

# UZUN METRAJLI 3B DİJİTAL ANİMASYONLARIN ÜRETİM SÜREÇLERİ VE KULLANILAN TEKNİKLER<sup>1</sup>

Hüsnü Çağlar DOĞRU

## ÖZET

1892 yılında, Charles-Emile Reynaud tarafından ilk animasyonun perdeye yansıtılarak sunulmasından günümüze bu alanda birçok yenilik ve buluş gerçekleştirilmiştir. Animasyonun geçirdiği gelişim içerisinde, bilgisayar teknolojisinin gelişimi önemli etkiler yaratmıştır. 1995 yılında tamamı bilgisayar animasyonu olan ilk uzun metrajlı film “Oyuncak Hikâyesi” bu anlamda bir milattır. Pixar stüdyoları bu animasyon için kendilerine özel yazılımlar geliştirip kullanmışlardır. Yapıldığı dönemde son kullanıcı için ulaşılması zor olan bu donanımlar ve yazılımlar, günümüzde daha kolay ulaşılabilir bir noktadadırlar.

Günümüzde tamamen animasyon odaklı Dreamworks, Pixar, Illumination Entertainment gibi birçok stüdyo bulunmaktadır. Her bir stüdyo animasyonlarının karakteristik özelliklerini daha iyi sunabilmek için üretim süreçlerine kendilerine has yeni aşamalar ve teknolojiler eklemiştir.

Bu çalışma, literatür ve görsel tarama yöntemleri vasıtasıyla, günümüz animasyon stüdyolarının üretim süreçleri ve teknolojileri hakkında bilgi vererek, teknolojik olarak erişilebilir olan bu yöntemin gelişimine yardımcı olmayı ve bu alanda yapılacak çalışmalara referans bilgiler sunmayı amaçlamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Animasyon, Sinema, 3B Modelleme

---

<sup>1</sup>“Yasak” isimli Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sinema-Tv Ana Sanat Dalı Sanatta Yeterlik Tez Raporu kaynak alınmıştır.



## PRODUCTION PROCESSES AND TECHNIQUES OF FEATURE-LENGTH 3D DIGITAL ANIMATIONS

### ABSTRACT

*Many innovations and inventions have been realized since 1892, when Charles-Emile Reynaud presented the first animation to the screen. In the development of animation, the development of computer technology has created significant effects. In 1995, the first full-length feature film "Toy Story", which is all computer animation, is a milestone in this context. Pixar studios have developed and used their own custom software for this animation. These hardwares and softwares, which are difficult to reach for the end user in the period they were made, are now more easily accessible.*

*Nowadays, there are many studios like Dreamworks, Pixar, Illumination Entertainment which are fully focused on animation. Each studio has added new stages and technologies to their production processes to present the characteristics of their animations better.*

*This study, aims to help to develop this method, which is technologically accessible nowadays, and provide reference informations for further studies through giving information about technology and processes of today's animation studios via literature and visual screening methods.*

**Keywords:** Animation, Cinema, 3D Modeling

### 1. GİRİŞ

İnsanoğlunun görüntüyü kaydetme ve devinim içinde sunma çabası fotoğraf ve sinemanın icadından çok öncelere, mağara duvarlarına kadar uzanmaktadır. İzleyicinin zihninde hareket yanılması oluşturacak şekilde hareketsiz görüntülerin art arda gelmesiyle oluşturulan animasyon, sinema gibi hareketi tekrar üretmez onu baştan yaratır. (Pikkov, 2010, s. 14-15)

Hareket yanılması yaratmak için tasarlanan aletlerin tarihi, Charles-Emile Reynaud'un "plaxinoscope" u tasarlamasıyla yeni bir ivme kazanmıştır. Senkronize müzik ve sesin ilk defa kullanıldığı, Walt Disney ve Ub Iwerks tarafından yapılan "Steamboat Willy" isimli animasyon, bu alana olan ilgiyi arttırmıştır. (Pikkov, 2010, s. 165) Bu sayede dönemin önemli stüdyoları animasyon alanında girişimlerde bulunmuşlardır.

20. yüzyılın başlarından itibaren hızla gelişen klasik animasyon yöntemlerinin teknik ve estetik birikimi, günümüz animasyonlarına kaynak oluşturmaktadır. 1970'li yıllarda 3. Nesil bilgisayar sistemlerinin gelişimiyle 2B ve 3B "Bilgisayar Destekli İmgeleme" (CGI) yöntemleri gelişmeye başlamıştır. İlk bilgisayar destekli 3B animasyon, 1976 yılında Richard T. Heffron tarafından yönetilen "Future World" isimli filmde kullanılmıştır. 3D animasyon teknolojisinin 90'lı yıllardaki hızlı gelişimini "Jurassic Park" ve "Terminatör 2" gibi filmlerde görebiliriz.

1995 yılında Pixar Animasyon Stüdyoları'nın tamamen bilgisayar ortamında 3B yazılımlar vasıtasıyla hazırladığı ilk uzun metrajlı animasyon Toy Story'nin (Oyuncak Hikâyesi) gösterime girmesiyle bu alanda yeni bir dönem başlamıştır. Oyuncak Hikâyesi ile birlikte Pixar 3B animasyonun üretim süreci ile ilgili yeni yöntemler bulmak ve çözümler üretmek zorunda kalmıştır. (Henne, Hickel, Johnson, & Konishi, 1996) Bu çözümler günümüz 3B animasyonların üretim süreçlerinin temelini oluşturmaktadır.



## 2. ÜRETİM SÜRECİNİN YÖNETİMİ

Uzun metrajlı animasyonun yapımı kapsamlı bir iş yüküne dayanmaktadır. Örneğin, Pixar'ın 2013 yılında gösterime giren "Monsters University" isimli animasyonu 270 kişilik bir ekibin dört yıllık bir çalışması sonucu ortaya çıkmıştır. (Takahashi, 2013) Animasyon sürecinde yönetmene bağlı olarak çalışan birçok temel birim yöneticisi bulunmaktadır.

*Yönetmen (Director)* : Sanatsal üretimin başındadır ve her aşamasında söz sahibidir, Animasyonun görünümünden, anlatımından ve kalitesinden sorumludur. Departmanların ilerleyiş aşamalarını denetler ve animasyonun bütünlüğünü sağlar.

*Prodüktör (Producer)* : Prodüksiyonun bütün maddi kontrolünün başında bulunur ve kontrol altında tutar. Sürecin öngörülen takvim içerisinde ilerlemesini sağlar.

*Baş Teknik Yönetmen (Lead Technical Director/TD)* : Işık/render, karakter ve shader departmanlarının işleyişinden sorumludur. Üretim aşamasında karşılaşılan sanatsal/yazılımsal sorunlara ve ihtiyaçlara çözümler üretirler. Sadece sanatsal değil, temel programlama yeteneklerine de sahip olmalıdır. (Birn, 2003)

*Baş Animasyon Sanatçısı (Lead Animator)* : Animasyon ve ona bağlı çalışan bütün departmanlardan sorumludur. Animasyonun bütün üretim süreci içerisinde sorumluluk sahibidir.

### 2.1 Üretim Sürecinin Yazılımsal Yönetimi

Animasyon üretiminin her aşamasında stüdyolar, sanatsal üretim sürecinde bulunan teknolojik kısıtlamaları ortadan kaldırmak ve teknik olarak daha başarılı işler ortaya koyabilmek adına hem kendi içlerinde yazılımlar üretmekte, hem de bu alanda çalışan diğer yazılım ve donanım şirketleriyle çalışarak gelişimlerini sürdürmektedirler. Örneğin, Dreamworks stüdyoları animasyon ve ışık yazılımları olan *Premo* ve *Torch*'un yer aldığı *Apollo* platformu için Intel donanım şirketiyle bir arada çalışarak yazılımlarına özel optimizasyonlar hazırlamışlardır. (Intel, 2014)

Animasyon üretiminin her aşaması, kendi içlerinde kapsamlı ve özgün dijital veriler barındırmaktadır. Stüdyolar kendi çalışma yöntemlerine uygun olarak çeşitli veri yönetim yazılımları geliştirmişlerdir. Bu yazılımların temel amacı, birçok katmanı olan animasyon üretim sürecini dijital olarak düzenlenmek, kategorize etmek, sahneler halinde tekrar kurgulamak ve her katman için geriye dönük olarak müdahale şansı sunmaktır.

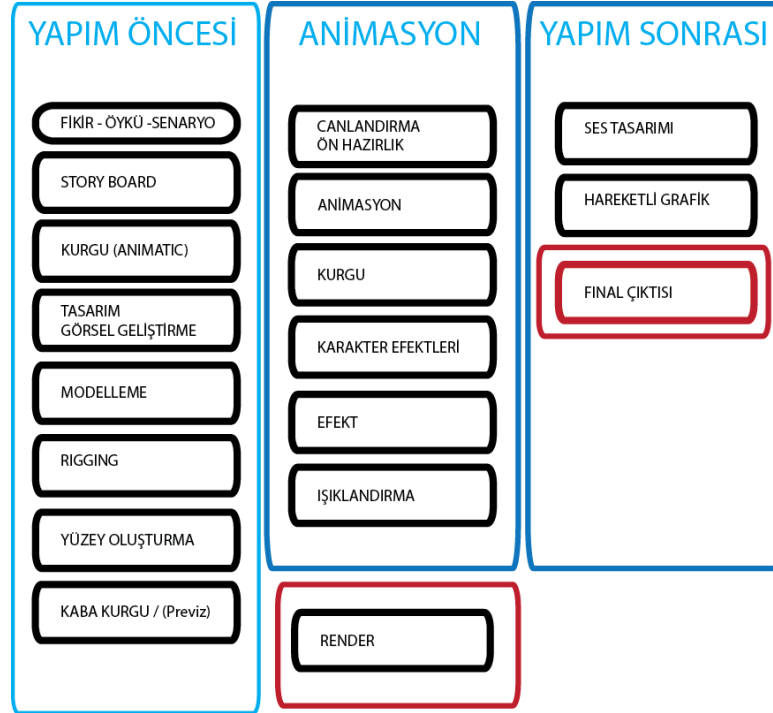
Pixar şirketinin açık kaynaklı olarak sunduğu USD (Universal Scene Description-Evrensel Sahne Tanımı) yazılımı da bunlardan birisidir. Pixar Animasyon Stüdyolarının üretim sürecinin temel altyapısı bu yazılım sayesinde kurulmuştur. Yazılım sayesinde aynı anda birden fazla kullanıcı tek bir sahne üzerinde çalışabilmektedir. (Pixar Graphics Technologies, 2017)

## 3. 3B ANİMASYONLARIN ÜRETİM AŞAMALARI

3B animasyonların bilgisayar üzerindeki aşamaları temel olarak birkaç bölüme ayrılmaktadır. Objelerin oluşturulduğu 3B modelleme ile başlayan süreç, yüzey materyallerinin kaplanması, ışıkların eklenmesi, obje ve kamera hareketleri, obje deformasyonları, animasyonların oluşturulması ve sonuç çıktılarının (render) alınmasıyla sonlanır. (Pellacini, 2009) Bu temel süreç, uzun metrajlı animasyonlarda daha detaylı aşamaları kapsamaktadır.



**Görsel 1. 3B Animasyonların yapım aşamaları**



Temel başlıklar altında anlatılan bu aşamalar Pixar ve Dreamworks animasyon stüdyolarının temel üretim süreçlerini yansıtmaktadırlar. (Pixar Software, 2016) Stüdyolar teknolojik gelişmeler, her animasyon için değişen ihtiyaçlar ve maddi nedenlerle işleyişte değişiklikler yapabilmektedirler.

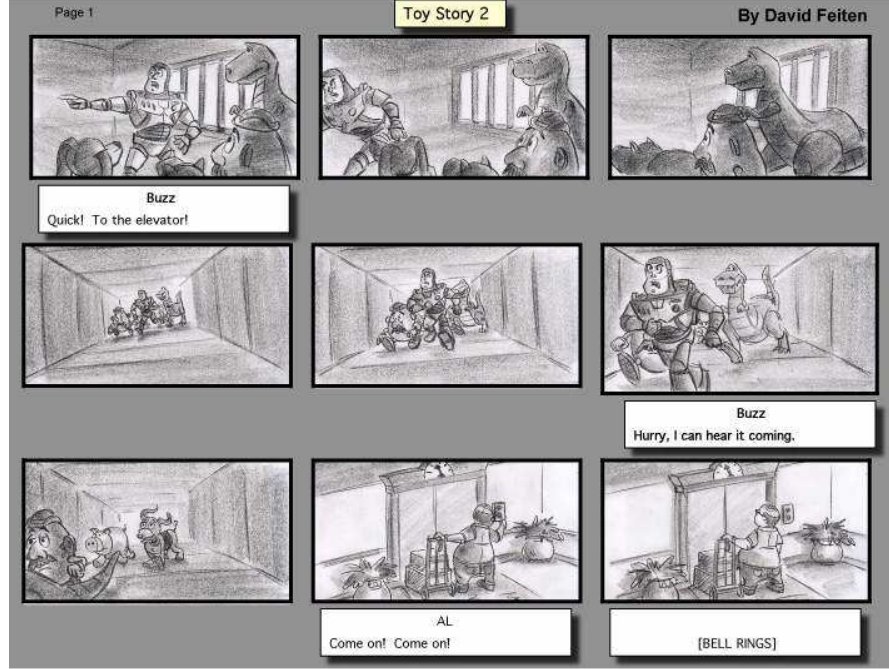
### 3.1 Yapım Öncesi

Sürecin en başındaki bu aşamada yapılacak olan animasyon ile ilgili fikirler bir araya getirilir ve araştırmalar yapılır. Öykünün genel hatları oluşturulur. Pixar ve Dreamworks gibi büyük animasyon stüdyoları, bu süreci -diğer birçok aşamada olduğu gibi- sadece kendi içlerinde bulunan ekipler vasıtasıyla gerçekleştirmektedirler. (Pixar Animation Studios, 2017) (Dreamworks Pictures, 2017)

Senaryonun yazılmasının ardından storyboard aşamasına geçilir. Storyboard üzerinde tekrar tekrar oluşturulan filmin temel kurgusu editöryal ekip tarafından gerçekleştirilir. “Animatic” olarak adlandırılan bu kurguda amaç filmin genel yapısını yansıtacak hale getirmektir. Bu kurguya temel ses efektleri ve editörler tarafından seslendirilen diyaloglar eklenir. Bir diğer yöntem ise seslendirme sanatçıları ile bu aşamada çalışmaya başlamaktır.



## Görsel 2. Toy Story - Storyboard - David Feiten

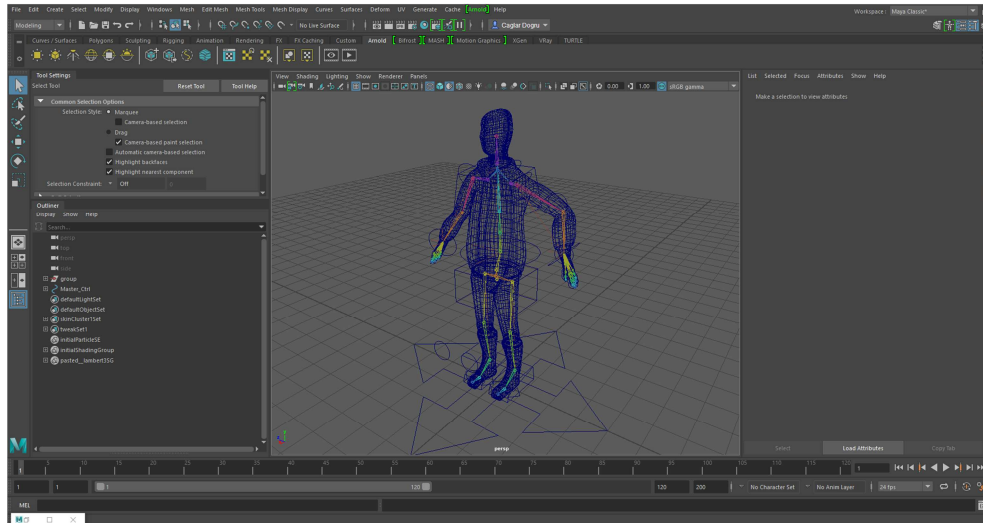


(Feiten, 2000)

Sanat departmanı, storyboard kurgusuna paralel olarak filmin görsel karakterini oluşturacak iki boyutlu taslak çizimler hazırlamakla görevlidir. Taslaklar animasyonda yer alacak objeler, mekânlar ve karakterleri kapsamaktadır.

Modelleme aşamasında sanat departmanınca tasarlanan bütün öğeler bilgisayar ortamında 3B olarak tekrar oluşturulur. Bu aşamada Autodesk Maya, Modo, SketchUp gibi yazılımlar vasıtasıyla karakterlerin, mekânların ve objelerin tel-kafes (wireframe) modelleri hazırlanır. Bu aşamada oluşturulan görseller USD gibi veri yönetim yazılımlarının temel katmanı konumundadırlar.

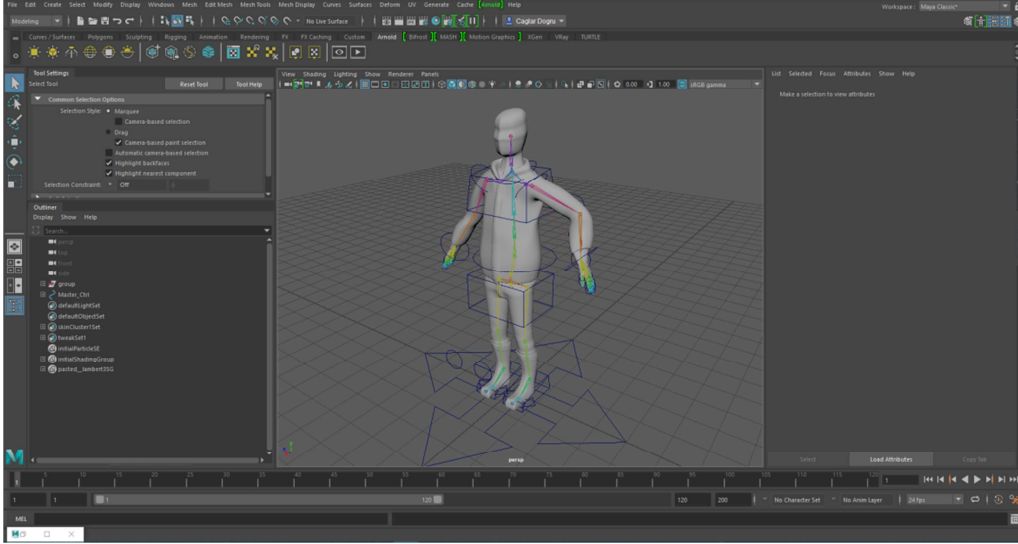
## Görsel 3. Örnek Tel-kafes (Wireframe) Maya 2017





Hareket kabiliyeti olmayan 3B objeler halinde bulunan karakterler ve diğer bütün objeler *Rigging* departmanında *Karakter Teknik Yönetmenleri(Char TD)* tarafından kuklalar haline dönüştürülürler. Bunu yapabilmek için karakterin ihtiyacına göre, 3B yüzeyini deforme etmesi için bir iskelet ve kas sistemi oluşturulur. Karakterlerin yüz hareketlerini ve mimiklerini etkileyen hareketli eklem altyapısı bu aşamada oluşturulmaktadır.

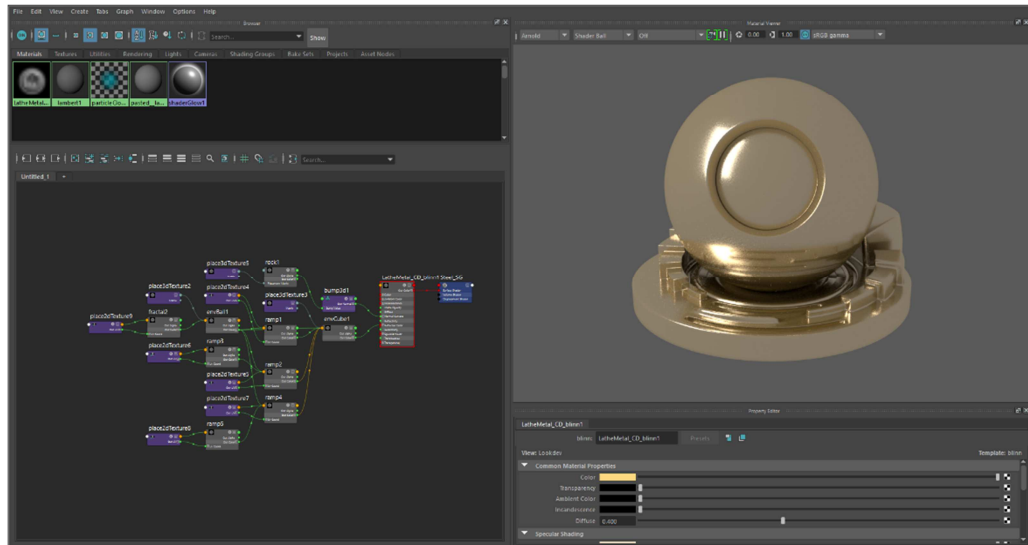
**Görsel 4. Örnek Model iskelet yapısı (Rig) Maya 2017**



Karakterlerin oluşturulmasında ihtiyaca göre kıyafetler ayrıca modellenebilmektedir. Bu amaçla üretilmiş *Marvelous Designer* vb. yazılımlar kıyafetleri oluşturan parçaları, terzi kalıpları vasıtasıyla 3B olarak hazırlanmasına olanak verir. Karakterlerin bir araya getirilmesi aşamasında bir diğer önemli bölüm saç ve kürklerin modellenmesidir.

Bu aşamaya kadar modellenen her karakter ve obje karakteristik yüzeyleri ile kaplanırlar. Renk, doku, yansıtıcılık, şeffaflık, kir vb. yüzeye ait bütün öğeler *Shading* departmanının çalışma alanıdır.

**Görsel 5. Örnek Yüzey kaplaması (Shader) Maya 2017**





Animasyonun bütün öğeleri modellendikten ve yüzeyleri kaplandıktan sonra, daha önce hazırlanan storyboard kurgusu referans alınarak sanal kameralar vasıtasıyla bilgisayar ortamında üç boyutlu yeni bir kurgu hazırlanır. Animasyon basit hareketlerle ifade edilir (*Final Layout - Pixar*). Animasyon aşamasına geçilmeden gerçekleştirilen bu kaba kurgu çeşitli stüdyolar tarafından filmi yatırımcılara tanıtmak için kullanılmaktadır.

**Görsel 6. Layout örneği - Despicable Me 2 Layout & Previs (video) – Illumination Entertainment**



(Peci-Evesque, 2013)

### 3.2 Animasyon

Animasyon aşamasına geçildiğinde öncelikli yapılan sahnelerin bütün öğeleriyle ve kamera açılarıyla bir araya getirilmesi işlemidir. Karakterler daha önceden belirlenen hareket noktalarına yerleştirilirler ve animasyona hazır hale getirilirler. Bu aşamada 3B modellerin ve kaplamaların daha detaylı sürümleri kullanılmakta ve detaylı hareketleri oluşturulmaktadır. İhtiyaçlar doğrultusunda MOCAP tekniği de yardımcı bir teknik olarak kullanılabilir. MOCAP (Yakalanmış hareket verisi) , karakter animasyonlarında kullanılmak üzere özel kameralar ve sensörler sayesinde yakalanan sayısal verilerdir. Gerçek zamanlı olarak bir aktörün hareket koordinatlarından bilgisayar ortamına aktarılan bu sayısal veriler, 3B animasyon karakterlerinin bütün hareketlerini oluşturmakta kullanılır. Bu yöntemle her zaman başvurulmamakla birlikte, referans amaçlı da kullanılabilir.

MOCAP (Yakalanmış hareket verisi) , karakter animasyonlarında kullanılmak üzere özel kameralar ve sensörler sayesinde yakalanan sayısal verilerdir. Gerçek zamanlı olarak bir aktörün hareket koordinatlarından bilgisayar ortamına aktarılan bu sayısal veriler, 3B animasyon karakterlerinin bütün hareketlerini oluşturmakta kullanılır. Bu yöntemle her zaman başvurulmamakla birlikte, referans amaçlı da kullanılabilir.

Sahnelerin oluşturulmasında ve bir arada hareket etmelerinin sağlanmasında, en önemli noktalardan bir tanesi veri yönetim yazılımlarıdır. Her bir sahne, onu oluşturan objeler, objelerin iskelet yapıları, doku özellikleri gibi daha önceden hazırlanmış öğeler taranarak oluşturulur. Büyük boyutlu bu veriler, optimize edilerek animasyon sanatçısının kullanımını ve sanatsal üretimini kolaylaştıracak şekilde sunulur.

Animasyon aşamasıyla, karakterlerin, objelerin ve kameraların bütün hareketleri oluşturulur. Klasik animasyon yönteminin kare kare ilerleyen yapısından farklı olarak, bilgisayar ortamında hareket ve hareketin etkilediği bütün deformasyonlar yazılım vasıtasıyla bilgisayar tarafından hesaplanır. Bu aşamada stüdyolar genellikle kendi yazılımlarını ve bu



yazılımlara uyumlu özel donanımları kullanırlar. Dreamworks Stüdyolarının geliştirdiği Apollo isimli yazılım topluluğunun içerisinde yer alan Premo'da bunlardan birisidir. Benzer bir yazılımı Pixar 'da geliştirerek kendi üretim sürecine katmıştır. Presto isimli bu yazılım güncel donanımların avantajlarını kullanarak "USD" veri tabanı üzerinden büyük ebatlı 3B verileri bir araya getirerek, animasyon sanatçısına gerçek zamanlı bir etkileşim olanağı sunar. (Jeremias & Gelder, 2016)

### 3.3 Efekt, Simülasyonlar ve Arka Planlar

Animasyonlarda yer alan karakterlerin kendi vücut hareketleri dışında kalan, kıyafet, saç, kürk ve diğer objeler ile olan bütün etkileşim karakter efektleri departmanı tarafından gerçekleştirilir.

Karakter efektleri dışında kalan diğer bütün çevresel efektler (ateş, duman, doğa olaylarıyla ilişkili efektler vb.) ve simülasyonlar animasyona eklenir. Animasyonun genel yapısına göre bütün efektlerin uygulama aşamaları yapım daha erken aşamalarında dâhil edilebilir. Bütün sürecin kontrolü teknik yönetmenlerdedir.

### 3.4 Işıklandırma

Işıklandırma departmanı, animasyonun o ana kadar üretilmiş bütün modellerini (obje, mekân, karakter) ve onların yüzey kaplamalarını, arkaplanları, simülasyonları ve tamamına ait animasyon verilerini hazırlanan sahnelere uygun olarak bir araya getirerek, kamera ve ışık kompozisyonunu hazırlar. Bu sayede filmin son görüntüsünü oluşturur.

### 3.5 Render

*Render*, animasyon üretiminin son ve teknik olarak en kompleks aşamasıdır. Animasyonun her bir karesi en son haliyle oluşturulur.

3B olarak hazırlanmış bir modelin, görsel bütün materyallerinin bir araya toplanarak, karar verilen kadrajlarda, üç boyut yanılması veren iki boyutlu görüntülerinin bilgisayarlarca hesaplanarak hazırlanması işlemidir. Pixar-Renderman, Vray, Octane Render, Arnold bu işlem için hazırlanmış özel yazılımlardan bazılarıdır. Render yazılımları verileri işleyebilmek için yüksek bilgisayar gücüne ihtiyaç duymaktadırlar. Üretim süreci daha detaylı hale geldikçe bilgisayar gücüne olan ihtiyaç da artmaktadır. Bu sebeple stüdyolar kendi render çiftliklerini (Render Farm) kurmuşlardır. Render çiftlikleri, yüksek işlem gücüne sahip bilgisayarlarla oluşturulan ve birlikte çalışan bir ağdır.

Örneğin, Pixar'ın 2013 yapımı *Sevimli Canavarlar Üniversitesi*(Monsters University) animasyonu için 24000 işlemci çekirdeğine sahip 2000 bilgisayar, tek bir kare için ortalama 29 saat harcamıştır. (Takahashi, 2013)

### 3.6 Yapım Sonrası

Görsel olarak bitirilen animasyona ses ve müzik kurgusu yapıldıktan sonra grafik animasyonlarda eklenerek gösterime uygun çıktısı hazırlanır.

## 4. SONUÇ

Temelde büyük ölçekli animasyonların üretiminde, kalabalık ekipler tarafından kullanılan bu profesyonel donanımlar ve yazılımlar tek bir amaca hizmet etmektedirler: üretim süreci boyunca sanatsal yaratıcılığı kısıtlamamak ve bir sonraki noktaya hızla taşıyabilmek için yardımcı olmak. Bu kapsamda, animasyon stüdyoları birçok bilim dalında





profesyoneli istihdam etmektedirler. Stüdyolar üretim süreçlerinin detaylarını paylaşmasalar da, kullandıkları yazılımları açık kaynaklı hale getirerek, daha küçük ölçekli projelerin üretim süreçlerine önemli katkılarda bulunmaktadır.

Animasyon sürecinin başlangıcında prodüksiyon planlaması yapmak, maddi açıdan avantajlar sağlayacağı gibi sanatsal üretim aşamalarında verimli arttırarak toplam kaliteyi yükseltmeye yardımcı olacaktır. Bu noktada 3B animasyon sektörünün öncüleri konumundaki Pixar ve Dreamworks stüdyolarının çalışma süreçlerini anlamak ve detaylarıyla değerlendirmenin, her bütçeden projeye avantaj sağlayacağı öngörülmektedir.

### KAYNAKÇA

- Antmen, A. (2009). *20. Yüzyıl Batı Sanatında Akımlar*. İstanbul: Sel Yayıncılık.
- Arşiv, A. Ş. (n.d.). Türkiye Şeker Fabrikaları.
- Artnet. (n.d.). Retrieved 7 17, 2014, from <http://www.artnet.com/artists/gauthier-poinsignon/dining-suite-4c9xkh4zcbRO4DcYiae4ZA2>
- Benjamin, W. (1998). Paris XIX. Yüzyılın Başkenti. In E. Batur, *Modernizmin serüveni* (2 ed., pp. 32-41). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- Birn, J. (2003). *What is a TD, and what do they do all day?* Retrieved 04 25, 2017, from 3dRender.com: <http://www.3drender.com/jobs/TD.htm>
- Braque, G. *Bottle and Fishes*. TATE Liverpool, Liverpool.
- Deleuze, G. (2014). *Hareket - İmge*. (S. Özdemir, Trans.) İstanbul: Norgunk.
- Dreamworks Pictures. (2017, 04 22). *Dreamworks Pictures*. Retrieved 04 25, 2017, from Frequently Asked Questions: <http://dreamworkspictures.com/about/faq>
- Eisenstein, S. (2008). *Kısa Film Senaryosu*. (O. Akınhay, Trans.) İstanbul: Agora Kitaplığı.
- Feiten, D. (2000). *Illustrations by Davy Feiten*. Retrieved 04 30, 2017, from Davy Feiten: <http://www.davidfeiten.com/Storyboard.html>
- Golding, J. (1988). *Cubism: A History and an Analysis, 1907-1914*. Massachusetts: The Belknap Press Of Harvard University Press Cambridge.
- Gombrich, E. (1999). *Sanatın Öyküsü*. (E. Erduran, & Ö. Erduran, Trans.) İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Henne, M., Hickel, H., Johnson, E., & Konishi, S. (1996). The Making of "Toy Story". *Digest of Papers, Comcon '96, 'Technologies for the Information Superhighway'* (pp. 463–468). Kaliforniya: IEEE Computer Society Press.
- Intel. (2014, 06 27). *Intel Boosts DreamWorks Animation Applications (Basın Bülteni)*. Retrieved 04 21, 2017, from Intel: [http://download.intel.com/newsroom/archive/Apollo\\_factsheet.pdf](http://download.intel.com/newsroom/archive/Apollo_factsheet.pdf)



- Jeremias, P., & Gelder, D. V. (2016, 07 24). *SIGGRAPH 2016: Real-Time Graphics for Film Production at Pixar (Video)*. Retrieved 04 24, 2017, from <http://on-demand.gputechconf.com/siggraph/2016/video/sig1608-pol-jememias-dirk-van-gelder-david-yu-real-time-graphics-pixar.mp4>
- Kracauer, S. (2015). *Film Teorisi - Fiziksel Gerçeğin Kurtuluşu*. (Ö. Çelik, Trans.) İstanbul: Metis Yayıncılık Ltd.
- Levine, S. Z. (1978). Monet, Lumière, and Cinematic Time. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 441-447.
- Lotman, Y. M. (1999). *Sinema Estetiğinin Sorunları / Filmin Semiotiğine Giriş*. (O. Özügül, Trans.) Ankara: Öteki Sinema.
- Lotman, Y. M. (2012). *Sinema Göstergebilimi*. Ankara: Nirengi Kitap.
- Monaco, J. (2001). *Bir Film Nasıl Okunur?* (E. Yılmaz, Çev.) İstanbul: Oğlak Yayıncılık.
- Nead, L. (2012). The Artist's Studio: The Affair of. In A. D. Vacche, *Film, Art, New Media: Museum Without Walls?* (pp. 24-25). London: Palgrave Macmillan.
- Peci-Evesque, F. (2013). *Despicable Me 2 Layout & Previs*. Retrieved 04 26, 2017, from <https://vimeo.com/76729717>
- Pellacini, F. (2009). *The 3D Production Pipeline*. Retrieved 04 20, 2017, from Sapienza University Of Rome: [http://pellacini.di.uniroma1.it/teaching/projects10/lectures/01\\_pipeline.pdf](http://pellacini.di.uniroma1.it/teaching/projects10/lectures/01_pipeline.pdf)
- Picasso, P. Gitar ve Şarap Kadehi. *Guitar and Wine Glass*. McNay Sanat Müzesi, Texas, A.B.D.
- Pikkov, Ü. (2010). *Animasophy - Theoretical Writings On The Animated Film*. Tallinn: Estonian Academy of Arts, Department of Animation.
- Pixar Animation Studios. (2017, 04 22). *Company FAQs*. Retrieved 04 25, 2017, from Pixar Animation Studios: <https://www.pixar.com/company-faqs#company-faqs-1>
- Pixar Graphics Technologies. (2017, 04 23). *Introduction to USD*. Retrieved 04 20, 2017, from Pixar Graphics Technologies: <https://graphics.pixar.com/usd/docs/index.html>
- Pixar Software. (2016, 10 20). *USD-Based Pipeline (2016) (Video)*. Retrieved 03 20, 2017, from <https://vimeo.com/188191100>
- Staller, N. (1989). Melies' 'Fantastic' Cinema And The Origins Of Cubism. *Art History*, 12(2), 202-232.
- Takahashi, D. (2013, 04 24). *How Pixar made Monsters University, its latest technological marvel*. Retrieved 04 25, 2017, from Venture Beat: <https://venturebeat.com/2013/04/24/the-making-of-pixars-latest-technological-marvel-monsters-university/>