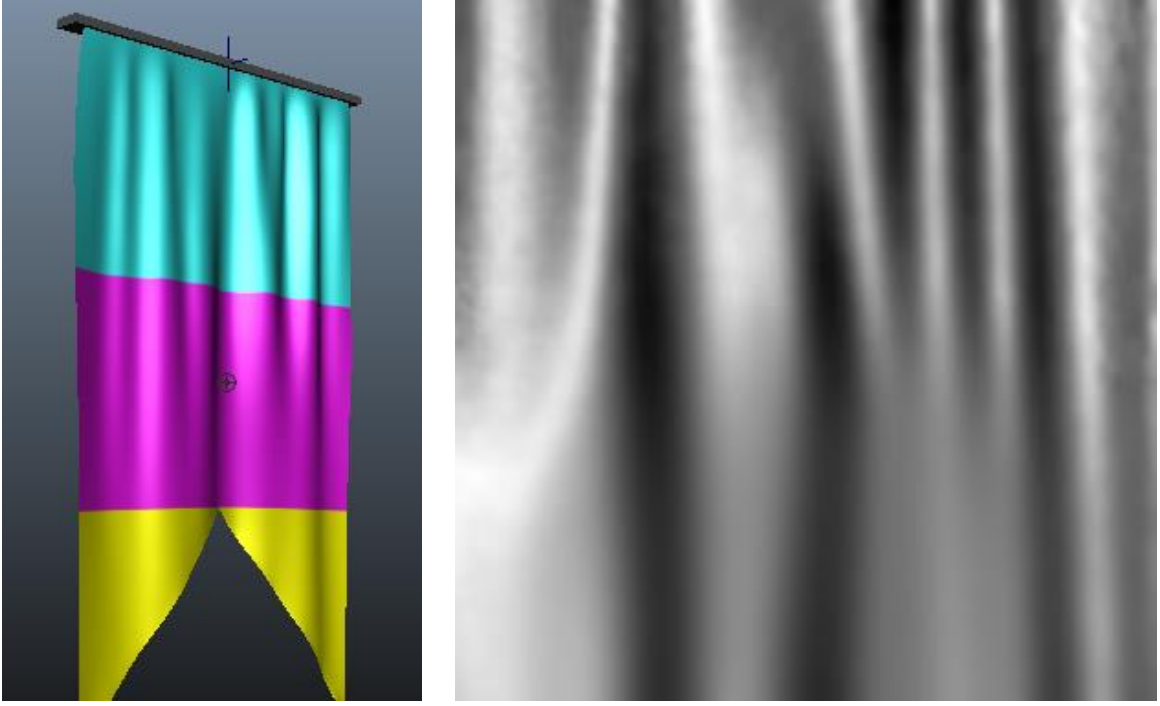
farklı olabilmektedir. Bu şekilde üsteki vertexlerin sabitliğine sıkışacak olan düzlem, perde gibi kornişlerinden tutulup yer çekimiyle aşağıya sarkacaktır eğer bayraksa direktten sarkacaktır. Rüzgar efekti eklenirse kumaş dalgalanan bir bayrak görüntüsü kazanacaktır (Resim 26).



**Resim 26. Bayrak Simülasyonlarında Sabitleyiciler ile Seçili Vertexler ve Kumaşın Ona Göre Davranışı**

Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

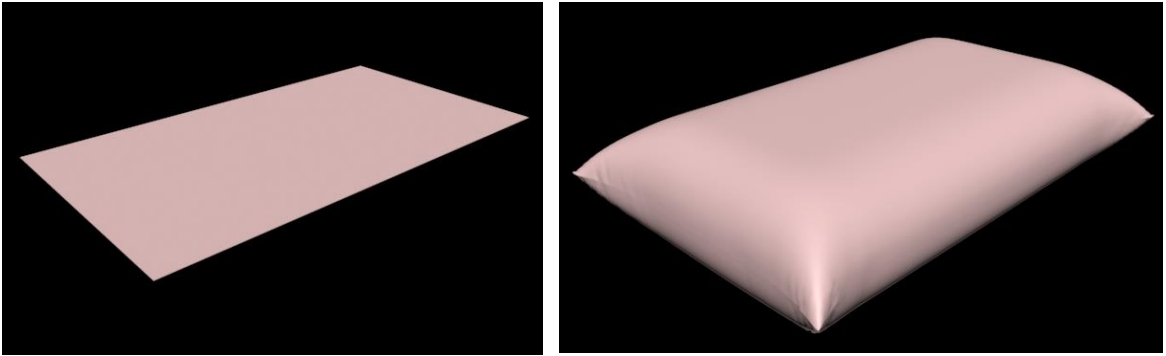
Pek çok programdaki kırışıklık haritalama özelliği sayesinde kumaşa rüzgar efekti verilmeden ya da modelleme yapılmadan, bir imajın gölgesel değerleriyle kırışıklık verilebilir. Alttaki resimde sağdaki imaj, kumaş özelliğine sahip poligonun kırışıklık haritalama kısmına atılarak, bu imajın gölgesel değerlerinin şeklini alarak perde benzeri kumaş görünümü elde edilmiştir (Resim 27).



**Resim 27. Kırışıklık Haritalama Özelliği ile Perde Görünümü Kazanmış Poligonel Model ve Sağda Kullanılan İmaj**

Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

Kumaş özelliği ile yastık ve benzeri modeller de simülasyon ile yaratılabilir. Yastık simülasyonunda poligon sayısı yüksek ince bir küpe cloth özelliğe atanır ve basınç özelliği artırılarak poligonel küpün kumaş yapısında şişmesi sağlanabilir ve ortaya yastık görünüm çıkar (Resim 28).



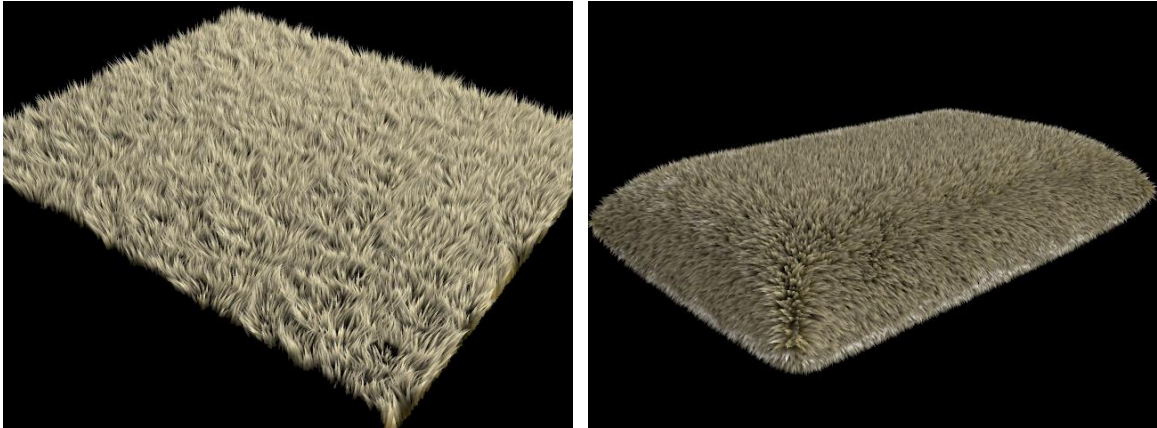
**Resim 28. Kumaş Özelliği Atanmamış Küp (sol), Kumaş Özelliği Atanıp Basıncı Artırılmış Hali (sağ)**

Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

Pek çok program, pamuk, çuval, ipek gibi çok kullanılan değerlerin de bulunduğu bazı kumaş şablonuyla birlikte gelebilir.<sup>1</sup>

## 2.2. Tüy ve Kürk Simülasyonları

Tüy ve yün simülasyonlarında Çim, kürk veya halı dokusu modellemeleri veya animasyonlarında, tüylerin girinti ve çıkıntıları ve sayıları çok fazla olduğu için simülasyon kullanılabilir. Tüy simülasyonu, partikül sisteminden bağımsız olarak, kendine has bir algoritma ile çalışır. Bir çim sahası ya da halı yapmak için, poligon sayısı en az olan bir düzlem yaratıp, tüy ve kürk (Hair and Fur) özelliği atamak yeterli olabilir. Tüy ya da kürk yerine ağaç veya çiçek de atanabilir ve böylece istenilen alan zahmetsizce ağaçlandırılabilir. Tüylerin kaplaması, şekli, kıvrımı, stili, dokusu, uzunluğu, sayısı ve pek çok özelliği programın parametreleriyle kontrol edilebilir.



**Resim 29. Tüy ve Kürk Özelliği Atanmış Tek Poligonlu Düzlem (sol) ve Çok Poligonlu Yastık Modeli (sağ)**

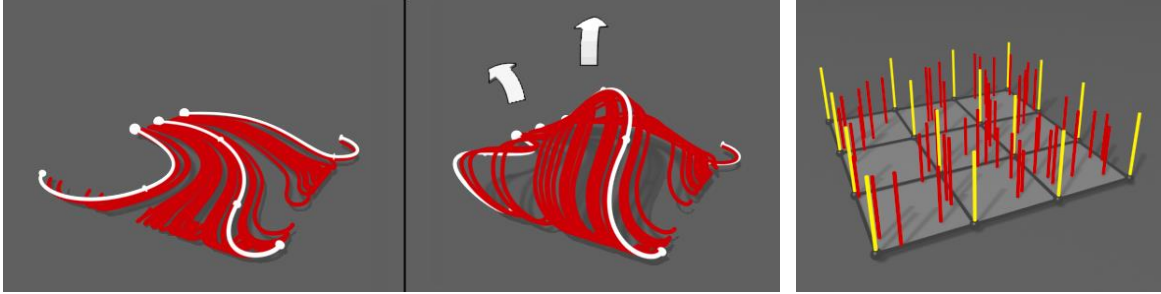
Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

---

1. Kumaş tiplerinin simülasyonda karşılaştırıldığı akademik bir çalışma için bkz: Aliaga, C. O'Sullivan C. Gutierrez, D. ve Tamstorf R. 2015, Walt Disney Animation Studios, Universidad de Zaragoza, "Disney Research Los Angeles Sackcloth or Silk? The Impact of Appearance vs Dynamics on the Perception of Animated Cloth", Spain & USA.



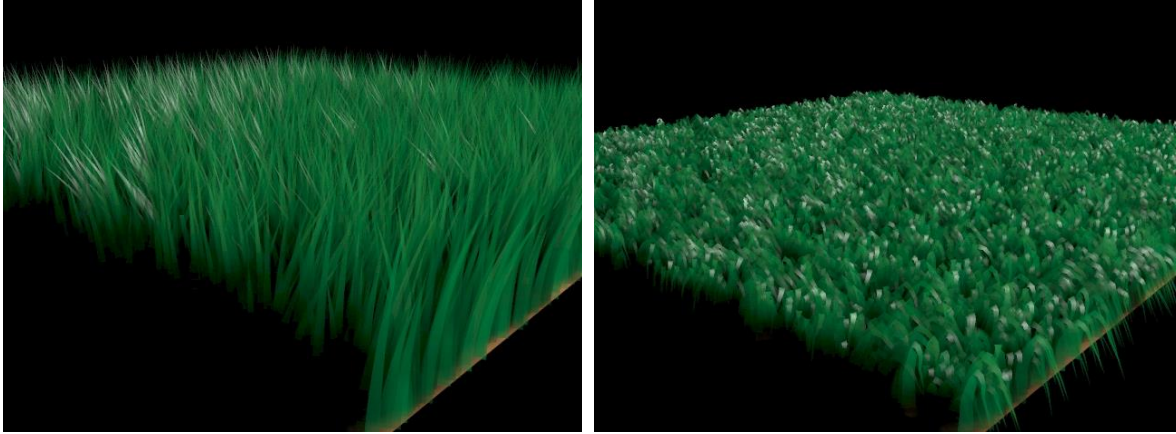
Modele tüy ve kürk özelliği atandıktan sonra, bu tüyler iki boyutlu eğrilerle ya da referans çizgileriyle kontrol edilebilir, bu eğriler kesilip bunlara istenilen şekil verilebilir (Resim 30).



**Resim 30. Objelerin Tüy ve Kürkleri Eğrilerle (sol resim) ya da Rehber Çizgileriyle (sağ resim) Kontrol Edilebilir**

**Kaynak:** www.autodesk.com, Mayıs 2016.

Dinamik özelliği ile tüy ve kürkler yerçekimine maruz bırakılıp, doğal bir görünüm kazanabilir. Yerçekiminin gücü istenilen ölçüde ayarlanabilir (Resim 31).



**Resim 31. Yerçekimi ile Tüy ve Kürklere Doğal Bir Görünüm Verilebilir. Yerçekimsiz (sol) ve Yerçekimli (sağ) Çim Simülasyonu**

Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

### 2.3. Akışkan Simülasyonları

Su simülasyonları, amacına göre pek çok farklı yöntemle yapılabilir. Burada her yöntemin temelinde partikül vardır. Hafif dalgalı bir havuz için dalga modifiyesi atanmış, poligon sayısı fazla bir düzlem yeterliyken, köpüklü dalgalar için çok sayıda partiküle ihtiyaç duyulabilir. Bir havuz çukuru modeli tamamen partikül ile doldurulup, havuzdaki suyun her birimi kontrol edilebilir. Fıskiye, şelale ve benzeri etkiler için, özel partikül birimlerine ihtiyaç duyulabilir ya da varolan partiküllere yerçekimi, rüzgar gibi güç birimleri eklenebilir. Suyu kontrol eden partiküller ateş veya dumana da dönüştürülebilir bu işlem de daha farklı fakat benzer mantık da bir yol izleyecektir.

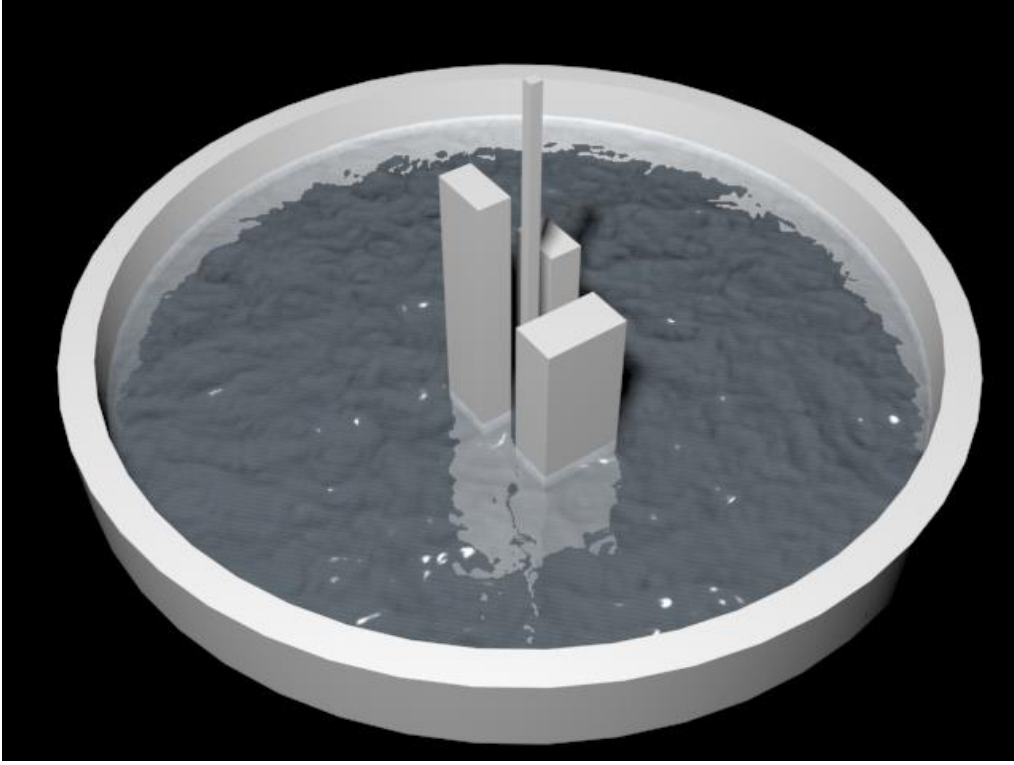
Su simülasyonunda genelde partiküller yer çekimi nedeniyle aşağı doğru akış halini alıp, birikinti yaparlar. Ancak ateş ve ona bağlı olarak duman simülasyonlarında ise tam tersidir. Ateş simülasyonu yukarı doğru akan ve eriyip kaybolan partiküllerden oluşur. Bu partiküller genelde siyah, sarı ve kırmızı düşük opaklık değerine sahip kaplamalarla harmanlanır ve istenilen ateş simülasyonu da oluşabilir. Bir su simülasyonu ateşe dönüştürülebilir ya da tam tersi yapılabilir. Bu dönüşüm elbette partiküllerin kompleks yapısına göre kolay ya da zor olabilir. Ancak FumeFX, Phoenix gibi sadece ateş ve duman simülasyonuna adanmış veya Realflow gibi sadece su simülasyonuna adanmış programlarda bu dönüşüm gerçekleşemeyebilir. Öte yandan partikül sistemi dışında da ateş yaratımı sağlayabilen hazır sistemler de mevcuttur. 3ds Max'in atmosferik aparatları buna bir örnek olarak verilebilir. Ancak hazır sistemler partikül gibi gerçekçi sonuçlar doğuramayabilir. (Resim 32)



**Resim 32. Solda Partikül Sistemi Sağda ise Hazır Sistemler ile Yapılmış Ateş ve Duman Simülasyonu**

Ersin Ertan arşivinden, 2016.

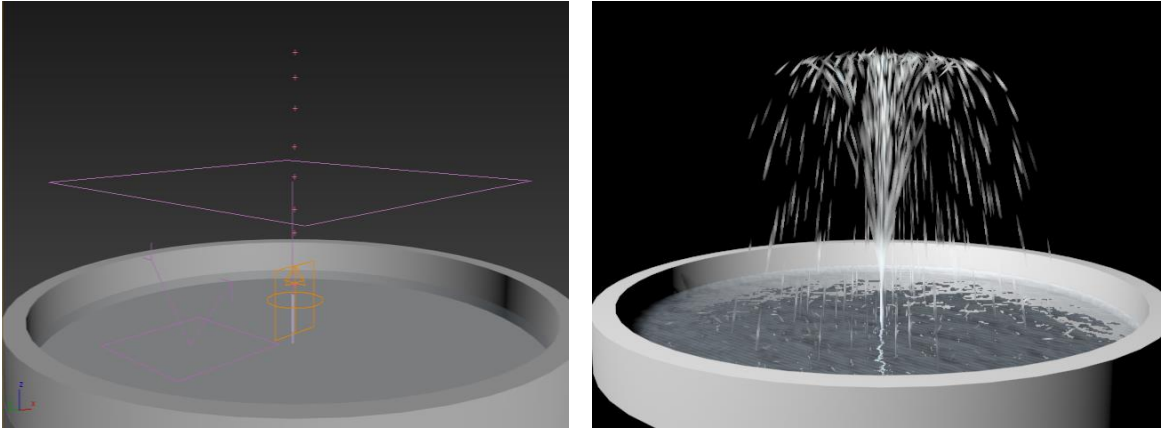
Hafif dalgalı havuz ya da deniz görünümü için, tek bir poligonlu düzlem yaratılıp ardından kabartı (bump veya displacement) ve yansıma kaplamaları atılarak su görünümü elde edilebilir. Kabartı kaplaması ile animasyon yapılarak da dalgaların hareketi sağlanmış olur. Tek poligonlu düzlemin poligon sayısı artırılıp dalga şeklinde modifiye edilerek de tüm bu işlemlere yardımcı olunabilir. Ancak bu su görünümünün suya çarpan objelerle ya da gerçek dalga veya partikül simülasyonu ile bir bağlantısı yoktur.



**Resim 33. Kabartı ve Yansıma Kaplamalarıyla Yapılmış Bir Havuz Modeli**

Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

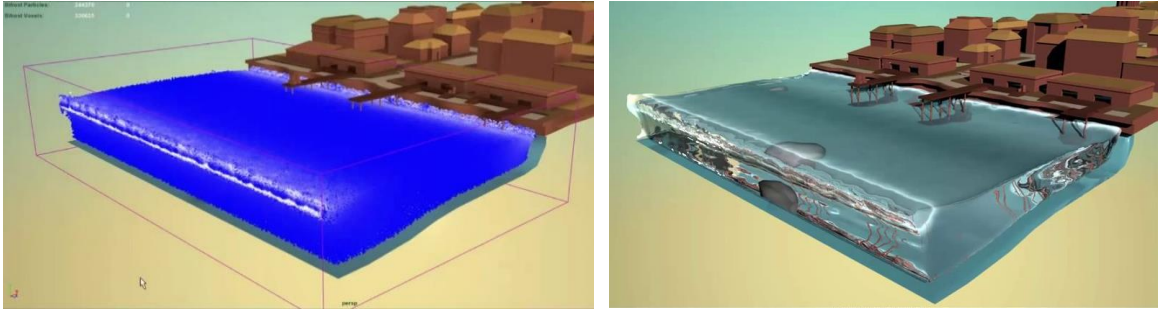
Havuz fiskiyesi simülasyonu ise tamamen partiküllere dayalıdır. Belli bir yönde partikül püskürten salgıç birimi yaratılır. Bu partiküllerin sayısı, şekli, dokusu ve hareket şekli manipüle edilerek fiskiye suyu halini alabilir. Yerçekimi ve sıçrama gibi yardımcı öğeler de eklenerek simülasyon tamamlanmış olur.



**Resim 34. Fiskiyeli Havuz Simülasyonunda Partikül Salgıcının İlk Hali (sol) ve Manipülasyon Sonrası Hali (sağ)**

Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

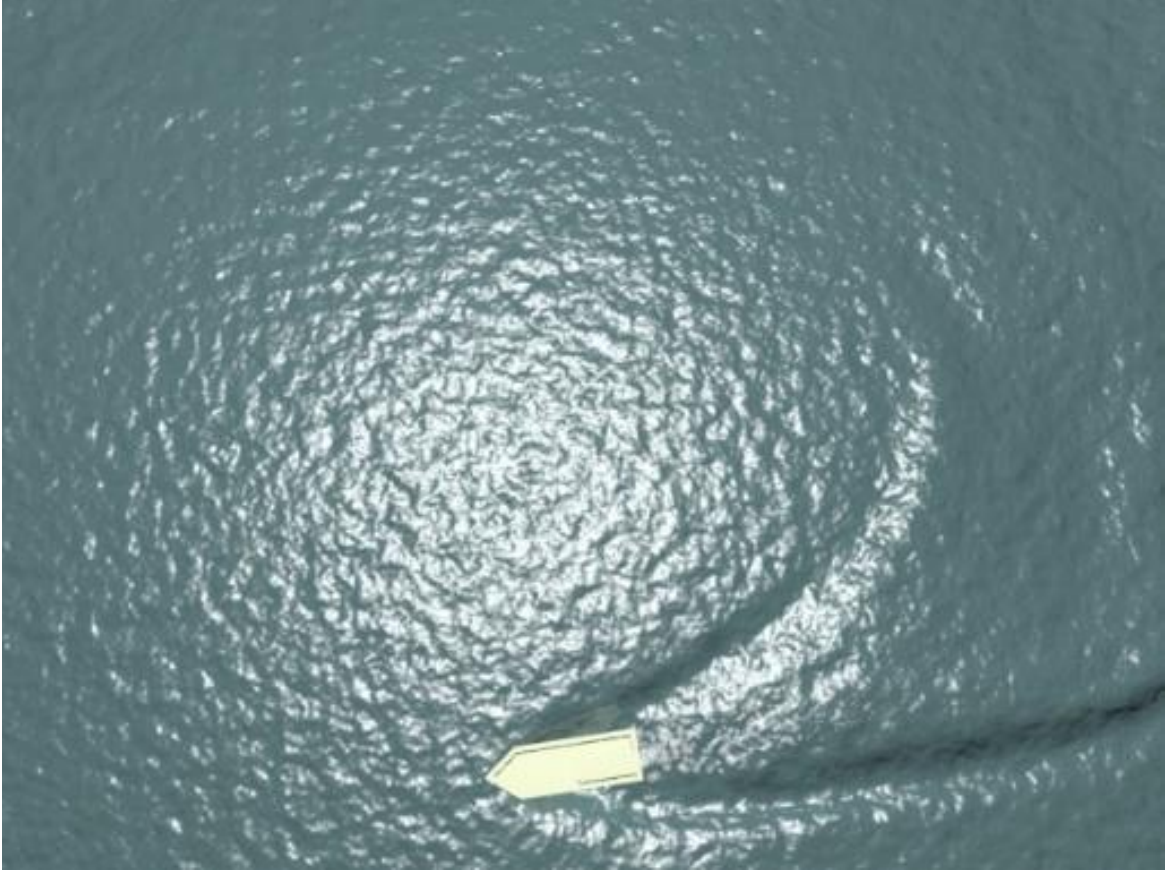
En gerçekçi ve yapımı da oldukça uzun süren su simülasyonlarından biri de, bir boşluğu tamamen partiküllerle doldurup, her partikülü su gibi hareketlendirmektir. Burada için boş olan, kap şeklinde bir model yaratılır. Su partikülü salgıcı bu kaba doğru yönlendirilir ve kabın partiküllerle dolması beklenir. Dolduktan sonra rüzgar, yerçekimi ve benzeri öğelerle suyun hareketi yönlendirilebilir veya suyun dokusu, hızı, ağırlığı değiştirilebilir, köpük oluşumu sağlanabilir (Resim 35).



**Resim 35. Maya Bifrost’da Tamamen Su Partikülleriyle Doldurulmuş Bir Kap (sol) ve Render Edilmiş Hali (sağ)**

**Kaynak:**<http://www.cgmeetup.net/home/creating-a-body-of-water-simulation-using-bifrost-peaceful-coastal-ocean/>, Kasım 2015.

Tüm teknikler bir arada da kullanılarak istenilen gerçekçiliğe de ulaşılabilir. Burada su artık her türlü objeyle etkileşime geçebilir. Örneğin bir gemi bu suya konulup animasyon edildiğinde, dalga simülasyonu yaratacaktır (Resim 36).



**Resim 36. 3ds Max'de Pek Çok Reknin Bir Arada Kullanılmasıyla Oluşmuş Gemi Simülasyonu**

Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

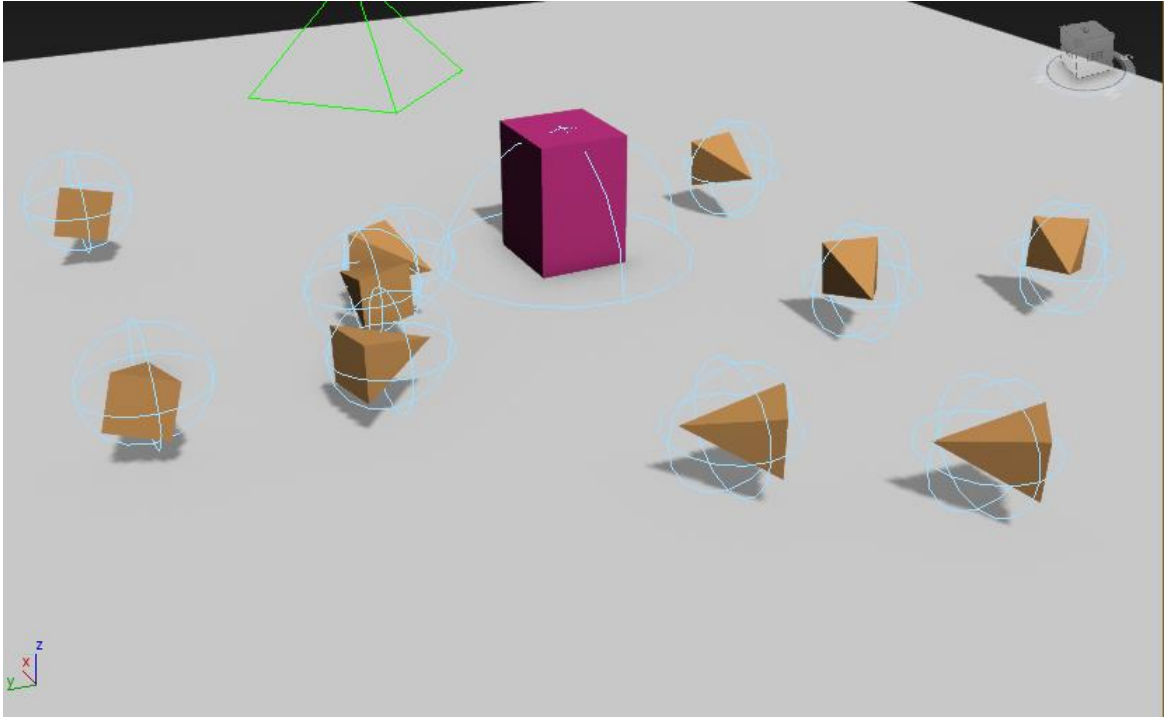
Tüm su partikülleri, poligona çevrilerek son görünüm verilebilir ancak poligona çevrildikten ya da zulağa alındıktan sonra artık partikül özellikleri kontrol edilemeyebilir.

#### **2.4. Kalabalık Simülasyonları**

Kalabalık simülasyonları partikül mantığıyla hareket eden ve belki de en karmaşık yapıya sahip olabilen simülasyon türleridir. Bu karmaşıklığın en büyük nedeni, kalabalık simülasyonları içinde karakterlerin kullanılması ve kalabalık davranış özelliklerinin hesaplanmasının zorluğu olabilir. Kalabalık simülasyonu sadece organik varlıklarda değil, trafik görünümü (araçlar) yaratmakta da kullanılabilir.



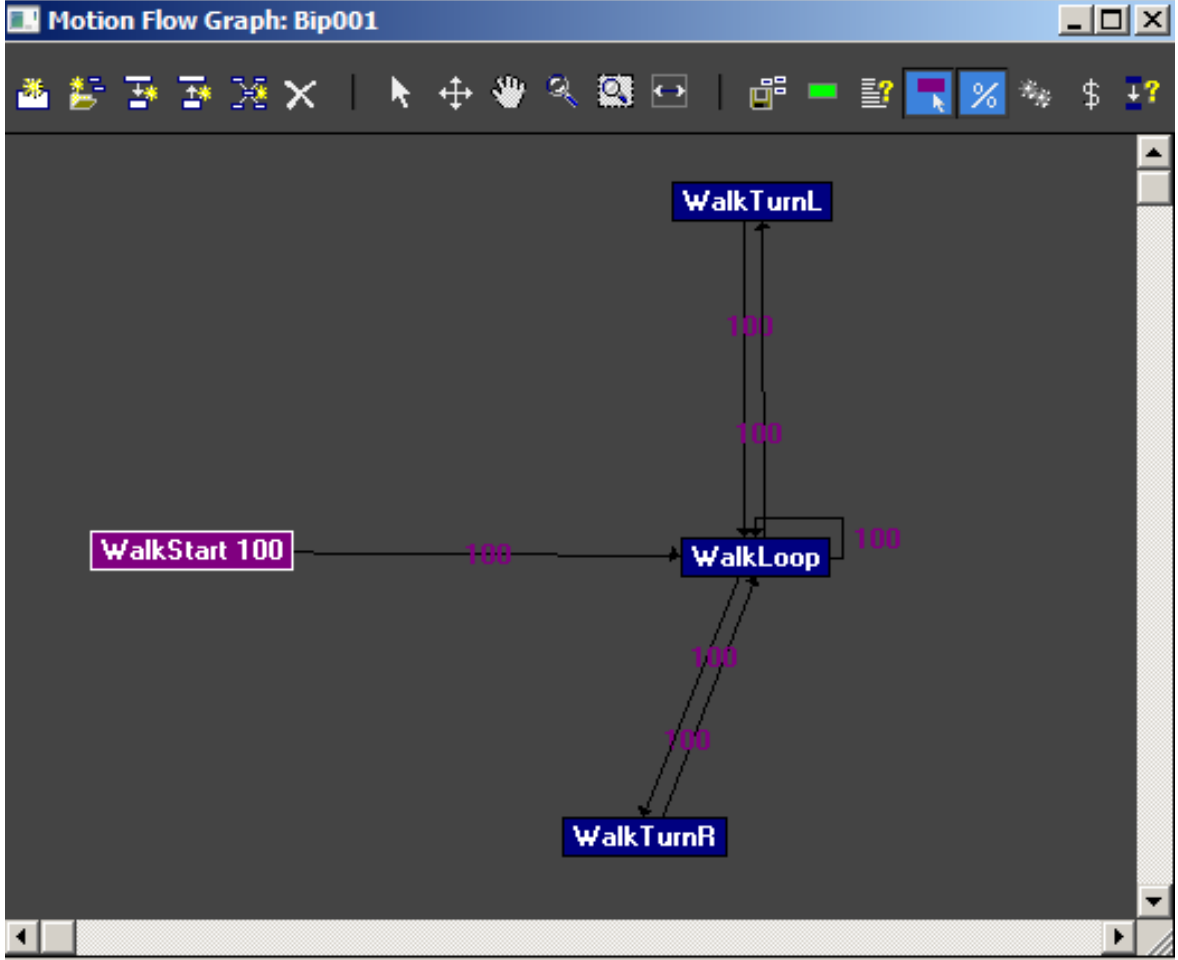
Kalabalık simülasyonu için, bu yapıyı kontrol eden sistem seçilir. Bu sisteme ne kadar birim (insan, hayvan) bağlanacaksa, bir o kadar da temsilci yaratılabilir. Bu temsilcilere daha önceden hazırlanmış yürüyen veya koşan karakterler atanır (Resim 37).



**Resim 37. Tipik Bir Kalabalık Simülasyonu Oluşma Sahnesi: Yeşil piramit kontrolcu, turuncu üçgen prismalar temsilci, kırmızı küp ise temsilcilerin aramaya çalıştığı engel objesidir. Objelerin etrafındaki mavi haleler, objelerin birbirine değme toleransıdır.**

Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

Temsilcilere pek çok farklı davranış biçimi verilebilir. Temsilciler birbirlerinden kaçınabilir, bir hedefe doğru gitmeye çalışabilir, belli bir güzergahta harekete ettirilebilir ve benzeri pek çok varyasyon da yaratılabilir. Hatta tüm bu varyasyonlar birbirleriyle içiçe de geçirilebilir (Resim 38).

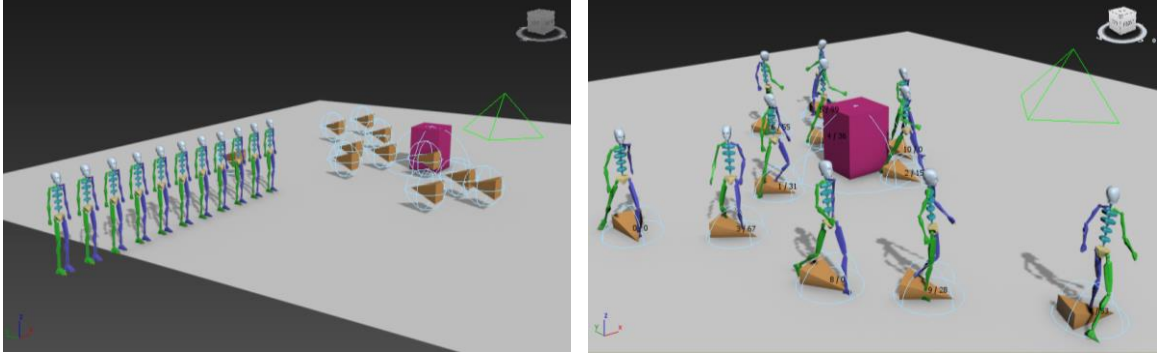


**Resim 38. Kalabalık Simülasyonundaki Karakterlerin Hareket Algoritması:** Solda karakterin yürümesi ile başlanmış ve bu yürüme direkt olarak yürüme tekrarına bağlanmıştır. Yürüme tekrarı kendine ve aynı zamanda sağ dönüş ve sola dönüşle bağlanmıştır. Sağ ve sol dönüşler de tekrar yürüme tekrarına bağlanarak döngü tamamlanmıştır. Bu tip bir algorithma karakter sağa ve sola dönüşler yaparak durmadan yürüyecektir.

**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2015.

Bazı simülasyon programlarında hazır iskelet ve hareket sistemleri bulunabilir ve bu da kalabalık insan sahneleri yaratmada yardımcı olabilir (Resim 39).

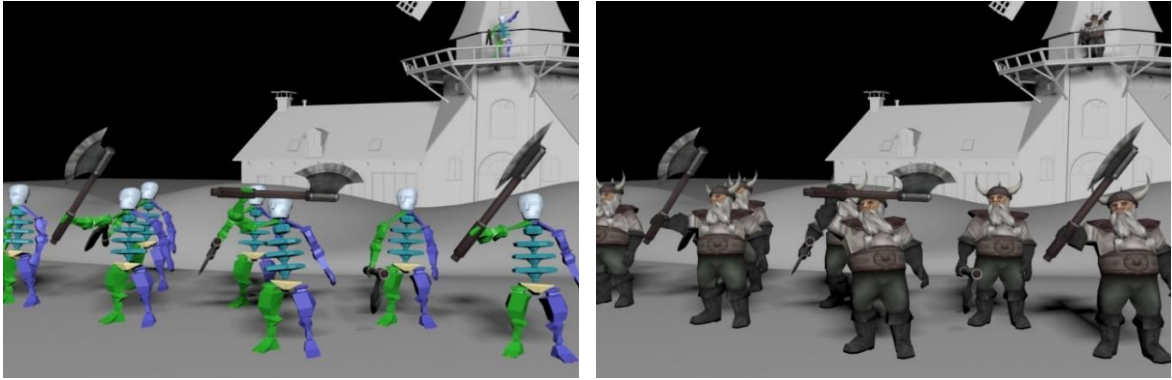




**Resim 39. 3ds Max'deki hazır iskelet sistemi ve hareketleri sayesinde kalabalık simülasyonu temsilcilerine atama yapılabilir.**

Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

Hazır iskelet sistemleri, poligonal modellere entegre edilebilir ve ortaya gerçekçi bir kalabalık sahnesi çıkabilir (Resim 40).



**Resim 40. Kalabalık Simülasyonunda İskelet Sistemleri (sol) ve Onlara Sonradan Entegre Edilmiş Poligonal Modeller (sağ)**

Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

Bir sonraki bölümde Maya ve 3ds Max'in yukarıda bahsedilen simülasyonlarda yalnızca iki programı birbirinden ayıran temel özelliklere değinilecektir çünkü yukarıda bahsedilen özellikler iki programda da farklı terimler altında zaten bulunmaktadır. Kuşkusuz iki programı birbirinden ayıran özellikler arayüz tasarımı ve kullanım kolaylığı, genel özelliklerdeki bir takım eklentiler ile kalite ayarlarıdır. Kalite ayarları kuşkusuz render süresini de etkileyebilmektedir.

## **2.5. Autodesk Maya ve 3ds Max Programlarına Genel Bir Bakış**

İkisi de Autodesk şirketine ait olan bu programlardan 3ds Max ilk sürümünü 1990, Maya ise 1998 yılında yapılmıştır. Her iki programda modelleme, animasyon ve simülasyon özelliklerine sahiptir ve bu alanlarda en çok kullanılan programlardan ikisidir. Zaman içinde iki programın özellikleri ve kabiliyetleri arttırılmıştır. Bir sonraki sayfadaki çizelgede bu süreç görülebilir.

**Tablo 7. Maya Programının Zaman İçinde Gelişimi**

	Maya 2016	Maya 2015	Maya 2014	Maya 2013
<b>ÖZELLİKLER</b>				
<b>3D Animasyon</b>				
Paralel Kemikleme*	X			
Üçgen Pelte Deformu*	X			
Jodesik Voxel Bağı*	X	X		
Yağlı Kalem	X	X	X	
ATOM Animasyon Transferi*	X	X	X	X
Genel Animasyon Araçları	X	X	X	X
Karakter Yaratımı	X	X	X	X
Tekrar Kullanılabilir Animasyon	X	X	X	X
Kamera Dizici	X	X	X	X
<b>Dinamikler ve Efektler</b>				
Uyarlanabilir Bifrost Köpüğü	X			
XGen Yenilemeleri (Hız, Kullanım Kolaylığı)	X			
Bifrost'da Rehberli Simülasyon	X			
Bifrost'da Uyarlanabilir Gaz (Aero) Çözücü	X			
Bifrost Yöntemsel Efekt Platformu	X	X		
XGen Raslantısal Primitif Üretici	X	X		
Yenilenmiş Bullet Fizik Simülatörü	X	X		
Maya nHair	X	X	X	X
Maya nParticles	X	X	X	X
Maya nCloth	X	X	X	X
Maya Sıvı (Fluid) Efektleri	X	X	X	X
Sert ve Yumuşak Oje Çarpıştırıcı Dinamikleri	X	X	X	X
Maya Kürk (Fur)	X	X	X	X
<b>3D Render ve İmaj İşleme</b>				
Renk Yönetimi Yenilemeleri*	X			
Renk Yönetimi	X	X		
ShaderFX*	X	X		
Mental Ray Ptex Desteği*	X	X		
Bütünleşmiş Render	X	X	X	X
Next-Gen Çalışma Alanı (Viewport) Gösterimi ve Gölgeleştirilmesi	X	X	X	X
Render Alma, Gölgeleme ve Kamera Özellikleri	X	X	X	X
Maya Boyama Efektleri	X	X	X	X
3 Boyutlu Boyama ve Zanaat	X	X	X	X
Çizgi Film (Toon) Gölgeleştirilmesi	X	X	X	X
Maya Composite	X	X	X	X
Profesyonel Kamera Sürücü	X	X	X	X

**Kaynak:** <http://www.autodesk.com/products/maya/compare/compare-releases>, Ekim 2015.

(\*) Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi paralel rig gelişimi ile Maya'da karakterlerin kemiklenme ve animasyon önizlemelerindeki performans arttırılmıştır. Bu sistemle işlemci çekirdeklerinden en üst düzeyde faydalanmak amaçlanmıştır. Delta pelte deformasyonu ile modellerin geometresi, özellikle derileme (skining) işleminde daha yumuşak ve az hatalı olabilmektedir. Jeodezik Voxel bağlayıcı da benzer bir şekilde derileme işleminde ağırlık dağılımını dengeleyebilmektedir. ATOM (Animation Transfer Object Model) animasyon transferi bir objedeki animasyon hiyerarşisi diğer objeye aktarılabilir. Efekt bölümünde ise Maya'nın daha sonra simülasyonu kısmında anlatılacak olan Bifrost'a yoğunlaştığı görülebilir. Render ve imaj işlemede özellikle ptex ile yün ve kürk simülasyonlarındaki primitiflerin lokasyonu daha kolay kontrol edilebilmektedir.

**Tablo 8. 3ds Max Programının Zaman İçinde Gelişimi**

	3ds Max 2016	3ds Max 2015	3ds Max 2014	3ds Max 2013
<b>ÖZELLİKLER</b>				
<b>3D Animasyon</b>				
Kamera Dizici	X			
Çift Dörtlü Derileyici*	X			
Nüfuslandırma Yenilikleri	X	X		
Nüfuslandırma Kalabalık Özelliği	X	X	X	
Karakter Animasyonu ve Kemikleme Araçları	X	X	X	X
Genel Animasyon Araçları	X	X	X	X
Animasyonlu Deformasyon Elemanları	X	X	X	X
İzleyici Zamanlama*	X	X	X	X
<b>Dinamikler ve Efektler</b>				
Pozlandırılmalı Işık Simülasyonu ve Analizi	X			
mParticle ve Particle Flow Yenilikleri	X	X	X	
Particle Flow	X	X	X	X
mCloth	X	X	X	X
mRigids Rigid Body	X	X	X	X
Saç ve Kürk	X	X	X	X
<b>3D Render Alma</b>				
A360 Render Desteği (Masüstü ya da Bakım aboneliğiyle)	X			
Fiziksel Kamera*	X			
Iray ve Mental Ray Render motorları için eklenmiş destekler	X			
Nitrous Çalışma alanı performansı yenilemesi*	X			
Hızlandırılmış Çalışma Alanı Performansı	X	X		
Geliştirilmiş ActiveShade Render*	X	X		
Stereo Kamera*	X	X		
Bütünleştirilmiş Render Seçenekleri*	X	X	X	X
Render Geçiş Sistemi*	X	X	X	X
Activeshade İnteraktif Render	X	X	X	X
Nitrous için hızlandırılmış Grafik Çekirdeği	X	X	X	X
DX11 Viewport (Çalışma Alanı) Render alma	X	X	X	X
Slate Kurgu (Compositing) Editörü*	X	X	X	X

**Kaynak:** <http://www.autodesk.com/products/3ds-max/compare/compare>, Ekim 2015.

(\*) 3ds Max'te son sürümlerde hazır kalabalık simülasyonu sağlayan nüfuslandırmanın biraz daha geliştirildiği görülebilir. Çift dörtlü derileme özelliği ile özellikle derilemede eklem kısımlarında hacim kaybeden geometriler daha doğru sonuca ulaştırılabilir. Efektlerde ise ileride bahsedilecek olan mParticle özelliği daha da geliştirilmiştir. Render ve imajlamada ise fiziksel kamera aydınlanma ve diğer efektleri diğer kameralara göre daha iyi harmanlayabilmektedir ve yeni bir özelliktir. 3ds Max'in nitrous ekran motoru da geliştirilerek daha gerçekçi bir çalışma alanı görüntüsüne ulaşılmıştır.

Tablolardan anlaşıldığı üzere her iki programda genel olarak aynı özelliklere farklı isimlerle sahiptir. 3ds Max ve Maya özellikler tablosundan da anlaşıldığı üzere, Maya büyük ölçüde sıvı simülasyonunu Bifrost ile kendi içine almaya çalışmıştır. 3ds Max'te ise buna karşılık gelen özel bir sıvı simülatörü yerine genel partikül yönetimini kolaylaştıran mParticle geliştirilmiştir. Maya'da karakter animasyonuna yönelik Grease Pencil, ATOM gibi daha spesifik yenilikler gözlemlenirken, 3ds Max'te genel animasyon araçları geliştirilmiştir. 3ds Max'in en belirgin farklı özelliği belki de şablonsal kalabalık simülasyonu sunan Nüfuslandırma'dır. İki programın da 2016 versiyonlarında önceki versiyonlara zıt olarak Mental Ray harici bir render motoru olarak kurulmaktadır. Bunun sebebi programların özellik eklendikçe kalabalıklaşması ve dolayısıyla da yavaşlaması olabilir. İki programa çok genel olarak eşit ağırlıkta yenileme yapıldığı kabaca bir sonraki tabloda görülebilir.<sup>1</sup>

---

1-2000 yılında 3ds Max, Rhino, Lightwave vb. programlarına akademik bir karşılaştırma için bkz.: Durand H, Engberg A, Pope S.T, A Comparison of 3D Modeling Programs, 2000 ATON Project / CREATE, Department of Music, University of California, Santa Barbara, USA

**Tablo 9. Maya ve 3ds Max Programlarının Karşılaştırılması**

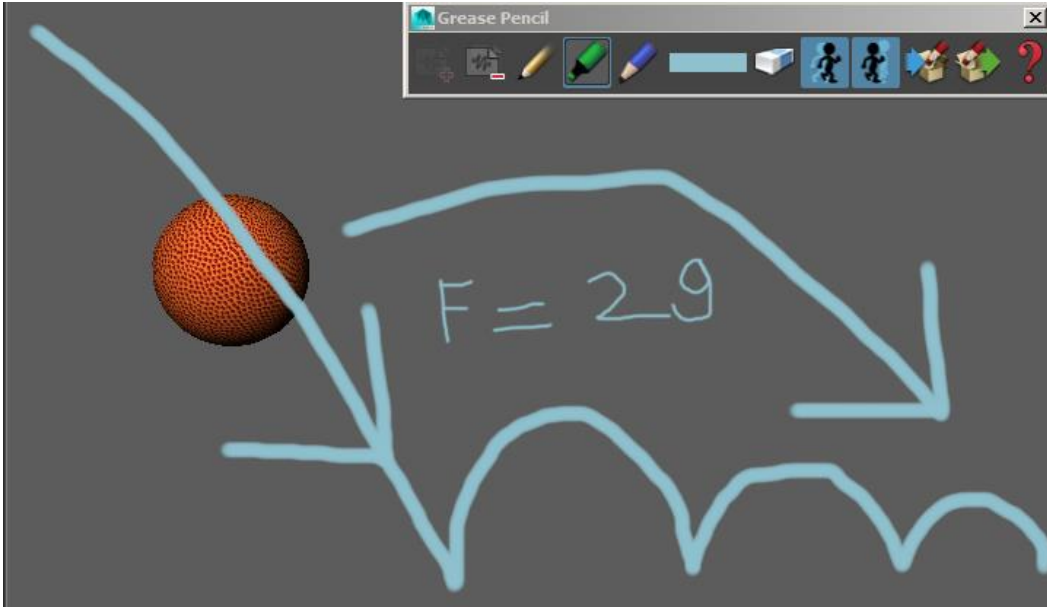
Programlar	Maya	3ds Max
<b>Masaüstü Aboneliği</b>		
Öde ve Geç	X	X
Program Güncelleme	X	X
Online Destek	X	X
Ölçeklenebilir Abonelik	X	X
<b>Animasyon</b>		
Gerçek Zamanlı Animasyon		
Gerçekçi Yüz Animasyonu		
Üretim amaçlı Animasyon Araçları	X	X
Karakter Yaratma Araçları	X	X
<b>Modelleme ve Kaplama</b>		
Sezgisel Karakter Heykelciliği		
Yüksek kaliteli ağ ve yüzey modelleme	X	X
Esnek kaplama seçenekleri	X	X
<b>Simülasyon ve Efektler</b>		
Gerçek zamanlı Ragdoll*		
Gerçekçi Karakter Dinamikleri	X	X
Çevresel Efektler	X	X
<b>İş Akışı</b>		
Aerodinamik Bilgi Transferi		
Etkili Karşı ürün Transferi		
Daha esnek iş akışı		
Üretimi kanıtlanmış Araçlar	X	X

**Kaynak:**<http://www.autodesk.com/suites/entertainment-creation-suite/compare/compare-to-other-products>, Ekim 2015.

Programlar kullanım alanlarına ve amaçlarına göre programlar birbirine üstünlük gösterebilir. Görsel efektler ve Simülasyon dışındaki özelliklerine genel çerçevede bakılacak olunursa;

## Animasyon

Genellikle Maya animasyon alanında en güçlü uygulama olarak bilinir ve çok geniş animasyon araçları kütüphanesine sahiptir. Maya animasyon araçları aynı zamanda MEL ya da Python programlama dilleriyle kişiye özel ayarlanabilmektedir. Örneğin Blue Sky Stüdyoları, animasyon ve donatma işleri için Maya programını tercih etmektedir. 3ds Max ile de aynı animasyon görevleri başarılabilir fakat kullanım rahatlığı ve araç sayısı bakımından Maya'nın üstün olduğu görülebilir. Maya'da animasyon kullanımını rahatlatmak açısından Grease Pencil (yağlı kalem) örneği verilebilir. Yağlı kalem Maya çalışma alanına sanki bir cam yüzeyine çizim yapar gibi çizgiler çekilmesini sağlar (Resim 41). Bu çizgilerle üç boyutlu animasyonlar iki boyutluymuş gibi düşünülerek karalamalar, skeçler veya düz çizgilerle sahnedeki hareketlere taslaksal olarak yardım sağlanabilir. Bu çizgiler aynı zamanda animasyon anahtarlarına yazdırılarak hareket de ettirilebilir. Sonuç olarak Grease Pencil geleneksel animasyonun özelliklerini üç boyutluyla harmanlayarak animasyon iş akışını kolaylaştıran bir Maya özelliğidir.



**Resim 41. Maya'da Grease Pencil Arayüzü ve Uygulaması.**

Ersin Ertan arşivinden, 2016.



3ds Max'te ise animasyon karakterlerine büyük ölçüde yardımcı olan pek çok sistem bulunabilir. Bu sistemler genel olarak karakter stüdyosu olarak adlandırılır ve bu stüdyo üç adet bileşene sahiptir: Biped, Skin ve Crowd (Derakhshani, 2015: 273). Biped ve Skin karaktere animasyon ve poz vermekte kullanılırken Daha sonra da bahsedeceğimiz Crowd sistemi bu karakterleri belli davranışlarla basit işlemlerle hareketlendirebilir. Maya'da is bu tür işlemler daha karmaşık bir hiyerarşiye dayanabilmektedir.

## **Arayüz**

Arayüz tasarımında Maya biraz daha karmaşıktır ve Outliner isimli bir katman sistemi kullanımı gerektirir. Maya sahnesinde yaratılan her birim, outliner'da otomatik olarak gözüktür. Maya'da hotkey adlı kısa menü sayesinde her türlü birime kolayca ulaşmak mümkündür. Animasyon, modelleme, render, efekt ve benzeri genel birimler tek birer menü başlık altında toplanmıştır. Modelleme için, bu menünün seçilmesi gerekmektedir. 3ds Max arayüzü daha sadedir ve genellikle katman kullanımı gerektirmez. Menüler Maya'daki gibi belli başlıklar altında değil, pek çok yere dağılmış olarak bulunur ancak ulaşılması kolaydır. Quad menü ile her türlü birime kolayca ulaşılabilir. Hem 3ds Max hem de Maya'da tüm menüler ve birimler kişiselleştirilebilir ancak kişiselleştirme konusunda 3ds Max'in biraz daha esnek olduğu söylenebilir. Özellikle Maya'nın attributes menüsündeki alt alta sıralanan öğelerin düzenlenememesi sık sık iş akışında kaybolmalara yol açabilmektedir. Öte yandan Maya'da tüm partikül efektleri "Nucleus" katmanı altında kontrol edilir. Bu katman kumaş veya partikül gibi özellikler atanmış objeleri genel olarak kontrol eder. Rüzgar, yerçekimi, zemin, zaman ve ölçek gibi pek çok önemli simülasyon özelliklerini de içinde barındırır ve ilerleyen bölümlerde bu konu daha da irdelenecektir.

"Autodesk Maya 2016, üç boyutlu menü ikonlarını iki boyutlu yaparak, arayüz görünümünü basitleştirmiştir ve sonuç olarak modernleşmiş ve kullanımı kolaylaşmıştır. Maya, bağımlılık grafiği adında bir uygulama kullanarak "node" yani çekirdek adı altında pek çok bilgiyi ve bunların birbirini nasıl etkileyeceğini saklayıp, yönetebilir. Maya'da her sahnedeki elementler bu çekirdeği içerir ve ağlar sistemi ile bu çekirdekler birbirine bağlanıp etkileşime geçebilir. Maya arayüzü bu çekirdekleri

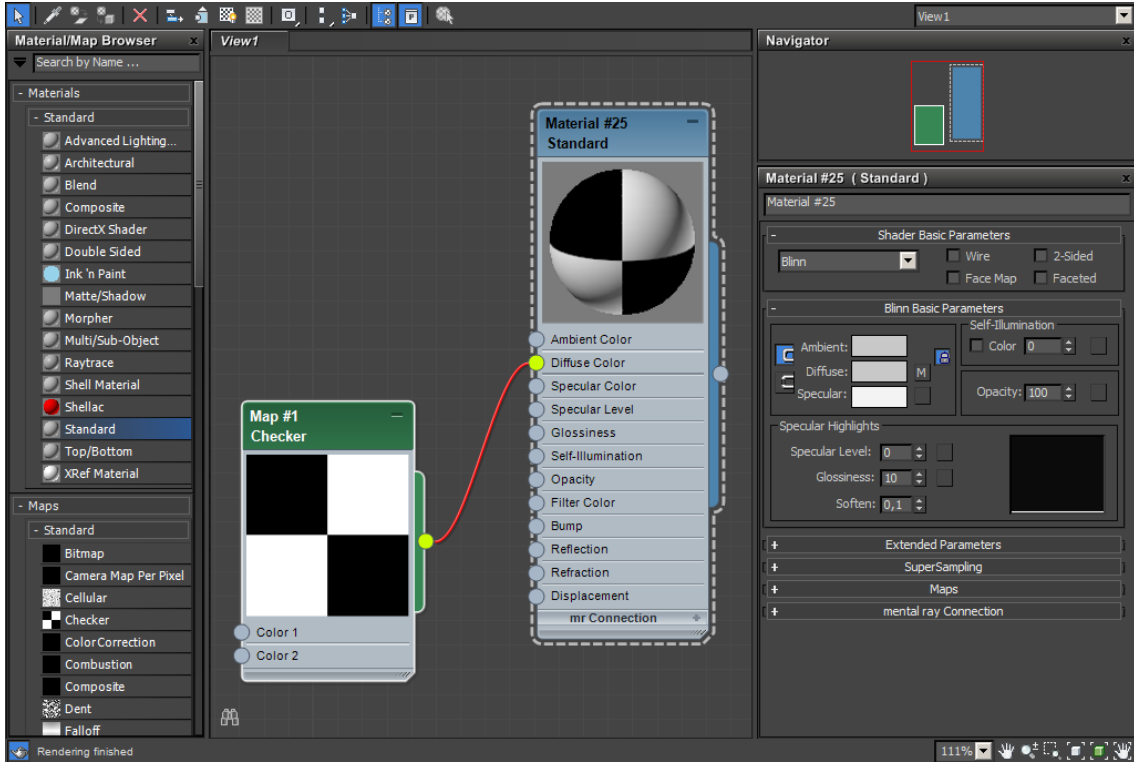
sezgisel bir yolla bağlamanızı ve her çekirdekdeki bilgiyi kullanmanızı sağlayacak bir modifiye penceresi sunar.” (Palamar, 2016: 1)

## **Işıklandırma**

3ds Max iki çeşit ışıklandırma objesine sahiptir: Fotometrik ve Standart. Fotometrik ışıklar gerçek dünyadaki ışıkları (floresan, 60W ampül gibi) taklit ederek daha doğru bir aydınlatma çözümü sunmaya çalışırlar dolayısıyla bu ışıkların davranışı gerçek dünyadakiler gibidir. Standart ışıklar fotometriklere göre çok daha güçlüdür fakat gerçek dünya hesaplaması yerine 3ds Max sahnesindeki mantığa göre hareket ederler ve render süresi bakımından daha avantajlıdır (Derakhshani, 2015: 316). Maya da ise genel ışıklar dışında gerçekçiliğe ulaşmak için Mental Ray render motoru kullanılabilir. Maya'nın render motorları pek çok ışığı tanımlayamayabilir ancak 3ds Max'de bu durum çok geçerli olmayabilir.

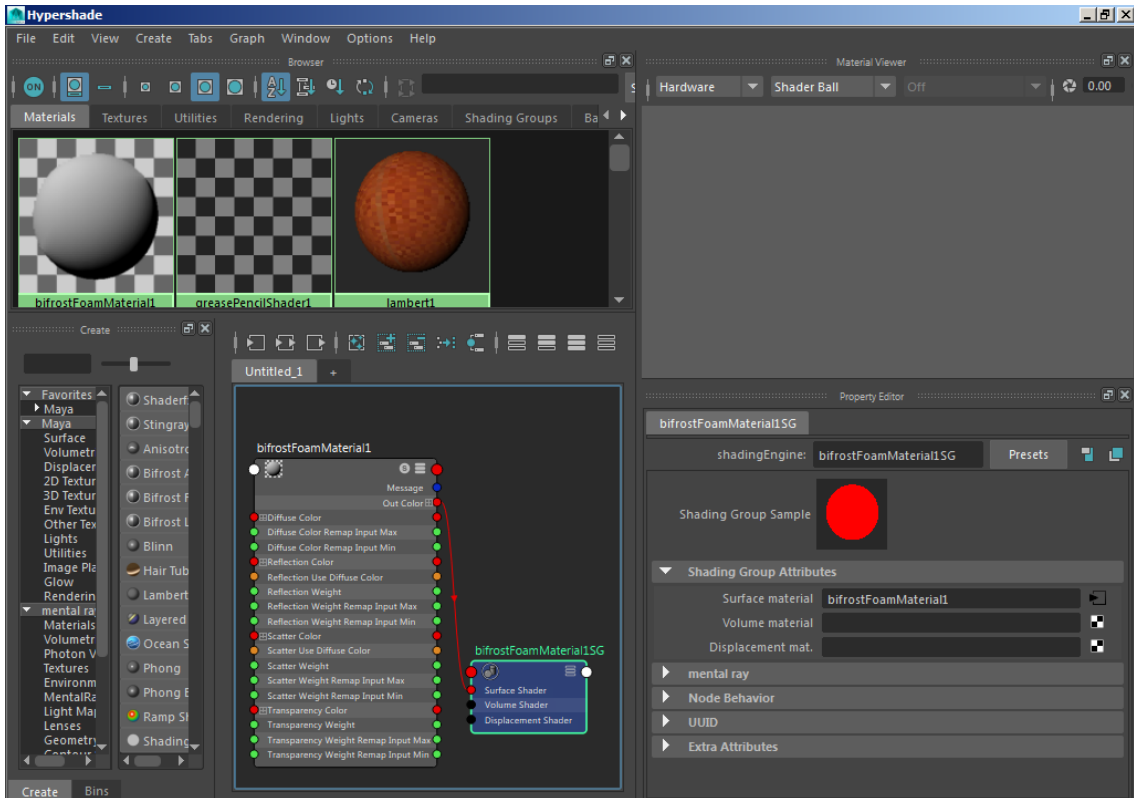
## **Kaplama**

3ds Max 2012 versiyonu ile birlikte eski kaplama editörü olan Compact'a ek olarak Slate Kaplama editörünü de ekleyerek iş akışında büyük bir kolaylık sağlamıştır ve aynı tip editör Maya'da da bulunmaktadır. Slate kaplama editörü compacta göre çok daha üstündür çünkü burada çekirdek (node) ve bağlantı kabloları ile kaplama hiyerarşisi rahatlıkla görülebilir (Resim 42). Ayrıca tüm kaplama deposundaki öğelere ve bunların yönetim editörüne de rahatlıkla ulaşılabilir (Derakhshani, 2015: 222).



**Resim 42. 3ds Max Slate (Kara tahta) Kaplama Editörü Arayüzü**

Ersin Ertan arşivinden, 2016.



**Resim 43. Maya Hypershade Arayüzü**

Ersin Ertan arşivinden, 2016.

Maya'da ise Hypershade kaplamalar arasında bağlantıları grafiksel bir arayüzle sunan birimdir (Resim 43). Maya, 3ds Max gibi pek çok dokuyu yaratabilen kaplama çekirdekleriyle birlikte gelir ancak pek çoğu yine Mental Ray olmadan kullanılamaz (Palamar, 2016: 347).

## **Kemikleme (Rigging)**

Karakter kemiklemesinde Maya'nın daha iyi olduğu görülse de kompleks karakter donatımı için MEL programlama dili bilmek gerekebilir. 3ds Max donatım da çok daha kolaydır fakat Maya ile kompleks karakter donatımları, 3ds Max'in yapabileceğinden daha güçlü olabilir (Masters, 2015). Öte yandan 3ds Max biped hazır kemikleme sisteme ile donatım işlemini oldukça kolaylaştırabilir. Derileme modifiye elemanı ile biped iskeleti ve model arasında bağlantı kurularak kemikleme tamamlanmış olur (Derakhshani, 2015: 274). Öte yandan Maya'da karakterlerin kas sistemlerinin gerçek hayattaki gibi kasılmasını, uzayıp kısılmasını sağlayan Muscle System, eklemlerin dönüşüyle ortaya çıkabilir. Bu sistem aynı zamanda pek çok kasa birden atanarak birden fazla kasın kompleks simülasyonunu da sağlayabilmekte, özel efektlerde, çarpışmalarda, sallanmalarda kullanılabilir (Palamar, 2016: 260). Bu özellikleriyle Muscle, 3ds Max'in ilerde anlatılacak olan Flex modifiye elemanına benzemektedir.

## **Modelleme**

3ds Max pek çok farklı modifiye araçları kütüphanesine sahip güçlü bir modelleme setine sahiptir. 3d programlarına yeni başlayan birisi için modellemeye 3ds Max ile başlamak daha kolaydır. Boolean komutlarıyla ilgili bilgiye sahip birisi, 3ds Max'de bu işleri, Maya'ya kıyas ile daha kolay ve düzenli yapabilir. Basit araç seti çok büyük bir mesele olmasa da, daha yararlı olduğu görülebilir. İç mekan ve bina görselleştirmeleri için 3ds Max, mimarların ve tasarımcıların tercih ettiği ilk programdır. Maya'da modelleme biraz daha karmaşıktır fakat Maya 2014 sürümüyle gelen modelleme araçları, reotopoloji işlemleri ve hızlı iş akışı gibi güçlü olanaklar sunmaktadır. Özellikle Maya'daki Paint Effects özelliği hem bir modelleme hem de bir dinamik partikül tabanlı bir sisteme sahiptir (Palamar,

2016: 419) ve kolayca ağaç, çimen, çiçek, bulut, kaya gibi organik ve doğal elementlerin hatta küçük şehirlerin yaratılmasına ve animasyon edilmesine olanak tanır. Son olarak son sürümlerinde gerek 3ds Max'taki graphite modeling aracının gerekse Maya'ya sculpt aracının getirilmesiyle, bu programların Zbrush, Mudbox gibi tamamen organik modelleme üzerine kurulmuş programları da içermeye çalıştıkları görülmektedir. Genel modellemede, özellikle de organik modellemede bu araçlar çok büyük avantajlar sağlasa da, yüksek poligonlu çalışmalarda performansı oldukça düşürebilmektedir.

## **Render**

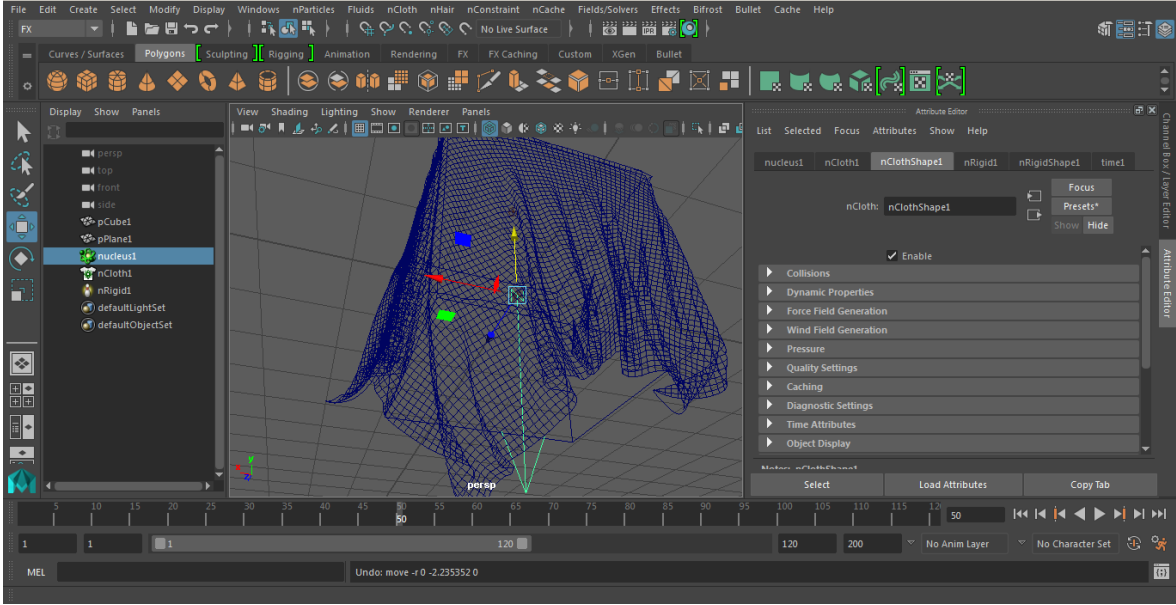
İki program da Mental Ray render motoru ile birlikte gelmektedir ve aynı render alma kapasitesine sahiptir. İş akışı farklı olabilir ancak iki programda da benzer sonuçlar alınabilir. Maya'da olduğu gibi 3ds Max'de Mental Ray fantastik kabiliyetlere sahip popüler bir genel amaçlı render motorudur. En önemli özelliklerinden biri de endirek ışık prensibine uygun olarak aydınlatma simülasyonu yaratabilmesi ve iyi bir aydınlatma sağlandığında ışık yansıma ve kırılmalarını verebilmesidir. Bunun dışında akkorkluk ve objelerin ışıksal değerlerinin birbirine olan etkisinin hesaplanması da Mental Ray'in özelliklerindedir (Derakhshani, 2015).

Bu özellikler dışında Maya, Windows, Linux ve OSX platformları ile çalışabilirken, 3ds Max sadece Windows ile uyumludur. Ancak 3ds Max'in Autocad gibi mimari yazılımlarla entegre olabildiği de bir gerçektir. Ayrıca iki program arasındaki her türlü FBX dosya türü ile özellik birbirine aktarılabilir hatta bu programlara Mudbox ve Motionbuilder programları da eklenebilir. Örneğin 3ds Max'de animasyonu bitmiş ve simülasyon özellikleri eklenmiş bir araç animasyonu Maya'ya aktarılabilir ya da tam tersi yapılabilir. Ancak simülasyonu edilmiş bilgiler sadece animasyon anahtarı olarak geleceğinden, simülasyon üzerinde herhangi bir kontrol yapılamayabilir.

### 2.5.1. Maya ve 3ds Max İle Kumaş Simülasyonları

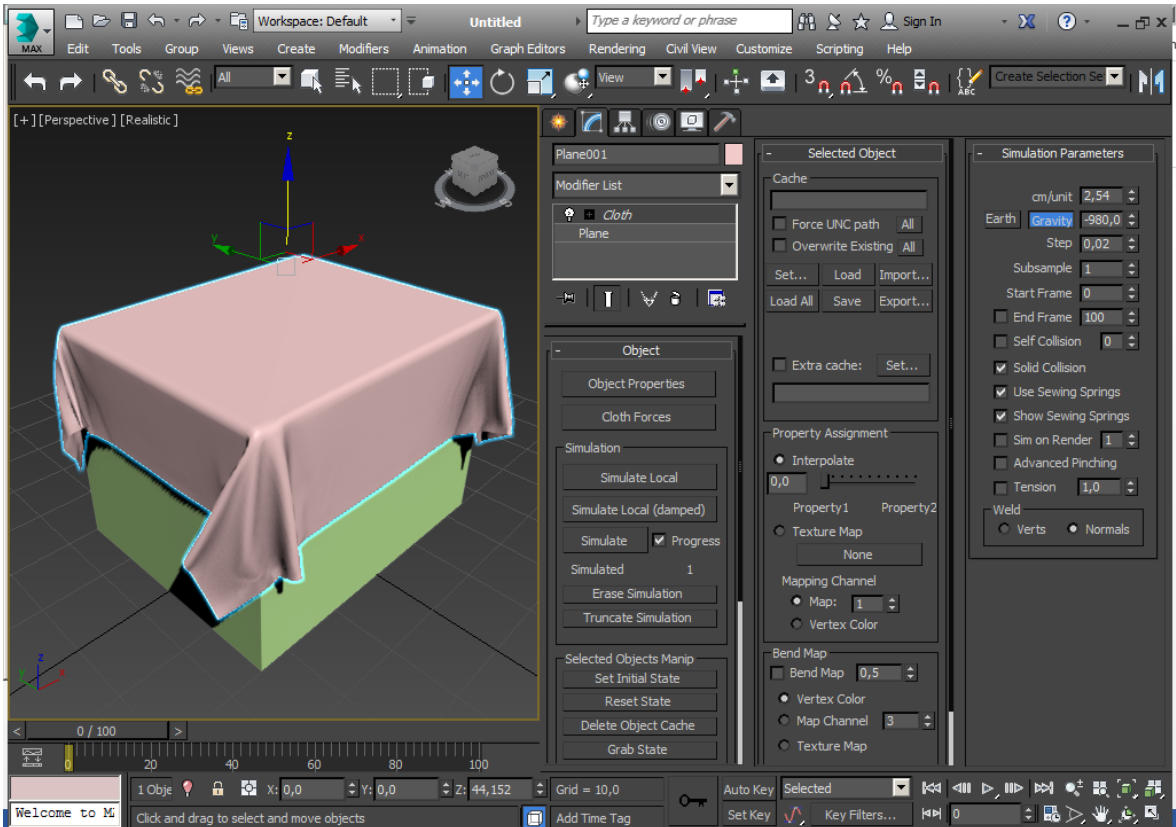
Maya programında kumaş simülasyonları, 2016 sürümü ile birlikte VFX ana menüsüyle ulaşılabilecek “nCloth” çatısı altında tek bir alanda toplanmış, böylece yaratım süreci önceki sürümlere göre daha basit ve hızlı bir hal almıştır. Kumaş simülasyonunun yer çekimi, rüzgar gücü, hava direnci, oran gibi genel kontrolleri Nucleus, kumaşın esnekliği, kalınlığı, kırılması gibi şekil kontrolleri, nCloth, kumaşla etkileşime girecek pasif obje ise nRigid katman ve menüleriyle kontrol edilmektedir. Aslında sadece Nucleus seçilerek de nRigid ve nCloth kontrol edilebilir. Tüm bunlar dışında kumaşın, tişört, plastik, ipek, lava gibi davranmasını sağlayan yirmi adet şablon da menünün kenarında bulunmaktadır. Ancak bu şablonlardan biri seçildiğinde Nucleus ve nClothshape’teki tüm değerler değişmektedir. Öte yandan Nucleus diğer birimleri de içinde bulundurduğundan kimi zaman kafa karıştırıcı olabilmektedir. Özellikle 3ds Max’den farklı olarak, Nucleus kendi içinde rüzgar gücü ve yönü değerlerini barındırmaktadır. Bu şekilde rüzgar gücü yaratmadan, kumaşın kendi özellikleriyle dalgalanan kumaş efekti yaratılabilir.

3ds Max’de kumaş simülasyonu Cloth ve mCloth başlıkları altında iki bölümde incelenebilir. Cloth modifiye özelliği 3ds Max’de kumaş sisteminin merkezini oluşturur ve kumaş özelliği taşınması istenen objelere atanır. Bu aşamadan sonra bu objelerin çarpışma, kumaş özellikleri, simülasyon durumları, kısıtlamalar, interaktif simülasyon gibi pek çok özelliği Cloth ayarları ile belirlenebilir. mCloth ise son yıllarda 3ds Max’in Reactor adlı simülasyon aracının yerini almış olan MassFX aracının bir parçasıdır. Kumaş özelliği taşıyan objenin fiziksel simülasyonlarla ilişkiye girmesini sağlamaktadır. mCloth ve Cloth’un parametreleri ve davranış biçimleri birbirlerinden farklıdır. Ancak her ikisiyle de benzer kumaş simülasyonları yapmak ve istenen sonuca ulaşmak mümkündür. Bunlar dışında 3ds Max, kumaş atanacak objelerin poligonal yapısının belirlenmesi için özel Garment Maker, Quadpatch gibi modifiye elemanları barındırmaktadır. Flex modifiye elemanı da, bir objenin kumaş ile çarpışmasında kullanılabilecek yardımcı bir modifiye elemanı olabilir. 3ds Max’de de objelerin orantıları her programda olduğu gibi kumaşa göre hassasiyet göstermektedir ve bu ölçek de kontrol edilebilmektedir.



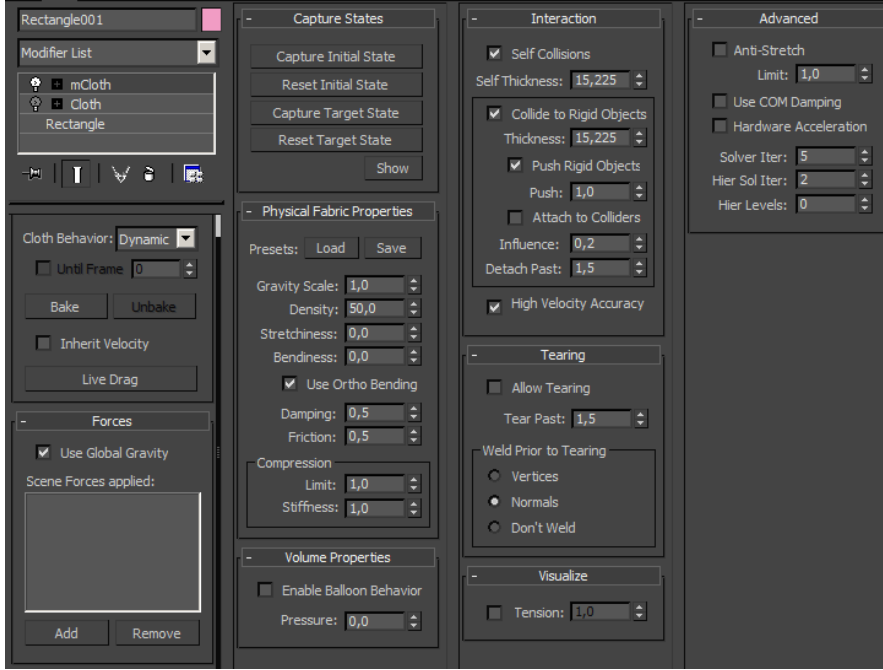
**Resim 44. Maya 2016'da nCloth Menüleri**

Ersin Ertan Arşivinden, 2016.



**Resim 45. 3ds Max 2016'da nCloth Menüleri**

Ersin Ertan Arşivinden, 2016.



**Resim 46. 3ds Max 2016'da MassFX Bağlantılı mCloth Menüleri**

Ersin Ertan Arşivinden, 2016.

Maya nCloth'ta tıpkı gerçek hayatta olduğu gibi kırılma, bükülme, katılık gibi kumaşın en ince detaylarının değerleriyle oynanıp, çok gerçekçi bir sonuç yakalanabilir. Bu değerler aşağıdaki tablolarda, iç mimaride ipek gibi hafif ya da çuval bezi gibi ağır ve kaba gibi çok sık kullanılan kumaş tiplerinin karşılığı ile birlikte verilmiştir. Verilen sayısal değerler gerçek hayattakilerle paralel mantıkta olduğu görülebilir ayrıca bu değerler Maya'ya özgü olup, ancak karşılaştırıldığı zaman anlaşılabilir. Örneğin ipeğin kütlesi, mantıksal olarak da zincirli zırh'tan daha hafiftir.



**Tablo 10. Maya 2016’da nCloth’ta kumaş simülasyonunun kontrol edebildiği bazı özellikler ve ortalama değerleri**

nCloth Özelliği	Kumaş Kaplaması							
	Pamuk	İpek Tül	T-shirt Pamuk	Gevşek Kalın Örgü	Ağır Kot	Çuval Bezi	Kalın Deri	Zincirli Zırh
Kırılma	0.05	0.9	0.3	1.0	0.8	2.0	0.6	0.3
Esneme Direnci	60.0	40.0	35.0	30.0	50.0	40.0	50.0	50.0
Basınç Direnci	10.0	20.0	10.0	5.0	20.0	40.0	50.0	2.0
Bükülme Direnci	0.05	0.2	0.1	0.5	0.4	3.0	10.0	0.01
Bükülme Açısı Düşüş Değeri	0.3	0.6	0.4	0.603	0.603	0.603	0.727	0.818
Kütle	0.05	0.15	0.6	0.8	2.0	1.5	3.0	10.0
Teğet Sürüklenme	0.05	0.40	0.10	0.40	0.10	0.40	0.20	0.20
Nem	0.20	2.0	0.80	1.0	0.80	4.0	8.0	0.05
İlişkisel Ölçek	Obje	Obje	Obje	Obje	Obje	Obje	Obje	Obje
Maksimum Yineleme	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
İtme Yarıçapı	0.108	0.108	10.0	0.108	0.108	10.0	10.0	10.0

**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Kasım 2015.

3ds Max'de de kumaş simülasyonunu kontrol edecek pek çok parametre bulunmaktadır. Bu parametreler Maya'dakilerle neredeyse aynı olmakla birlikte sadece isim olarak farklılık göstermektedir (Tablo 11).

**Tablo 11. 3ds Max 2016'da Cloth'ta Kumaş Simülasyonunun Kontrol Edebildiği Özellikler ve Pamuklu Kumaştaki Ortalama Değerleri**

<b>3ds Max Cloth özelliğinde Pamuk değerleri</b>			
<b>Özellik</b>	<b>Değer</b>	<b>Özellik</b>	<b>Değer</b>
U Bükülme	25,0	Kalınlık	0,2
V Bükülme	25,0	Geri Tepme	2,0
U Bükülme Kıvrımı	0,0	Hava Direnci	0,02
V Bükülme Kıvrımı	0,0	Dinamik Kırılma	0,1
U Esneme	75,0	Statik	0,5
V Esneme	75,0	Kendinden Kırılma	0,5
U Sıkışma	75,0	Dikiş Gücü	5000,0
V Sıkışma	75,0	U Ölçek	1,0
Kesme	225,0	B Ölçek	1,0
Yoğunluk	0,01	Derinlik	1,0
Nemlenme	0,1	Dengeleme	1,0
Plastiklik	0,0	Tutunma	0,0
		Katman	0

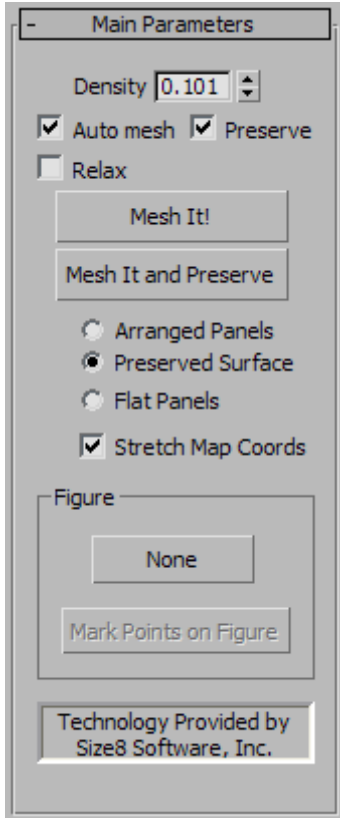
**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2016.

Maya ve 3ds Max kumaş özellikleri tablosunda, 3ds Max'in farklı olarak U ve V yani kumaşın iki yönüne de etki eden bükülme, bükülme kıvrımı, esneme ve sıkışma özellikleri ayrı yönlerde kontrol edilebilmektedir. Diğer birimler ise farklı isimlerle hemen hemen birbirleriyle örtüşebilmektedir.

Maya'dan farklı olarak 3ds Max "Garment maker" modifiye elemanı ile birlikte gelmektedir. Bu modifiye elemanı kumaş objesini simülasyonda daha etkili olabilecek segmentlere ayırıp, simüle edebilmektedir. Garment maker yalnızca çizgilerle oluşturulmuş

iki boyutlu kapalı objelere uygulanabilmektedir. Daha çok karakterlerin elbiselerinde kullanılsa bile, içmimari amacıyla yaratılan her türlü kumaşta da kullanılabilir.

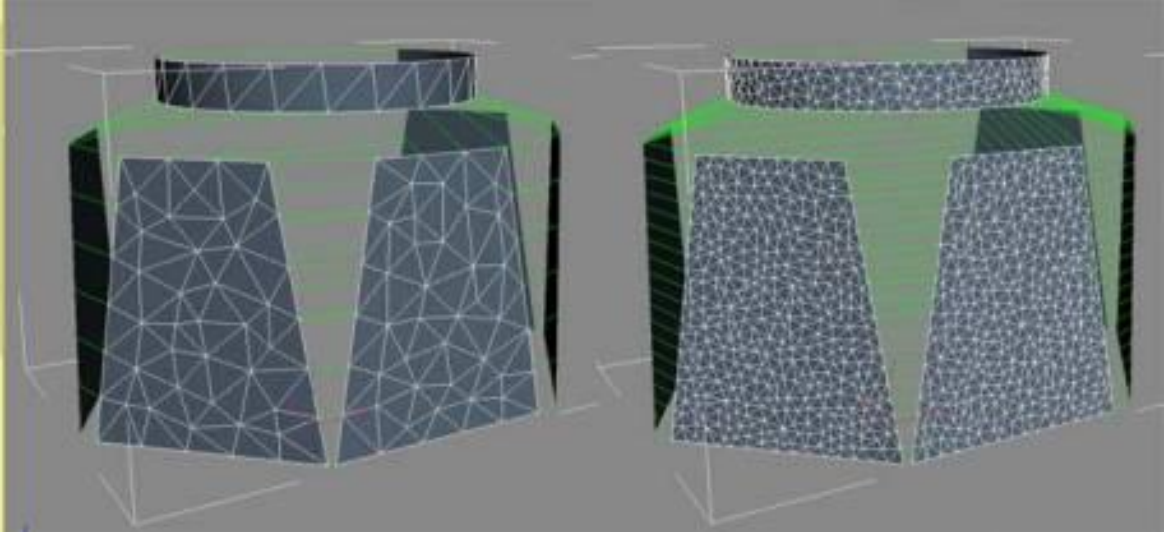
Garment (elbise) yapım modifiye elemanı ile basit, yassı ve çizgi tabanlı bir şekile ağ sistemi kazandırılır, panelleri ayarlanır ve bu paneller karakterler için dikilebilir. Ayrıca iç kısımlara kırışıklık ve kesimler için dikiş temsili çizgiler atılabilir. Garment Maker'ın arayüzü aşağıda görülebilir (Resim 47).



**Resim-47: 3ds Max'de Garment Maker arayüzü**

Kaynak: help.autodesk.com, Kasım 2015.

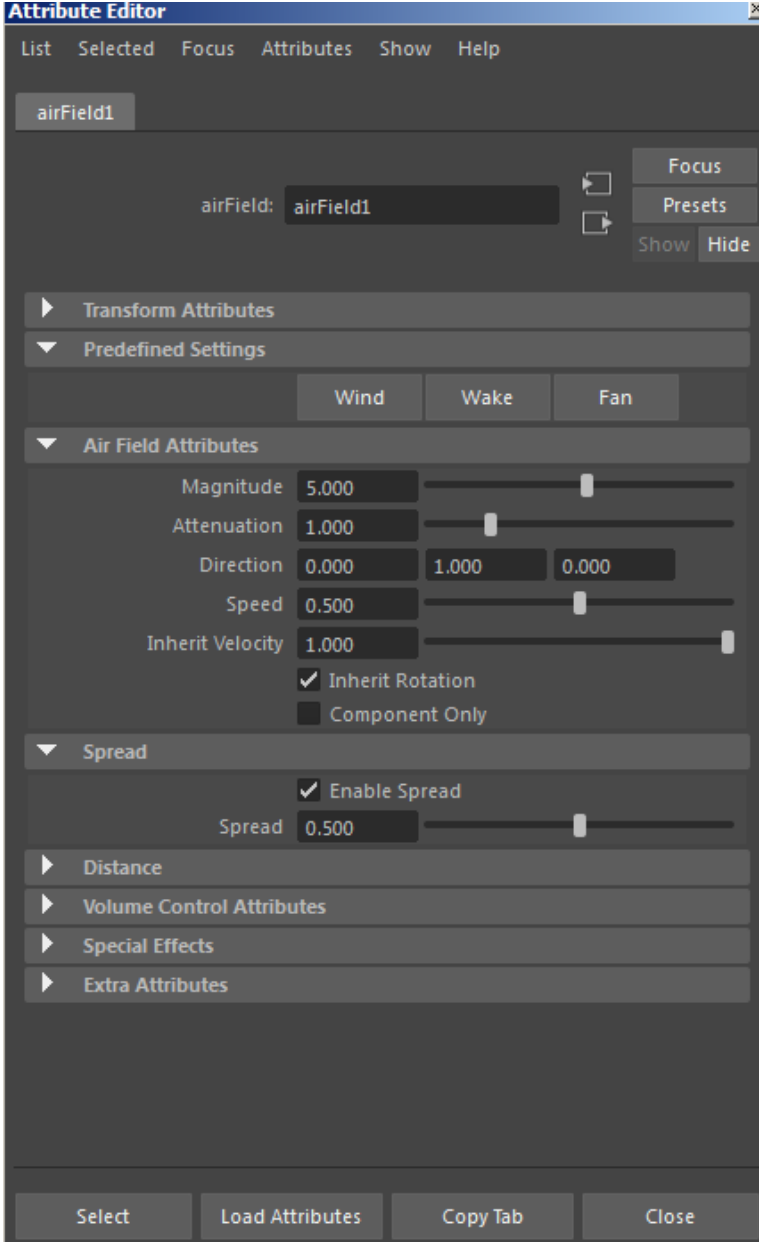
Garment Maker'in bir objeye atandığında verdiği segment şekilleri aşağıda görülebilir. (Resim 48).



**Resim 48. Garment Maker’da Yoğunluk. Solda yoğunluk değeri 0.5 sağda ise 1.5’tir.**

**Kaynak:** www. autodesk.com, 2016 Ocak.

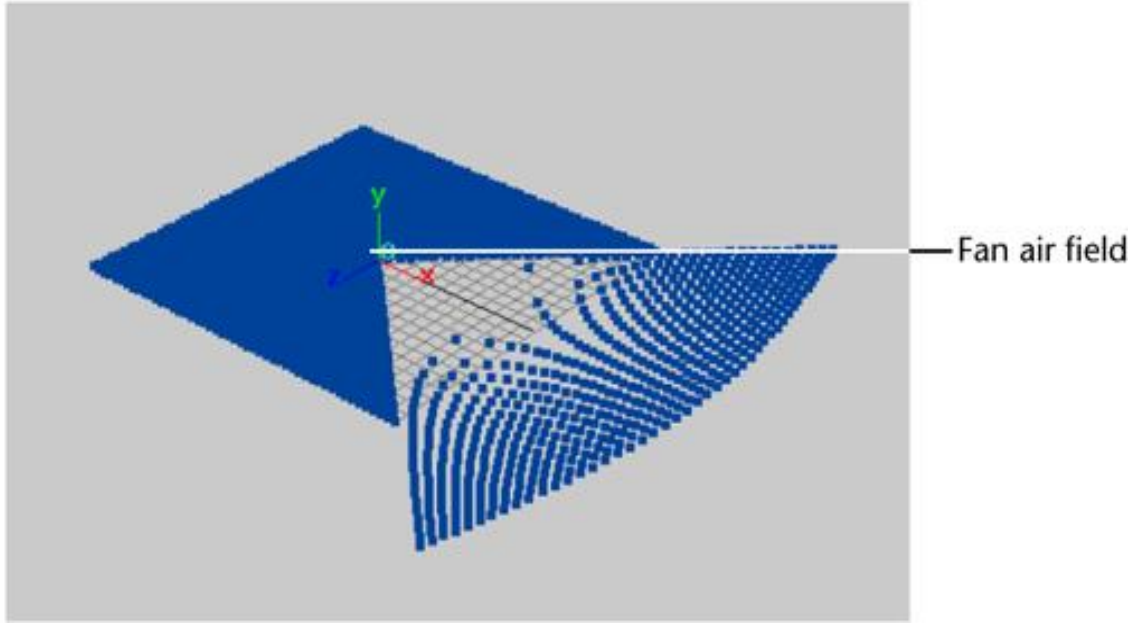
Kumaş simülasyonlarında gerek perde gerekse bayrak gibi özelliklere sahip objelerde daha önce bahsedildiği gibi rüzgar gücü önemli rol oynamaktadır. Maya ve 3ds Max programlarında rüzgar gücü kumaş özellikli objeye sonradan eklenmektedir. Maya’da rüzgar gücü çözücü menüsü içine (solvers) air (hava) adı altında bulunmaktadır (Resim 49).



**Resim 49. Maya’da Air Field Menüsü**

**Kaynak:** help.autodesk.com, Kasım 2015.

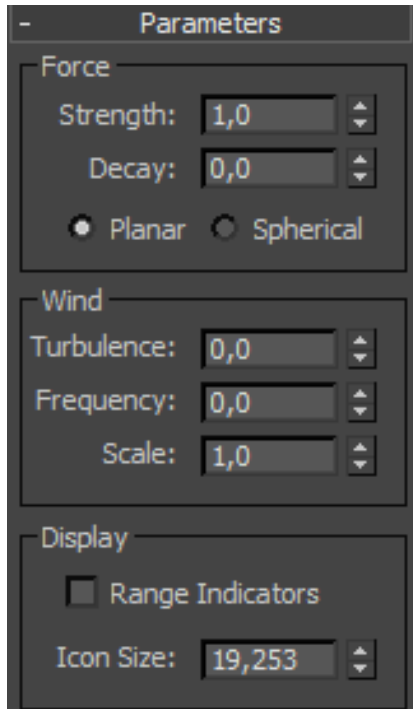
Maya 2016’da rüzgar gücü ayarları çok sık kullanılan üç genel şablonla birlikte başlamaktadır. Wind(rüzgar) ile gerçek hayattaki rüzgarın ortalama etkisi taklit edilmeye çalışılırken, Wake (uyanış) bir obje ile yaratılan hava akımı (kalkışa geçen bir helikopter) simüle edilebilir. Fan ile de lokal fan ya da vantilatör objesinin yarattığı hava akımı simülasyonu yaratılabilir. Fan seçeneğinin partiküllere etkisi aşağıda görülebilir.



**Resim 50. Maya’da AirField Özelliğindeki Fan Seçeneğinin Partiküllere Etkisi**

**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2016.

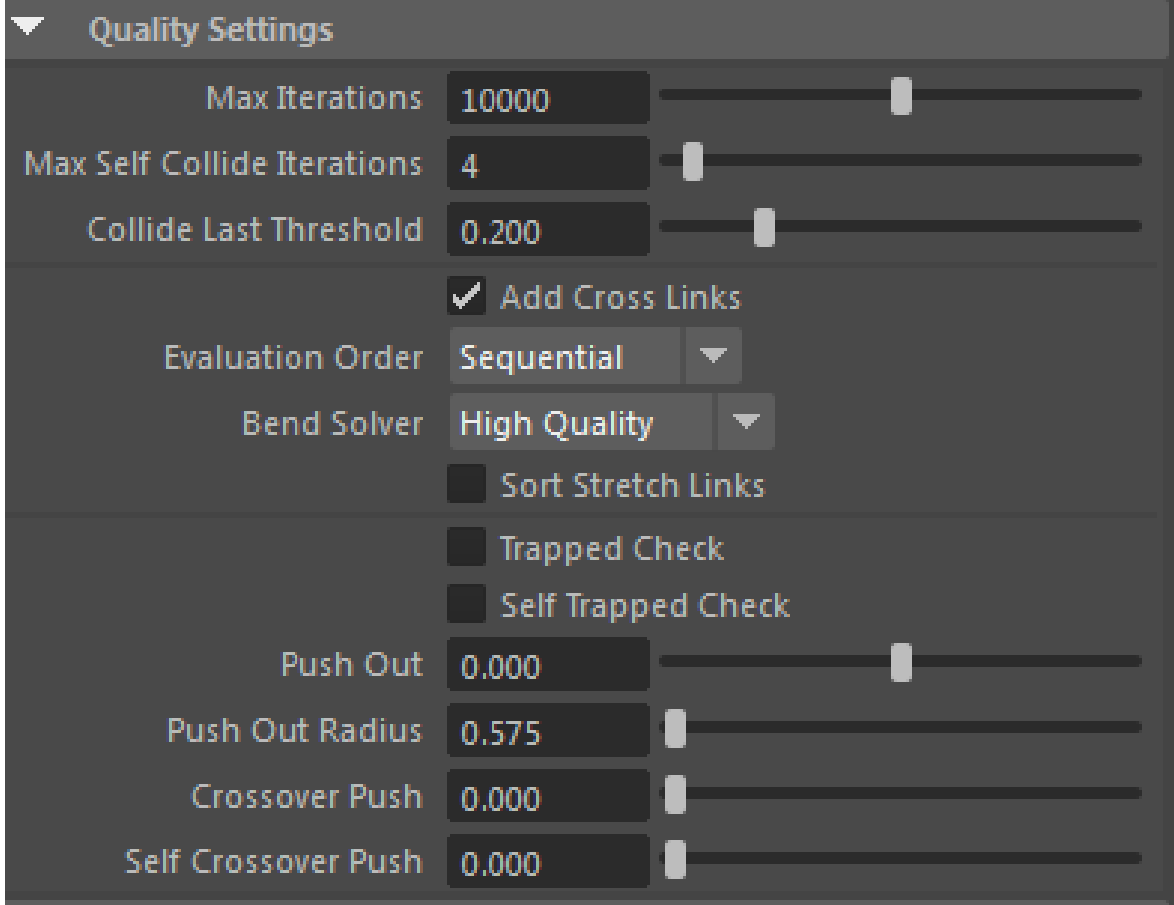
3ds Max’de is forces (güçler) menüsü altında wind (rüzgar) ile rüzgar gücü elde edilebilmektedir. 3ds Max’deki rüzgar ayarları Maya’daki kadar detaylı değildir.



**Resim 51. 3ds Max’de Rüzgar Gücü Arayüzü**

**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2016.

Maya'da kumaş simülasyonu optimizasyonu nClothshape menüsündeki Kalite Ayarları menüsü altında toplanmıştır (Resim 52).

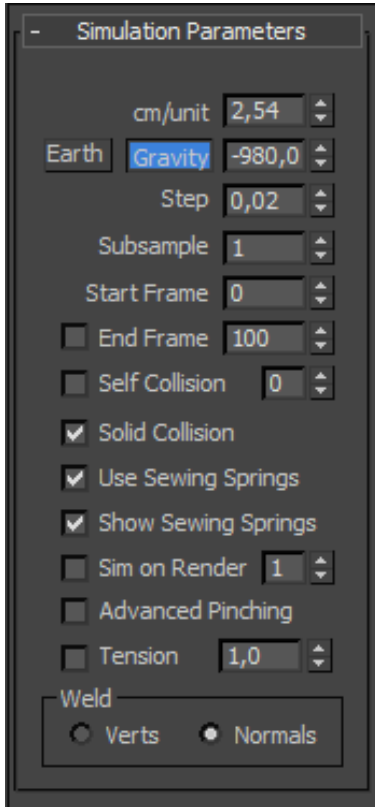


**Resim 52. Maya 2016'daki Kumaş Kalite Ayarları**

**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2016.

Yukarıdaki tabloda Max Iterations ile her simülasyon adımıdaki yineleme sayısı artırılabilir. Max Self Collide Iterations ise kumaşın kendisiyle çarpıştığı yani kendi içindeki simülasyon adımlarının yinelenmesini sağlayabilir. Collide Last Threshold ile simülasyonun son aşamasındaki bozukluklar giderilebilir ya da son aşamanın (adımın) hesaplanmaması veya objelerle ilişkiye girmemesi düzenlenebilir. Cross Links atandığı yerdeki bağlantılar arasında açıları koruyabilir, nCloth'u düzenler ve kopma yırtılma gibi davranışları engeller. Evaluation Order ile kumaşın istenilen yerlerinin ve kumaş objelerinin simülasyonunun daha önce veya sonra hesaplanması sağlanabilir. Bend Solver kumaşın katlanan kısımlarının içiçe geçmesini önlemeye çalışan pek çok ayara sahiptir. Push kısmı kumaşla ilişkiye girmiş objenin yüzeyinin kumaşa olan mesafesini ayarlayabilir.

3ds Max 2016'daki Kumaş simülasyonu optimizasyon ayarları ise Maya'dakinin aksine farklı birim ve menülerden kontrol edilebilir. Daha önce de bahsedildiği gibi 3ds Max'de kumaş simülasyonu farklı birimden oluşturulabilir dolayısıyla kalite kontrol ayarları da bu birimlere dağılmış durumdadır. İlk olarak cloth modifiye elemanındaki simülasyon parametreleri menüsündeki ayarlar ile genel kumaş optimizasyonu kontrol edilebilir (Resim 53).



**Resim 53. 3ds Max 2016 Cloth Modifiye Elemanı Optimizasyon Ayarları**

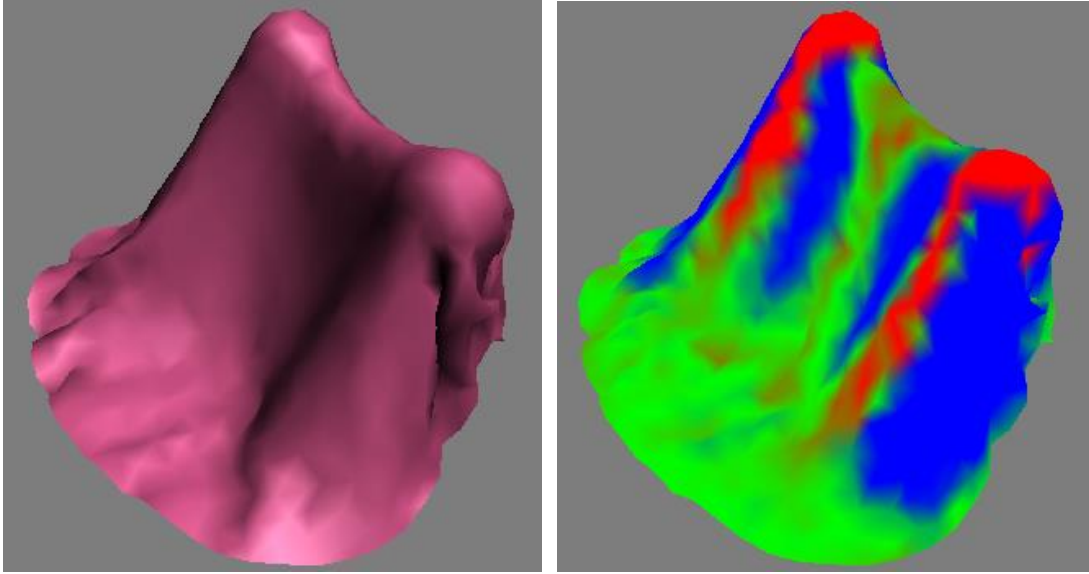
**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2016.

Yukarıdaki tabloda cm/unit ayarı ile simülasyon büyüklüğü ayarlanabilir. Earth, simülasyonun yerçekimini dünya gezegenine göre ayarlar ve Gravity ayarı ile de istenilen değer de yerçekimi verilebilir. Step ve subsample simülasyon kalite ayarlarıdır ve her simülasyon aşamasında yinelenme sayısını artırabilir. Start Frame ile simülasyonun başlama karesi, end frame ile de bitiş karesi değiştirilebilir. Self Collision kumaş objesinin katlandığı zamanki içiçe geçmesini önleme değeridir. Sewing springs kısımları karakterler için kumaşın dikilmesi ile ilgilidir. Sim on Render ile render zamanıyla aynı anda simülasyon ilerletilebilir ve bu daha çok çoklu bilgisayar ortamı için uygundur ayrıca zula



dosyaları da yaratılabilir. Advanced Pinching kumaşın bir objenin çok sivri kısımlarına geldiği zaman düzgün davranmasını ve delinmemesini sağlayabilir.

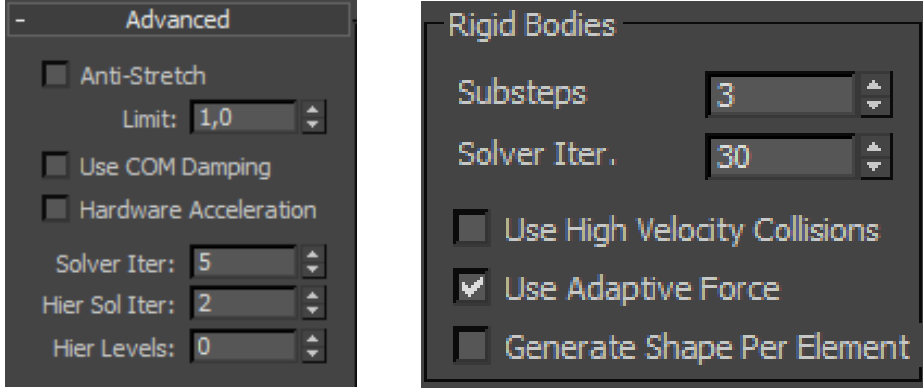
Tension, sadece Garment Maker objeleriyle çalışan, kumaşın obje üzerindeki gerginliğini renklerle görselleştirebilen bir seçenektir (Resim 54). Weld (Kaynak) grubu ise yırtılma simülasyonu ile ilgilidir.



**Resim 54. 3ds Max Cloth Ayarlarında Tension Kapalı (sol) ve 0.02 Ayarıyla (sağ)**

**Kaynak:** [www.help.autodesk.com](http://www.help.autodesk.com), Mayıs 2016.

MassFX'e bağlı mCloth'da da hem Gelişmiş ayarlar bölümünde optimizasyon ayarları (Resim 55) mevcuttur hem de MassFX menüsündeki genel çarpışma ayarları da kumaş simülasyonunu etkilemektedir.



**Resim 55. Solda 3ds Max 2016'daki mCloth ve sağda MassFX çarpışma (collision) Optimizasyon Ayarları**

**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2016.

Yukarıdaki tabloda Anti-Stretch düşük iteration değerinde kumaşın fazla sünmesini önleyebilir ve limit ile bu sünme limitlenebilir. Use COM Damping katı kumaş etkisini yumuşatabilir. Hardware Acceleration ile simülasyon bilgisayar ekran kartından işlenebilir. Solver Iter(ations) her simülasyon karesinde yinelenmeyi sağlarken Hier(archical) Sol(ver) Iter(ations) ve Levels vertexlerin yayılma durumuna göre bir hiyerarşi sağlayarak bunu belirleyebilir.

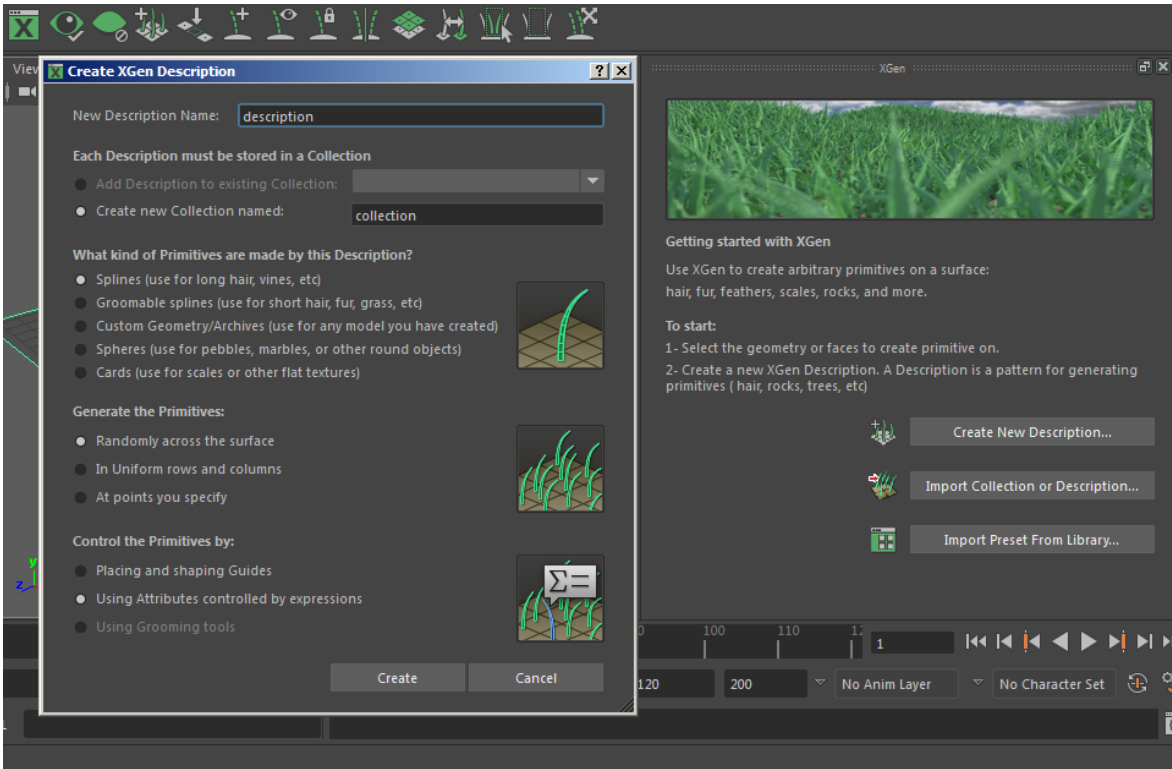
Rigid Bodies grupta Subteps, Solver Iterations değerleri daha önce anlatıldığı gibi işlemekte, kumaş simülasyonuna ayrı bir kontrol olanağı da sağlamaktadır. Use High Velocity Collisions Kumaşla ilişkiye giren objelerin simülasyon özelliğinin sürekliliğini sağlayan genel bir ayardır. Use Adaptive Force ile simülasyona giren objelerin birbirine değme toleransı azaltılarak simülasyondaki titremeler giderilebilir.

### **2.5.2. Maya ve 3ds Max'te Tüy ve Kürk Simülasyonu**

Maya'nın son yıllardaki versiyonlarında tüy ve kürk simülasyonları Maya ile birlikte gelen XGen eklentisi altında toplanmıştır ancak geleneksel tüy sistemi olan nHair de hala bulunmaktadır. XGen istenilen sayıda primitif modellerin poligon yüzeyleri üzerinde rastgele veya belirli bir formda çoğalmasını sağlayabilir. XGen metodik olarak saç, kürk ve tüy yaratımını sağlayabilir, geniş alanlarda ve ölçeklerde, rüzgar ve yerçekimi etkisi de

verilerek hızlıca orman, kayalı düzey, ova veya yeryüzü kalıntıları da yaratabilir ve Maya'da bu alanda fazlaca şablon bulunabilir.

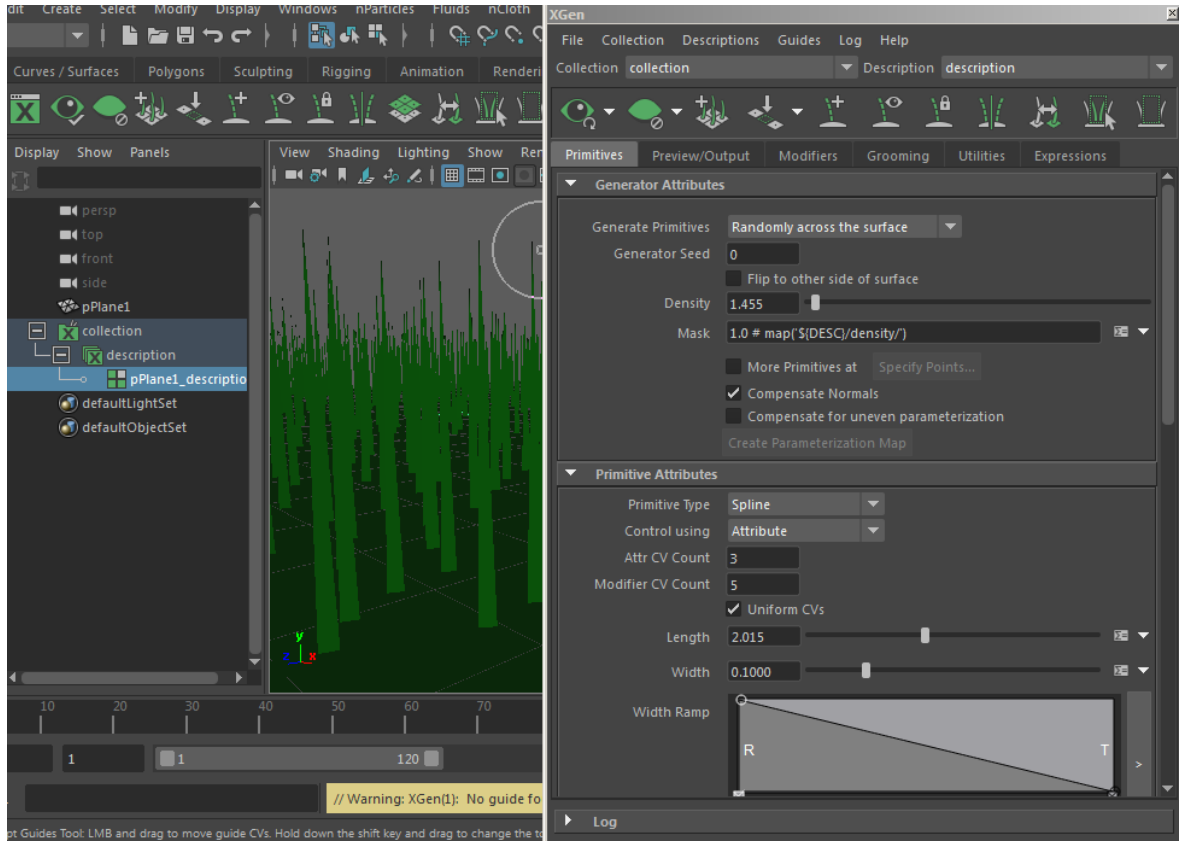
3ds Max'de ise tüy ve kürk simülasyonları Hair and Fur modifiye birimi altında toplanmıştır ve versiyonlar boyunca çok büyük değişimler geçirmemiştir. 3ds Max'de Hair and Fur özelliğinin pek çok bileşeni bulunur. Bunlardan başlıcası Hair and Fur özelliği atanmasıyla birlikte otomatik olarak gelen Hair and Fur Render efekt kontrolüdür. Burada tüylerin render ayarları genel render ayarlarından ayrı olarak kontrol edilebilir ve böylece daha esnek bir iş akışı sağlanmış olur. 3d Max'in eski ağaç şablonlarıyla, Hair and Fur kullanılarak bitki örtüsü yaratılabilir, bunlara yerçekimi ve rüzgar gibi etkiler de verilebilir.



**Resim 56. Maya 2016'de XGen Açılış Arayüzü**

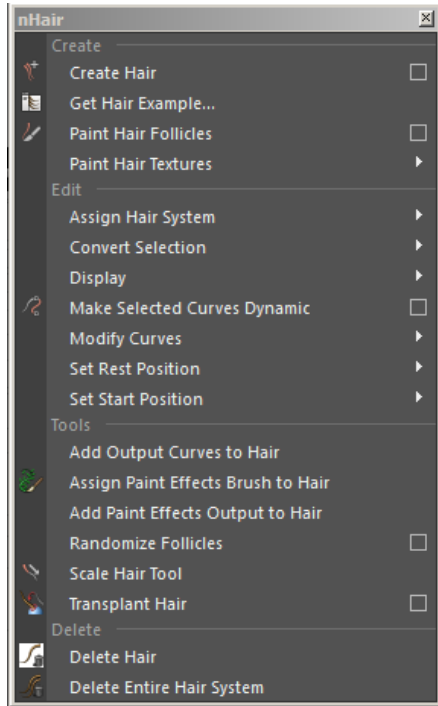
Ersin Ertan arşivinden, 2016.

XGen objeye atandıktan sonra tüy simülasyonunun en temel özelliklerinin ayarlandığı harici bir arayüzü ile karşılaşılır. Burada simülasyonun açıklaması ve ne çeşit bir pirimitif model ile yönetileceği belirlenebilir.



**Resim 57. Maya 2016'da XGen Arayüzü**

Ersin Ertan arşivinden, 2016.



**Resim 58. Maya'da nHair Menüsü**

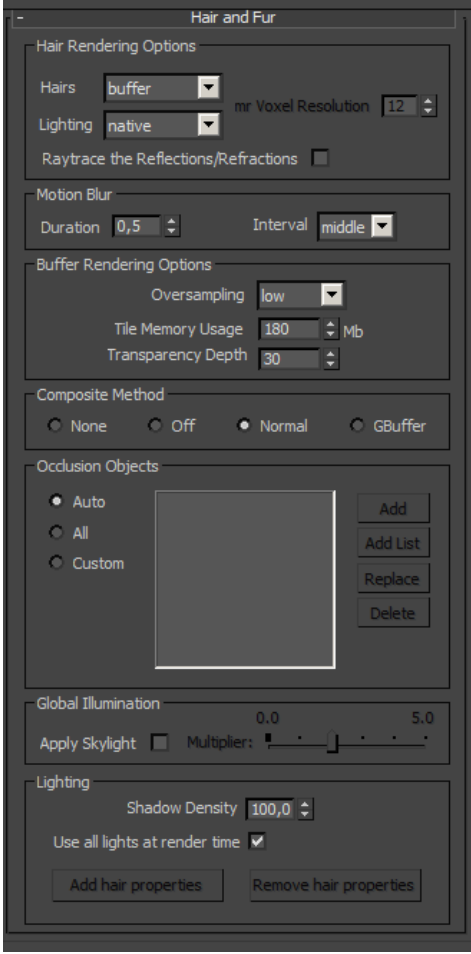
Ersin Ertan arşivinden, 2016.



**Resim 59. 3ds Max'de Hair and Fur Arayüzü**

Ersin Ertan arşivinden, 2016.

The Hair And Fur modifiye birimi tüm tüy simülasyonlarını yönetir. Hem poligon hem de çizgi objelerine atanabilir. Poligona atılırsa tüm yüzeyden ya da seçili yüzeylerden tüy simülasyonu oluşturur. Çizgilere atanırsa çizgiler arasında tüy simülasyonu oluşturur ve tüy özellikleri çizgilerle kontrol edilebilir.

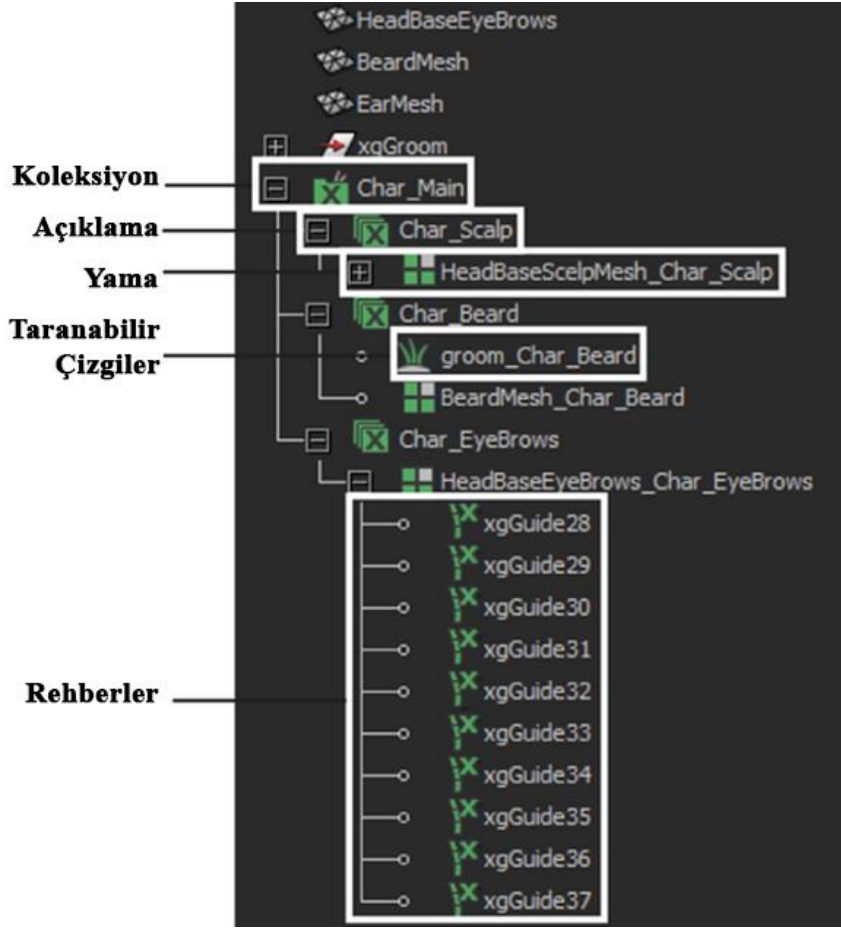


**Resim 60. 3ds Max'de Hair and Fur Effects Birleşeni**

Ersin Ertan arşivinden, 2016.

Yukarıdaki tabloda Hair and Fur Effects ile render hesaplama ayarları değiştirilebilir, dinamik tüy simülasyonuna motion blur özelliği eklenebilir, bilgisayarın hafızasının ne kadarının bu simülasyon için kullanılacağı ayarlanabilir ve sadece tüyler üzerindeki ışık etkisi de kontrol edilebilir. Ayrıca bir render elementi olan Hair and Fur ile render süresinde tüy simülasyonu atanmış obje ayrıca hesaplanabilir.

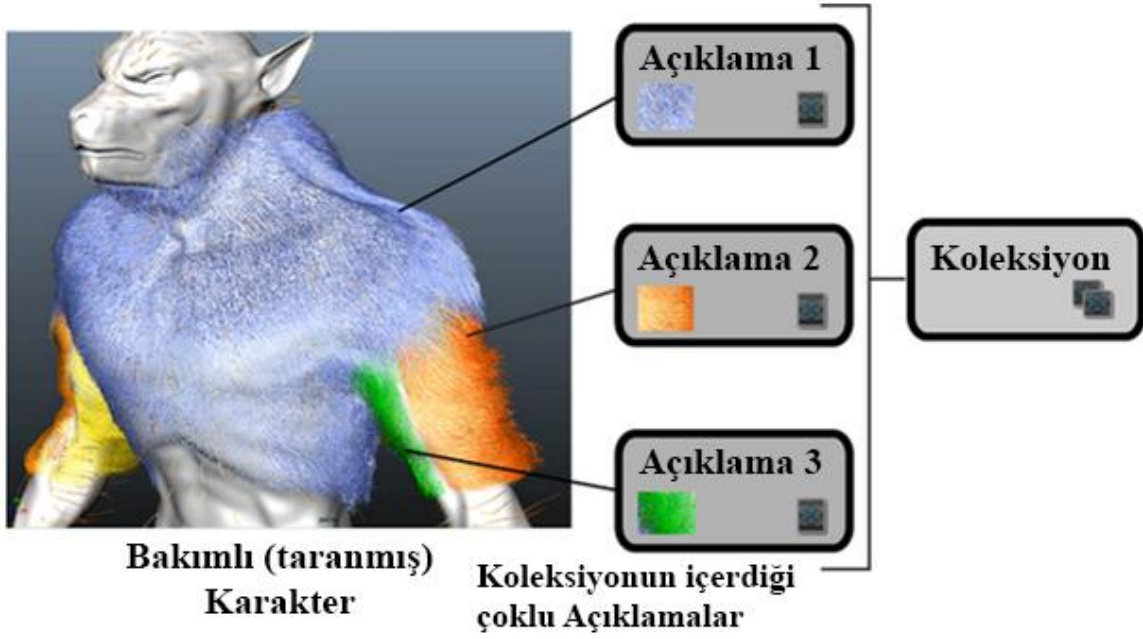
Maya'da XGen çalışma prensibinde açıklamalar ve koleksiyonlar bulunur. Koleksiyonlar içlerinde açıklamaları, yamaları, rehberleri ve taranabilir çizgileri taşıyabilir. Bir XGen hiyerarşisi Maya'nın katmanlar kısmında aşağıdaki gibi görülebilir.



**Resim 61. Maya 2016’da XGen Koleksiyon Hiyerarşisi**

**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2016.

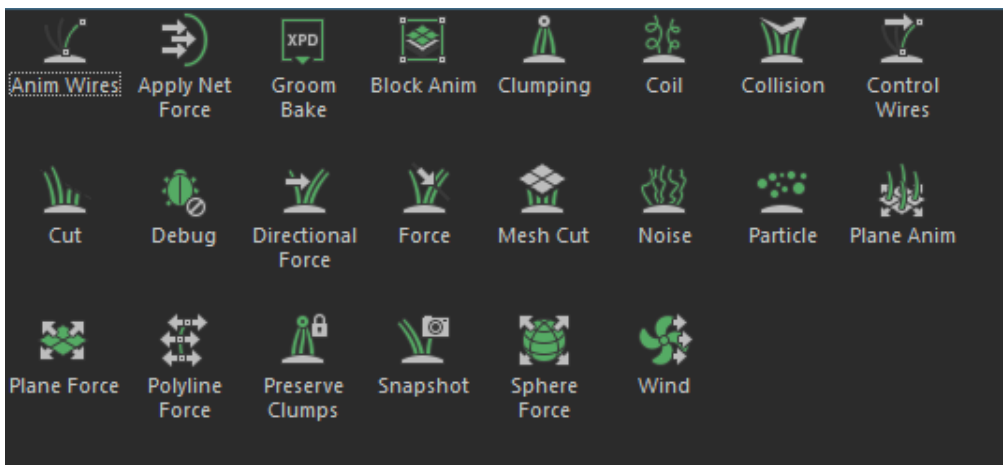
XGen açıklamaları simülasyondaki tüylerin pozisyon, üretim ve render primitiflerini barındırabilir. Her açıklama seçilmiş poligon yüzeylerindeki yama’ları kontrol edebilir. Bir poligona istenilen sayıda açıklama atanabilir. XGen çalışma düzeninde bir yüzeyin her bölümü için tüy üretilebilir ve bu tüylerin renkleri dokuları farklı olabilir. Yeryüzü bitkileri için farklı açıklamalar kullanılıp her çeşit çim, ağaç, çiçek yaratılabilir ya da bir karakterin gövdesinde farklı çeşitlerde tüy çıkarılabilir.



**Resim 62. Maya XGen'de açıklamaların çalışma düzeni**

**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2016.

XGen yamaları primitif objenin tüy üreten tanımlanmış bölgesidir. Yamalar geometri, yüzey büyüklüğü ve numarası, pozisyonu gibi konularda bilgi sağlayabilir. XGen rehberleri tüylerin şeklini, oryantasyonunu, lokasyonunu, nasıl gözükeceğini nerede üretileceğini belirleyebilir. Taranabilir çizgilerde XGen'in fırçalanabilir tabanlı araçları kullanılarak tüylere gerçek hayatta fırçalama gibi şekil ve pozisyon verilebilir. XGen kendi içinde rüzgar, partikül, saç kesimi gibi bütünü simülatif modifiye elemanlarını içinde barındırır.



**Resim 63. XGen Modifiye Menüsü**

**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2016.



Maya ve 3ds Max'de tüy ve kürk birimleri yerine bitki ya da ağaç atanarak bitki örtüsü yaratılabilir. Maya 2016 bu konuda pek çok hazır ablonla birlikte gelmektedir. Ancak 3ds Max'in eski kütüphanesindeki bitkiler de bu amaçla kullanılabilir. İki programda da bitkiler dinamik olabilir, yerçekimi ve rüzgardan etkilenebilirler. Burada bir çim birimi, tüy birimi olarak düşünülebilir. im biriminin yerine ağaç ya da bitki de konularak tüy ve kürk veya XGen'in hemen her türlü özelliğinden faydalanılabilir.

Son olarak 3ds Max ve Maya'nın Tüy simülasyonu özelliklerindeki optimizasyon render ayarları ve tüy sayısı ve t y n eğri sayısı ile sınırlıdır. Substeps ve iterations gibi kalite değerleri bulunmaz.

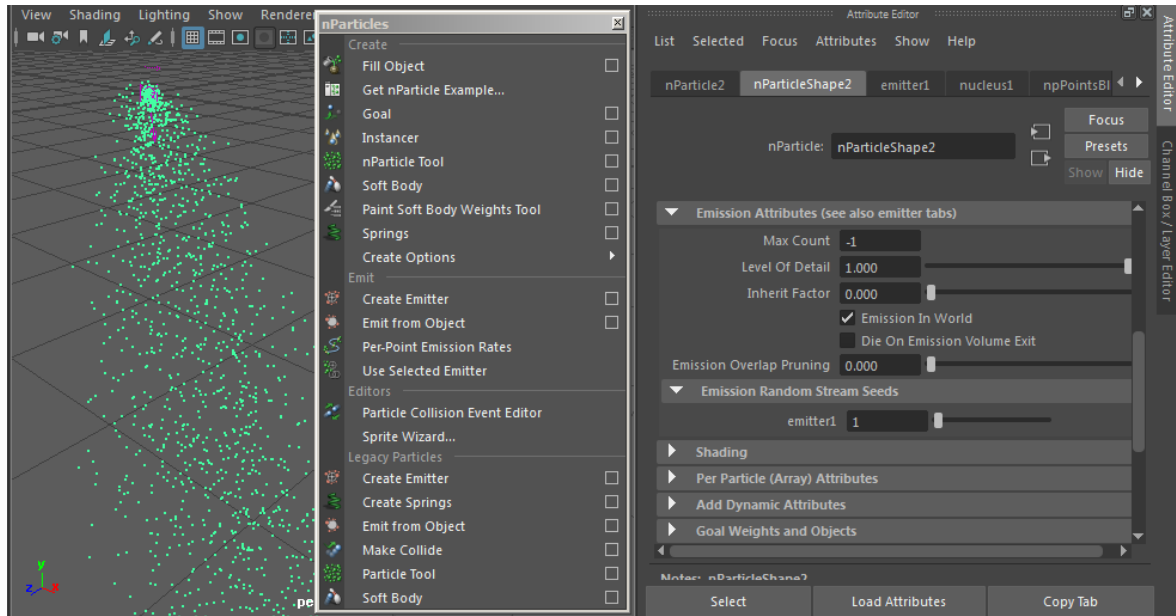
### **2.5.3. Maya ve 3ds Max'te Sıvı Simülasyonları**

Maya'da su simülasyonları nParticles, Fluid Effects ve Bifrost uygulamalarıyla yaratılabilir. nParticles geleneksel simülasyon sistemini oluştururken, Fluid Effects daha çok Maya'ya özgü bir uygulamadır. Bifrost ise 2014 versiyonu ile Realflow gibi sadece sıvı dinamikleri sağlayabilen simülasyon programlarının  zelliklerinin Maya içine entegre edilmiş halidir ve böylece başka bir programa gerek duymadan Maya ile gerçekçi su simülasyonları yapılabilir. Özellikle Bifrost'taki Aero özelliği suyu gaza evirebilirken, Foam ile rahatlıkla köpük detayları yakalanabilir. Bunlar dışında, yine Fluids menüsünde objenin suya çarpışma etkisini yaratan Create Wake, gemi modeline su üzerinde gemi hareketi verebilen Creat Boat ile hazır okyanus ve havuz simülatörleri Ocean ile Pond, su simülasyonuna yardımcı olabilen basitleştirilmiş özelliklerdir.

3ds Max'de tamamen su simülasyonuna adanmış bir özellik yoktur bunun yerine partikülleri genel olarak yöneten Particle Flow operatörüyle su partikülleri yaratıp, detaylıca kontrol edebilir. Ancak 2014 versiyonuyla birlikte gelen mParticles, yeni simülasyon motoru MassFX ile de entegre edilerek, daha gerçekçi su simülasyonları yaratabilmektedir. Particle Flow'un çok daha basitleşmiş halleri olan Super Spray, Spray, Blizzard gibi partikül sistemleriyle de gerçeğe yakın sonuçlara ulaşmak mümkündür ve bu sistemlerdeki Metaparticle özelliği ile partiküller sıvılaştırılabilir. Bunun dışında bir düzlemin, bir objeyle çarpıştığında dalga etkisi yaratan Flex modifiye elemanı ve su köpüğü ya da damla şeklinde

kullanılan Blobmesh bileşim objesi de su simülasyonunda yardımcı özellikler olabilmektedir.

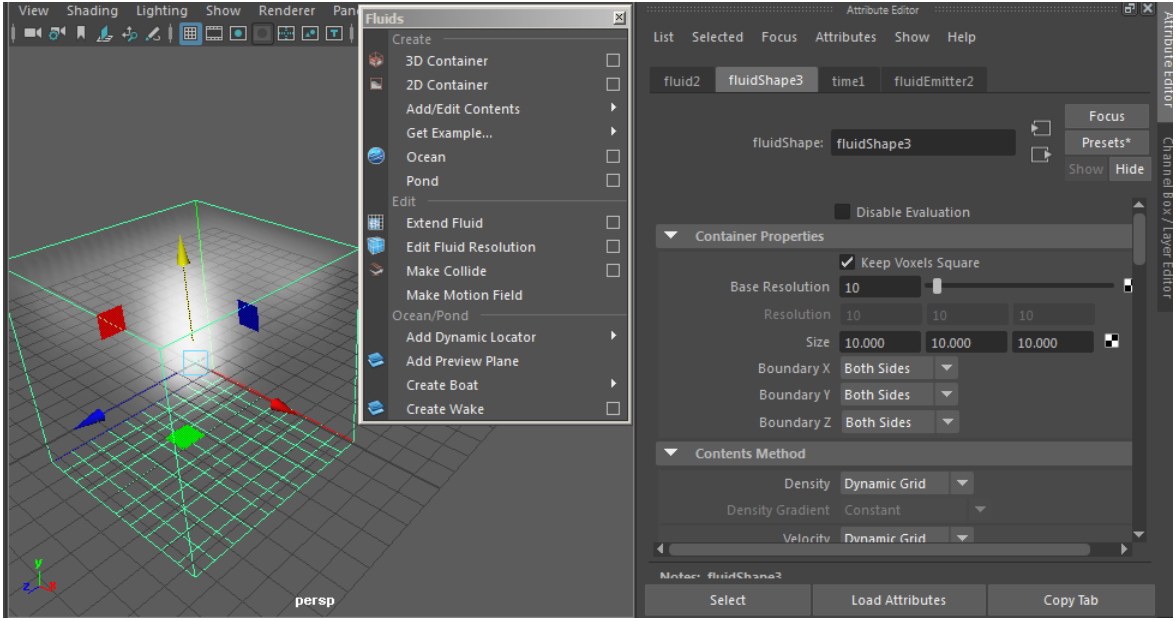
Maya'da nParticle daha önce de bahsettiğimiz Maya Nucleus dinamik simülasyon çerçevesindeki bir sistemdir. nPartikül ile ateş, duman, sıvı veya geometrik simülasyon çeşitleri yapılabilir. nPartikülleri kendi içinde ya da diğer Nucleus objeleriyle de çarpışabilir ve buna nCloth ile nHair de dahildir. nPartikülleri her türlü simülasyon kısıtlaması, güçleri ve ifadeleri ile ilişkiye girebilir. nPartikül'de Water özelliği seçilerek partiküller su gibi davranabilir ve daha sonra bu davranış geliştirilerek istenilen gerçekçiliğe ulaşılabilir.



**Resim 64. Maya nParticles ve Su Simülasyonları Birimleri Arayüzü**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

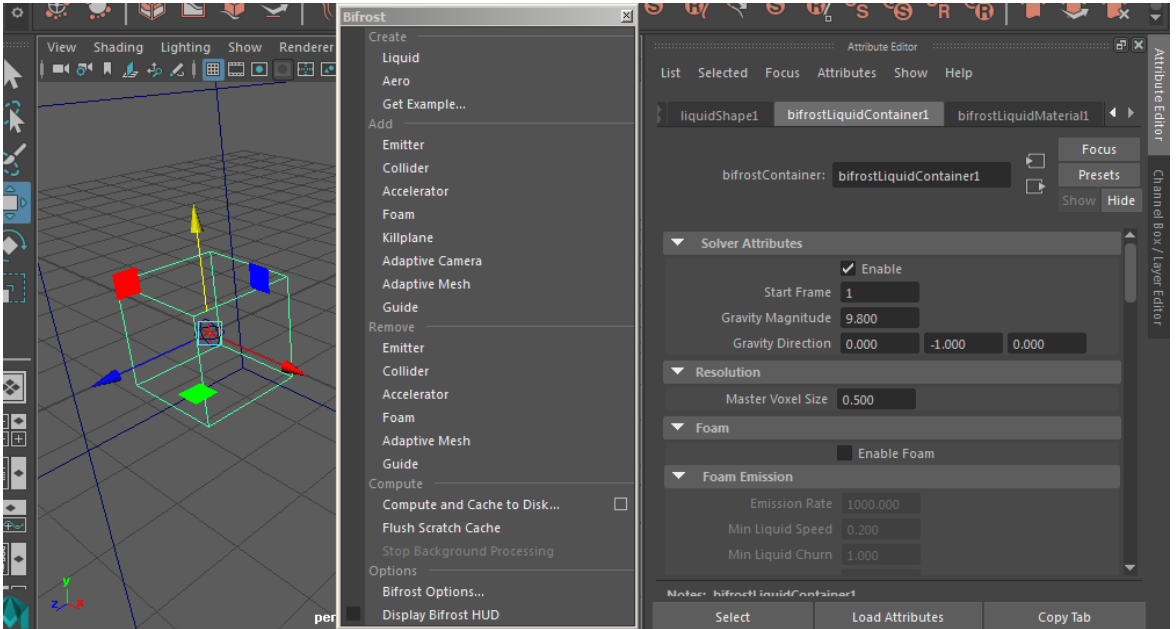
Maya Fluid Effects akışkan hareketleri gerçekçi bir şekilde render almak için geliştirilmiş bir teknolojidir. Gerek iki gerekse üç boyutlu hidrolik, atmosferik, uzaysal ya da sıvısal efektler yaratılabilir, simülasyonları farklı kılmak için kaplama da kullanılabilir. Daha önce de dediğimiz gibi Ocean Shader özelliğiyle gerçekçi açık deniz simülasyonu yaratılabilir, objeler bu yüzeyde yüzdürülebilir ve su ile ilişkiye girebilir.



**Resim 65. Maya Fluids ve Su Simülasyonları Birimleri Arayüzü**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

Maya Bifrost kapalı sıvı partikül sistemi (FLIP) kullanarak sıvı ve Aerodinamik etkiler yaratılabilir. Hızlandırıcı gibi özellikler sayesinde jet motoru dalgası, gaz, duman gibi özellikler de simüle edilebilir.



**Resim 66. Maya Bifrost Arayüzü**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

Maya Bifrost'da herhangi bir obje yaratılarak bu obje bir sıvı kütesine çevrilebilir. Örneğin bir küp Bifrost sıvı özelliği aldığında küp şeklinde bir sıvı kütesine dönüşecektir. Burada yerçekimin ve diğer özelliklerin derecesine göre su zeminle veya diğer objelerle ilişkiye girebilir. Bifrost sıvılarının objelerle ilişkiye girdiği yerlerde veya dalgaların kendi kendine katlandığı yerlerde Bifrost'ün Foam özelliği kullanılarak köpük oluşumu da sağlanabilir. Dahası, suyun taşıdığı ya da fazla artık sıvıların istenmediği bölgelerde "Killplane" özelliği ile, sular bıçak gibi kesilebilir ve böylece simülasyon hesaplama süresinden büyük ölçüde kısaltılabilir. Bifrost simülasyonu oluşturulurken sıvının görünümü gerek tipik partikül görünümü olan noktasal, küresel ya da daha gerçekçi bir öngösterim için voxel olarak ayarlanabilir. Bifrost simülasyonunun öngösterimi için sıvı yoğunluk, girdap oluşumu, damlacık oluşumu, hız gibi istenilen özelliğe göre renklendirilebilir. Bifrost sıvısı, öngösterimde de poligona dönüştürülerek suyun hareketlerinin son hali gözlemlenebilir ancak bunun için oldukça güçlü bir donanım ihtiyacı duyulabilir. Tüm bu özellikler Maya'nın son versiyonu ile gelen Bifrost'te bulunan Aero özelliği ile gaza da çevrilebilir (Resim 67). Bifrost'teki bu özellik su ve duman simülasyonlarının da birbirine dönüştürülebileceğinin ve aynı tip partikül iş akışına sahip olduklarının da bir göstergesi olabilir.



**Resim 67. Bifrost Aero Özelliği ile Yaratılmış Bir Bulut Kümesi**

Ersin Ertan arşivinden, 2016.

Bifrost klasik nPartikül ile ilişkilendirilebilir. Burada nPartikülün tüm kontrollerinden ziyade yalnızca suyun hacimsel oranı kontrol edilebilir ve böylece Bifrost'teki partikül sayısı da daha iyi kontrol edilerek simülasyon hesaplama süresi azaltılabilir. Flush Scratch Cache özelliği ile normal zulalama yönteminden daha çabuk RAM'e yazdırılarak simülasyonun gerçek hali görülebilir ancak buradaki hesaplama yöntemi normal zulalama yöntemine göre daha düşük çözünürlüklüdür. Scratch özelliği için bilgisayarın belleğinin istenilen kadarı bu işleme ayrılabilir. Acceleration ve Guide özelliklerine de su kütlesine bir obje eklenip hareketlendirilerek sıvıda kolayca dalgalar oluşturulabilir. Ayrıca Bifrost, içerisinde pek çok hazır kaplama da bulundurmaktadır.



**Resim 68. Maya Bifrost Oluşum Süreci (Sol Üstten Alta Doğru)**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

Maya Fluids yerini yavaş yavaş Bifrost bıraktığı teknolojik karşılaştırmasıyla görülse de, bu özellik de oldukça pratik çözümler sunabilir. Fluid menüsünde yer alan 3d ve 2d Container'lar (Taşıyıcı) ile sıvı veya gaz akışkanlığı hem iki hem de üç boyutlu olarak yapılabilir. Özellikle iki boyutlu akışkanlar, kameranın hareket etmediği görselleştirmelerde havuz veya şelale suyu gibi akışkanlarda simülasyonun hesaplama süresini oldukça azaltmaktadır. Fluids menüsündeki Ocean ve Pond ile büyük veya küçük ölçekli sular kolayca simüle edilebilir. Bunlara Creat Boat özelliği ile gemi gibi yüzen bir obje de eklenebilir. Dahası Motor Boat ile motorlu deniz araçları da simüle edilebilir. Ocean özelliğindeki Foam sayesinde köpük efekti de yaratılabilir ancak buradaki Foam Bifrost'teki gibi partikül üretip gerçekçi bir görünüme bürünmekten ziyade sadece dalgaların çarpıştığı yerlerde renginin beyaza dönüşmesidir. Uzaktan görünecek su kütleleri ya da havuz için ideal bir seçim olabilir.



**Resim 69. Maya Ocean ve Boat Özellikleri Kullanılarak Yapılmış Gemi Simülasyonu: Gemi sularla ilişki içerisinde.**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

Maya'nın klasik partikül özelliği olan nParticle ile de geleneksel partikül suları yaratılabilir. Partikülleri yaratmadan önce Water özelliği ya da Fill The Object özelliği seçilerek partiküller su özelliği ile rahatlıkla başlatılabilir. Ancak bundan sonra partikül özelliklerinin ayarlanarak istenilen gerçekliğe ulaştırılması gerekebilir.

3ds Max'te particle sistemleri başlığı altında bütün genel simülasyon elemanları bulunabilir. Particle Flow ile kullanıcı hemen her türlü simülasyonu en ince detayı ile kişisel olarak yaratabilir ancak bu uzun süre alabilir. Spray, Snow gibi hazır partikül sistemleri de kullanılarak istenilen hedefe daha kısa sürede ulaşılabilir çünkü bu sistemlerde mevcut partikül iş akışı basitleştirilmiş ve belli bir amaca yöneliktir. Örneğin Snow ile sadece kar ya da yağmur yaratılabilir. Fakat bu hazır sistemler ile Particle Flow'daki kadar detay veya gerçekçilik elde edilemeyebilir. Tüm partikül sistemlerine rüzgar, yerçekimi gibi güçler Maya'dakinin aksine genelde harici olarak eklenebilir.

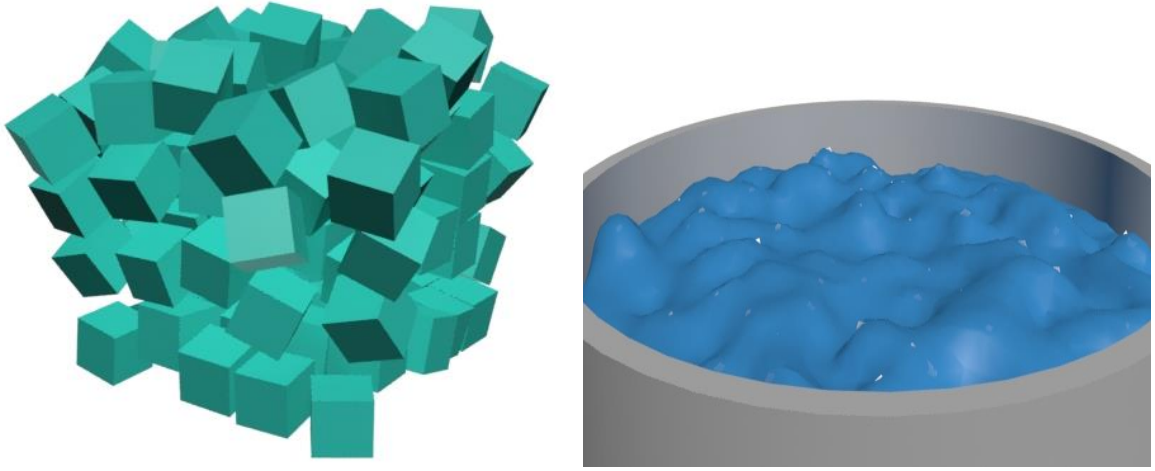


**Resim 70. 3ds Max'de Yerçekimi Eklenmiş, Meta Partiküllü, Mental Ray Sıvı Kaplamalı Superspray**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

Particle Flow'da 3ds Max'in yeni simülasyon motoru Mass FX'in bağlantısı olan mParticle'ların özellikle sıvı ve çarpışma simülasyonlarında sağladığı pek çok avantaj vardır. Bu avantajlarla birlikte kullanımı da normal Particle Flow'a göre kolay olabilir. mParticle, particle flow'dan farklı olarak daha gelişmiş özellikler sunabilir. Özellikle birbiriyle çarpışan partiküllerde ve bunların sıvıya dönüştürülmesinde mParticle pek çok avantaj sunar.

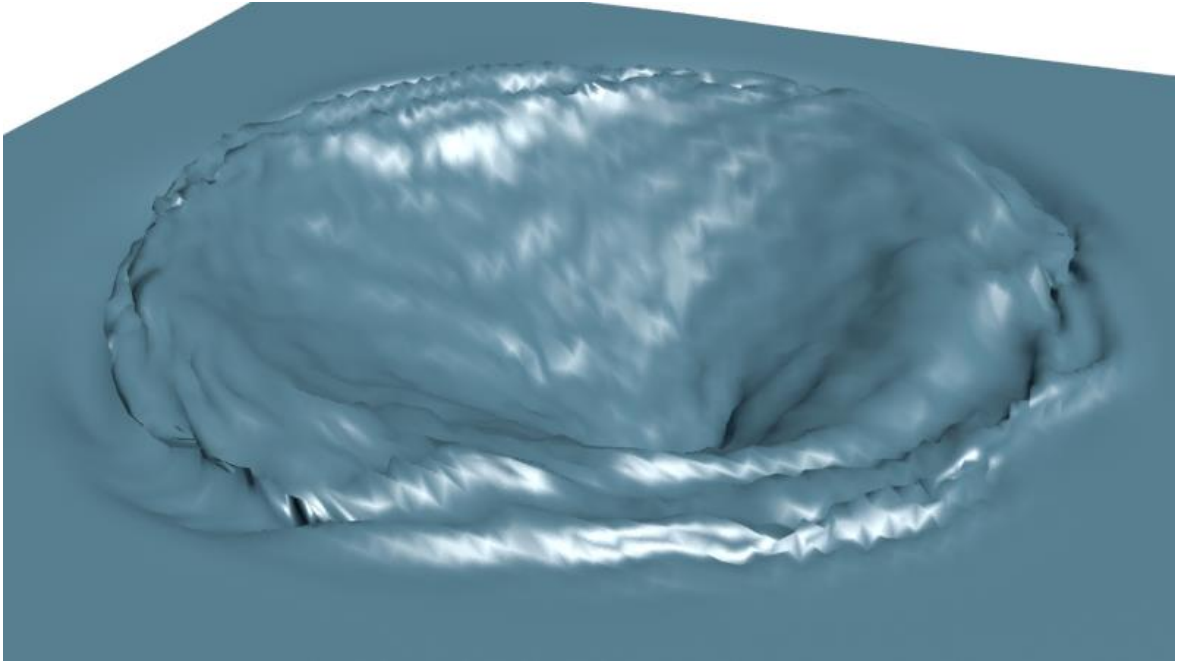




**Resim 71. mParticle’ın Solda Ham Hali ve Sağda Sıvıya Dönüştürülmüş hali: mParticle katıdan sıvıya pek çok seçenek sunar.**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

Son olarak 3ds Max’teki Flex modifiye elemanı ile yüzey denize ya da kumaşa çevrilebilir ve üzerindeki obje bu yüzeye ilişkiye girebilir, gemi gibi hareket edebilir.



**Resim 72. Flex ile Suya Düşen Bir Taşın Etkisi Simülasyonu**

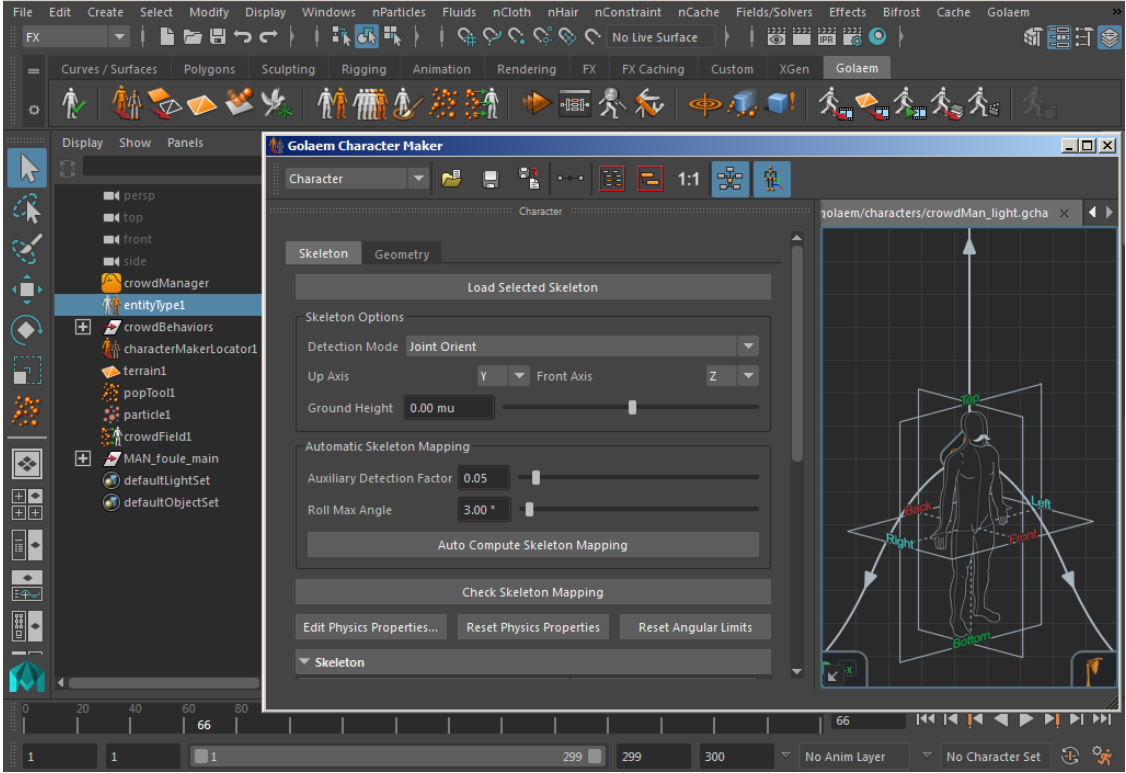
Ersin Ertan arşivinden, 2015.



3ds Max'in particle flow menüsü ve içindeki özellikler, 3ds Max'de pek çok simülasyonun da merkezini oluşturur. Particle menüsü arayüzü ile partikülleri yönetmek oldukça kolaydır çünkü tüm birimler sürekli gözüktür. mParticle sistemleri de buradan yönetilir. Super spray, spray, tıpkı Maya'daki Ocean Pond gibi özelliklere benzer şekilde bir takım sıvı simülasyonlarının basitleştirilmiş halleridir ve zamandan tasarruf sağlayabilir. Bu öğelerdeki metaparticle ile partiküller sıvı görünümü alabilir ancak metaparticle simülasyon işleme süresini uzatabilir.

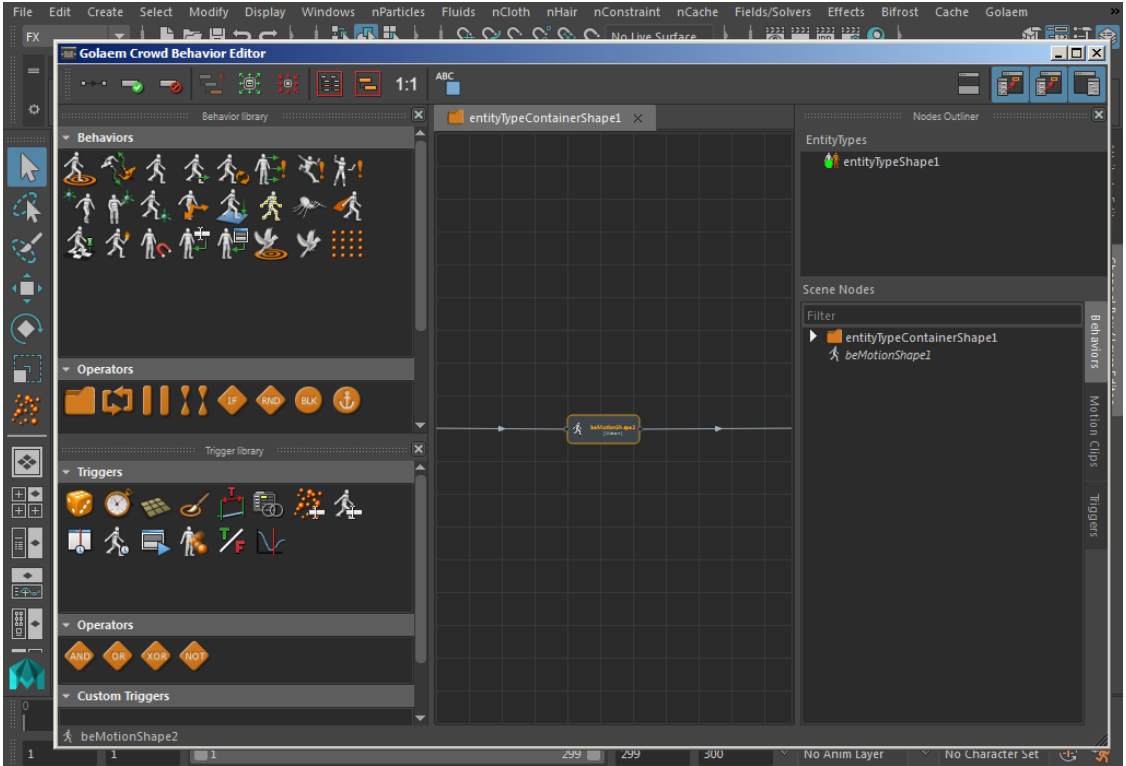
#### **2.5.4. Maya ve 3ds Max'te Kalabalık Simülasyonu**

Maya kalabalık simülasyonu sunan bir özelliğe sahip değildir ancak sadece Maya için üretilmiş kalabalık simülasyonu eklentileri bulunabilir. Bunlar Golaem, Massive, Miarmy ve Brainbugz'dur. Miarmy ve Massive, Golaem ile kıyaslandığında daha az popülerdir ve güncellemeleri çok daha seyrek. Brainbugz ise genelde hayvan sürüleri için bireysel olarak tasarlanmış ve uzun süredir güncellenmeyen eski bir yazılımdır. Dolayısıyla Maya'da Golaem temel kalabalık simülasyon özelliği olduğu söylenebilir. Golaem, pek çok render motoruyla çalışabilir ve son versiyonlarında 3ds Max'de Vray ile render da alınabilir. Golaem'in arayüzü pek çok sembolle doludur ve karakter yaratım arayüzü de geliştirilmiştir.



**Resim 73. Golaem Arayüzü**

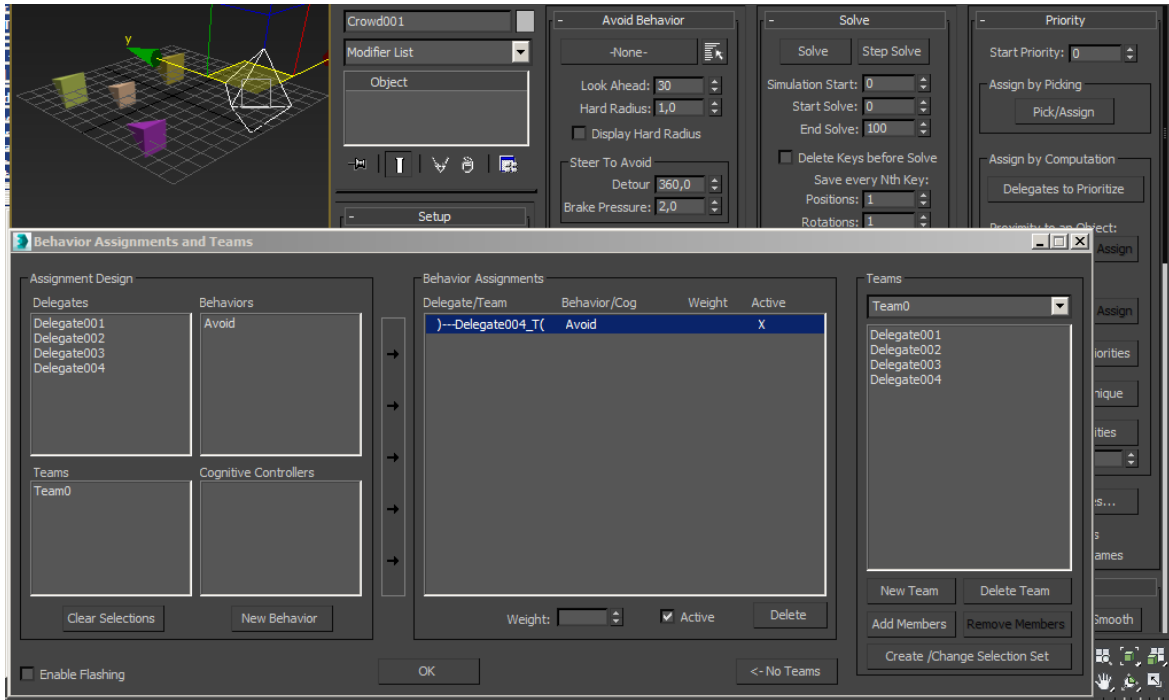
Ersin Ertan arşivinden, 2015.



**Resim 74. Golaem Davranış Editörü Arayüzü**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

3ds Max'de ise programın kendisi ile birlikte gelen iki çeşit kalabalık simülasyonu özelliği vardır ve bunlar Populate ile Crowd'dur. Crowd, Maya'daki Golaem gibi geleneksel kalabalık simülasyonu özelliklerine sahiptir ancak çok uzun süredir yenilik eklenmemiş, bunun yerine Crowd'un özellikle mimarlar için çok basitleştirilmiş bir versiyonu olan Populate özelliği gelmiştir. Ancak bu özellik de oldukça kısıtlayıcıdır ve bir takım şablonlarla sınırlıdır ve ancak 2014'ten sonra her versiyonda geliştirildiği görülmektedir. Öte yandan Crowd, 3ds Max'e tanımlanmış her türlü render motoruyla çalışabilir. 3ds Max'in hazır iskelet sistemleri olan Biped, Crowd'da tanımlanmıştır ve bu sistemle yakalanmış hareketler kolaylıkla Crowd'daki kalabalıklara aktarılabilir. Crowd'un arayüzü uzun süredir değişime uğramamıştır ve 3ds Max'in yeni sembolik arayüzüne kıyasla uyumsuz gözükebilmektedir. Crowd ve Populate aynı sahnede kullanılabilir ancak birbirinden bağımsız iki özelliktir.

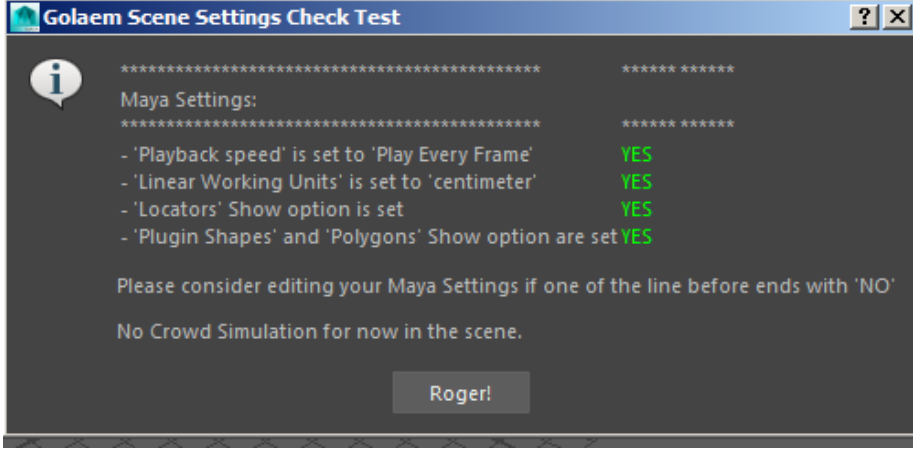


**Resim 75. 3ds Max Crowd Arayüzü**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

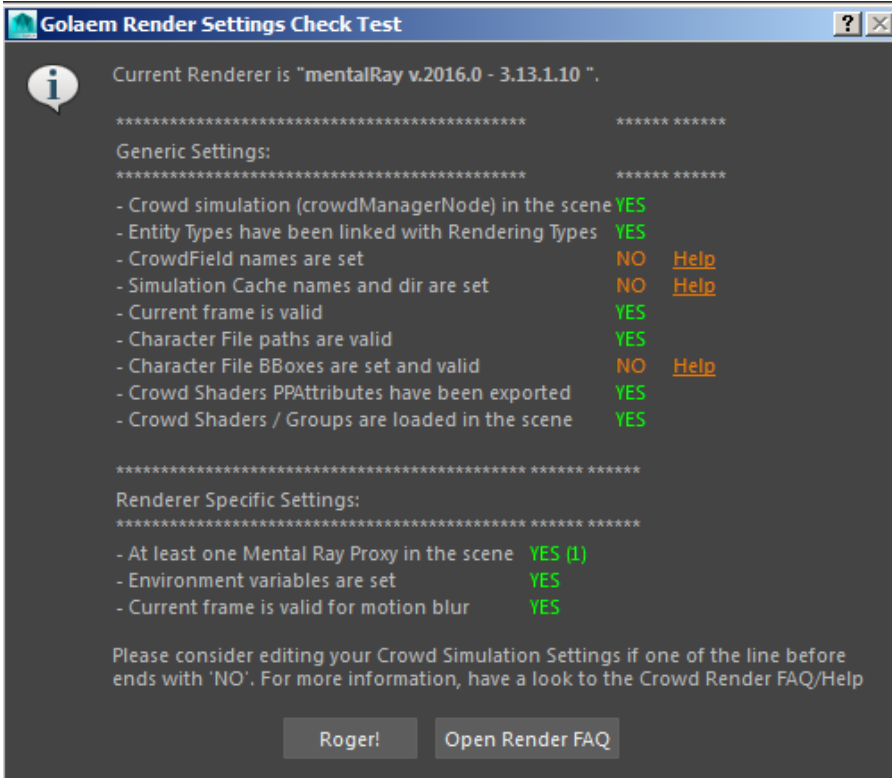
Golaem Maya'daki partikül, kaplama ve benzeri özellikleri paylaşmaktan ziyade, genelde her türlü özelliği kendi içinde barındırır ve bu konuda katı kuralları olabilir. Golaem, kendisi dışında render ve kaplama ayarlarında da birimler bulundurur. Golaem simülasyona

başlamadan önce her türlü birimin kalabalık simülasyonuna uygun olduğunu gösteren bir liste ile çalışmaya başlar ve render sürecinde de buna benzer bir liste sunulur.



**Resim 76. Golaem'de Simülasyon Öncesi Uyarı Listesi**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

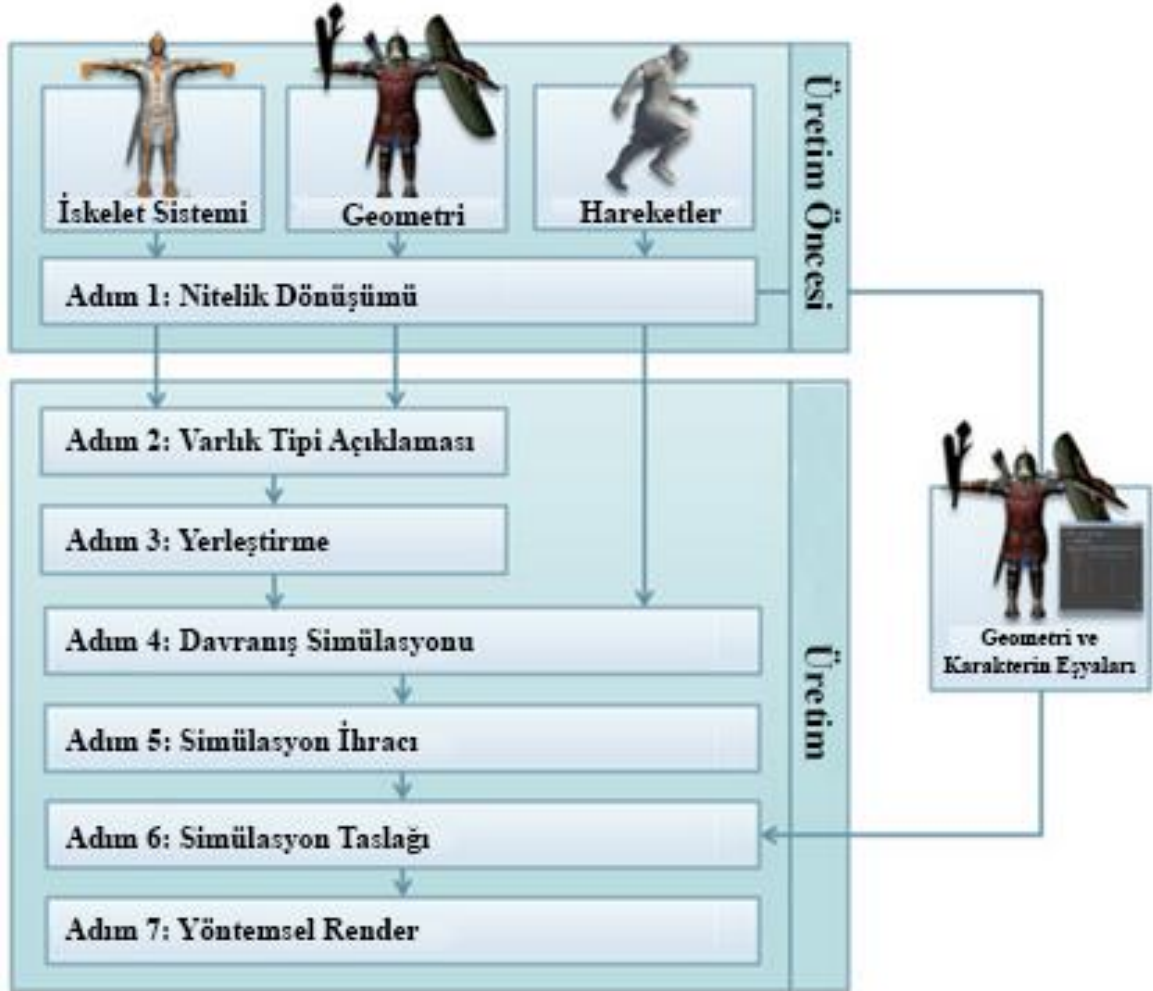


**Resim 77. Golaem'de Simülasyon Render Öncesi Uyarı**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

Golaem pek çok bileşene sahiptir ve bunlar Maya'nın outliner'ında katman olarak gözükürler. Golaem'in iş akışı aşağıdaki tabloda görülebilir.

Şekil 9. Golaem'de İş Akışı



**Kaynak:** www.golaem.com, Mayıs 2016.

Golaem'de ilk olarak eğer Maya programında tasarımcının kendi karakterleri veya kemikleri varsa bunlar .gcha'ya yani Golaem'in kendi dosya uzantısına çevrilebilir. Karakterlerin kaplamaları da bu süreçten sonra belirlenebilir. Maya'daki Mocap veya el yapımı animasyonlar da .gmo uzantılı Golaem dosyalarına çevrilebilir. Tüm bunlardan öte Golaem'in kendi karakterleri veya animasyonları da kullanılabilir hatta modifiye de edilebilir. Bu aşamadan sonra varlıklar (karakterler) yerleştirilir ve burada kaç tane olacağı, ne şekilde duracağı belirlenebilir. Ardından davranışlar belirlenebilir ve karakterler yürüme, koşma gibi hareketleri yapabilir. Simülasyon render'ı alındıktan sonra gerekli modifiyeler

yapılabilir ve en sonunda sahne Golaem ile çalışabilen render motorlarında render edilip iş sonlandırılabilir.

Golaem Maya ve Maya'nın partikül sistemlerine bağımlı olsa da pek çok konseptte sahiptir. Bunlardan ilki varlık (entity) ve varlık tipidir. Bir varlık üç boyutlu kalabalık simülasyonundaki bir karaktere karşılık gelir. Her bir Maya partikülü bir varlığa karşılık gelen özel Golaem kalabalık alanlarına bağlıdır. Her varlık da bir varlık tipine aittir.

Bir varlık tipi kalabalığın içindeki bir karakter tipini ifade eder. Bunlar örneğin ön hatlardaki askerler, yedek birlikler veya okçular olabilir. Aynı varlık tiplerinin varlıkları benzer davranışları taşır fakat bu her varlık tipindeki varlıkların davranışlarına aynı anda başladığı anlamında gelmez. Fakat davranışların yönlendirilmesini sağlayan tetikçilere (triggers) karşı aynı yanıtı verirler. Resim 78'da varlıkların kalabalık sahnesi içindeki yerleri daha iyi anlaşılabilir.

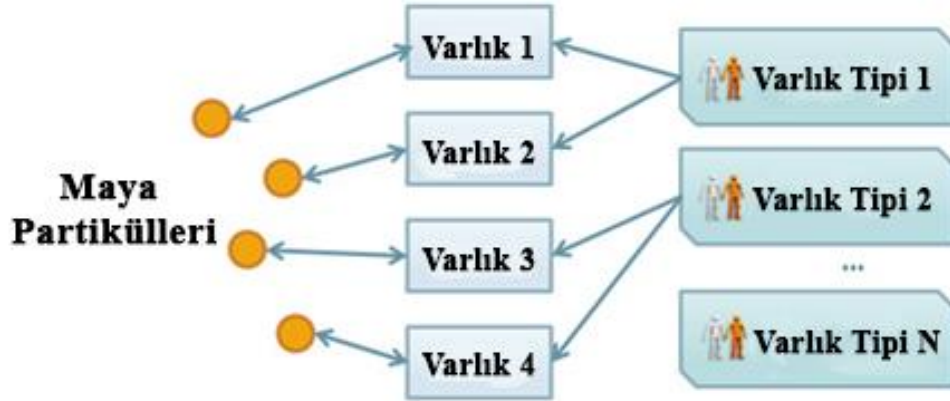


**Resim 78. Golaem'de Bir Savaş Kalabalığı Sahnesinde Varlık Tipleri**

**Kaynak:** www.golaem.com, Mayıs 2016.

Aşağıdaki resim’de Maya partikülleri, varlıklar ve varlık tipleri arasındaki hiyerarşi görülebilir.

**Şekil 10. Golaem’de Maya Partikülleri, Varlıklar ve Varlık Tipleri Arasındaki Hiyerarşi**



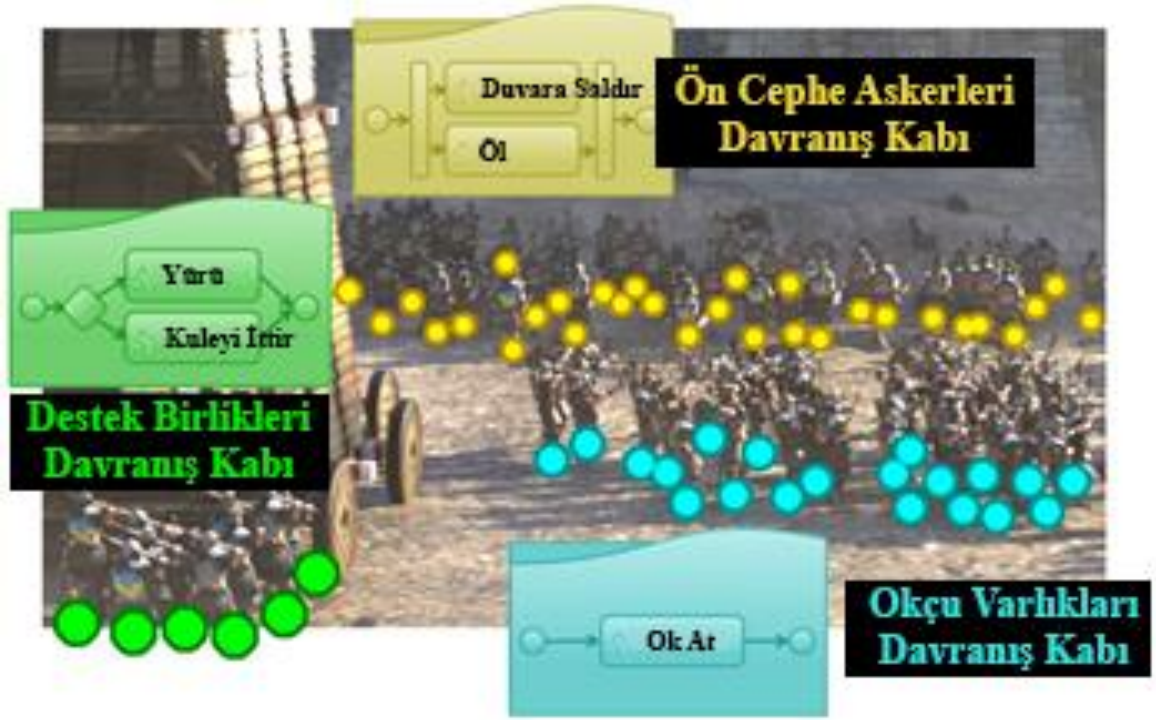
**Kaynak:** www.golaem.com, Mayıs 2016.

### **Davranış Kapları ve Davranış**

Davranış kabı, davranışlar grafiğini kapsayan bir objedir. Her varlık tipi kendine has davranış kabını tanımlar. Varlık tipine eklenmiş bütün davranışlar karşılık bulduğu varlıkları etkileyecektir. Öte yandan bir davranış varlık tarafından hareketlendirilen yerleşik ve atomsal bir harekettir. Karakterin bir hedefe doğru gitmesi, hedefe bakması, animasyonun oynaması gibi olaylar buna örnek verilebilir.

Davranış kabına ait olan davranışlar birbirleriyle harmanlanabilir ve olaylara daha düzgün ve ileri seviye tepkiler verilebilir. Aşağıdaki resimde varlık tiplerini etkileyen davranışlar daha iyi anlaşılabilir.

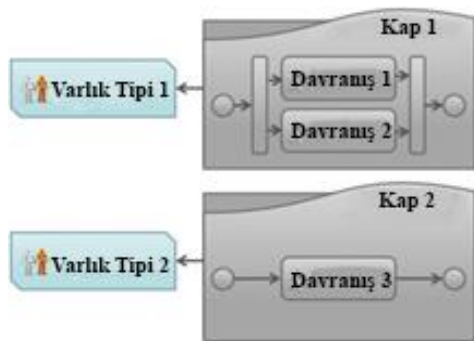




**Resim 79. Golaem’de Bir Savaş Kalabalığı Sahnesinde Davranış ve Davranış Kapları Mantiği**

Kaynak: www.golaem.com, Mayıs 2016.

**Şekil 11. Golaem’de Davranışlar, Davranış Kapları ve Varlık Tipleri Arasındaki İlişkiler**



Kaynak: www.golaem.com, Mayıs 2016.



## Kalabalık karakteri ve Render Tipi

Bir kalabalık karakteri Maya'daki bir karakterin eşyalar gruplarında bölüdüğü ağlarının (poligon) açıklamasıdır. Resim 80'de bir kalabalık karakterinin Maya karakterinden nasıl oluşturulabileceği anlaşılabilir.

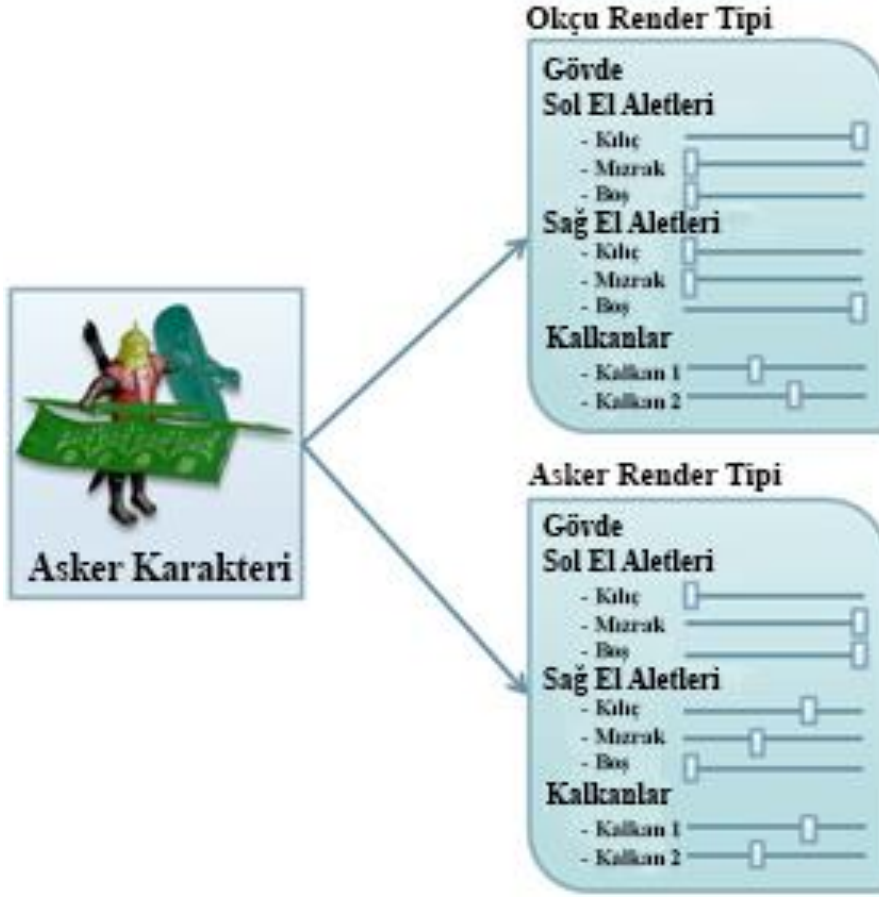


**Resim 80. Golaem'de Maya Karakterinden Yaratılan Kalabalık Karakteri**

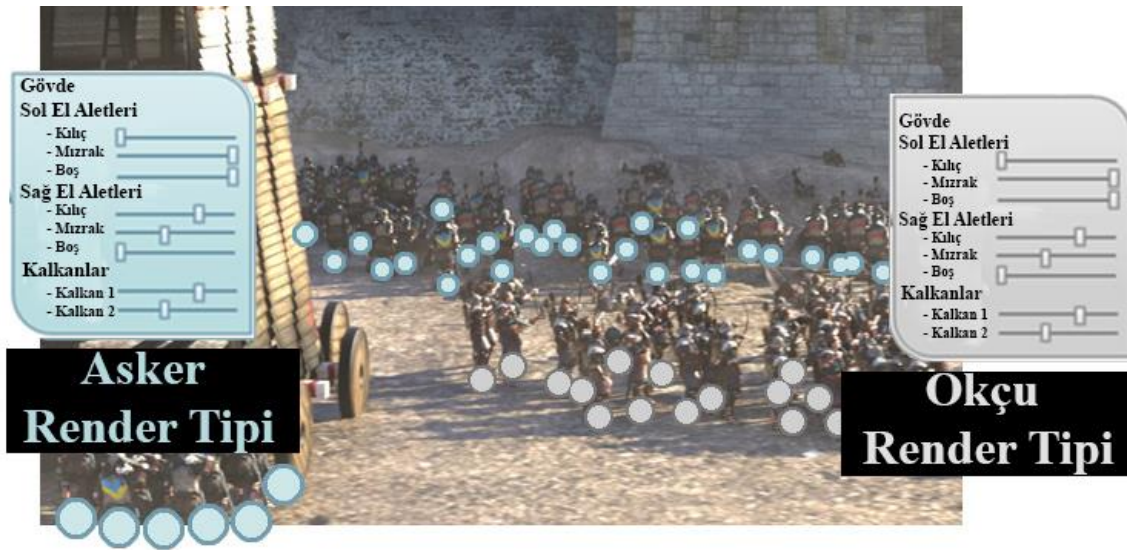
**Kaynak:** www.golaem.com, Mayıs 2016.

Bir render tipi belli bir eşyalar grubunu ve o eşyaların her bölümünü kullanacak kalabalık karakterinin özelleştirilmesidir. Her varlık tipi bir render tipine aittir. Resim 81 ve Şekil 12'de belli render tiplerinin aynı kalabalık karakterinden nasıl yaratıldığı görülebilir.

Şekil 12. Golaem'de Render Tipleri



Kaynak: www.golaem.com, Mayıs 2016.

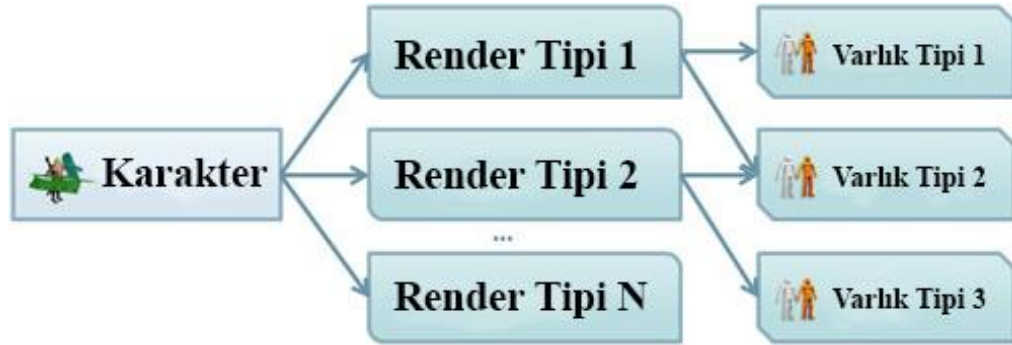


Resim 81. Golaem'de Savaş Kalabalığı Sahnesinde Render Tipleri

Kaynak: www.golaem.com, Mayıs 2016.

Son olarak kalabalık karakterleri, render tipleri ve varlık tipleri arasındaki ilişki görülebilir:

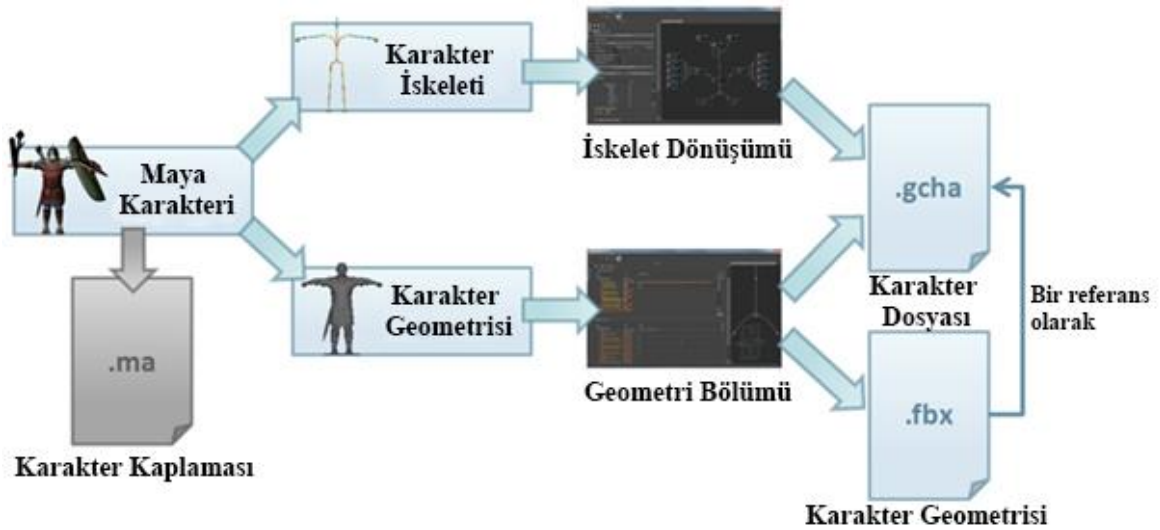
**Şekil 13. Golaem’de Kalabalık Karakterleri, Render Tipleri ve Varlık Tipleri Arasındaki İlişki**



**Kaynak:** www.golaem.com, Mayıs 2016.

Golaem oldukça kullanışlı bir arayüze sahip olsa da tasarımcılar bazen kendi karakter ve hareketlerini getirmekte zorluk yaşayabilir. Bu süreci iki adımla atlatmak mümkündür. Maya karakterindeki kemikler Golaem iskeletine dönüştürülebilir ve karakterin geometrisi ile bölümler, yöntemsel kaplama gibi görsel yoğunluğu tanımlanabilir.

**Şekil 14. Golaem’de Karakter Dönüşümü İş Akışı**

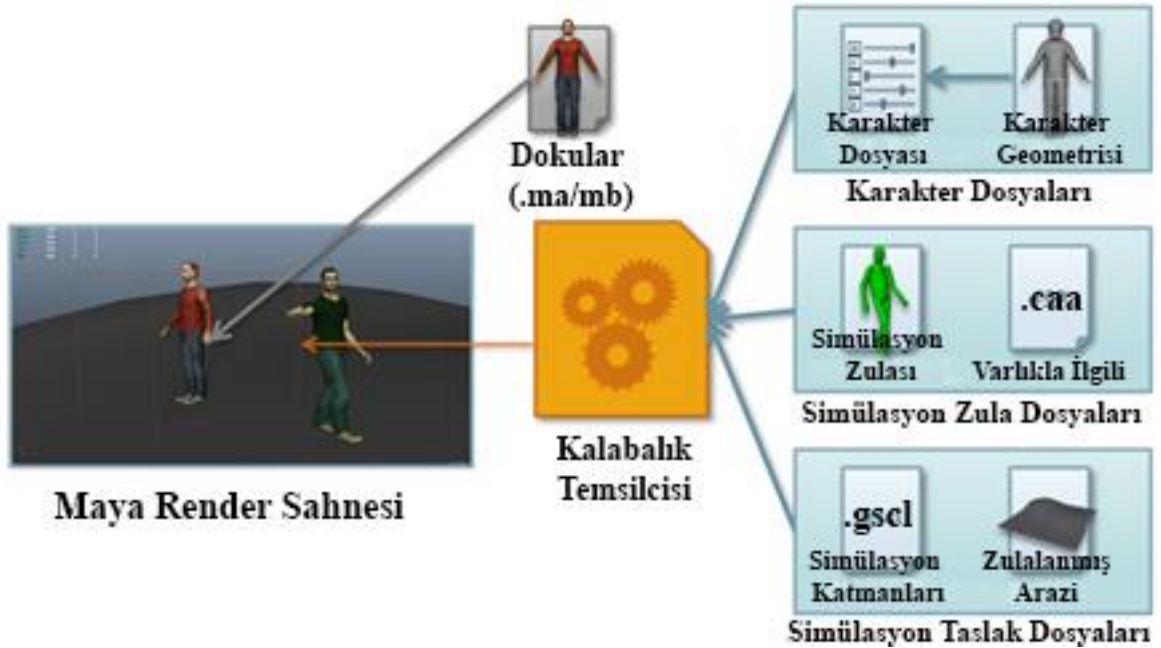


**Kaynak:** www.golaem.com, Mayıs 2016.

Karakter dosyası iskelet ve geometri temsilcilerinden oluşsa bile, geometri temsili daha sonra da yapılabilir ki karakter temsili sadece simülasyon ithal edilirken ya da varlık tiplerindeki render öz izleme modunda gereklidir.

Golaem kendi işine adanmış bir animasyon motoru kullanır ve otomatik olarak her şekil türünü ve hareketi harmanlayabilir. Bu özelliklerin sergilenebilmesi için animasyon motoru kendi karakter ve hareket temsilcilerini kullanır. Simülasyon işlendikten sonra Crowd simülasyonu çekirdek ve kontrolcülerine gerek kalmaz ve Crowd render temsilcisi ile render alınır. Modüler yaklaşım sayesinde simülasyon zulası dosyaları, simülasyon taslak dosyası, geometri dosyaları ve karakter dosyaları render dışında her türlü şekilde modifiye edilebilir ve üstüne yazılabilir. Örneğin Golaem karakterindeki eşyalar grubundaki bölümler değiştirilip simülasyon tekrar ihraç edilmeden farklı bir render da alınabilir. Golaem’de render ve modüler yaklaşım iş akışı Şekil 15’de görülebilir.

**Şekil 15. Golaem’de Modüler Yaklaşım İş Akışı**



**Kaynak:** www.golaem.com, Mayıs 2016.

3ds Max’de ise Kalabalık sisteminin merkezini Crowd ve ona bağlı olan Delege birimleri oluşturur. Bir crowd pek çok delegeyi yönetebilir. Delegeler takım olabilir, araştırma, kaçınma veya merak gibi davranışlar bireysel ya da takımsal olarak yine delegelere atanabilir. Kalabalık simülasyonu işlendikten sonra sahne render’a hazır hale

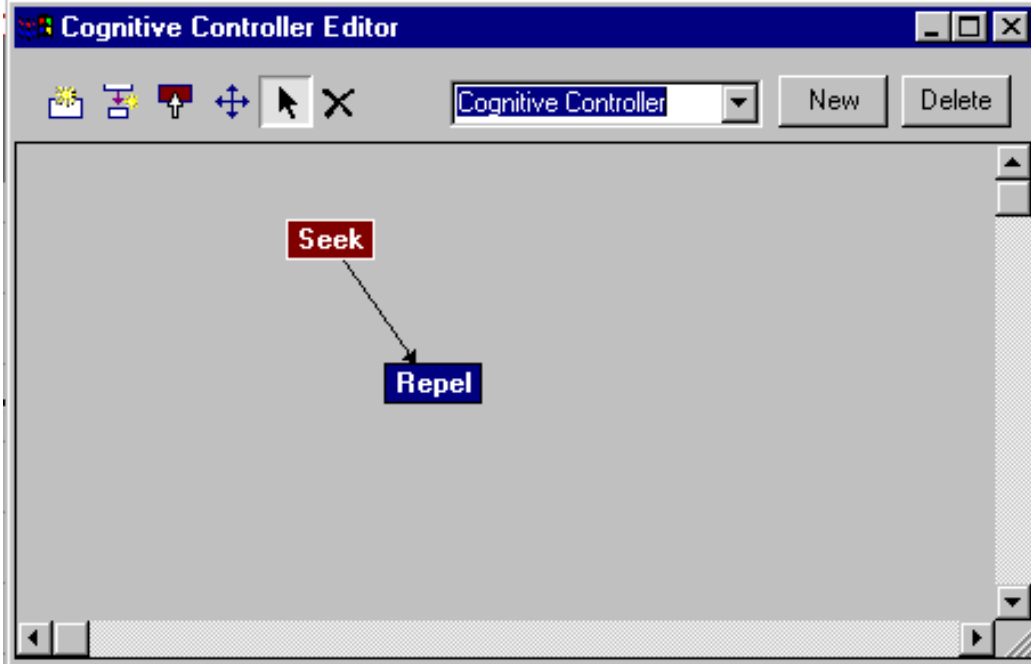
getirilebilir. Simülasyon, 3ds Max'in hazır iskelet sistemi olan Biped ile alınacaksa özel bip. dosyası ile simülasyon işlenip sonra da render alınabilir. Daha önce de bahsettiğimiz population özelliği, Crowd ile birlikte de kullanılabilir, ancak bu kullanımın birbiriyle bir ilişkisi yoktur, iki kalabalık simülasyonu sistemi de sahne de birbirinden bağımsız hareket edecektir. Bu bağlamda örneğin şablonsal ve kısıtlı Population sistemi arkaplanlardaki kalabalıklar için kullanılabilir.

Hareket sentezleme yöntemi (motion synthesis) ile daha kompleks ve ileri seviye kalabalık simülasyonları yaratılabilir bu da karakter stüdyosuna simülasyon sonuçlarını farklı şartlarda da dinamik bir şekilde kontrol ettirebilme olanağı sağlar. İki çeşit hareket sentezlemeden bahsetmek mümkündür. Bunlardan biri iki ayaklı olmayan (non-bipedal) sistemler ve daha zor gereklilikler isteyen iki ayaklı (biped) kalabalıklardır.

Hareket sentezleme yöntemi karakter stüdyonun iki ayaklı animasyonlarda\* ya da klip kontrolcülerinde\* veya iki ayaklı olmayan karakterlere çalışırken, karakter hareketlerini kalabalık davranışları ve hareket akışı açısından çıkarmasını sağlar.

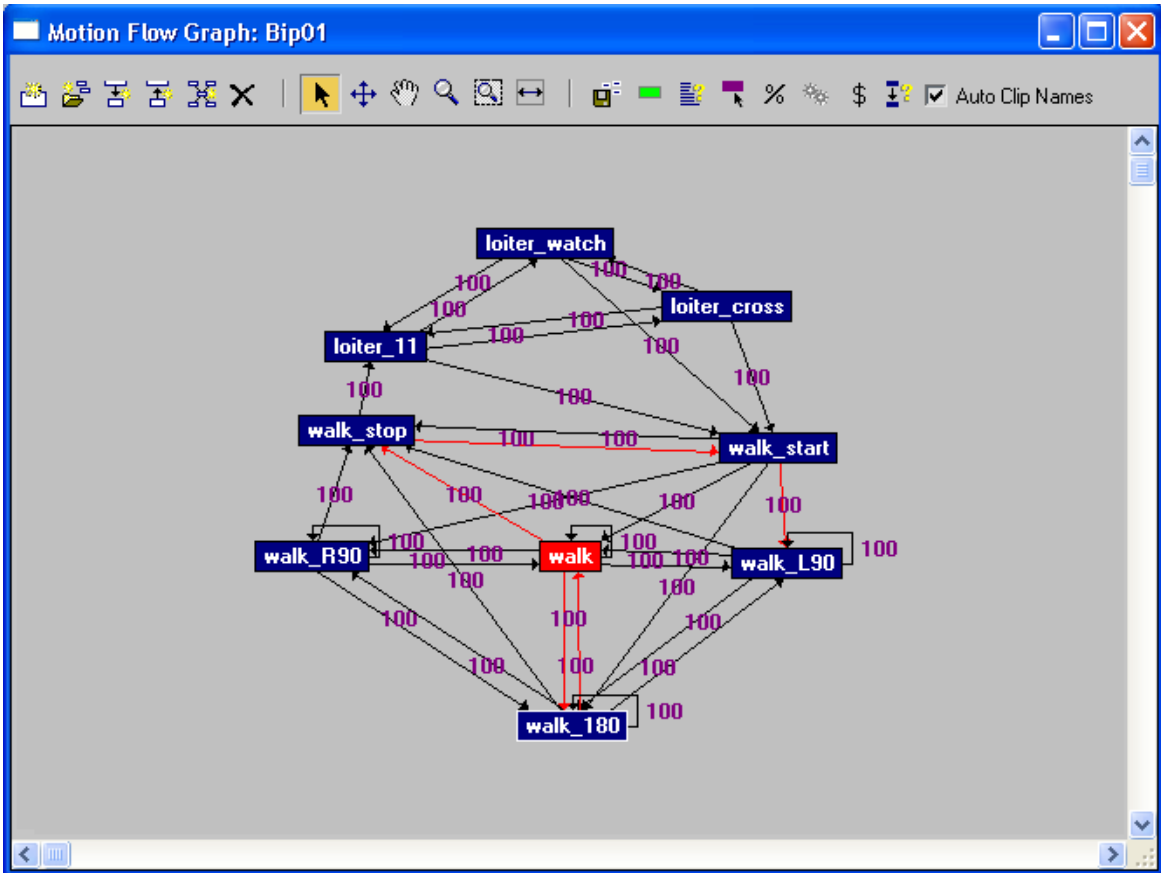
Simülasyonun olabildiğince çabuk gerçekleşmesi için 3ds Max, simülasyon çözümü işledikten sonra temsilci animasyon anahtarlarını kaydeder. Temsilcilere bağlı objeler de simülasyon işleme süresinde saklanır. Ekran güncellemeleri ya da animasyon anahtarlarının sıklığı azaltılarak simülasyon çözümü hızlandırılabilir ancak bu da simülasyonun daha az gerçekçi olmasına yol açabilir. Belli sorunlu bölgelerde tek bir animasyon anahtarında gözlemlenip çözülebilir.

Kavramsal kontrolcüler (cognitive controller) özelliği de kullanılarak kalabalık simülasyonundaki üyelerin durumlara göre davranışlarını değiştirmesi de sağlanabilir. Örneğin karakter belli bir hedefe varana kadar rastgele gezinirken belli bir noktadan sonra direk olarak hedefe doğru yönlenebilir. Teknik olarak kavramsal kontrolcüler daha önceden kodlaştırılmış şartlandırıcılarla yapay zekayı etkili bir şekilde kullanarak kalabalık simülasyonunu kontrol etmeyi de sağlayabilir. Kavramsal kontrolcü editöründe davranışlar ağı, durumlar (states) olarak bilinen davranış kombinasyonları Resim 82'da görülebilir ve arayüz olarak hareket akışı (motion flow) grafiğine çok benzemektedir.



**Resim 82. 3ds Max Crowd'da Kavramsal Kontrolcü Arayüzü**

**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2016.



**Resim 83. 3ds Max Crowd'da Hareket Akışı Arayüzü**

**Kaynak:** www.help.autodesk.com, Mayıs 2016.



## Nüfuslandırma

Nüfuslandırma (Populate) 3ds Max'de belirli bir takım şablonsal karakterlere kolay ve hızlıca bir yol üzerinde yürütmek, oturtmak, ayakta sohbet halinde tutmak gibi basit davranışlar atamayı sağlayan yeni bir özelliktir. Bu haliyle nüfuslandırma, Golaem'in oldukça basitleştirilmiş bir versiyonu olarak da düşünülebilir. Versiyonlar ilerledikçe Nüfuslandırmanın da geliştirildiği gözlemlenmektedir.



**Resim 84. Populate Arayüzü ve Populate Uygulaması**

Ersin Ertan Arşivinden, 2015.

Populate'in iş akışının başında sahneye yollar çizilir, ardından üzerindeki karakterlerin cinsiyet oranı, koşup yürüyeceği, nüfusun yoğunluğu gibi özellikler belirlenebilir. Karakterler aynı zamanda oturabilir veya yokuş da çıkıp inebilirler. Yollara istenilen viraj veya rampa verilebilir. Karakterler yürümüyorsa duracağı alanlar karesel, dairesel ya da serbest çizgi ile rahatlıkla belirlenebilir. Karakterlerin geometrik ve kaplama çözünürlüklerinin azaltılıp artırılabilirdiği üniteler de vardır.

Daha önce de değinildiği gibi 3ds Max ve Maya kalabalık simülasyonlarında karakterleri yönlendirecek belli başlı genel hareket tiplerini hazır olarak bulundurur. Bunlar davranışlardır. 3ds Max Crowd'daki davranışlara bakacak olursak:

- Kaçınma Davranışı: Temsilcilerin birbirleriyle ya da sahnedeki objelerle çarpışmasını önleyebilir. Durma, dönme, püskürtme gibi pek çok kombinasyonu kullanılabilir.
  - Oryantasyon Davranışı: Temsilcilerin belli bir yöne bakarak hareket etmelerini sağlayabilir.
  - Yol izleme Davranışı: Temsilcilerin belli bir çizgi istakemetinde, devriye gibi gidip gelmelerini sağlayabilir.
  - Püskürtme Davranışı: Temsilcileri hedefinden uzağa doğru hareket ettirebilir.
  - Kodlanmış Davranış: 3ds Max'ın kod yazımı ünitesi Maxscript ile belirlenebilen davranışlardır.
  - Araştırma Davranışı: Temsilcileri belli bir hedefe doğru yönlendirebilir.
  - Uzaysal Çözümlü Davranış: Rüzgar, yerçekimi gibi dinamikleri kullanarak kalabalıkları yönlendirebilir.
  - Varyasyonlu Hız Davranışı: Temsilcilerin hızlarını farklılaştırarak daha gerçekçi bir simülasyon sağlayabilir.
  - Yüzey Varış Davranışı: Belirli hızlarda, delegelerin belli bir yüzey üzerinde hareketini veya yüzeye konmasını sağlayabilir.
  - Yüzey İzleme Davranışı: Animasyon da edilebilen, temsilcilerin yüzey üzerinde gitmesini sağlar. Düz ya da engebeli yüzeylerde delegelerin gidebilmesini de belirleyebilir.
  - Duvardan Püskürtme Davranışı: Delegeleri püskürtebilen bir ızgara sistemi kullanır, bir objeyi kapalı bir oda da tutarak kalabalık simülasyonu yapılması için uygun olabilir.
  - Duvar Arama Davranışı: Temsilcileri çekmek için ızgara sistemi kullanır. Örneğin bir kapı yolundan geçecek olan kalabalıklar (biped) için uygun olabilir.
  - Meraklı Davranışı: Temsilcileri yarı rastgele hareketlerle simüle edebilir. Alışveriş merkezinde dolaşan kalabalıklar buna bir örnek gösterilebilir.
- (www.help.autodesk.com, Mayıs 2016)

Golaem Davranışları da aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Git: Bir varlık için hedefe ulaşmak uğruna yolun bulunmasını sağlar.
- Navigasyon: Varlıkların birbirlerinden ve engellerden (obje) kaçınmasını sağlar.
- Hareket: Önceden belirlenmiş Hareket kliplerini aynı zamanlamada varlıklar üzerinde farklı harmanlamalarla oynatabilir.

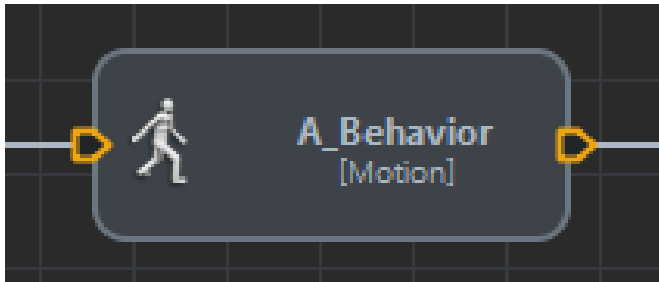


- Devinim: Bir devinim davranışı hareket klipleri setini dinamic bir şekilde harmanlayarak partikülün o andaki pozisyon ve hızını takip etmesini sağlar. Hareket deviniminden farklı olarak karakter partiküle yapışmaktan ziyade onun tarafından yönetilir.
- Eşzamanlı Hareket: Tıpkı hareket davranışı gibi olabilir ancak animasyon her zaman ayarlanmış pozisyonda oynatılır. Bu özellik animasyonun çevre ile senkronize olmasını sağlar.
- Hareket Klibi: Hareket klibi hareket davranışı ya da devinim davranışında oynatılabilen bir hareket dosyası (.gmo) içeren çekirdektir. Süre, animasyon anahtar oranı hız gibi bilgileri sağlayan ve bunların esnek şekilde düzenlenmesini sağlayan bir özelliktir.
- Fiziksel (Physicalize): Bu davranış varlık için fiziksel simülasyonun aktif olup olmamasını sağlar. Bir zeminde varlığın diğer varlıklarla çarpışması buna örnek verilebilir.
- Güç: Varlığa eklenebilen bir dürtü veya sabit bir güçtür.
- Ayrılma: Varlıklardan kemik veya kemik zincirinin ayrılmasını sağlar.
- Bakma: Varlığın belli bir yöne bakmasını ya da kemiklerin belli bir pozisyon ya da yönde olmasını sağlayabilir.
- Ters Kinematik (IK): Varlığa atanmış vücut parçasına belirlenmiş hedefe ulaşabilen ters kemikleme sistemidir.
- Pozisyon Adaptasyonu: Bu davranış varlık pozisyonunu adapte etmek için farklı modlar (bir modelin vertex, kenar ve poligonları) kullanabilir. Poligonlu modellerle belirlenmiş formasyonlarda varlıkların hareket edebilmesi için uygundur.
- Oryantasyon Adaptasyonu: Açı, hareket, yön gibi Varlık oryantasyon bileşenlerine değişik ifadeler yükleyebilir. Özellikle bir varlığın geometrik animasyon davranışıyla ya da partiküllerle hareket etmesinde faydalı olabilir.
- Zemin Adaptasyonu: Varlık için zemin adaptasyon modlarını değiştirebilir.
- Kemik Kurma: İfadelerle (expression) harmanlanması için kemiklerin oryantasyonunu değiştirebilir.
- Geometri Animasyonu: İşlenmiş FBX animasyonunda geometriyi değiştirebilir böylece kıyafet, bayrak gibi zor ve karmaşık animasyonların detaylarıyla oynanabilmesini sağlar.
- Harita (UV) Sabitleme: Varlıkları zemin üzerindeki kaplamaya ve koordinatlarına göre pozisyonlandırabilir.
- Kıyafet: Sahnedeki varlıkların üzerindeki nCloth objelerini çoğaltarak üzerlerinde kumaş simülasyonu yapılmasını sağlayabilir. Bayrak, pelerin ya da benzer objeler dinamik bir şekilde simüle edilebilir.

- Kısıtlama: Bir Maya objesini (salgıç, ışık, konumlandırıcı gibi) varlığın kemiğine kısıtlandırılmasıdır. Üretlin animasyon anahtarlandırılabilir ve Golaem kullanmayanlar için oldukça kullanışlı olabilir.
  - Efendi-Köle: Her varlık tipi içindeki bir varlığın pozisyon ya da oryantasyonu belli bir kemiğe bağlanabilir.
  - Özellikler: Yazılım veya kodlama (MELscript) ile kalabalık yönetimini sağlar.
  - Yazılım: Yazılım veya kodlama (MELscript) ile kalabalık yönetimini sağlar.
  - Direksiyon: Varlıklarına sürüsel yönelme davranışı katabilir.
  - Sürü: Varlıklara basit yönelme navigasyon güçleri ekleyebilir.
  - Formasyon Kurulumu: Varlık gurplarının formasyonunu korumasını sağlar.
  - Ortak Davranış Özellikleri: Uygulanmış Golaem kalabalık özelliklerinden görsel bildirim alınmasını, nasıl yapılması gerektiği hakkında bilgi alınmasını sağlayabilir.
- (www.golaem.com, Mayıs 2016)

Görüldüğü üzere Golaem'in 3ds Max Crowd'dan daha çok davranışa sahip ve daha kompleks olduğu açıktır.

Golaem'de davranışlar olayları yaratan tetikleyicilerle daha ileri seviye davranış kombinasyonları yaratabilen operatörlerle birlikte kullanılabilir. Bu ileri seviye kombinasyonlara Tetikleyici Grafiği (Trigger Graph) adı da verilir. Tetikleyici grafiğinin başlama ve durma şartlayıcıları bir davranış tarafından kontrol edilir. Böylece varlıklar olaylara tepki gösterebilirler. Tetikleyici editörü ile tüm bunlar kontrol edilebilir.



**Resim 85.: Davranış Editöründe Davranış Başlama ve Durma Tetikleyicileri**

**Kaynak:** www.golaem.com, Mayıs 2016.

Genelde tetikleyiciler sonradan yaratılmaz çünkü davranışlar oluşturulurken onlar da otomatik olarak belirirler. Aşağıda Golem'deki tetikleyici ve operatörler görülebilir.

- Rastgele: Yüzsüzel değürlere göre davranışları rastgele olarak başlatıp durdurabilir.
- Anlık Kare: Eğer anlık animasyon karesi referans değürine uygunsa davranışı asıl değüerinde durdurup başlatabilir.
- Poligon Alanı: Bir varlığın kök kemiğinin zeminde belirlenmiş poligon alanıyla ilişkisini düzenler, varlıkları durdurup hareket ettirebilir. (Burada varlıkların kök kemiği aynı zamanda varlıkların kendisidir.)
- Boyanmış Alan: Bir zeminde boyanmış ya da belli bir renge bürünmüş alana göre varlıkların davranışlarını düzenleyebilir, durdurup hareket ettirebilir.
- Uzaklık: Varlıkların kök kemiğinin kamera ya da bir objeye olan uzaklığına göre davranışlarını ayarlanmasını sağlar, durdurup hareket ettirebilir.
- Yönetilen Özellik: Maya'daki objelerin özelliklerine göre davranışları durdurup hareket ettirebilir.
- PPözellik: Her bir partikül alanının referans değürine göre davranışları durdurup hareket ettirebilir.
- İfade: Kod tabanlı ifade ve kanallara göre davranışları durdurup hareket ettirebilir.
- Davranış Zamanı: Davranışın sürdüğü zaman göre davranışları durdurup hareket ettirebilir.
- Hareket Zamanı: Hareket davranışı, hareketlilik (locomotion), Eşleşmeli hareket davranışı gibi davranışların belli bir zaman aralığına göre davranışları durdurup hareket ettirebilir.
- Boolean: Her zaman aynı değüere döndürür. (doğru ya da yanlış)
- Erime: Davranışlara bağılı olan Tetikçileri Ramp özelliğı sayesinde geciktirebilir.

Operatörler:

- Ve: Varolan tetikçileri kullanır
- Ya da: varolan tetikçilerden bazıları kullanır.
- X ya da: Varolan tetikçilerden belirlenmiş olanları kullanır.
- Olumsuz: Bir önceki tetikçinin negatif değüerine döner.

(www.golaem.com, Mayıs 2016)



**Resim 86. Mental Ray ile Alınmış Bir Golaem Kalabalık Render'ı**

Ersin Ertan arşivinden, 2015.

### **3. SİMÜLASYON ÖZELLİKLERİNE SAHİP MODELLEME VE ANİMASYON PROGRAMLARI KULLANILARAK HAZIRLANAN BİR MÜZE KONSEPTİ ÖRNEĞİ**

Simülasyon tabanlı görsel efektlerin mimari sunumlarda kullanılmasına örnek olarak İngiltere'deki tarihi Battersea Enerji Binasının yeniden dönüştürülme projesi örnek olarak verilebilir. Burada kalabalık, su ve bitki simülasyonları kullanılmıştır.



**Resim 87. Battersea Güç İstasyonu Bilgisayar Görseli**

**Kaynak:** batterseapowerstation.co.uk, 2016 Mayıs.



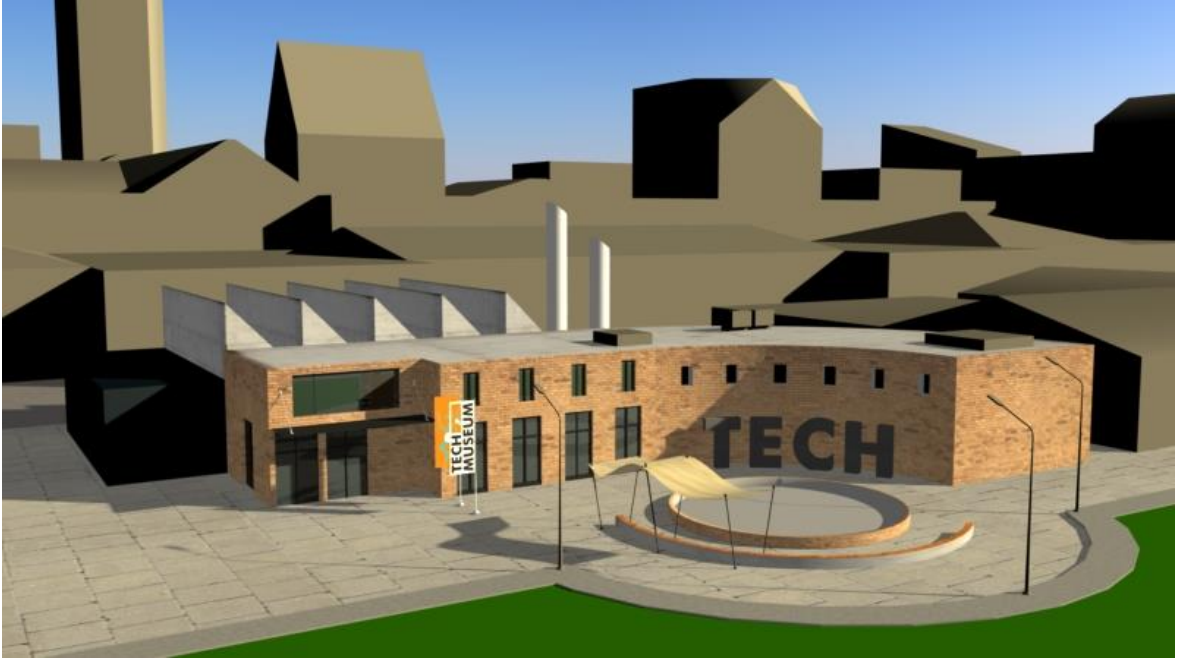
**Resim 88. Battersea Güç İstasyonu Bilgisayar Görseli, Yakın Plan**

**Kaynak:** batterseapowerstation.co.uk, 2016 Mayıs.

Teknoloji Müzesi konsepti ise aşağıdaki gibidir.



**Resim 89. Teknoloji Müzesi Konseptinin 3ds Max'de Mental Ray ile Alınmış Render'ı**



**Resim 90. Teknoloji Müzesi Konseptinin Maya'da Mental Ray ile Alınmış Render'ı**

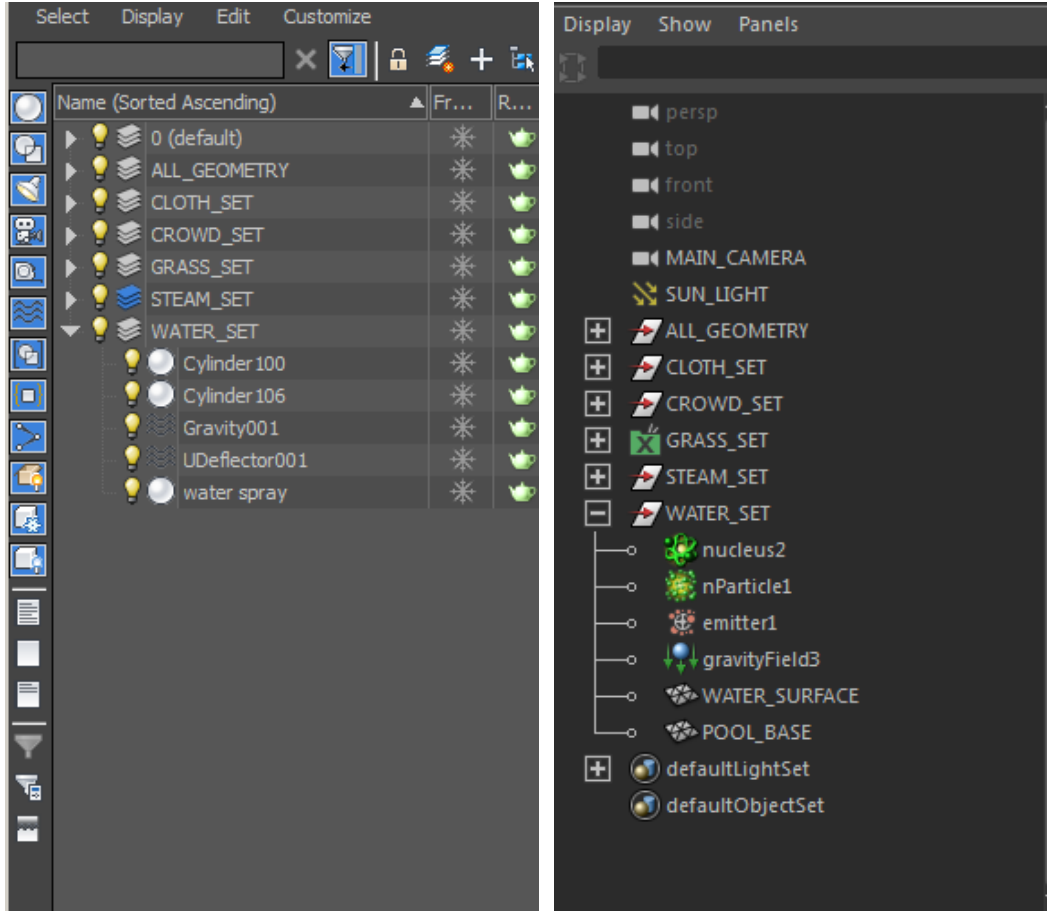
Bir şehrin ortasında daha çok teknoloji müzesi olarak düşünülmüş bu konsept, eski bir fabrikanın müzeye dönüştürülmüş hali olarak da görülebilir. Duman efekti için iki adet baca, bayraklar için iki adet direk ve yine kumaş simülasyonu için çardak, su simülasyonu için ortada dairesel ve fiskiyeli bir havuz, çim simülasyonu için ön planda yeşil alan ve insan

kalabalıkları için geniş gri alanlar ile oturan insanlar için de havuz çevresinde dairesel bir bank bulundurmaktadır.

Yapım sürecinde yapı ilk olarak 3ds Max programında modellenip ve kaplanıp Maya'ya ihraç edilmiştir. Modelleme ve kaplama'nın Maya'da da yapılmış olmamasının nedeni bu çalışmanın sadece simülasyona odaklanmış olmasıdır. Bu aktarım işleminin ardından her iki programda da ışık ve kamera ayarları ayrı ayrı ayarlanmış ve Mental Ray render motoru ile iki programda da eş zamanlı render testleriyle, render süresi ve görsel benzerlik dikkate alınarak son render'a ulaşılmıştır.

Genel görsel ayarlar tamamlandıktan sonra, yapımı kolay olan simülasyonlardan başlanmıştır. Kuşkusuz çim simülasyonu bu süreçte en kolay element olmuştur. Çim simülasyonunda belli bir gerçeklik yaratıldıktan sonra sırasıyla kumaş, duman, su ve kalabalık simülasyonları her iki programda da eş zamanlı yapılmış, değerler olabildiğince birbirine yakın tutulmuştur. Bir simülasyon yaratılırken, hızlı bir iş akışı için bir önce yapılan simülasyonlar geçici olarak iptal edilmiştir. Örneğin su simülasyonu yapılırken diğer bütün simülasyonlar kapalı durumdadır. Simülasyonları yönetim sürecinde iki programın da katman sistemlerinden faydalanılmıştır. Katman sistemleri aşağıda görülebilir.



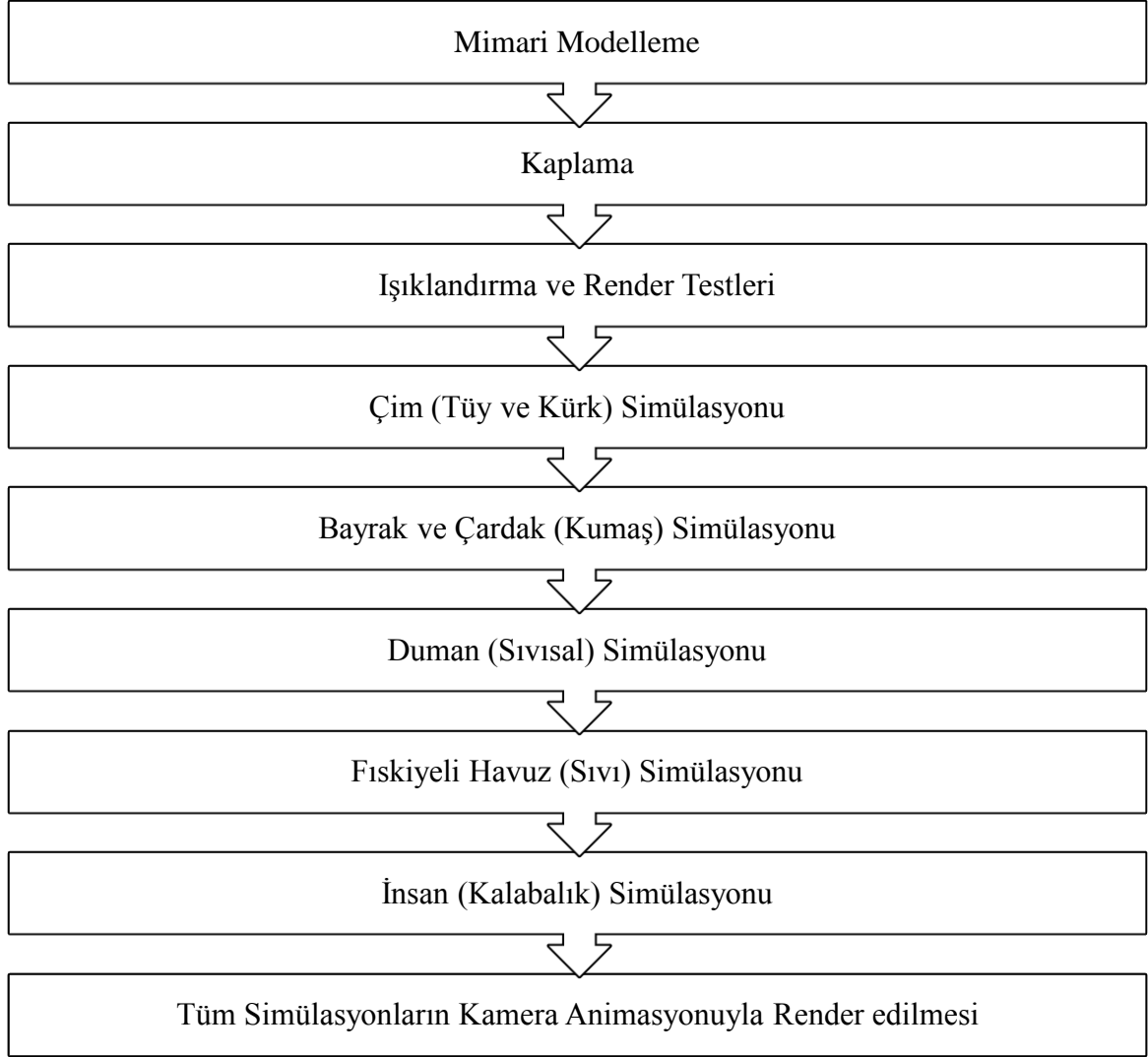


**Resim 91. Solda 3ds Max ve Sağda Maya'nın Teknoloji Müzesi Konseptindeki Simülasyonları için Kurulmuş Katman (layer) Düzeni**

Hem 3ds Max hem de Maya'da her simülasyon ögesi, kendi simülasyon elementinin altına dizilerek iş akışı düzenlenmiştir. Katman penceresinde sadece su elementi göstermek amacıyla açılmıştır. Genel yapım süreci şematik olarak da aşağıda görülebilir.



**Şekil 16. Teknoloji Müzesi Konseptinin Simülasyon Süreci**



Render sürecinde ise tüm simülasyonlar tek tek açılıp, yavaşça değerleri bilgisayar sınırları ölçüsünde arttırılmış ve her iki programda da simülasyonun 40. karesinde 800 x 450 piksel oranlarında simülasyon sürecinden birer render alınmıştır. Bu render'lar aşağıda görülebilir.

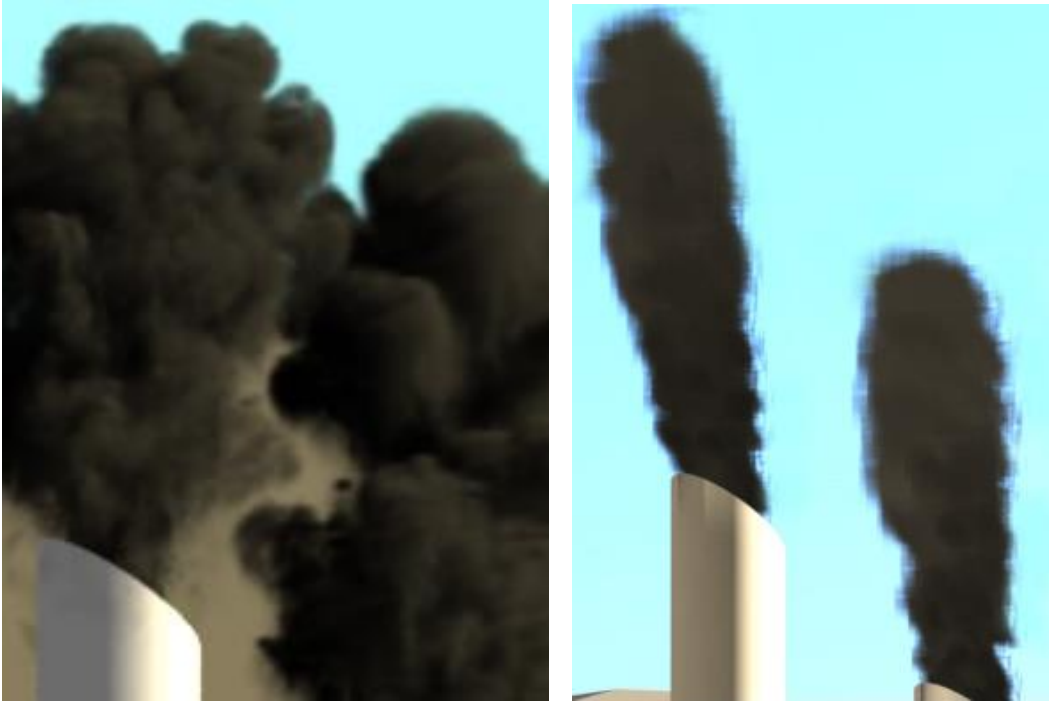


**Resim 92. Teknoloji Müzesi Konseptinin Maya'da Mental Ray ile Simülasyonlarla Birlikte Alınmış Render'ı**



**Resim 93. Teknoloji Müzesi Konseptinin 3ds Max'de Mental Ray ile Simülasyonlarla Birlikte Alınmış Render'ı**

Bazı simülasyonların detayları aşağıda görülebilir.

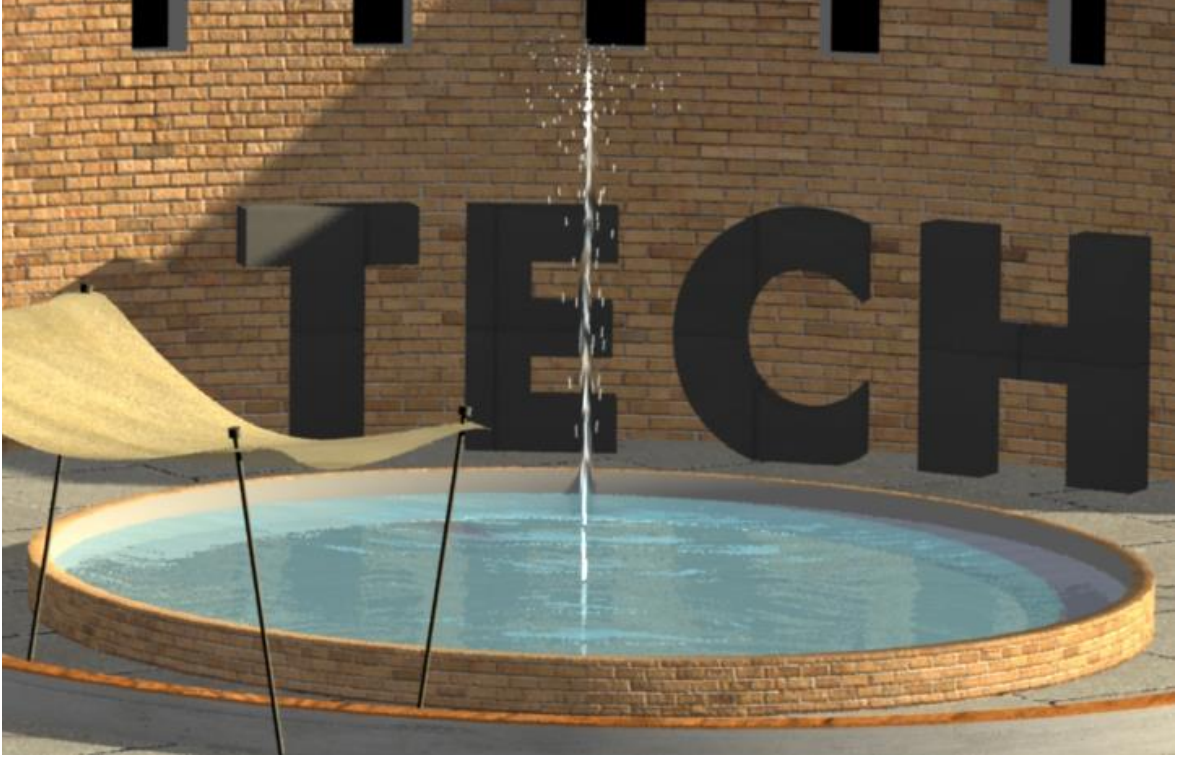


**Resim 94. Teknoloji Müzesi Konseptindeki Duman Simülasyonu Detayları, Solda Maya Fluids, Sağda 3ds Max Particle Flow**

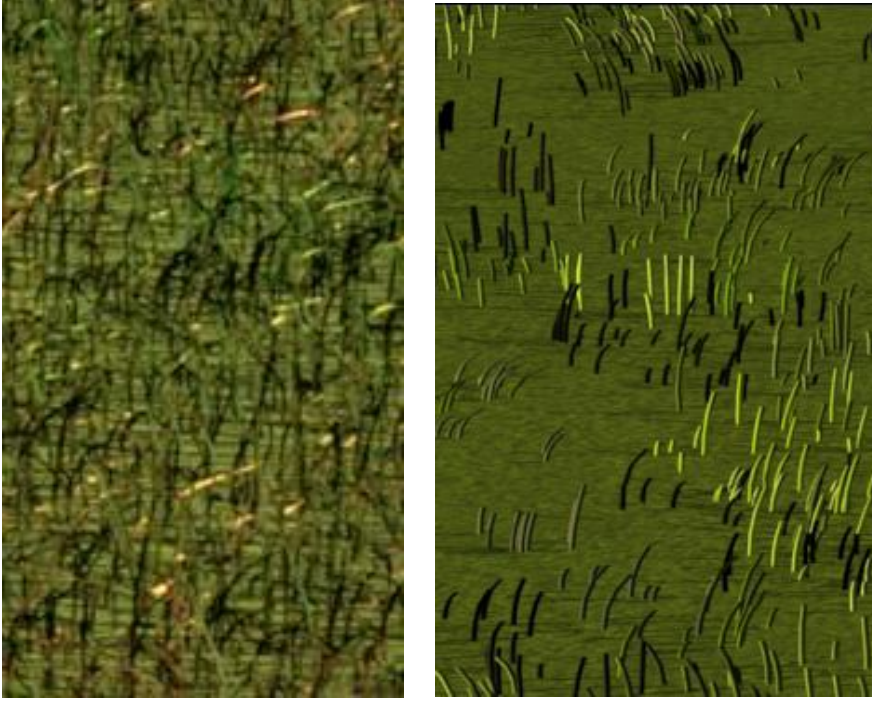


**Resim 95. Teknoloji Müzesi Konseptindeki Bayrak Simülasyonu Detayları, Solda Maya nCloth, Sağda 3ds Max mCloth**





**Resim 96. Teknoloji Müzesi Konseptindeki Fıskiyeli Havuz Simülasyonu Detayları, Yukarıda Maya nParticle, Aşağıda 3ds Max Superspray**



**Resim 97. Teknoloji Müzesi Konseptindeki Çim Simülasyonu Detayları, Solda Maya XGen, Sağda 3ds Max Hair and Fur**



**Resim 98. Teknoloji Müzesi Konseptindeki Kalabalık Simülasyonu Detayları, Solda Maya Golaem, Sağda 3ds Max Populate**





**Resim 99. Teknoloji Müzesi Konseptindeki Çardak Simülasyonu Detayları, Yukarıda Maya nCloth, Aşağıda 3ds Max mCloth**

#### **4. SONUÇ, DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER**

Burada bir önceki bölümde yapılan uygulamanın sonuçları tablolarla analiz edilip tartışılmış, uygulamadan ortaya çıkan problemler ortaya konmuş ve bu problemleri daha iyi anlamak için bir anket taslağı ile bu problemlere cevap niteliğinde olan bir program konsepti sunulmuştur. Son olarak da toplu genel bir sonuca gidilip, öneriler verilerek tez sonlandırılmıştır.

#### 4.1. Uygulama Sonucu Analizleri

Uygulama yapılmış bilgisayar özellikleri aşağıdaki gibidir.

**Tablo 12. Uygulamanın Kullanıldığı Bilgisayar Özellikleri**

<b>BİLGİSAYAR GENEL ÖZELLİKLERİ</b>	
Bilgisayar Markası	Samsung BA68-D5425A
Anakart	Samsung FAB1
İşlemci Markası	Intel Inside
İşlemci Önbellek	6 GB
İşlemci Teknolojisi	Intel 5-2450 M
İşlemci Hızı	2.50 GHz
Ram Kapasitesi	2048 MBytes
Ram Tipi	Samsung DDR3
Hardisk Kapasitesi	1 TB
İşletim Sistemi	Windows 7, 64-bit
<b>BİLGİSAYARIN EKРАН KARTININ GENEL ÖZELLİKLERİ</b>	
Ekran Kartı Markası	NVIDIA GeForce GT 520MX
Paralel İşlemciler (CUDA Cores)	48
İşlemci Saat Ölçer (MHz)	1800
Doku Doldurma Oranı (milyon/saniye)	7.2
Hafıza Ölçer	900 MHz
Hafıza Arayüzü	DDR3
Hafıza Arayüzü Genişliği	64-bit
Hafıza Bant Genişliği (GB/saniye)	14.4
Open GL	4.5
Open CL	1.1
Desteklenen Teknolojiler	CUDA, DirectX 11, PhysX, Optimus
DirectX	12 API

Teknoloji müzesi konseptinin 3ds Max ve Maya programlarındaki özellikleri aşağıdaki gibidir.

**Tablo 13. Teknoloji Müzesi Konsepti Genel Bilgileri**

<b>MÜZE GİRİŞİ KONSEPTİ BİLGİLERİ</b>		
<b>PROGRAMLAR</b>	<b>3DS MAX 2016</b>	<b>MAYA 2016</b>
<b>Dosya Boyutu</b>	3,80 MB (Bayrak modelli)	3,10 MB ( Bayrak modelli)
<b>Simülasyonlu Dosya boyutu</b>	<b>15 MB</b>	<b>15 MB</b>
<b>Gökyüzü Tipi ve Özellikleri</b>	Mental Ray Physical Sky Parlama Gücü: 5.0 Güneş Dairesel Gücü: 1.0 Güneş Parlama Gücü: 1.0 Pus: 1.0 Maruziyet Sınır Değeri: 16.0 Fiziksel Ölçek: cd/m <sup>2</sup> Gamma/LUT: 2.2	Mia (Mental Ray) Physical Sky Parlama Gücü: 0.150 Güneş Dairesel Gücü: 1.0 Güneş Parlama Gücü: 1.0 Güneş Büyüklüğü: 4.0 Pus: 0 Örnekleme (samples): 8
<b>Harici Kaplamalar</b>	10 Adet (Piksel): 1024 x 1024 3436 x 2012 2800 x 1862 592 x 1596 (2) 1600 x 1600 4927 x 2816 1049 x 762 1800 x 1734 550 x 350	10 Adet (Piksel): 1024 x 1024 3436 x 2012 2800 x 1862 592 x 1596 (2) 1600 x 1600 4927 x 2816 1049 x 762 1800 x 1734 550 x 350
<b>Önemli Kaplama Özellikleri</b>	Bir kaplamada Işık Yansıma Gücü: 50, Parlaklık: 25 Büyük Camlarda: Yansıma: Raytrace, 10 Küçük Camlarda: Yansıma: Yok, Işık Yansıma Gücü: 100, Parlaklık: 35 Tuğla ve Tahtalarda Bump: 30	Bir kaplamada Işık Yansıma Gücü: 50, Parlaklık: 25 Büyük Camlarda: Yansıma: Raytrace, 0,2, Dışmerkezilik: 0,3 Küçük Camlarda: Yansıma: Yok, Dışmerkezilik: 0,3 Tuğla ve Tahtalarda Bump: 30
<b>Işık Tipi ve Özellikleri</b>	Target Directional Light Işık Gücü: 10.000 Işık Rengi: RGB: 255,214,150 Gölge Tipi: Ray Traced Shadows Gölge Rengi ve Yoğunluğu: Tam Siyah, 0.25	Directional Light Işık Gücü: 0.500 Işık Rengi: Tam Beyaz Gölge Tipi: Ray Traced Shadows Gölge Rengi: Tam Siyah
<b>Model Tipi</b>	Tamamı Poligon	Tamamı Poligon
<b>Render Motoru</b>	Mental Ray	Mental Ray
<b>Render Değerleri</b>	Final Gather: Düşük Global Illumination: YOK İmaj Keskinliği: 1/2 Parlak Yansıma Keskinliği: 1 Parlak Kırılmalı İç Yansıma Keskinliği: 1 Yumuşak Gölge Keskinliği: 4 Örnekleme (Sampling) Tipi: Unified/Raytraced Her Piksel için Örnekleme Kalitesi (Sampling): 2.0 Maksimum Yansıma ve İç Kırılmalı Yansıma: 4,6 Filtre: Mitchell, 4,4	Final Gather: YOK Global Illumination: YOK Genel Kalite: 3.0 Işık Kalitesi: 3.0 Kaplama Kalitesi: 1.0 Parlama Kalitesi: 1.0 Dağılım Kalitesi: 1.0 Hacimsel Örnekleme: 1.0 Örnekleme (Sampling) Tipi: Unified Filtre: Mitchell, 4,4
<b>Resim Render Süresi</b>	<b>1 kare: 1 dakika 30 saniye (800 x 450)</b>	<b>1 kare: 1 dakika 30 saniye (800 x 450)</b>
<b>Simülasyonlu Render Süresi</b>	<b>1 kare: 10 dakika (800 x 450)</b>	<b>1 kare: 15 dakika (800 x 450)</b>
<b>Sahneni Toplam Poligon Sayısı</b>	<b>Bayraksız ve Simülasyonsuz: 4.979 İki adet bayrakla beraber toplam: 30.979</b>	<b>Bayraksız ve Simülasyonsuz: 4.979 İki adet bayrakla beraber toplam: 30.979</b>



Programlar farklı algoritma ve değerlerle çalıştığından sınıflandırmak oldukça zordur ancak yine de aşağıdaki tablolarda kaba bir karşılaştırma yapılabilir.

**Tablo 14. Çim Simülasyonu Analiz Tablosu**

<b>TÜY VE KÜRK (ÇİM) SİMÜLASYONU ANALİZ TABLOSU</b>		
<b>PROGRAMLAR</b>	<b>3DS MAX 2016</b>	<b>MAYA 2016</b>
<b>KULLANILAN ÖZELLİK</b>	<b>Hair and Fur</b>	<b>XGen</b>
<b>Alternatifler</b>	<b>Hair Farm (eklenti)</b>	<b>nHair</b>
<b>Arayüz</b>	Sadece tek bir menüden ve çevresel efektlerden yönetilen basit bir arayüz.	XGen, Koleksiyon ve Açıklamalarla onların alt menülerinden oluşan kompleks bir arayüz.
<b>Çim ve Bölünme Sayısı</b>	Yoğunluk: 100 Segment: 3 Çim sayısı: 10.000	Yoğunluk: 100 Segment: 3 Çim sayısı limiti: 10.000
<b>Güncellenme</b>	Yok	Sürekli güncellenme
<b>Modifiye Edilebilir Şablonlar</b>	13 adet	20 adet
<b>Problemler</b>	Gerçekçilik ve parametrelerdeki detaylar az.	Poligon yüzeyinin bölümlenmesi gerekiyor. Kompleks arayüz kullanımı zorlaştırabiliyor. Çok sık hata verip programı kapatabiliyor ve render motoruyla uyumsuzluk gösterebiliyor.
<b>Realizm</b>	Düşük	Yüksek
<b>Sınırlamalar</b>	X	Çim sayısına limit konabiliyor.
<b>Simülasyon Önizleme ve Zulalama</b>	X	Simülasyon ayrı bir dosya olarak kaydediliyor.

Çim simülasyonu uygulaması kolay ancak oldukça geniş bir alanı kapladığından render süreci en zoru olmuştur ve bu geniş alan yüzünden bilgisayar gücünün sınırlarını zorlamış, düşük değerler girilmiş ve dolayısıyla istenilen gerçekliğe tam olarak ulaşamamıştır. Yapım sürecinde ise Maya’da XGen oldukça kompleks ve sürekli güncellenirken beraberinde render motoruyla uyumsuzluk, programın kapanması gibi sorunları da getirmiştir. XGen’in açıklama, koleksiyon gibi sınıflandırmalarla kürk ve tüy simülasyonuna değer kattığı söylenebilir ancak tek bir poligon yüzeyinde yüzeyi tam olarak

kaplamaması poligon sayısı ve dolayısıyla hesaplama süresinin de artmasına neden olabilmektedir. 3ds Max ise tam tersi oldukça kolay ve tek poligonlu yüzeyde rahatlıkla çalışırken render konusunda bir sıkıntı oluşturmamaktadır. Fakat sonuç olarak biraz daha düşük seviyeli bir realizm ve daha az detaylı bir yönetime sahiptir.

**Tablo 15. Duman Simülasyonu Analiz Tablosu**

<b>2 ADET DUMAN SİMÜLASYONU ANALİZ TABLOSU</b>		
<b>PROGRAMLAR</b>	<b>3DS MAX 2016</b>	<b>MAYA 2016</b>
<b>KULLANILAN ÖZELLİK</b>	<b>Particle Flow</b>	<b>Fluids</b>
<b>Alternatifler</b>	<b>Superspray, Spray, FumeFX (eklenti)</b>	<b>nParticle, Bifrost Aero</b>
<b>Arayüz</b>	Karatahta (slate) arayüzü ile her türlü birim ve bağlantısı rahatça görülebiliyor.	Nucleus dahil akışkan ve akışkan salgıcı olarak iki genel menüden oluşuyor ve orta derece kompleks.
<b>Kullanım Kolaylığı ve Problemler</b>	Partikül arayüzü ile her türlü bağlantı kolayca görülebiliyor.	İki birimden kolayca kontrol edilebiliyor. Yapılan değişimlerde simülasyonun tekrar başlatılması gerekebiliyor. Varolan simülasyon kopyalanamayabiliyor.
<b>Modifiye Edilebilir Şablonlar</b>	X	30 adet
<b>Optimizasyon</b>	X	4-5 adet birimden oluşan detaylı optimizasyon yönetimi. Substeps: 5 Solver Quality: 20
<b>Partikül Sayısı ve Özellikleri</b>	2000(x2) Limit: 100.000(x2) Oran: 100(x2)	Taşıyıcı Çözünürlüğü: 155 ve 100 Yoğunluk: 10.000(x2) Oran: 100.000(x2)

Duman simülasyonu için 3ds Max'in içinde akışkan dinamiklerinin tam olarak bulunmaması dolayısıyla geleneksel partikül yöntemiyle yapılabilmiş ve çok gerçekçi simülasyon elde edilememiştir. Burada iki boyutlu yüzeylere duman kaplaması atanmıştır ve bu eski bir yöntemdir. Maya'da kullanılan Fluid akışkan sisteminde üç boyutlu

hacimsellik sağlayan voxel tabanlı olduğu için daha gerçekçi ancak daha zorlu bir süreçle sonuç elde edilmiştir.

**Tablo 16. Kumaş Simülasyonu Analiz Tablosu**

<b>KUMAŞ (BAYRAK - ÇADIR) SİMÜLASYONU ANALİZ TABLOSU</b>		
<b>PROGRAMLAR</b>	<b>3DS MAX 2016</b>	<b>MAYA 2016</b>
<b>KULLANILAN ÖZELLİK</b>	<b>mCloth</b>	<b>nCloth</b>
<b>Alternatifler</b>	<b>Cloth</b>	X
<b>Yardımcı</b>	Rüzgar	Kısıtlayıcılar ve yerçekimi, Pasif Çarpıştırıcı, Türbülans, Rüzgar
<b>Arayüz</b>	MassFX ve nCloth menüsü olmak üzere iki kısımdan oluşuyor.	nCloth ayarları, Nucleus, Yerçekimi ve diğer eklentiler ile orta derece kompleks.
<b>Kullanım Kolaylığı</b>	Mass fx ve mCloth menüsü ile kolay.	Nucleus, nCloth, Yerçekimi, Kısıtlamalar, Pasif Çarpıştırıcı yönetimi ile orta derece kompleks.
<b>Modifiye Edilebilir Şablonlar</b>	1	20 adet
<b>Optimizasyon</b>	Solver iterations:100, çardakta 50 Hier sol iter: 5	Max iterations: 1000 Max self collide iterations:15 Evaluation Order: Sequential Bend Solver: High Quality
<b>Kumaşın Poligon Sayısı</b>	13000(x2), 3072	6504(x2)x2, 1536(x2)

Cloth genelde iki programda da aynı derecede güçlüyken 3ds Max yeni MassFX simülasyon motoru ile mCloth alternatifi sunabilmiştir. İki programın da yeteri kadar değer ve gerçeklik sunabildiği söylenebilir ancak yine iki programda da ipek, pamuk gibi şablonların olması ve bu şablonların atandığı zaman yaklaşık yirmi adet değer otomatik olarak ayarlanması, örneğin ipeğin nasıl yaratıldığının anlaşılmasına yol açabilmektedir. Sonuç olarak doku ayarlarının anlaşılması oldukça güçtür. Burada diğer önemli özellik ise rüzgar gücüdür. Maya'da rüzgar ve türbülans yönü tayin etmek değer girilerek verilmektedir ve bu da kafa karıştırıcı olabilmektedir. 3ds Max'de ise rüzgar nesnesinin oku sahnede döndürülerek kolaylıkla yön tayin edilebilmektedir.

**Tablo 17. Su Simülasyonu Analiz Tablosu**

<b>FİSKİYELİ HAVUZ (SU) SİMÜLYONU ANALİZ TABLOSU</b>		
<b>PROGRAMLAR</b>	3DS MAX 2016	MAYA 2016
<b>KULLANILAN ANA ÖZELLİK</b>	<b>SuperSpray</b>	<b>nParticle</b>
<b>Alternatifler</b>	<b>Particle Flow, mParticle, Spray</b>	<b>Bifrost, Fluid</b>
<b>Kullanılan Yardımcı Özellikler</b>	<b>Gravity, Deflector, Ripple, Wave</b>	<b>Gravity, Wave, Noise</b>
<b>Arayüz</b>	Superspray ve yardımcı öğeler ile kolay.	nParticle Nucleus ile orta derece kompleks.
<b>Optimizasyon</b>	X	Substeps: 3 Max Collision Iterations: 4
<b>Partikül Sayısı ve Özellikleri</b>	Oran:10 Yüzdelik:100	Oran: 50.000

Su simülasyonu da, duman gibi akışkanlık isteyen bir elementtir. İki programda da fiskiye ve havuz ayrı ayrı yaratılmış ve sonradan birbiriyle karşılaştırılmıştır. Burada havuz poligon objesidir, bir takım modifiye elemanlarıyla dalgalıymış gibi gözükmekte ve çarpışma özelliğiyle kendine çarpan suları sıçratmaktadır. Maya'nın Fluid'leri bu anlamda fiskiye efektini oldukça zor verebilirken geleneksel nParticle bu konuda daha iyi çalışmıştır. Maya'nın akışkanlardaki son teknolojisi olan Bifrost ile 3ds Max'in yeni mParticle sistemleri çok üstün bir bilgisayar sistemine gerek duyduğundan burada kullanılamamıştır. 3ds Max'de ise Superspray ile oldukça pratik ve gerçekçi fiskiye yapma mümkün olmuş ve oldukça kolay bir şekilde belli bir gerçekçilik seviyesine ulaşılabilmektedir.

**Tablo 18. Kalabalık Simülasyonu Analiz Tablosu**

<b>KALABALIK SİMÜLASYONU ANALİZ TABLOSU</b>		
<b>PROGRAMLAR</b>	<b>3DS MAX 2016</b>	<b>MAYA 2016</b>
<b>KULLANILAN ÖZELLİK</b>	<b>Populate</b>	<b>Golaem (eklenti)</b>
<b>Alternatifler</b>	<b>Crowd</b>	<b>Miarmy, Massive (eklenti)</b>
<b>Arayüz</b>	Basit, ikonik.	Oldukça kompleks, ikonik.
<b>Entegrasyon</b>	Tüm render motorlarıyla uyumlu.	Tüm render motorlarıyla uyumlu ancak özel kaplama dosyası istiyor.
<b>Güncellenme</b>	evet	evet
<b>Partikül Sayısı ve Özellikleri</b>	26 kişi	26 kişi
<b>Simülasyon Önizleme ve Zulalama</b>	X	Her kare başına.
<b>Uyarı ve Hata Bildirim</b>	X	Zulalama ile render öncesi ve açılışta.

Kalabalık simülasyonunda 3ds Max'de karakterlerin yerini ve sayısını belirleme özellikleri yoktur dolayısıyla rastgele bir düzen söz konusudur ancak iş akışı Maya'ya göre çok daha kolaydır. Burada ilk önce 3ds Max karakter sayısı rastgele belirlenip sonradan Maya'da 26 kişi yaratılmıştır. Daha önce de dediğimiz gibi Populate, Golaem'in çok daha basitleştirilmiş bir versiyonudur. Şablon karakterlerin modelleme ve kaplama detayları da her iki programda hemen hemen aynıdır.

Genel olarak Maya'nın güncellenen Fluid, XGen özelliklerinin 3ds Max'de olmadığı ve 3ds Max'in Particle Flow ve Hair and Fur özelliklerinin daha az gerçekçi sonuçlar verdiği gözlemlenebilir. 3ds Max gerçekçi duman ve su simülasyonları için eklentilere ihtiyaç duymaktadır ve populate kalabalık simülasyonunu Golaem gibi detaylı karşılamamaktadır. Ancak 3ds Max, Superspray, Populate gibi özelliklerle de Maya'ya göre basit ancak pratik yöntemler de sunabilmektedir.

**Tablo 19. Genel Simülasyon Analiz Tablosu**

<b>GENEL SİMÜLASYON ANALİZ TABLOSU</b>		
<b>PROGRAMLAR</b>	<b>3DS MAX 2016</b>	<b>MAYA 2016</b>
<b>Arayüz</b>	Daha anlaşılır, Kolay yönetim. Çeşitli katmanlama sistemleri var. Pek çok öge sahnede ikonik olarak seçilebiliyor. Özellikle partikül yönetiminde karatahta (slate) arayüzü sayesinde her birim ve bağlantısı açıkça görülebiliyor.	Outliner katmanlama sistemi kullanılmadan çalışmak zor. Nucleus ve ona bağlı birimleri seçerken, bu birimler içiçe geçtiklerinden dolayı kaybolma yaşanabiliyor. Özellikler (attributes) menüsü oldukça kompleks ve düzenlenemiyor.
<b>Optimizasyon</b>	Yeterli.	Daha fazla detaya sahip.
<b>KULLANILAN SİMÜLASYON</b>		
<b>Çim (Tüy ve Kürk)</b>	Hair and Fur ile yönetim kolay ancak realizm düşük. Hair Farm eklentisi mevcut.	XGen ile yönetim zor ancak realizm yüksek. Ayrıca nHair alternatifi de mevcut. Render motorlarıyla uyumsuzluk gösterebiliyor ve harici bir dosya olarak kaydedilmesi gerekiyor.
<b>Kumaş (Bayrak ve Çardak)</b>	mCloth ile Yeterli realizm düzeyi ve kolay arayüz. Ayrıca Cloth alternatifi mevcut.	Orta derece kompleks bir arayüz ile yeterli realizm.
<b>Akışkan (Havuz ve Duman)</b>	Pek çok seçenek olmasına rağmen voxel tabanlı bir akışkan sistemi elde etmek zor. Gerçek bir duman simülasyonu için FumeFX eklentisi zorunlu.	Fluid ile gelişmiş bir sistem istemeden voxel tabanlı, oldukça realistik akışkanlar elde etmek mümkün ancak Bifrost için çok gelişmiş bir sistem gerekiyor.
<b>Kalabalık</b>	Populate ile kolay yönetim, ikonik arayüz, ancak çok kısıtlı detaylandırma. Alternatif olarak sunulabilecek Crowd oldukça eski ve güncellenmiyor.	Golaem eklentisi ile çok detaylı bir yönetim ve ikonik, modern arayüz. Render ile uyumsuzluk gösterebiliyor. Zula dosyalarının ayrıca kaydedilmesi gerekiyor.

Simülasyon uygulamasındaki sonuçlardan çıkarılacak problemler aşağıdaki gibi sıralanabilir. Burada, bu programlardaki mimari modelleme, kaplama yapabilen ve simülasyon özelliklerini de kullanmaya çalışan ancak terimleri ve matematiğini çok da bilmeyen bir iç mimarın karşılaştığı problemler olduğu varsayılmıştır.

1. Programların simülasyon terimleri birbirlerinden farklıdır ya da çelişkilidir ve bu da kafa karışıklığına yol açabilmektedir. Örneğin “Velocity” kavramı hız anlamına da gelebilmektedir ve aynı anlama gelen “Speed” ile karıştırılabilmektedir.

2. Programların aynı özelliklere verdiği sayısal değerler farklıdır ve kafa karışıklığına yol açabilmektedir. Örneğin 3ds Max'te cloth iterations 100'lük değerlerle ifade edilirken, Maya'da 1000'lik değerler kullanılmaktadır.

3. Programların ölçek değerleri farklıdır. Gerek simülasyon gerekse model ihracında aşırı büyüme veya küçülme olabilmektedir.

4. Üstteki üç madde programların birbiriyle karşılaştırılmasını ve entegrasyonunu da zorlaştırmaktadır.

5. Pek çok simülasyon aynı sahnede kullanıldığında ve bir problem oluştuğunda, problemin hangi simülasyon tipinden bulmak ciddi zaman alabilmektedir. Bunun da ötesinde örneğin Maya Golaem'de simülasyona başlamadan ve render alınmadan önce sunulan kontrol ve uyarı listesi diğer simülasyonlarda yoktur. Ayrıca bilgisayarın gücü doğrultusunda ne kadar partikül sayısı yaratılacağını da açıklayabilen bir sistem gereklidir.

6. Simülasyon terimlerini içeren menülerin o anda yapılan simülasyona yapım aşamasına göre veya alfabetik olarak sıralanması ve menülerden değerlerin bulunması zor olabilmektedir.

7. Programlar arasında simülasyon aktarım sürecinde, bir program tarafından simülasyon ithal edildiğinde, o simülasyonun özellikleri kontrol edilememekte ve diğer programın simülasyon avantajlarından tam olarak faydalanılamamaktadır.

8. Özellikle mimari görselleştirmede çok kullanılan ve yukarıda da uygulanmış olan simülasyon tiplerinde mimari terimler bulunmamakta veya menülerde terimlerin mimariyle ilişkisi çok bulunmamaktadır.

9. Simülasyon arayüzleri kimi yerlerde fazla yazınsal kimi yerlerde fazla ikonik olabilmekte, terimlerin anlamlarının açıklamasına ulaşmak zor olabilmektedir.

10. Simülasyonlarda bazı kısımlarda şablonsal değerlerin olması, hazırcılığa yol açmakta, simülasyon yapım sürecinin anlaşılmasına ve daha iyi yönetilememesine yol açabilmektedir.

11. Programlardaki simülasyonlar, simülasyonun tarihsel gelişim süreciyle ilgili fikir verebilirse, terimlerin ve yönetimin daha iyi olması sağlanabilir.

12. Programlar bütün çizim, modelleme, kaplama, animasyon , render ve simülasyon özelliklerini içlerinde barındıklarından, simülasyon özelliği için ayrılan kısmı daralmakta, ve yüksek kalitede simülasyonlar programın çökmesine yol açabilmektedir.

13. Programlardaki hatalar ya da düzeltilmek istenilen görüntüler, photoshop, after effects gibi post-proüksiyon işlemleriyle düzeltilebilmektedir ancak bu programlar genelde üç boyutlu olmayıp, üç boyutlu gerçekçi ortamda yaratılmış modellere tam olarak gerçekçi yaklaşım sunamayabilmektedirler. Simülasyon programlarının post prodüksiyona fazla yer bırakmaması, gerçekçilik ile simülasyon ve partikül mantığı öğrenimi açısından iyi olabilir.

14. Bazı programların simülasyon araçlarının alternatifini yoktur ve bu da bir program içerisinde simülasyon tipleri arasındaki karşılaştırmayı zorlaştırmaktadır. Örneğin Maya'da kumaş simülasyonu sadece nCloth ile yapılabilmektedir. 3DS Max'de ise Hair and Fur özelliği dışında çim yapabilecek bir özellik yoktur (Hair Farm eklentisi hariç).

15. Bir sahnede aynı simülasyondan ikişer adet bulunduğunda (örneğin uygulamadaki iki adet bacadan gelen iki adet duman efekti) bu simülasyonların birbirinden farklı olması gerekmektedir. Çünkü gerçek hayatta iki adet duma akışı asla aynı olamaz. Aslında bu işlem rastgelelik (randomness) özelliğindeki seed veya generate değerleri değiştirilerek kolayca



yapılabilmektedir ancak çok katmanlı ve kompleks sistemlerde rastgelelik zor olabilmekte, simülasyonun tüm birimlerine uygulanamayabilmektedir. Rastgelelik özelliğinin tüm simülasyonları kapsayabilen bir şekilde ayrı bir arayüz ile kontrol edilebilmesi, bu işlemi kolaylaştırabilir.

16. Programların simülasyon menülerinde bulunan ve neredeyse hiç kullanılmayabilen, detay verici özelliklerin tam olarak ne yaptığının anlaşılması ve kullanılabilmesi, simülasyon kalitesini arttırabilir.

17. Tüm bu sayılanlar hesaba katıldığında, bir tasarımcı ya da iç mimar için simülasyon ve görsel efekt programlarını kullanıp gerçekçi, hızlı ve şablonlara dayanamayan farklı imajların üretilebilmesi zorlaşmaktadır. İş akışının kolay olabilmesi ve rutinlikten kurtulmak için bilgisayar oyunlarının rekabet veya eğlenceli özellikleri de simülasyon programlarında yerini alabilir.

Tasarımcılara aşağıdaki anket gönderilerek bu araştırma ve problemler daha da netleştirilebilir. Bu anket sadece Maya ve 3ds Max simülasyonlarını kullanabilen tasarımcılara, şirketlere veya iç mimarlara gönderilmek için tasarlanmıştır. Anket taslağı, kabaca aşağıdaki gibidir, başka programlara da uygulanabilir ve geliştirilebilir.

**1. Geniş ölçekli çim simülasyonda gerçekliği yakalamak için hangi program ve onun özelliğini tercih edersiniz?**

- a. 3ds Max, Hair and Fur
- b. Maya, XGen

**2. Dalgalı bayrak simülasyonda gerçekliği yakalamak için hangi program ve onun özelliğini tercih edersiniz?**

- a. 3ds Max, Cloth
- b. 3ds Max, mCloth (MassFX)
- c. Maya, nCloth

**3. Masa veya koltukta kumaş ya da çadır kumaşı simülasyonlarında gerçekliği yakalamak için hangi program ve onun özelliğini tercih edersiniz?**

- a. 3ds Max, Cloth
- b. 3ds Max, mCloth (MassFX)
- c. Maya, nCloth

**4. Duman (bacadan gelen) simülasyonunda gerçekliği yakalamak için hangi program ve onun özelliğini tercih edersiniz?**

- a. 3ds Max, Particle Flow
- b. 3ds Max, Superspray ve diğerleri
- c. Maya, Bifrost Aero
- d. Maya, Fluid
- e. Maya, nParticle

**5. Su (havuz, fıskiye) simülasyonunda gerçekliği yakalamak için hangi program ve onun özelliğini tercih edersiniz?**

- a. 3ds Max, Particle Flow
- b. 3ds Max, Superspray ve diğerleri
- c. Maya, Bifrost
- d. Maya, Fluid
- e. Maya, nParticle

**6. Kalabalık (insan, hayvan, trafik) simülasyonunda gerçekliği yakalamak için hangi program ve onun özelliğini tercih edersiniz?**

- a. 3ds Max, Populate
- b. 3ds Max, Crowd
- c. Maya, Golaem
- d. Maya, Miarmy

**7. 3ds Max’da simülasyon yaparken karşılaştığınız temel sorunlar nedir? (Birden fazla seçilebilir)**

- a. Simülasyon öngösterimi çok zaman alıyor
- b. Arayüz çok karışık ve hakimiyet zor
- c. Gerçekçi sonuçlar vermiyor
- d. Kalite ayarları yetersiz
- e. Özellikler eski ve güncellenmiyor
- f. diğer (belirtiniz)

**8. Maya’da simülasyon yaparken karşılaştığınız temel sorunlar nedir? (Birden fazla seçilebilir)**

- a. Simülasyon öngösterimi çok zaman alıyor
- b. Arayüz çok karışık ve hakimiyet zor
- c. Gerçekçi sonuçlar vermiyor
- d. Kalite ayarları yetersiz
- e. Özellikler eski ve güncellenmiyor
- f. diğer (belirtiniz)

**9. Maya, 3ds Max veya benzer bir programdaki bir simülasyonu farklı yollarla aynı sahne içerisinde ne kadar sıklıkla yaratırsınız? (Örneğin Maya’da su simülasyonu için hem nParticle ile hem de Fluid ile ayrı veya iki özelliği bir arada kullanmak gibi)**

- a. Asla
- b. Ender
- c. bazen
- d. sık sık
- e. her zaman

**10. Maya, 3ds Max veya benzeri bir programda yaratılmış simülasyonu (zulalanmış) programlar arasında ne kadar sıklıkla ihraç (FBX dosyası gibi) edersiniz?**

- a. Asla
- b. Ender
- c. bazen
- d. sık sık
- e. her zaman

**11. Maya, 3ds Max'in simülasyon özelliklerinin iyi yanlarına ve bütün ayrıntılı parametrik değerlerine de sahip olabilen, sadece kumaş, akışkan, çim ve kalabalık simülasyonu yapabilen ve bir program gerekli midir?**

- a. evet
- b. hayır
- c. diğer (belirtiniz)

Tüm bu problemler göz önüne alınarak, bu sorunlara cevap niteliğinde olan yeni bir mimari simülasyon programı konsepti bir sonraki bölümde sunulmuştur.

## 4.2. İç Mimarlar için Simülasyon Tabanlı Görsel Efekt Programı Konsepti Önerisi: FFCC

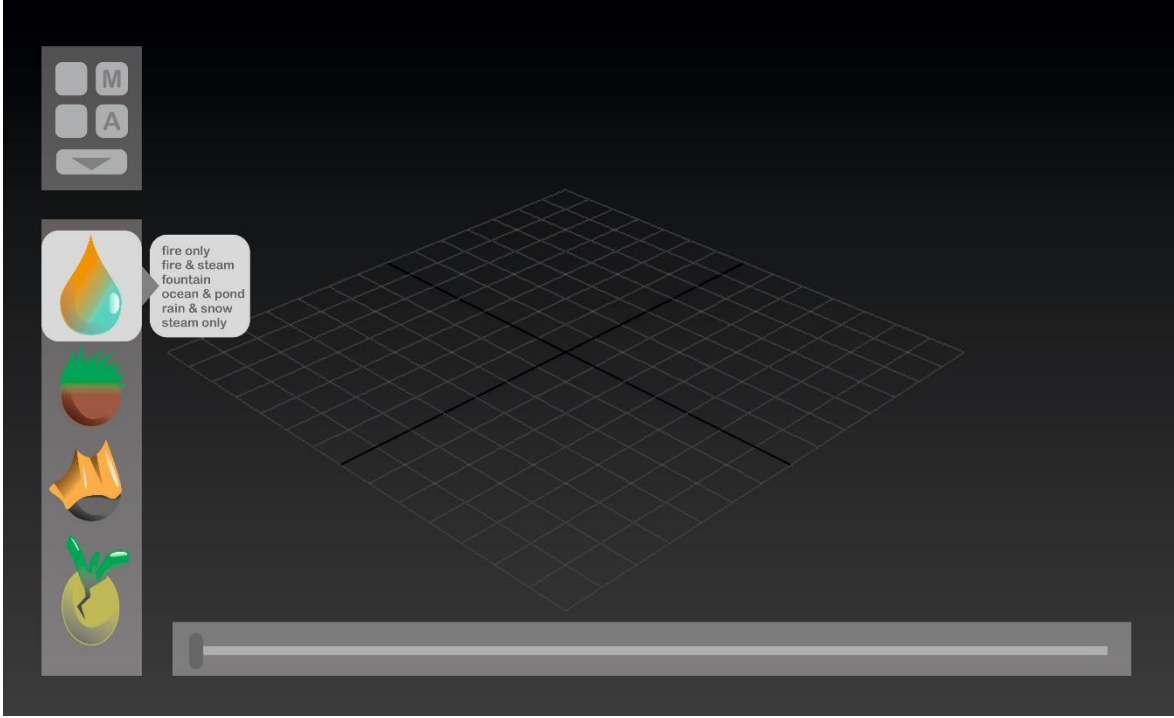
FFCC adı, Fluids, Fur, cloth ve crowd sözcüklerinin baş harflerinden oluşur. Adından da anlaşılacağı üzere sadece mimari sunumlarda en çok kullanılan akışkan, kürk - tüy, kumaş ve kalabalık simülasyonları yapabilmektedir. Programda sadece bunlara ek olarak kaplama editörü ve animasyon özellikleri bulunmaktadır. Bunun nedeni bu elementlerin simülasyon yapımında gerekli oluşudur. FFCC render motoru bulundurmuyacak ancak bunun yerine çalışma alanında gerçekçi bir gösterim sunabilecektir. Böylece sonuçlar çok daha hızlı görülecektir. Render özelliği ise diğer programlara aktarıldıktan sonra o programın render motoruyla olacaktır. Aynı şekilde modelleme özelliği bulundurmayan FFCC’de modeller diğer programlardan ihraç edilecektir. Aslında FFCC benzeri pek çok program vardır ve bunların başında Lumion ve Artlantis gelmektedir. Ancak örneğin Lumion programında şablonsal kullanım oldukça fazladır ve simülasyonlarda Maya ve 3ds Max’deki gibi tüm kontrol değerleri ve matematiksel değerler yoktur, dolayısıyla bu tip programlarda simülasyonu kişiselleştirmek ve tam kontrol sağlamak oldukça zor olabilmektedir.

FFCC Programının logosu aşağıdaki gibi olabilir.



Resim 100. FFCC Konsepti Logosu

FFCC' nin arayüzü ne fazla ikonik ne de fazla yazınsaldır. Örneğin ana menüler ikonik olurken bir alt menü yazınsal olabilmektedir. Bu şekilde arayüzler daha çekici ve akıcı bir kullanım sağlayabilecektir. Açılış arayüzü aşağıdaki gibidir (arayüz konsept daha da geliştirilebilir, örneğin menülerin arkaplanı şeffaf olabilir, buradakiler sadece sunum içindir).



**Resim 101. FFCC Konsepti Açılış Arayüzü**



**Resim 102. Lumion Arayüzü**

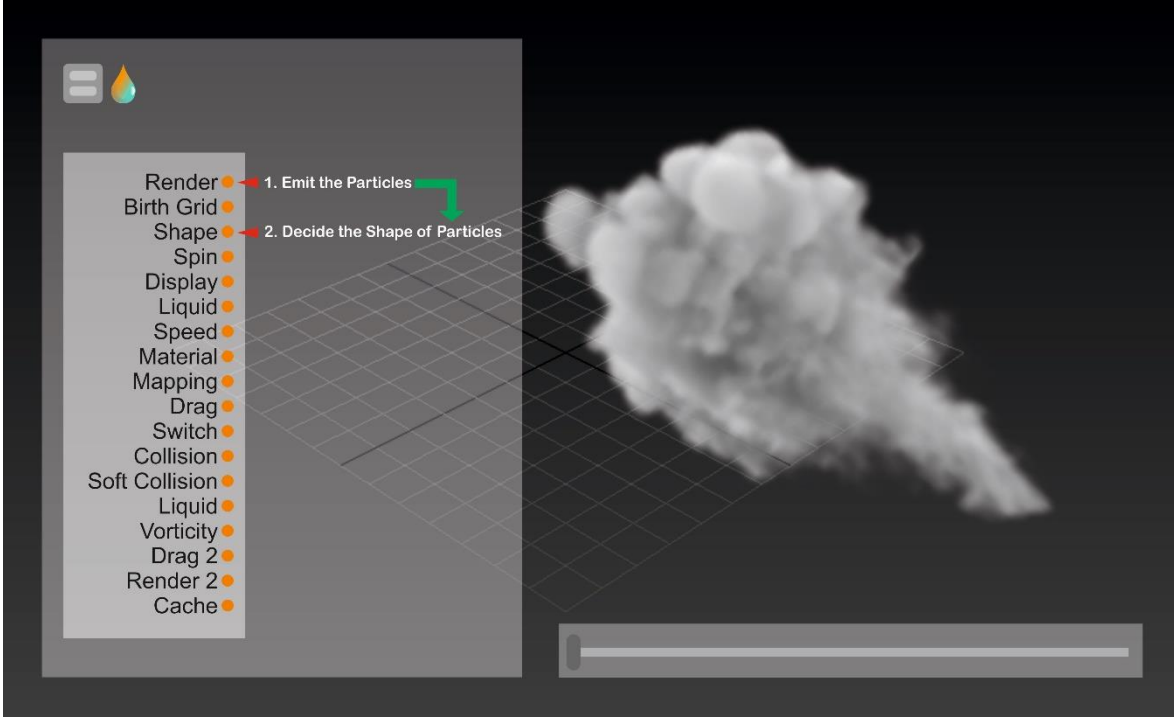
**Kaynak:** <http://www.cadinternational.com/cadinternational/images/products/screenshots/lumion/01-lumion-assign-materials.jpg>, Mayıs 2016.

Simülasyonun mimari yapılara göre ölçeklendirilmesi ise ayrı ve detaylı bir menü tarafından yönetilebilecektir. Özellikle örneğin insan simülasyonu oluşturduğunda, su damlalarının veya çim boylarının insana göre değerleri program tarafından verilecektir ve buna benzer şekilde tüm simülasyonlarda kolayca rastgelelik özelliği uygulanabilecektir. (Resim 103).



**Resim 103. FFCC Konsepti Ölçeklendirme Arayüzü**

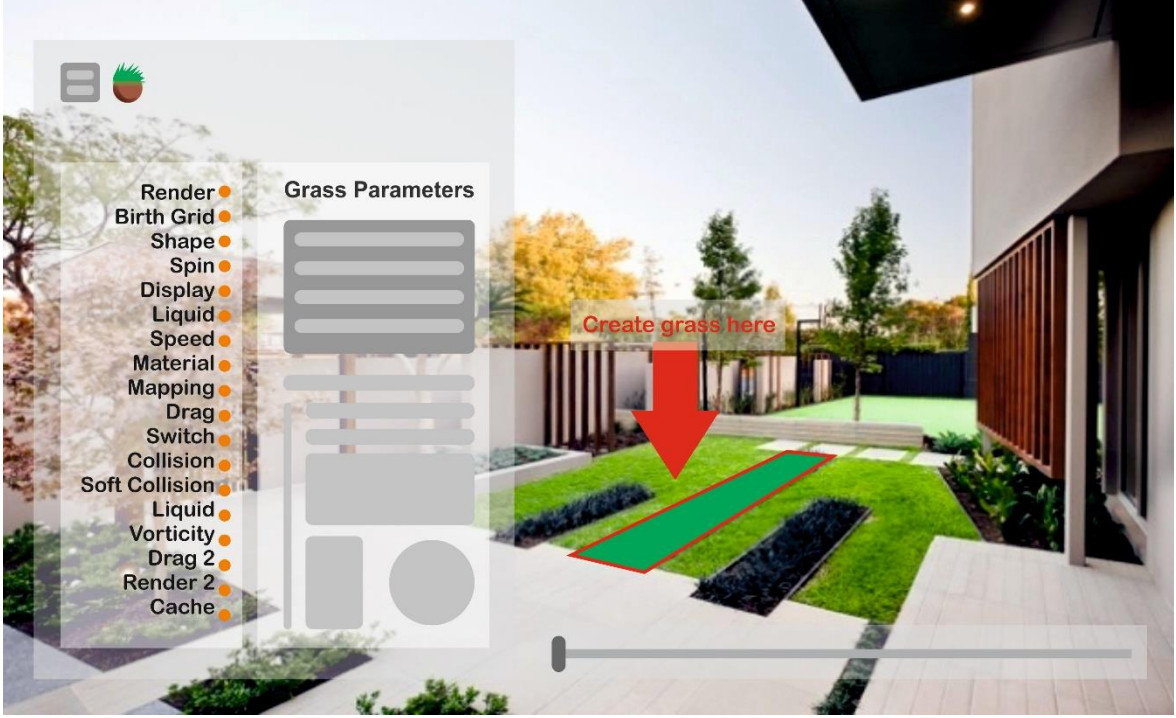
Şablonun olmaması simülasyon yapım sürecini gerektirecek ve böylece simülasyon üzerinde tam hakimiyet sağlanabilecektir. Simülasyon menüsündeki ara menüler alfabetik ya da yapım sürecine göre sıralanabilecektir.



**Resim 104. FFCC Konsepti Ders (tutorial) ile Yaratım Arayüzü**

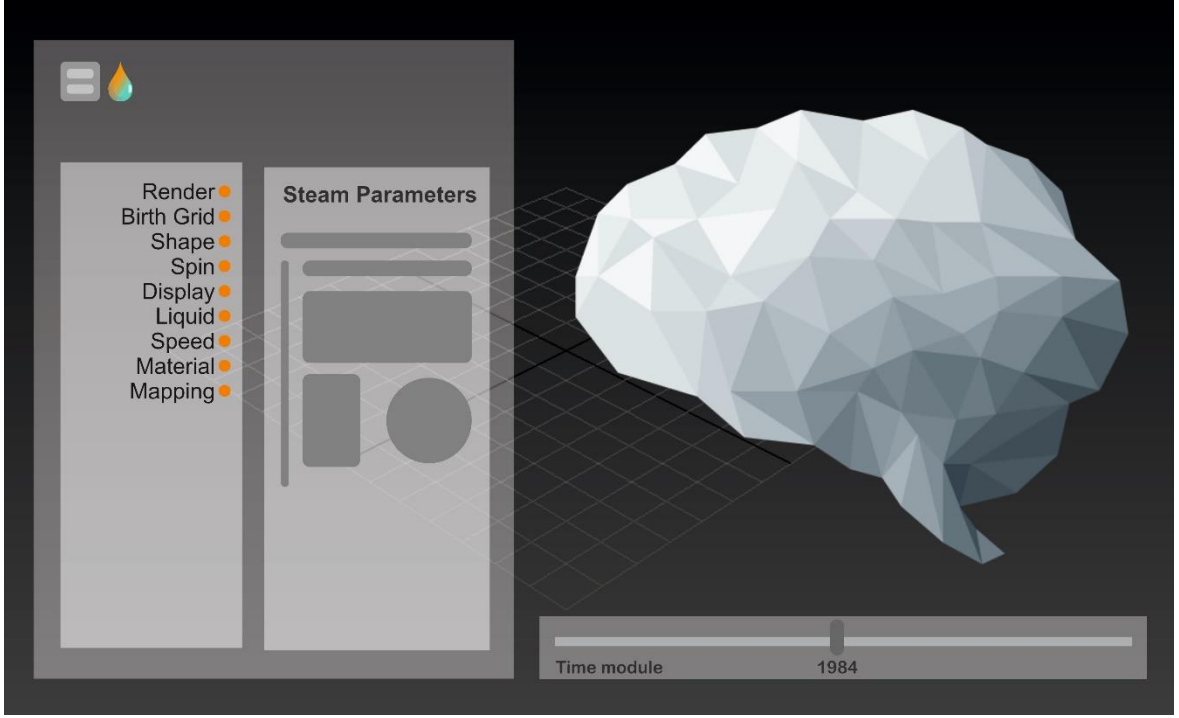
FFCC’de şablon kullanımı yoktur onun yerine ders (tutorial) vardır. Bu dersler video değil yazınsaldır ve program içinde aşamalarla gösterilmektedir (Resim 104). Gerektiği yerlerde kısa gif-videoları kullanılabilir. Özellikle birbirine benzeyen simülasyon terimlerinde bu tip video açıklaması gerekli olabilmektedir. Bununla birlikte simülasyonla bağlantısı olabilecek mimari terimler de programa olabildiğince yayılacaktır hatta bazı simülasyon terimleri yerine de kullanılabilir. Örneğin bir yapı ya da onun belli bir bölümü üzerinde uygulanan toplam rüzgar gücü anlamına gelen rüzgar yüklemesi (wind load) (Harris, 2006: 1071), rüzgar gücü (wind force) yerine kullanılabilir ve bu örnekler çoğaltılabilir.





**Resim 105. FFCC Konsepti Oyun Modu Arayüzü**

FFCC'nin oyun moduyla bir mimari tasarımda simülasyonlar, online katılımcılarla rekabet içinde yaratılabilecektir. Örneğin yukarıdaki resimde belli bir süre içinde belirlenmiş bölgeye çim yapılması gerektiği gösterilmektedir. Unity ve UDK gibi oyun yapım programlarındaki objelere çarpma ve yürüyerek gezinme (walkthrough) özellikleri de buna eklenebilir. Bu şekilde simülasyonun rutinliği ortadan kalkıp daha bu süreç daha eğitsel ve eğlenceli bir hal alabilir.



**Resim 106. FFCC Konsepti Zaman Modu Arayüzü**

FFCC'nin zaman modülü ile programda tarihsel olarak gidilebilmektedir. Örneğin yukarıdaki resimde 1984 yılında bu program yapılmış olsaydı ne şekilde bir öngörüm sunduğu ve hangi özelliklerin olduğu varsayımsal olarak görülebilir. Burada eski teknolojiye geçildiğinden menüdeki alt menüler azalmış ve duman da düşük poligonlu bir hal almıştır. Bu özellik tasarımcıların hep simülasyonun geçirdiği aşamaları ve tarihini değerlendirmelerini hem de programın istenilen yerlerde gereksiz özelliklerini kaldırarak daha rahat çalışmasını ve menülerin de azalarak tasarımcıların daha rahat arayüzde gezinebilmesini sağlayacaktır. Bu özellik bunun dışında örneğin uzakta gözüken ve bu yüzden yüksek değil düşük değerde de oalabilecek her türlü simülasyon için de kullanılabilir.

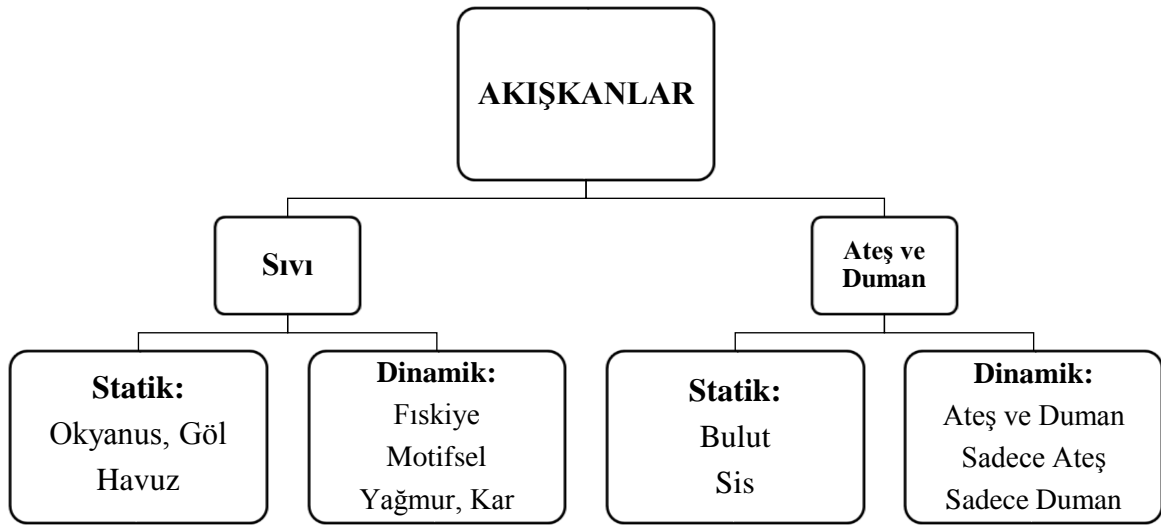


**Resim 107. FFCC Konsepti Problem Tanımlama Arayüzü**

Mimari simülasyonlardaki en büyük sorunlardan biri de daha önce bahsettiğimiz gibi pek çok simülasyonun bir arada kullanılmasından dolayı ortaya çıkan sorunun bulunmasının zaman alması olabilir. FFCC'nin simülasyon birimlerinin RAM'de ne kadar yer kapladığı gösterge ve renklerle ifade edilecektir. Örneğin gösterge maviyse normal, kırmızıysa sorunlu, sarıysa aşırı düşük gibi eşlemelerle problemler daha da anlaşılacaktır. Kırmızı ve sarı göstergelerde ise muhtemel problemin ne olduğu da gösterge altına belirebilecektir (Resim 107). Hatta Maya'daki Golaem gibi simülasyona başlamadan önce ve bazı önemli aşamalarda (cache ve render gibi) uyarı ve kontrol sistemi her simülasyonda olacaktır.

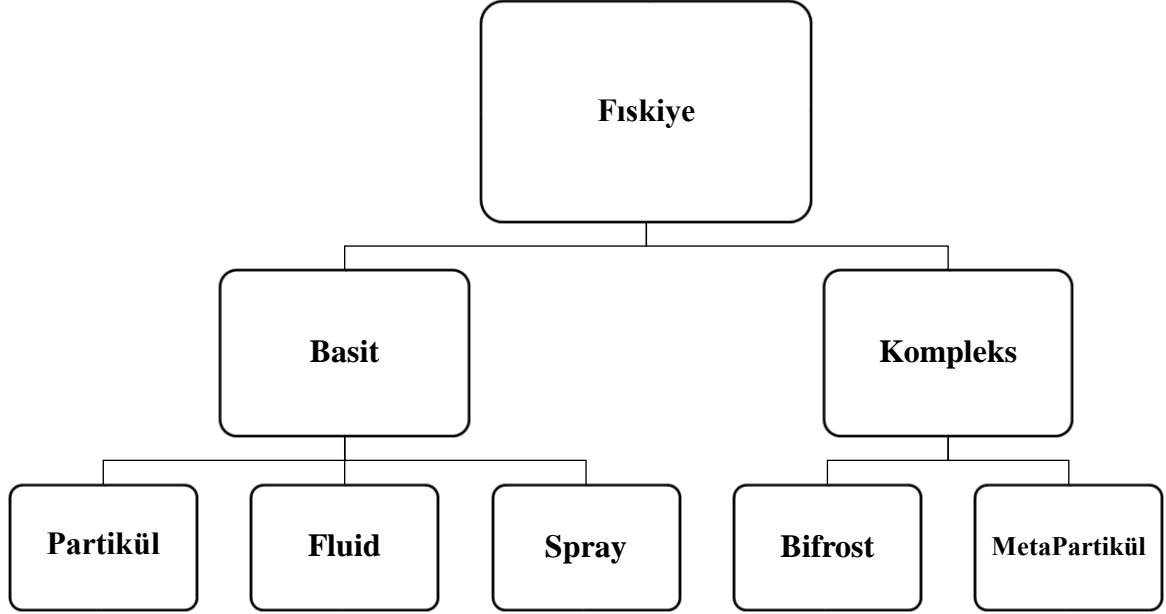
FFCC’de diğer programlarda olduğu gibi bir simülasyona tek değil pek çok yöntem ile ulaşılabilen farklı sonuçlar da alınabilecektir. İlk olarak örneğin akışkanlar simülasyonu arayüz ve menülerde aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir ve bundan sonraki her aşamada Golaem’deki gibi uyarı penceresiyle, gerekli uygulamaların yapılıp yapılmadığı sorgulanabilir.

**şekil 17. FFCC’de İş Akışının 1. Evresi Örneği**



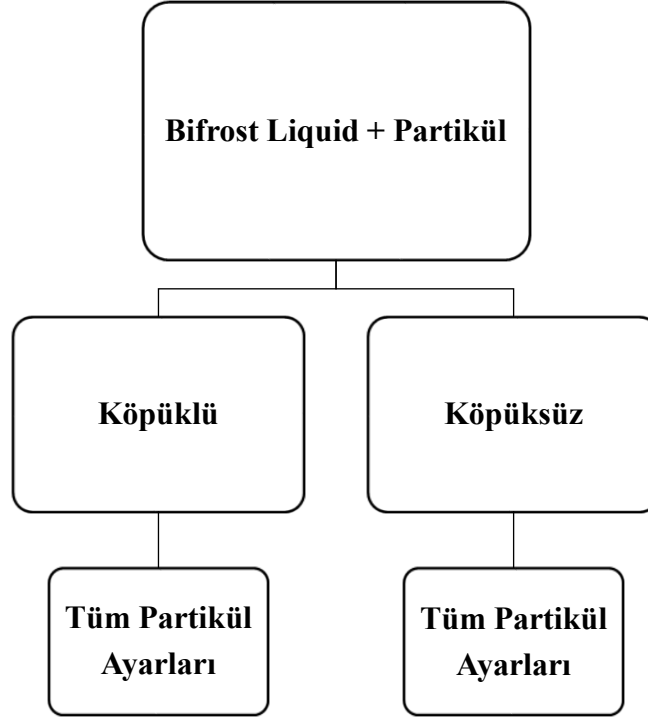
Bu sınıflandırma seçiminden sonra, seçilen öğrenin nasıl yaratılıcağı veya hangi yöntemlerle kombine edileceği de seçilebilir. Örneğin Fluid ve Bifrost, partikül ile kombine edilebilmektedir.

Şekil 18. FFCC'de İş Akışının 2. Evresi Örneği



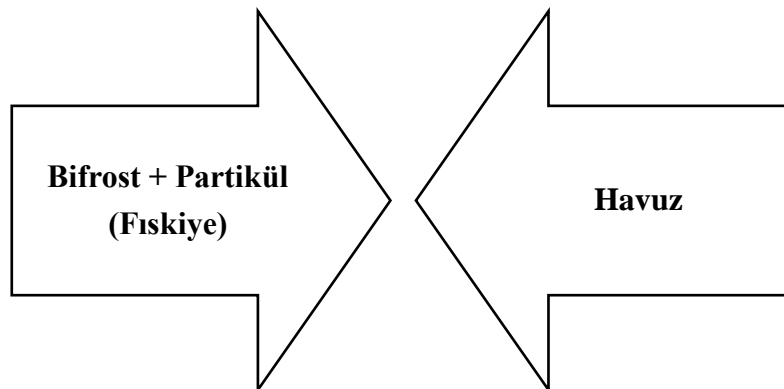
Son olarak seçilen özelliğin önemli ya da yapımı zor bir fonksiyonu da ayılabılır. Örneğin Bifrost'da köpük yapımı iyi bir sistem isteyebilir ve simülasyonu oldukça yavaşlatan bir öge olabilir dolayısıyla bir önem teşkil etmektedir. Örneğin sistem yetersiz ve kötü sonuç alınacaksa uyarı ve kontrol listesi verilecektir.

**Şekil 19. FFCC’de İş Akışının 3. Evresi Örneği**

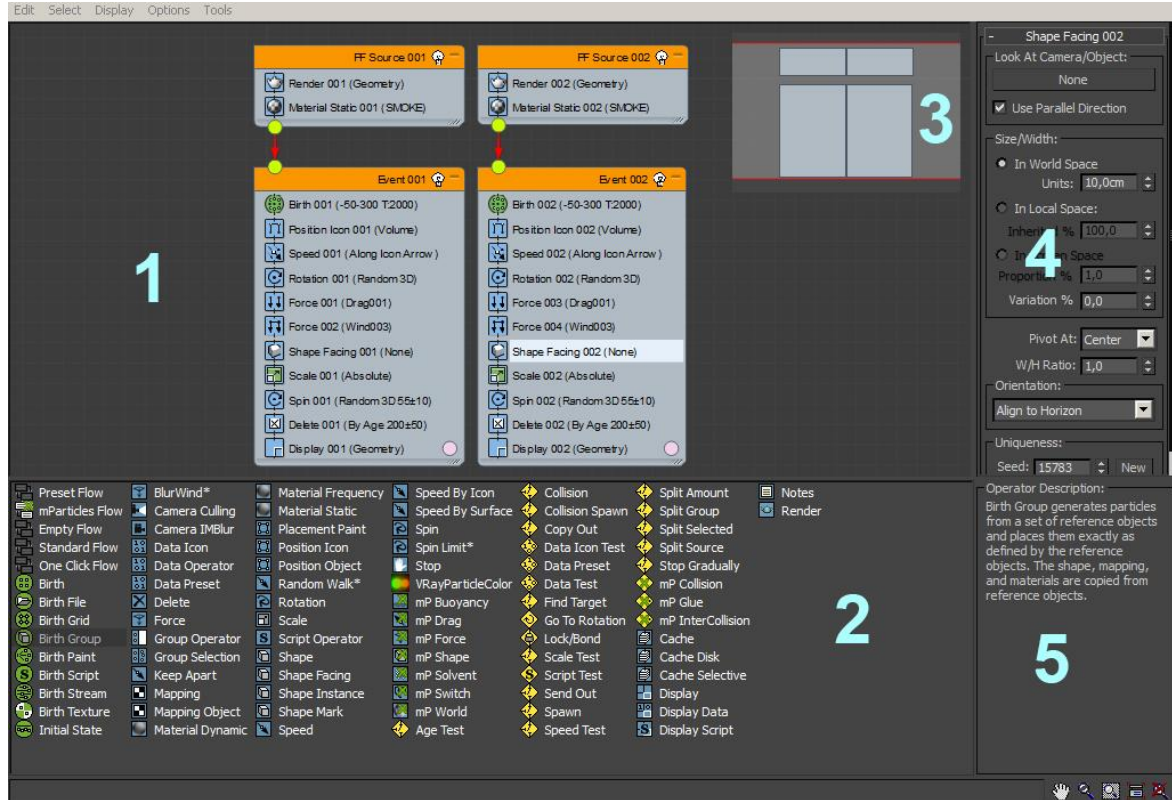


Simülasyonda artık Bifrost ve partikül destekli bir fiskiye’ye ulaşıldıktan sonra detaylandırma yapılabilir, köpük kişisel olarak yaratılabilir ve simülasyon kişiselleştirilebilir. En önemlisi ise hiyerarşide geri dönüş yapılabilir. Tamamlanmış fiskiye’nin daha önce yaratılmış havuzla etkileşime geçmesi için çarpışma birimi gereklidir. Eğer çarpışma için birimler hazır değilse uyarı ve kontrol listesi verilecektir.

**Şekil 20. FFCC’de İş Akışının Son Evresi Örneği**



Partiküllerin detaylı yönetimi için ise 3ds Max'ın partikül akışı yönetimi arayüzü daha önce de değindiğimiz gibi, gerek simülasyondaki bütün öğelerin görünümü, açıklanması ve birbiriyle olan bağlantılarının anlaşılması için ideal bir arayüz olabilir. Aşağıda bu arayüz görülebilir ve bu sistem aynı zamanda Teknoloji Müzesi konseptindeki duman simülasyonlarının da oluşum şemasıdır.



**Resim 108. FFCC Konseptinde Kullanılabilecek Türden Bir Arayüz: 3ds Max Particle Flow Editor**

Ersin Ertan Arşivinden, 2016.

3ds Max partikül akışkanları arayüzü, basit ve ideal bir simülasyon yönetim şekli sunabilir. Ayrıca bu arayüz Golaem'in ikonik tabanlı arayüzü ve uyarı sistemiyle de harmanlanabilir. Resim 108'deki numaraların açıklamaları aşağıdaki gibidir.

- 1- Kullanılan simülasyon birimleri. Bu alanada serbestçe gezinilebilir ve öğeler istenilen yerlere yerleştirilebilir.
- 2- Simülasyon birimleri deposu, alfabetik olarak sıralanmıştır. İstenildiği zaman 1 numaralı alana taşıyıp kullanılabilir. Ayrıca tüm öğeler küçük logo ve renklerle de sınıflandırılmıştır.
- 3- Kolay navigasyon aracı.
- 4- Seçilen veya kullanılan simülasyonun özellikleri.
- 5- Depodaki simülasyon öğelerinin basit açıklaması.



### 4.3. Genel Sonuç

Bu bölümde tezin tarihsel ve teorik kısmına da gönderme yapılarak analizlerle birlikte genel bir sonuca gidilmiş, uygulama ile teori birbiriyle bir kere daha genel anlamda bütünleştirilmeye çalışılmıştır.

Simülasyon, teknolojinin de ötesinde fikirleri ile hafıza, akıl okuma, madencilik gibi pek çok farklı alanları bile etkilemiştir. Örneğin felsefede estetik, metafizik, dil felsefesi, epistemolojide simülasyon fikirlerinin uygulamaları artmaktadır (Shanton ve Goldman, 2010). Simülasyondaki felsefe literatürü son 40 yılda çok fazla artmıştır. Örneğin filozoflar doğal olaylarının simülasyon yardımıyla nasıl açıklanabileceğini düşünmektedirler (Yanoff ve Weirich, 2010: 20). Simülasyonun bu etkisi Bostrom'u da (2003) daha da ileri götürerek bilgisayar simülasyonları içinde yaşayıp yaşamadığımızı sorgulayıp bu konuda sayısal ve teorik bir araştırma yaptırmaya kadar götürmüştür.

Günümüzde ise bilgisayar simülasyonları kolay izlenebilir matematik alanını genişletmiş ve dolayısıyla kullandığımız modelleme araçlarının çeşitliliği de artmıştır. Bilgisayar tekniklerinin bilime getirmiş olduğu bu yeni araçlar, yeni imkanlar yaratmıştır ve bunların temsil ettikleri bilimsel ilerleme tartışmaların da ötesinde olmuştur (Frigg ve Reiss, 2008: 593, 594). Böylelikle Humphreys'in (2004: 64) dediği gibi bilgisayar teknikleri bilim metotlarında kalıcı ve önemli bir yer edinmişlerdir. Aslında simülasyonlar da gereklilikten doğmuştur. Örneğin simülasyonlar tarihteki asıl yerini soğuk savaş politikası alanında (hem politik hem de savaşçıl) ya da eğitim alanındaki kullanımlarıyla tam olarak sağlamlaştırmışlardır (Ulrich, 2005: 333). Bu savaş politikası Roma ordusunun iki birliği arasında eğitim amaçlı mücadeleler yapılan mücadelelere veya (M.Ö. 500 - M.S. 1500 arası) Rönesans dönemi boyunca (1200 - 1500 arası) ya da öğrenme çağında sanatçıların binaların ya da heykellerin modellerini tasarımlarında kullanmalarına kadar götürülebilir (Banks ve Sokolowsky, 2009: 9-11). Dolayısıyla simülasyon zorunlu bir ihtiyaç olarak bilim ve sanatta önemli rol oynamaya devam etmektedir ve tarihsel gelişimiyle günümüzdeki durumuna bakıldığında gelecekte bu ilişki güçlenecektir.

Simülasyon mimaride de gerek düşünsel gerek tekniksel olarak yerini almıştır. Eisenman'ın 1985 yılındaki çalışması "The End of the Classical: The End of the Beginning, the End of the End"teki dissimülasyon (gizleme) fikrindeki gibi ve şimdi Baudrillard'ın da kullandığı simülasyon terimi, nedenin ve tarihin bir temsili olarak, Rönesanstan beri mimari gelişimi karakterize etmektedir. (Mallgrave ve Goodman, 2011: 135) Hatta Marshall McLuhan'ın medya efektlerindeki birey-zemin bütünlük teorisi sınıflandırması (geliştirme, değerini yitirme, yeniden elde etme, geri dönme) mimari animasyon çalışmalarını kuramsallaştırmış ve simülasyon pratiği ile teorisi arasında bir köprü kurmaya bile çalışmıştır. Bu bağlamda yine de bilgisayarlar sadece görselleştirme ve yaratım aracı olma ötesinde fikir ve konsept yaratımına destek veren partnerler de olabilmektedir (Lynn 1999 ile Barrow ve Mathew, 2005). Örneğin Maya programı kullanılarak suyun akışı şeklinde yapı tasarımı çalışması John Maze, Mark McGlothlin ve Kim Tanzer tarafından 2003 yılında denenmiştir. Daha önce de mimari görselleştirmelerde görsel efektlerin kullanım nedenleri bölümünde bahsettiğimiz araştırmaların çerçevesinde sanal çevrelerin mimaride kullanımlarının avantajlarının oldukça detaylı bir analizi için Akgün'ün (2004) araştırması incelenebilir.

Simülasyon kendi içinde pek çok terimi beraberinde getirmiş ve bu terimler Klercker'in de (1989: 9.5.3) animasyon ve simülasyonun birbirini tanımlayıcı metotlar olduğunu söylediği gibi, simülasyonla iç içe geçmiştir. Ancak Tong ve diğerlerinin (2009: 3,5) animasyon ve simülasyonu mimari çerçevede olabildiğince ayırmış olmasına rağmen yine de kesin olarak terimleri birbirinden ayırmak hala zor olacaktır çünkü bu terimler birbirlerinden türemiştir.

Mimarların veya iç mimarların simülasyon ve ona bağlı kavramlarıyla, simülasyonun çalışma mantığını hatta mümkünse matematiksel mantığını da kavramaları, daha iyi yönetilebilir ve gerçekçi sonuçlar doğurabilecektir. Özellikle hazır metotlar sunan simülasyon programları aynı sonuçları doğurabilme riskiyle tasarımcıları başbaşa bırakabilmektedir. Bununla beraber detaylı ve kişiselleştirilebilir, daha geleneksel simülasyon programları da terim ve değerleri yüzünden tasarımcıları yıldırabilme sorununu ortaya çıkarabilmektedir. Kapitalist yaşamın yap ve geç mentalitesi bu simülasyon mantığının temeli de olabilir hatta daha ileri giderek simülasyon, gerçekliği saptıran bir araca da dönüşebilir. Çoban'ın (2013) da dediği gibi sayısal ortamın sunduğu katı modeller,

fiziksel, somut yaklaşım yöntemleri bizi fikirleri soyut bir biçimde temsil eden ortamlardan olabildiğince uzaklaştırmıştır. Şenyapılı ve Basa'nın (2005) araştırmalarında öğrencilerin bilgisayar teknolojisinin kişiselliği zedelediğini ve geleneksel yöntemlerin bu konuda daha iyi olduğunu veya McCracken'nin (2006) sanatçı ve tasarımcıların bu teknolojilere bağımlı hale geldiğini söylemesi de Çoban'ın (2013) bu fikrini farklı bir perspektiften desteklemektedir.

Ancak bilgisayar oyunları, eğitim ve kolay kullanılabilirlik gibi bazı elementlerin bir araya gelmesiyle elde edilen, mimari dostu bir programın bu problemlerin üstesinden gelebilme ihtimali olabilir. Böylece simülasyonun Baudrillard'taki gibi yabancılaşma etkisinin ötesinde, daha gerçekçi, eğitici ve eğlenceli kısmıyla mimarlık disiplini arasında ve daha güçlü ilişkiler kurulabilecektir ve belki bu ilişki de uygulama ile düşünce arasındaki anlaşmazlıkları da ortadan kaldıracaktır. Özellikle son 20 yılda bilgisayar oyunları ve oyunların programları, arayüzleri sinema, mimarlık ve simülasyonla ilişkisi fazlasıyla artmıştır. Bell and Folger (2003), Lepouras and Vassilakis (2004), and Smith and Trenholme'un (2008) araştırmalarında hep aynı sonuç ortaya çıkmıştır. Burada genel izleyiciye sanal gerçekliği sağlamak ve bunu yaparken en uygun ekonomik yöntemi kullanmak ancak bilgisayar oyunları motorları kullanılarak olmaktadır. (Schröder, 2011: 5). Dolayısıyla Bürger (2013) ve Conway'in de (2011) akademik araştırmaları tamamen mimari görselleştirme çerçevesinde oyun motorlarına adanmış olması bu birleşim sürecini destekler niteliktedir. Yine bu çerçevede yeni bir Maya arayüzü tasarımı sistemi sunan Withers'in (2012) yüksek lisans tezi ile Gu'nun (2006) Maya programının biomedikal alandaki performansını değerlendiren akademik çalışması bu konuda daha tekniksel detaya inmek için ileri okumalar olarak da önerilebilir.

Günümüzdeki simülasyon programlarının her türlü özelliği içermesi, analizlerde görüldüğü üzere programda sorunlara yol açtığı görülebilmektedir. Geçmişte "Rönesans Adamı" kavramında olduğu gibi herşeyi bilmekten ziyade, daha çok tek bir alanda uzmanlaşılın modern zamanların dünyasında, programın da belli bir alanda uzmanlaşması modernizasyon sürecine daha uyumlu olabilir. Örneğin su simülasyonunda uzmanlaşmak, Maya'nın Bifrost'undan ziyade daha çok, ayrı bir program olan Realflow'da uzmanlaşmayı gerektirebilir. Aynı şekilde FumeFX de ayrı bir eklenti olarak ateş ve duman simülasyonu için daha fazla detay sunabilmektedir ve uzmanlık gerektirir. Analizler sonucunda genel

olarak ne Maya'nın kompleks ve gerçekçi simülasyon sistemleri ve ne 3ds Max'in daha anlaşılır ama uzun süredir güncellenmemiş sistemleri mükemmel sonucu vermektedir. Sistem kompleks hale geldikçe gerçeklik artmakta ancak yönetilebilirlik azalmaktadır. Burada özellikle arayüzlerdeki menü ve simülasyonların anlaşılır bir şekilde hiyerarşilendirilmesi önemlidir. Gelecekte bu problemin teknoloji sayesinde daha da çözülebileceği elbetteki şüphesizdir çünkü simülasyonun tarihsel gelişim süreci bunu göstermektedir ve kuşkusuz oyun motorları ile mimari program paketlerinin ilişkisi bunda önemli bir rol oynayacaktır ve buna sanal gerçeklik teknolojileri de eklenmektedir. Simülasyonun tarihsel sürecinde anlatılmadan geçilmeyecek ilk video oyunu olan 1972 yapımı "Pong" da, Beane'nin (2012: 10-12) dediği gibi modern üç boyutlu oyunlar için zemin hazırlamış bir çalışmadır ve günümüzdeki oyunların grafiksel kalitesiyle Pong'u karşılaştırırsak, gerçekliğin katlanarak artmasını sezmek zor değildir. FFCC bu anlamda simülasyonun teorik olarak daha iyi kavranması, simülasyonların yaratılırken bütün sürecin benimsenmesi ve bu sürecin oyunsallaştırılması bakımından faydalı bir konsept olabilir. FFCC benzeri bir program konsepti araştırması için Afacan'ın (2008) mimari görselleştirme için geliştirdiği CAUD eklentisi, akademik bir araştırma olarak anket ve analizlerle oldukça detaylı bir şekilde sunulmuştur ve okuma için önerilebilir. Bu tip araştırmaların artması da mimari görselleştirme ve simülasyonu daha ileriye taşıyabilecektir. Ancak yine de her türlü önseziye ve bilimsel araştırmalara rağmen teknolojik gelişmeleri öngörmek oldukça zordur.

Simülasyonun başarılı kullanımı bu terimin tarihsel sürecinin anlaşılmasının da ötesinde, doğal ve sosyal fenomenlerin de gözlemlenip sanal ortamda teknik yeterlilikle uygulanmasını da gerektirir. Elbetteki güncel teknolojik gelişmelerin takibi de simülasyon uygulamalarının etkili olması açısından artık zorunlu hale gelmiştir. Bunun en büyük nedeni ise teknolojinin devingen yapısının gün geçtikçe değişmesi ve hızlanmasıdır. Bu hızlanmanın en büyük dezavantajı, teknolojinin nereye gideceğini kestirememek ve buna bağlı olarak gerek sistemlerin gerekse bilginin son teknolojiye ayak uydurmakta zorlanması olabilir. Burada iç mimarideki simülasyon programları bağlamında FFCC'nin tarihsel modunun, bu gelişim sürecinin anlaşılmasında ve tasarımcıların yeni simülasyon programlarına da ayak uydurmasında yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Kuşkusuz teori ve uygulama arasında her zaman bir boşluk olmuştur ve akademik araştırmaların en büyük görevlerinden biri de bu boşluğu doldurmak olmalıdır.

## KAYNAKÇA

Afacan, Y. 2008. *A computer assisted universal design (CAUD) plug-in tool for architectural design process*. A thesis submitted to The Institute of Economics and Social Sciences of Bilkent University, In partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in art, Ankara, Turkey.

Anandani, S., Yoon, S. ve Uddin, M. S. 2006. *Architectural animation and cinematic interpretation*. Department of Architectural Studies, University of Missouri Columbia, Missouri, USA.

Akgün, Y. 2004. *Perception of space through representation media: A comparison between 2D representation techniques and 3D virtual environments*. A dissertation submitted to the graduate school in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of architecture, Department: Architecture, Major: Architecture İzmir Institute of Technology, İzmir, Turkey.

Banks, M. C. ve Sokolowski, J. A. 2009. *Principles of modeling and simulation: A multidisciplinary approach*. John Wiley & Sons, Inc, USA.

Barrow, L. 2005. *Architecture: Little "d" and big "D" design*. Architectural Research Centers Consortium (ARCC) National Conference, Jackson, MS.

Barrow, M., Barrow A. ve Barrow L. 2004. *Digital design methodology and terminology: evolving a formal language framework for pedagogy and practice*. 2003-05 EAEE Proceedings: Writings in Architectural Education.

Baudrillard, J. 1981. *Simulacra and Simulation*. Originally published in French by Editions Galilee, France.

Beane, A. 2012. *3D animation essentials*. Sybex Serious Skills, Wiley, Canada.

Beesley, A. 2004. *Animation – A study and comparison of concepts and software issues*. Bachelors in Communication Technology Thesis, Eastern Michigan University, USA.

Bell, J. T. ve Folger, H. S. 2003. *Implementing virtual reality laboratory accidents using the Half-Life game engine*. WorldUp, and Java3D. Proceedings of the 2003 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition. doi: 10.1.1.86.3654.

Bermudez, J. 1995. *Designing architectural experiences: Using computers to construct temporal 3d narratives*. In ACADIA. Seattle, WA: 139-149, USA.

Bilalis, N. 2000. *Computer aided design CAD*. Technical University of Crete, Greece.

Bostrom, N. 2003. *Are you living in a computer simulation?* Vol. 53, No. 211, (First version: 2001) UK: 243 – 255.

- Botta, D., Woodbury R. ve Al-Saati M. Z. 2012, *The emergence of architectural animation*. School of Interactive Arts and Technology Simon Fraser University BC, Canada.
- Breen, J. 1996. *Learning from the (in) visible city*. In eCAADe.
- Brooks, F. Jr. 1995. *Realizing virtual worlds*. Eurographics'95 invited talk.
- Brooks, F. Jr. 1986. *Walkthrough - A dynamic graphics system for simulating virtual buildings*. Proceedings SIGGRAPH Workshop on Interactive 3D Graphics.
- Bryson, S. 1993 A. *The Virtual Wind Tunnel*. SIGGRAPH'93 Course. No. 43: 2.1-2.10 .
- Bryson, S. 1993 B. *The Distributed Virtual Windtunnel*. SIGGRAPH'93 Course, No. 43: 3.1-3.10.
- Bürger, N. 2013. *Realtime interactive architectural visualization using Unreal Engine 3.5*. Ludwig – Maximilians Universität München, Department “Institut für Informatik”, Lehr- und Forschungseinheit Medieninformatik, Masterarbeit, Germany.
- Byrne, B. 2012. *The Visual Effects Arsenal: VFX solutions for the independent filmmaker*. Taylor & Francis, ISBN: 978-0-240-81135-2, USA.
- Caillette, F. 2002. *An interactive particle system*. A thesis submitted to the University of Manchester for the degree of Master of Science in the Faculty of Science and Engineering, UK: 20-27.
- Cater, J. H. S. 1995. *Use of the remote access virtual environment network (RAVEN) for coordinated IVA-EVA astronaut-training and evaluation*. Presence, Vol. 4, No. 2: 103-109.
- Choo, S. Y. 2004. *Study on Computer-Aided Design support of traditional architectural theories*. Technische Universität München Institut für Entwerfen und Gestalten, PHD Thesis, Germany.
- Chopine, A. 2011. *3D art essentials: The fundamentals of 3D modeling, texturing, and animation*. Focal Press, USA.
- Clayton, M., Warden, R. ve Parker, T. 2002. *Virtual construction of architecture using 3D CAD and simulation*. Automation in construction, vol.11 , issue.2: 227-235.
- Conway, K. R. 2011. *Game engines for architectural visualization in design*. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Architecture, University of Washington, Program Authorized to Offer Degree: Architecture, USA.
- Çoban, R. Ş. 2013. *Mimari görselleştirme pratiğine eleştirel bir yaklaşım*. Bilişim Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye.

- Luca, D. F. ve Nardini, M. 2002. *Behind the scenes. Avant-garde techniques in contemporary design*. Basel, Boston, Berlin: Birkhauser: 9, 30, 41.
- Derakhshani, D. 2015. *Autodesk 3ds Max 2016 essentials*. Autodesk Official Press - Sybex by John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 978-1-119-05976-9, Indianapolis, Canada.
- Dowhal, D. 1997. *A seven-dimensional approach to graphics*. In ACM SIGDOC Asterisk Journal of Computer Documentation, ACM, vol.21: 26-37.
- Downing, D.A., Covington, M. A., Covington, M. M., Covington, C. A. ve Covington, S. 2009. *Dictionary of Computer and Internet Terms*. Tenth Edition, Barron's Educational Series, Inc. ISBN-13: 978-0-7641-4105-8, ISBN-10: 0-7641-4105-8, Printed in China, New York, USA.
- Eisenman, P. 1984. **The end of the classical: The end of the beginning, the end of the end**. Perspecta, Vol. 21, Perspecta is currently published by Yale School of Architecture. JSTOR, USA: 164 - 173.
- Finch, C. 1984. *Special Effects: Creating movie magic*. New York: Abbeville Press, USA.
- Flanagan, R. 2000. *Fantasy, reality & animation, factors in design. In constructing the digital space*. SIGRADI.
- Frigg, R. ve Reiss, J. 2009. *The philosophy of simulation: Hot new issues or same old stew?* Synthese (2009) 169:593–613, DOI 10.1007/s11229-008-9438-z, Received: 5 December 2007, Accepted: 17 October 2008, Published online: 4 December 2008, Springer Science+Business Media B.V. 2008, Department of Philosophy, London School of Economics, London, WC2A 2AE, UK: 593, 594.
- Gehry Partners. 1999. *Gehry Talks; Architecture + Process*. Universe Publishing.
- Goel, V. 1995. *Sketches of thought*. MIT Press, Cambridge, MA, UK.
- Goldschmidt, G. 1991. *The dialectics of sketching*. Creativity Research Journal, 4:123-143.
- Gress, J. 2015. *Digital VFX & Compositing*. New Riders is an imprint of Peachpit, a division of Pearson Education, ISBN 13: 978-0-321-98438-8, ISBN 10: 0-321-98438-2, USA.
- Grobman, Y. J. 2008. *Building the digital world: Architectural design methods based on the use of digital tools - Performance based form generation and optimization*. Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy, Submitted to the senate of the Technion - Israel Institute of Technology Elul, 5768, Haifa, Israel: 25, 26
- Gunning, T. 1990. *The cinema of attraction: Early film, its spectator and the Avant-Garde*. In Elsaesser, T. (Ed.). Early Cinema: Space, Frame, Narrative, British Film Institute, UK: 56-57.

Gu, E. 2010. *WPE II Paper, Crowd simulation: Implementation on geometry*. Animation and Behavior Human Modeling and Simulation Center, Computer Information and Science Department, University of Pennsylvania, ABD: 3.

Gu, S. 2006. *Investigating the suitability of Maya for biomedical modelling and simulation*. Final Report, COMPSCI 789 Dissertation UPI: sgu005, New Zealand.

Günter, K., Lenhard, J. ve Shinn Y. 2006. *Simulation: Pragmatic construction of reality*. Sociology of the Sciences Yearbook Volume: XXV, Springer, ISBN-10 1-4020-5374-6.

Hamidon, Z., Ho, K. ve Noor, A. M. 2013. *Embedding visual effects in 3D animated environment design for short movies*. Online Journal of Art and Design, volume 1, issue 2.

Hartmann, S. 1996. *The world as a process: Simulations in the natural and social sciences*. A slightly revised version of this paper appeared in R. Hegselmann et.al. (eds.), Simulation and Modelling in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View. Theory and Decision Library. Kluwer: Dordrecht, Netherlands: 77-100.

Harris, C. M. 2006. *Dictionary of architecture and construction*. McGraw - Hill, e-book title: 0-07-145237-0, ISBN-13: 978-0071452373, ISBN-10: 0071452370, USA: 1071.

Hastings, E. J. 2009. *Interactive evolution of particle systems for computer graphics and animation*. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, New York: IEEE Press, 2009: 5.

Humphreys, P. 2004. *Extending ourselves: Computational science, empiricism, and scientific method*. OUP, Oxford, UK: 64.

Jabi, W. M. 2004. *A Framework for computer supported collaboration in architectural design*. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (Architecture) in The University of Michigan, USA: 18.

Lee, J. A. N. 1995. *International biographical dictionary of computer pioneers*. Fitzroy Dearborn Publishers, UK: 653.

Lepouras, G. ve Vassilakis, C. 2004. *Virtual museums for all: Employing game technology for edutainment*. Virtual Reality, 8(2) doi: 10.1007/s10055-004-0141-1.

Jeffrey, A. O. 2010. *The VES handbook of visual effects*. Focal Press, USA Polozuns, A. 2013, Computer Graphics in Cinematography, Helsinki Metropolia University of Applied Sciences Media Engineering, Thesis, Finland.

Jones, J. C. 1970. *Design methods: Seeds of human futures*. John Wiley, New York, USA.

Kendir, E. 2005 Ocak - Şubat. *Mimarlık pratiğinde bilgisayar desteği: Temsili olandan yapısal olana doğru*. Mimarlık - 321, Mimarlar Odası, İstanbul, Türkiye.

Klercker, J. A. 1989. *Interactive animation on Macintosh II*. Lund University, eCAADe conversion 2000, Sweden: 9.5.2, 9.5.3.



- Kolarevic, B. 2009. *Architecture in the digital age: Design and manufacturing*. Spon Press, Taylor & Francis Group, ISBN 0-203-63777-1 (Adobe eBook Reader Format) ISBN 0-415-27820-1, USA & UK: 341.
- Larry R. Barrow. 2006. *Digital design and making: 30 Years After*. Mississippi State University, USA: 159.
- Laybourne, K. 1998. *Animation book: A complete guide to animated filmmaking-from flip-books to sound cartoons to 3-D animation*. Three Rivers, New York, USA.
- Lawson, B. ve Loke, S. M. 1997. *Computers, words and pictures*. Design Studies, 18: 171-183.
- Lexikon, M. 1994. *Bernardo Bellotto*. In: Meyers Lexikon Band 1, Mannheim: Meyers Lexikonverlag: 521.
- Lynn, G. 1999. *Animate Form*. 13, Princeton Architectural Press, New York, USA.
- Maher, M. L., Gu, N. & Li, F. 2001. *Visualisation and object design in virtual architecture* in J. S. Gero, S. Chase and M. Rosenman (eds), CAADRIA2001, *Key Centre of Design Computing and Cognition*. University of Sydney, Australia: 39-50.
- Mallgrave, H. F. ve Goodman, D. 2011. *An introduction to Architectural Theory: 1968 to the present*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, ISBN 978-1-4051-8063-4 (hardback), ISBN 978-1-4051-8062-7 (paperback), UK, USA: 135.
- Manovich, L. 2007. *Understanding Hybrid Media*. in Animated Painting in San Diego, USA.
- Maze, J., McGlothlin M. ve Tanzer K. 2003. *Influencing Design Through Dynamic Particle Simulation*. University of Florida Fluid (in)form: digital data, tn04-065, USA: 3.
- Maze, J. 2006. *Rain rain go away - Or the dynamics of parametric virtual water, seeking the city* University of Florida Mark McGlothlin. University of Florida, USA: 922-927.
- Mazuryk, T. ve Gervautz, M. 1996. *Virtual reality: History, applications, technology and future*. Institute of Computer Graphics Vienna University of Technology, Austria
- McCann, R. 2004. *On the Hither side of depth: A pedagogy of engagement*. 2003-05 EAAE Prize: Writings in Architectural Education.
- McCarthy E. 2007. *10 scenes that changed movie history*. Popular Mechanics; 184(1): 64-65.
- McCracken, C. 2006. *Issues in computer graphics education*. In International Conference on Computer Graphics and Interactive Technique. ACM SIGGRAPH 2006 Educators program.

Mcguire, M. 2013. *Plausible Blinn-Phong reflection of standard cube MIP-Maps*. Technical Report CSTR201301, Williams College Department of Computer Science, Williamstown, MA, USA.

McKinney, K., Kim, K., Fischer, M. ve Howard, C. 1996. *Interactive 4D CAD*. vol. 135, issue. 11: 383-389.

McLuhan, M. ve McLuhan, E. 1988. *Laws of media: The new science*. Toronto: University of Toronto Press, Canada.

Metzner, P. J. 2011. *Architectural rendering and 3D visualisation - technical device or creative tool?* Oxford Brookes University Dissertation Final Report #10094464, UK.

**Millimeter**, 2002 Mart, New York 10001, USA.

Mirza ve Nancy, 1999. *Research*. Architects CAD Survey 99, UK.

Mitchell, W. J. 1977. *Computer-Aided architectural design*. Van Nostrand Reinhold, New York, USA.

Mitton, M. 2004. *Interior design visual representation: A Guide to graphics, models, and presentation techniques*. Second edition, ISBN: 0-471-22552-5, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey Published simultaneously in Canada: 1.

Mortezapour, B. L. 2014 June. *Infulence of digital technologies on the process of interior architecture*. Institute of Graduate Studies and Research in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science in Interior Architecture, Eastern Mediterranean University Gazimağusa, Northern Cyprus.

Noble, D. (AIA, Ph.D.) ve Hsu, J. 1999. *Computer-Aided animation in architecture: Analysis of use and the views of the profession*. Clipper Lab, School of Architecture 204 Watt Hall - University of Southern California, Los Angeles, CA 90089-0291, USA.

Norman, F. ve Tilder, L. 2013. *Digital representation: Architecture, technology and representation*. Cambridge, UK.

Novak, M. 1990. *Liquid architectures in Cyberspace, in Michael Benedict (ed.), Cyberspace: First Steps*. MIT press, MA, Cambridge, UK, M: 225–254.

Önal, E. 2013. *Cloth tearing simulation*. Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Bilişim Bölümü, Ankara, Türkiye: 6.

Özel, F. 1991. *An intelligent simulation approach in simulating dynamic processes in architectural environments*. New Jersey Institute of Technology School of Architecture, USA: 179.

Özsel, F. 2004. *Bilgisayar teknolojilerinin mimarlıkta tasarım geliştirme amaçlı kullanımları*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

- Palamar, T. 2016. *Mastering Autodesk Maya 2016*. Autodesk Official Press - Sybex by John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 978-1-119-05982-0, Indianapolis, Canada.
- Pinteau, P. 2004. *Special effects: An oral history - Interviews with 38 Masters spanning 100 years*. (L. Hirsch, Trans.) New York: Harry N. Abrams, Inc., USA.
- Power, P. 2009. *Animated expressions: Expressive style in 3d computer graphic narrative animation*. vol.4, issue.2: 107-129.
- Priebe, K. 2010. *The advanced art of stop-motion animation*. Cengage Learning PTR; 1 edition, ISBN-10: 1435456130, ISBN-13: 978-1435456136, USA.
- Rickitt, R. 2000. *Special effects: The history and technique*. New York: Watson-Guption Publications, USA.
- Rickitt, R. 2007. *Special effects: The history and technique*. Billboard Books, Sutherland, I. 1965, The Ultimate Display. Proceedings of IFIP Congress 2: 06-509, USA.
- Robbins, E. 1994. *Why architects draw*. MIT Press, MA, Cambridge, UK.
- Ryu, J. H. 2007. *Reality and effect: A cultural history of visual effects*. A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in the College of Arts and Sciences Georgia State University, USA.
- Sarıdal, C. 2007. *A research on architectural design techniques and manufacturing processes in the digital age*. İstanbul Technical University, Master Thesis, İstanbul, Turkey.
- Schmidt, G. 1999. *Information architecture: Basics and future of CAAD*. Birkhäuser, Basel, Boston, USA.
- Schnabel, M. A. 2004. *Architectural design in virtual environments: Exploring cognition and communication in immersive virtual environments*. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the Degree of Doctor of Philosophy at The University of Hong Kong, Honk Kong: 15, 16.
- Schön, D. A. ve Wiggins, G. 1992. *Kinds of seeing and their functions in designing*. Design Studies, 13, (2): 135-156.
- Schroeder, R. 1995. *Learning from virtual reality applications in education*. Virtual Reality: Research, Development and Application, Vol. 1, No. 1: 33-39.
- Schroeder, S. A. 2011. *Adopting game technology for architectural visualization*. Master of science degree theses department of computer graphics technology, Purdue University, Purdue e-Pubs, Paper 6, Graduate School ETD Form 9 (Revised 12/07) US: 5.
- Shannon, S. 1997. *The line and the pixel*. Computer Animations, vol. 30, issue.5: 434-447.
- Shanton, K. ve Goldman, A. 2010. *Simulation theory*. John Wiley & Sons, Ltd. WIREs Cogn Sci, New York, USA.

Siddique, M. N. H., Qazi A. M. ve Mohammad M. A. A. 2005. *Virtuality in architecture: A Design Metaphor*. School of Computing and Intelligent Systems, The University of Ulster, Northern Ireland, Bangladesh University of Engineering & Technology, Bangladesh. UK, Multimedia Interactive Design Innovations Limited, London, UK: 344.

Smith, S. P. ve Trenholme, D. 2008. *Computer game engines for developing first - person virtual environments*. Virtual Reality, 12(3), Retrieved from <http://dro.dur.ac.uk/5274/>: 181-187.

Stiny, G. 1989. *What is a design? In new ideas and directions for the 1990's*. Proceedings of the 9th Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture, ed. C. I. Yessios, Gainesville, FL: ACADIA: 137-146.

Sutherland, I. E. 1963. *Sketchpad, a man-machine graphical communication system*. Spring Joint Computer Conference AFIPS, Vol. 23.

Suwa, M. ve Tversky, B. 1997. *What do architects and students perceive in their design sketches?* A protocol analysis, Design Studies, 18: 385- 403.

Şenyapılı, B. ve Basa, I. 2005. *Reconciling computer and hand: The case of author identity in design presentations*. Bilkent University Faculty of Art, Design and Architecture, Turkey.

Ulrich, W. 2005. *Cyberhistory: Historical computer games and post-structuralist historiography*. In Jeffrey Goldstein and Joost Raessens, Handbook of Computer Games Studies (Cambridge: MIT Press, 2005): 327-338.

Taieh, E. A. ve Sheikh, A. E. 2003. *Commercial Simulation Packages: A comparative study*. Faculty of Computer Information, The Arab Academy for Banking and Financial Sciences, Commercial Simulation Packages I. J. of Simulation Vol.8 N0:2, ISSN 1473-804x online, 1473-8031 print, Jordan.

Thalmann ve Magnenat N. 1993. *Computer animation*. MIRALab, Centre Universitaire d'Informatique University of Geneva 24, Rue du Général-Dufour, CH-1221, Geneva 4, Sweden.

Tokman L. Y. 1999. *Bilgisayar teknolojisinin mimarlık lisans öğretimine etkilerinin araştırılması*. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, Türkiye.

Tokman L. Y. 1999. *Sanal gerçeklikte yeni bir uygulama: Küresel projeksiyon sistemi*. Bilim ve Teknik Dergisi, TÜBİTAK, No:385: 90-93, İstanbul, Türkiye.

Tomlison, J. D. ve Holmes, M. V. 2002. *Digital representational tools impact on the design decision process*. Art R. Rice, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA.

Tong, T., Aydın, E. D. ve Pusat E. S. 2009. *Animation vs. Simulation*. Faculty of Architecture, Yıldız Technical University, eCAADe 27 - Session 23: Simulation, Prediction and Evaluation 2, Turkey.

Turner, J. A. 1988. *A systems approach to the conceptual modeling of buildings*. In Proceedings of the CIB Conference on CAD (CIB Proceedings 26), CIB W74 + W78 Seminar, eds. P. Christensen and H. Karlsson, Lund University and The Swedish Building Center, Lund, Sweden.

Verstijnen, I. M., Hennessey, J. M. ve van Leeuwen, C. 1998. ile Hamel, R. ve Goldschmidt, G. 1998. *Sketching and creative discovery, design studies*. 19: 519-546.

William J. M. 1977. *Computer - Aided architectural design*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, USA: 14-15

Withers, T. C. 2011. *Developing a framework for a new visual-based interface design in Autodesk Maya*. Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, USA.

Yanoff, T. G. ve Weirich, P. 2010. *The Philosophy and Epistemology of Simulation: A Review*. University of Helsinki, Helsinki Collegium of Advanced Studies, Helsinki, Finland University of Missouri, Columbia, MO, USA: 20.

Yılmaz, E. 2010. *Massive crowd simulation with parallel processing*. A thesis submitted to The Graduate School of Informatics of The Middle East Technical University, In partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in The Department of Information Systems, Ankara, Turkey.

Zafer, D. Z. 2007. *Mimari tasarım sürecine sanal gerçeklik teknolojilerinin etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye.

## İNTERNET KAYNAKLARI

3ds Max ve Maya resimleri. Mayıs 2016.  
<[www.help.autodesk.com](http://www.help.autodesk.com)>.

Avatar Resmi. Kasım 2015.

Cawley, C. 2010, Behind the Scenes Look at the Motion Capture Technology Used in Avatar  
<<http://avatarblog.typepad.com/avatar-blog/2010/05/behind-the-scenes-look-at-the-motion-capture-technology-used-in-avatar.html>>.

Battersea Güç İstasyonu. Mart 2016.  
<[batterseapowerstation.co.uk](http://batterseapowerstation.co.uk)>.

Bifrost resimleri. Kasım 2015.

<<http://www.cgmeetup.net/home/creating-a-body-of-water-simulation-using-bifrost-peaceful-coastal-ocean/>>.

Brooks F. Jr. 1992. Final technical report: Walkthrough Project. Kasım 2015.  
<<ftp://ftp.cs.unc.edu/pub/technical-reports/92-026.ps.Z>>.

Bwana Film Afişi. Ekim 2015.

<<http://www.imdb.com/title/tt0044462/>>.

Chang, M. T. 2008. Rapid prototyping in architecture. Kasım 2015.

<<http://www.articlesbase.com/hardware-articles/rapid-prototyping-inarchitecture-507693.html>>.

Golaem resimleri. Mayıs 2016.  
<[www.golaem.com](http://www.golaem.com)>.

Hollander R. 3Dtracking: A movie maker's magic [serial online] 1998; 21(5):60-65.  
Kasım 2015.

Loeffler, C. 1995. Distributed virtual reality: Applications for education, entertainment and industry. Ocak 2016.

<[http://www.nta.no/teletronikk/4.93.dir/Loeffler\\_C\\_E.html](http://www.nta.no/teletronikk/4.93.dir/Loeffler_C_E.html)>.

Lumion arayüzü. Mayıs 2016.

<<http://www.cadinternational.com/cadinternational/images/products/screenshots/lumion/01-lumion-assign-materials.jpg>>.

Metz, C. ve Carroll, S. Hollywood Reboots. (cover story) [serial online] 2006; 25(9): 62-74.  
Ocak 2016.

Maya ve 3ds Max tabloları. Ekim 2015.

<<http://www.autodesk.com/products/maya/compare/compare-releases>>.

Partikül tanımı. Ocak 2016.

<Oxford English Dictionary (3rd ed.). Oxford University Press. September 2005. (Subscription or UK public library membership required)>.

Robertson B.C. G. 2009. In Another World [serial online]; 32(12):12-20. Ocak 2016.

Terzidis, K.A. 1998. Practical guide to computer graphics. Ocak 2016.

<<http://oldcda.design.ucla.edu/CAAD/book/Ch1.PDF>>.

Titanic resmi. Kasım 2015.

<<http://curiosity.discovery.com/topic/weather-events/titanic-pictures24.htm>>.

Wallace M. Titanic Picture, online, 1997.

### **Genel olarak faydalanılan web siteleri :**

<[www.acadia.com](http://www.acadia.com)>. Mayıs 2016.

<[www.cumincad.com](http://www.cumincad.com)>. Mayıs 2016.

<[www.ecaade.com](http://www.ecaade.com)>. Mayıs 2016.

<[www.lynda.com](http://www.lynda.com)>. Ocak 2016.

<[www.paramount.com](http://www.paramount.com)>. Kasım 2015.

<[www.pluralsight.com](http://www.pluralsight.com)>. Şubat 2016.

<[www.siggraph.com](http://www.siggraph.com)>. Mayıs 2016.

