

ÜÇ BOYUTLU ANİMASYONLARIN YAPIM AŞAMASINDA ÜÇ BOYUTLU YAZICI KULLANIMI*

THE USAGE OF THREE-DIMENSIONAL PRINTERS IN THE PRODUCTION PROCESS OF THREE-DIMENSIONAL ANIMATIONS

Ali Aycan GÜRBÜZ**

Öz

Günümüzde hayatımızın hemen her alanı ile dijital animasyon kullanımını ilişkilendirebilmek mümkündür. Alanlara göre oluşturulacak animasyonların hazırlık aşamasında belirlenen teknik yöntemler, yapılacak animasyonların kalitesine etki edebilmektedir. Bilgisayar yardımı ile üç boyutlu ortamda hazırlanan animasyonların fiziksel gerçekliği, dijital ortamdaki hali ile farklılıklar gösterebilmektedir. Dijital ortamda hazırlanan karmaşık objeler üç boyutlu yazıcılar yardımı ile fiziksel objelere çevrilerek üretilebilmektedir. Dijital ortamda modellenen gerçekçi ve hareket eden objelerin üç boyutlu yazıcılar yardımı ile üretilmesi fiziksel gerçekçiliğinin de test edilmesine olanak sağlamaktadır.

Yapılan çalışmada, üç boyutlu animasyon üretiminde üç boyutlu yazıcı kullanımının avantajları, üretim sürecindeki aşamaları ve bu aşamaların nasıl şekillendirilmesi gerektiği konularına değinilmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulan üç boyutlu değirmen modeli ve animasyonu dijital ortamda sorunsuz çalışırken, üç boyutlu yazıcı yardımı ile üretilen versiyonu işlevini yerine getirememiştir. Fiziksel ortamda karşılaşılan sorunların çözümlenip dijital ortamda düzeltilmesi ile üç boyutlu yazıcıdan tekrar çıktı alınmış ve modelin sorunsuz hareket ettiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Animasyon, Üç Boyutlu Animasyon, Üç Boyutlu Yazıcı

Abstract

It is possible to associate digital animation with almost every aspect of our lives today. The technical methods determined during the preparation stage of animations, according to their fields, can affect the quality of the animations to be created. Animations prepared in a three-dimensional environment with the assistance of computers may exhibit differences in physical realism compared to their digital counterparts. Complex objects prepared in the digital environment can be converted into physical objects using three-dimensional printers. The production of realistic and moving objects modelled in the digital environment with the assistance of three-dimensional printers allows for testing their physical realism.

The study discussed the advantages of using three-dimensional printers in three-dimensional animation production, the stages of the production process, and how these stages should be shaped. While the three-dimensional windmill model and animation created within the scope of the study worked seamlessly in the digital environment, the version produced with the assistance of a three-dimensional printer could not perform its function. After resolving the problems encountered in the physical environment and correcting them in the digital environment, a printout was obtained from the three-dimensional printer again, and it was observed that the model moved smoothly.

Keywords: Animation, Three-Dimensional Animation, Three-Dimensional Printer



Araştırma Makalesi
Research Article

DOI: 10.5281/zenodo.15030999

Geliş Tarihi / Received
13.09.2024

Kabul Tarihi / Accepted
03.11.2024

Yayın Tarihi / Publication Date
16.03.2025

Sorumlu Yazar/Corresponding author
e-mail: aliaycan.gurbuz@dpu.edu.tr

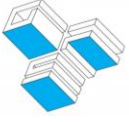
Cite this article: Gürbüz, A.A., (2025). Üç Boyutlu Animasyonların Yapım Aşamasında Üç Boyutlu Yazıcı Kullanımı, D-Sanat, Cilt: 1, Sayı: 9, 1-12.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

* Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

** Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Çizgi Film Animasyon Bölümü, aliaycan.gurbuz@dpu.edu.tr, Orcid:0000-0001-6727-7846



Giriş

Animasyon ya da sözlük anlamı ile canlandırma, en az iki farklı resmin bir devinim oluşturacak biçimde hızlıca art arda gösterilmesi ile oluşan görüntüler bütünüdür (Özön, 1981). Animasyonun başlangıcı tarih öncesi çağlara kadar uzanmakta ve Paleolitik Çağ'da mağara duvarlarına çizilen resimlerin ilk animasyon örnekleri olduğu düşünülmektedir (Azema ve Rivere, 2012). Günümüzde animasyon geleneksel animasyon, stop motion animasyon ve üç boyutlu animasyon olmak üzere üç temel üretim tekniği altında toplanmaktadır. Gelişen teknolojilerin sunduğu kolaylıklar sayesinde 1990'lı yılların başından itibaren animasyon üretim tekniklerinde dijitalleşmeye yönelim artmış ve üç boyutlu animasyon üretim tekniği günümüzde en çok tercih edilen teknikler arasına girmiştir.

Animasyon üretiminin büyük oranda dijital ortamda gerçekleştirildiği üç boyutlu animasyon üretim tekniği ile hemen her alana yönelik animasyon üretimi gerçekleştirilebilmek mümkündür. Genel olarak animasyon üretimi sırasında alana ve tekniğe bakılmaksızın yapım öncesi, yapım ve yapım sonrası aşamaları sırası ile kullanılmaktadır. Taslak çizim, senaryo ve dijital model oluşturma gibi aşamalar yapım öncesi; hareketlendirme süreci, yapım; kurgu, ses ve efekt kullanımları gibi son düzeltmeler ise yapım sonrası aşamada yer alır. Sinema filmi üretiminde de takip edilen bu aşamalar sırasında farklı araç, gereç ve cihazlar kullanılabilir. Bu bağlamda, üç boyutlu animasyon üretim tekniğinin yapım öncesi aşamalarından birisi olan modelleme aşamasında üretilen dijital modeller, günümüz üç boyutlu yazıcı teknolojileri yardımı ile fiziksel objelere de çevrilip kullanılabilir.

1. Üç Boyutlu Yazıcılar

Üç boyutlu yazıcılar, dijital ortamda tasarlanıp oluşturulmuş veya fiziksel ortamda taranıp üç boyutlu modele dönüştürülmüş objeleri harici bir kalıp benzeri materyale ihtiyaç duymadan farklı yöntemler ile fiziksel objelere dönüştürebilen elektronik cihazlardır (Hausman ve Horne, 2014). Üç boyutlu yazıcılar teknik anlamda katmanları üst üste yığılma prensibi ile çalışmaktadırlar. Katmanları oluşturma biçimi ise oldukça farklılaşabilmektedir. Seçici lazer sinterleme (SLS) ve ergitmeli yığılma teknolojileri (FDM) bu alanda bilinen ve en çok tercih edilen iki yöntemdir denilebilir (Pirjan ve Petrosanu, 2013).

1.1. Seçici Lazer Sinterleme

Seçici Lazer Sinterleme (SLS-Selective Laser Sintering) üretim yönteminde, kullanılan toz malzeme üstüne hızlı bir biçimde lazer ışınları yansıtılır ve bu şekilde üst üste katmanlar oluşturulur. Bu teknik ile üretilen parçalar, toz madde içine gömülü olarak son haline ulaşır. Bunun avantajı ise üretilen parçalar için destek malzeme kullanımına gerek kalmamasıdır. Ancak oluşturulacak her bir katman için pürüzsüz yüzey oluşturulması gerektiğinden üretim süreci yavaş bir yöntemdir (Lipson ve Kurman, 2013). SLS üretim yöntemi oldukça karmaşık modelleri bile sorunsuz üretebilmesi sayesinde bu alanda tercih edilen metotların başında gelmektedir. SLS üretim yönteminde kullanılan lazer sistemleri, plastik filamentler ve çeşitli metal tozları başta olmak üzere lazer gücüne göre farklı birçok çeşit malzeme ile üretim yapılabilir.

1.2. Ergimiş Biriktirme Modelleme

Ergimiş Biriktirme Modelleme (FDM-Fused Deposition Modeling) yöntemi ile çalışan üç boyutlu yazıcılar başlıca *akrilonitril bütadien stiren (ABS)* ve *polilaktik asit (PLA)* gibi termoplastik polimer malzemeler kullanılmaktadır. Filament şeklindeki malzemeler yüksek sıcaklıkta eritilip üst üste

katmanlar halinde dizilip son ürüne ulaşılmasını sağlar. FDM yöntemi kullanılarak oluşturulmak istenilen parçalar bir tabla üzerinde dikey bir şekilde üretilir. Üretilecek ürünün yüksekliği arttıkça üst üste yığılan katmanların yerçekimi kuvvetine dayanıklılığı azalmaktadır. Ayrıca üretim sırasında yığılma belirli bir açıyı geçtiğinde destek oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple, bu yöntem ile üretilecek modeller için belli bir yükseklik ve açının üzerindeki gerekli yerlere taşıyıcı destek malzemeleri eklenmektedir. Üretim yapıldıktan sonra destek malzeme parçaları temizlenip son ürüne ulaşılmaktadır (Canessa, vd., 2013).

Üç boyutlu yazıcı teknolojileri üretim aşamasında, talaşlı imalat gibi diğer yapım tekniklerine kıyasla daha az fire oranıyla daha fazla hammadde tasarrufu sağlamaktadır. Özellikle seri üretimi gerçekleştirilecek bir ürünün prototip aşamasında üç boyutlu yazıcı teknolojisi kullanımı işletmelere süre ve maliyet açısından büyük avantajlar sağlayabilmektedir. Üç boyutlu dijital modeli hazırlanan bir ürünün seri üretim aşamasından önce kullanılabilirliği test edilebilir ve varsa sorunları hızlıca tespit edilip gerekli değişiklikler dijital model üzerinde yapılabilir. Prototip model üzerinde gerçekleştirilecek tasarımsal ya da işlevsel değişiklikler sayesinde, seri üretimi yapılacak ürün ile ilgili sorunlar minimuma indirilebilmektedir.

2. Üç Boyutlu Yazıcılar ve Animasyon Sektörü

Dijital ortamda oluşturulan ürünlerin fiziksel gerçekliğe ulaşmasında kolaylık sağlayan üç boyutlu yazıcı teknolojileri, günümüzde animasyon sektöründe de sıkça tercih edilmektedir. Üç boyutlu yazıcı teknolojisi kullanımından önce, animasyona yönelik karakterler fiziksel ortamda üretilmek istendiğinde heykeltıraşlar tarafından kil ve benzeri özel çamur çeşitleri kullanılmaktaydı (Thompson, 2009). Üç boyutlu animasyonların yapım öncesi ve yapım aşamasında kullanılan üç boyutlu yazıcı teknolojileri sayesinde, sanal ortamda modelleri hazırlanan karakterlerin hamur ve kil çamura göre çok daha pratik ve hızlı bir şekilde üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Dijital ortamda modellenen karakterler ve objeler, üç boyutlu yazıcılar ile üretilip fiziksel ortamda detaylı bir biçimde incelenerek yapılacak işe uygunluğu değerlendirilebilir. Stop motion animasyon tekniğinde de tercih edilen üç boyutlu yazıcılar, üretim aşamasında birçok kolaylık sağlamaktadır. Genellikle stop motion animasyon tekniğinde kâğıt, plastik, metal gibi çeşitli fiziksel materyallerin kullanımı ile üretilen obje ve karakter modelleri günümüzde daha çok üç boyutlu yazıcı teknolojileri yardımı ile üretilmektedir. Stop motion animasyon tekniğinde kullanılan karakterlerin yüz ifadelerini oluşturmak için üç boyutlu yazıcı teknolojileri sıkça kullanılmaktadır. Dijital ortamda modellenen karakter yüz ifadeleri üç boyutlu yazıcılardan üretilip gerçekçi yüz mimikleri içeren karakter animasyonları oluşturulabilmektedir.



Görsel 1. Laika Animasyon Stüdyosu, *Paranorman*

Oregon Amerika’da kurulan Laika animasyon stüdyosunun 2012 yılında gösterime giren ParaNorman isimli stop motion animasyon filmi, animasyon alanında üç boyutlu yazıcı kullanımının başarılı örneklerindedir. Filmdeki karakterlerin yüzleri dijital ortamda modellendikten sonra üç boyutlu yazıcılar yardımı ile üretilip Görsel 1’de görüldüğü üzere yüz animasyonları oluşturulmuştur. Doksan dakikalık animasyon filmi için binlerce yüz hareketi üretilip kullanılmıştır (Alger, 2012).

Üç boyutlu yazıcıların animasyon alanında kullanımı ile ilgili bir diğer örnek ise 2014 yılı yapımı Bears on Stairs isimli deneysel kısa animasyondur. İngiltere’de yer alan DBLG isimli reklam ve animasyon firmasına ait bu yapım için dijital ortamda stilize bir ayı karakteri modellenmiş ve Görsel 2’de görüldüğü üzere basamakları tırmanmış izlenimi veren elli farklı hareket oluşturulmuştur. Üç boyutlu yazıcıdan çıktıkları alınan elli hareketin her biri tek tek fotoğraflanıp üç boyutlu animasyon haline getirilmiştir (DBLG, 2024).



Görsel 2. DBLG, *Bears on Stairs*

Lee ve Ho-Kim (2013), yapmış oldukları bir çalışmada üç boyutlu animasyonların karakter geliştirme aşamasında, üç boyutlu yazıcı kullanımının avantajlarını araştırmışlardır. Üç boyutlu modeli oluşturulan sekiz farklı karakterin, animasyon aşamasından önce fiziksel gerçekliğini test etmek amacı ile üç boyutlu yazıcı ile üretimi gerçekleştirilmiştir. Sanal ortamdaki fiziksel gerçekliğe geçişte büyük katkı sağlayan üç boyutlu yazıcılar sayesinde sekiz karakterin birbirine olan oran orantısı ve şekilsel özellikleri her açıdan daha rahat incelenip değerlendirilebilmiştir. Yapılan bu değerlendirme ile üç boyutlu animasyonların hazırlık aşamasında üç boyutlu yazıcı kullanımının avantajlarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anizaim vd. (2018), yaşları 10-15 arasında değişen bir grup öğrenci ile yaptıkları çalışmada üç boyutlu ortamda oluşturulan modellerin, üç boyutlu yazıcılar ile üretiminin öğrenci eğitimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. İnteraktif atölye şeklinde yürütülen çalışmada öğrenciler, dijital ortamda modelledikleri karakterleri ve objeleri üç boyutlu yazıcı ile üretilen fiziksel ortamda inceleyebilme fırsatı bulmuşlardır. Yapılan atölye çalışmasının öğrencilerin problem çözme yeteneğinin geliştirilmesi, fikirlerinin sunumu ve eğitim sisteminde üç boyutlu görsel sunum teknolojisi kullanımı açısından faydalı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Animasyon eğitiminde çok yönlü teknoloji ile öğrenme sürecinin incelendiği bir diğer çalışmada ise üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin animasyon müfredatında yer almasının avantajları üzerinde durulmuştur (Yang, 2023). Projelerde üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin kullanılmasının öğrencilerde grup çalışması bilinci oluşturduğuna ve ayrıca üç boyutlu düşünebilme yeteneklerinin gelişmesine yardımcı olduğu gözlemlenmiştir.

3. Materyal ve Metot

Çalışmanın materyal ve metot kısmında dijital ortamda hazırlanan üç boyutlu değirmen modelinin tasarım aşamasından üretim sürecine kadar üç boyutlu yazıcı yardımı ile nasıl oluşturulduğu açıklanmaktadır.

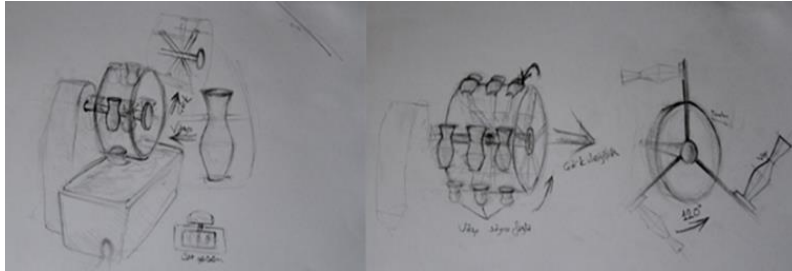
3.1. Tasarım Süreci

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile üretimi gerçekleştirilen üç boyutlu değirmen modelinde görsel tasarımın ön planda olması hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi İleri Teknolojiler Tasarım, Araştırma – Geliştirme ve Uygulama Merkezi'nin (İLTEM) dijital yaşama bakış açısını vurgulamak ve Kütahya ilinin en belirgin çevresel öğelerinden Görsel 3'te görülen kent meydanında bulunan Çinili Vazo'yu kullanmak tasarımın başlangıç unsurlarından olmuştur.



Görsel 3. Çinili Vazo, Kütahya

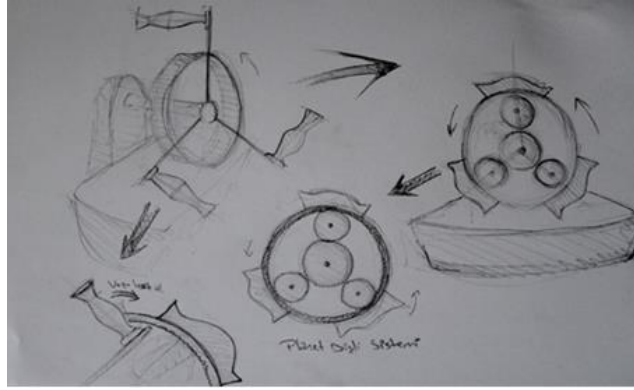
İLTEM ve Çinili Vazo temel alınarak üretilen üç boyutlu değirmen modeli uygulamasının başlangıç aşamasında Çinili Vazo'yu teknoloji ile bütünleştirilecek eskiz çizimler üretilmeye çalışılmış ve Görsel 4'te görülen animasyon modeli karakalem eskiz çizimleri ortaya çıkmıştır. Bu eskizler aynı zamanda üç boyutlu değirmen modelinin çıkış noktası olmuştur.



Görsel 4. Animasyon modeli karakalem eskiz çizimleri

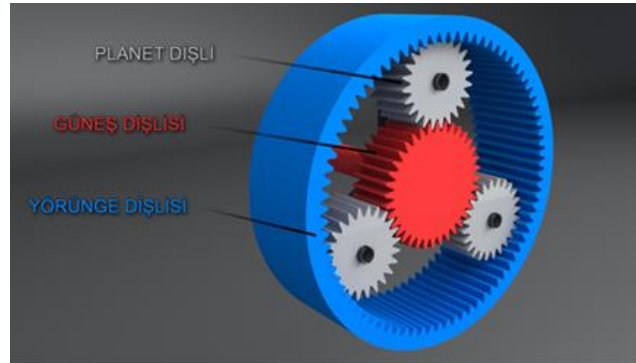
Oluşturulan ilk eskiz çizimlerden sonra görsel estetik, oran-orantı ve teknoloji gibi kavramlar tekrar değerlendirilmiş ve bu kavramlar üzerinden tasarımı iyileştirmeye yönelik değişikliklere gidilmiştir.

Hedeflenen amaç doğrultusundaki görselliğe son eskizlerin çizildiği Görsel.5'te görülen değirmen çarkına bağlı planet dişli sistemi ile ulaşılmıştır.



Görsel 5. Değirmen çarkına bağlı planet dişli sistemine ait son eskiz çizimler

Görsel 6'da görülen planet dişli sistemi, yapısı itibari ile bütünü dişli çarklardan oluşan bir ya da daha fazla dişlinin, başka bir dişli etrafında çember hareketi oluşturmasıdır. Planet dişli, güneş dişlisi ve yörünge dişlisinden oluşan bu sistemde dişlilerin sabitlenmesi ya da hareketlendirilmesi ile farklı devir hızları elde edilebilmektedir (Gu ve Velez, 2012).



Görsel 6. Planet Dişli Sistemi Dijital Modeli

Otomotiv alanında otomatik vitesli araçlarda karşılaştığımız planet dişli sistemini üç boyutlu değirmen modelinin animasyon aşamasında kullanmak görsel açıdan etkili olmuştur.

3.2. Üç Boyutlu Modelleme ve Animasyon

Tasarım aşaması eskiz çizimler ile tamamlanan çalışmanın modelleme aşaması için iki boyutlu eskiz çizimler referans alınıp, üç boyutlu modeli Görsel 7'de belirtilen Autodesk firmasının 3ds max isimli modelleme ve animasyon yazılımı ile oluşturulmuştur.



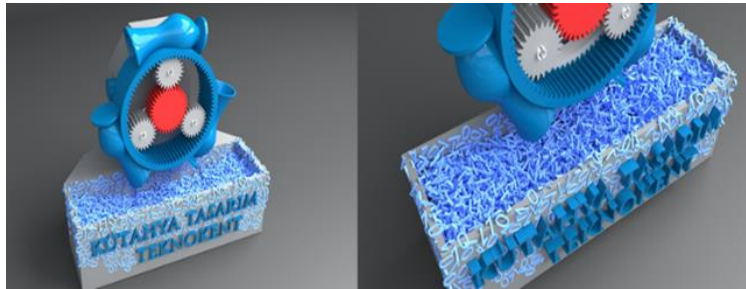
Görsel 7. 3ds Max Arayüzü

Üç boyutlu modelleme aşaması tamamlanan değirmen modelinin dijital ortamda her açıdan değerlendirilmesi ile tasarımında bazı değişiklikler yapılmıştır. Dişli sistemini tasarımda daha belirgin hale getirmek ve Çinili Vazo tasarımı ile daha fazla ilişkilendirebilmek için Görsel 8'deki görselde vazoları tutan kollar tasarımdan çıkarılmış ve vazolar değirmen çarkına bağlanmıştır.



Görsel 8. Vazoların Tasarım Süreci

Üç boyutlu değirmen modelinin kaidesine bağlı alt kısmında bulunan boşluk alana dijital teknolojiyi betimleyen bir ve sıfır rakamları Görsel 9'da görüldüğü üzere eklenmiştir.



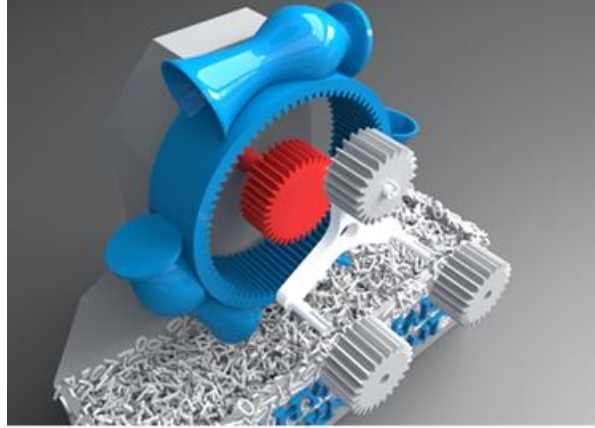
Görsel 9. Tasarıma Yapılan Eklemeler

3.3. Hızlı Prototipleme ile Fiziksel Üretim Süreci

Dijital ortamda üç boyutlu değirmen modeli üzerinde yapılan tasarımsal değişikliklerden sonra modelin hareketlendirmeye uygunluğunu fiziksel ortamda gözlemleyebilmek amacı ile üç boyutlu yazıcı teknolojisi kullanılmıştır. Dijital modelin üretim aşamasında, EOS firmasına ait Formiga P110

model üç boyutlu yazıcı sistemi kullanılmıştır. SLS yöntemi ile çalışan bu sistem sayesinde üç boyutlu değirmen modelinin parçaları destek eklenmesine gerek kalmadan üretilmiştir.

Dijital değirmen modelinin üç boyutlu yazıcı ile üretilmesi için, Görsel 10'da görülen hareketli dişli parçaları, alt kaide ve diğer öğeler ayrı parçalar halinde ".obj" formatında kaydedilmiştir. Modeli oluşturan parçaların tek tek kaydedilmesi modelin tek seferde üretilmesine olanak sağlamıştır. Üç boyutlu değirmen modelini oluşturan parçalar ayrı ayrı kaydedildikten sonra üç boyutlu yazıcıya aktarılmak üzere *Netfabb* isimli yazılıma aktarılmıştır. *Netfabb* yazılımı ile model parçalarına ölçeklendirme yapıp ".stl" formatına çevrilmiştir.



Görsel 10. Üç Boyutlu Değirmen Modeli Parçaları

Bu işlemlerin ardından üç boyutlu yazıcıya aktarılan model parçaları yaklaşık 6 saatlik süre sonunda fiziksel forma dönüştürülmüştür. Parçaların soğuması için de yaklaşık 4 saatlik bir süre beklenmiştir. Üretim ve soğuma işleminin ardından fırça yardımı ile fazla toz parçalarından arındırılan model parçaları Görsel 11'de görüldüğü üzere birleştirmeye hazır hale getirilmiştir.



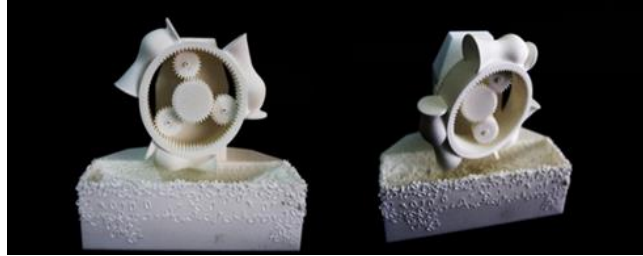
Görsel 11. Modelin Çıktı Alınmış Hali

Eos marka yazıcıdan çıktısı alınan üç boyutlu dijital model parçaları fiziksel ortamda birleştirilip hareketli aksamların animasyona uyumluluğu ve planet dişli sisteminin fiziksel ortamda çalışıp

çalışmadığı denenmiştir. Bu işlemlerin ardından planet dişli sistemi çalışmasında herhangi bir hata olmadığı görülmüştür.

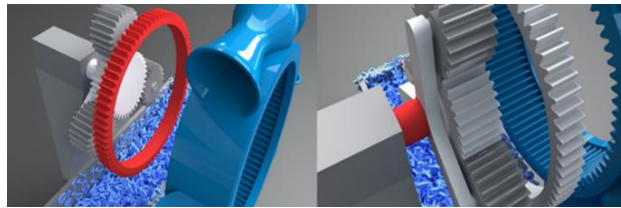
4. Deneysel Bulgular

Planet dişli sistemi başta olmak üzere çalışması ile ilgili bir sorunu olmayan üç boyutlu değirmen modelinin birkaç tur dönmesinin ardından vazoların bağlı bulunduğu dişli sisteminin Görsel 12’de görüldüğü üzere sorunlu olduğu saptanmıştır. Üç, dört tur döndükten sonra dişli kısmında sallantı olduğu anlaşılan fiziksel model dönmeye devam ettikçe vazoların bulunduğu çarkın modelden ayrılmaya başladığı gözlenmiştir.



Görsel 12. Dönüşü Sorunlu Fiziksel Model

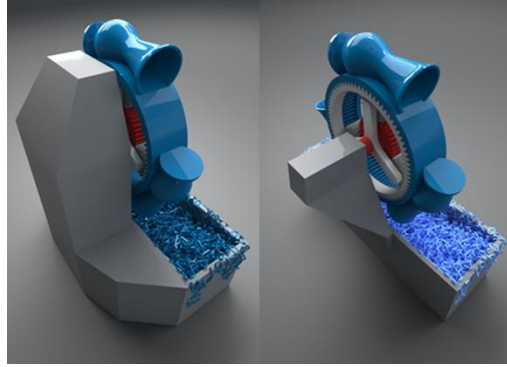
Dijital modelin hareketlendirmesinde bir problem ile karşılaşılma, fiziksel çıktısı alınan modelin hareketlendirme aşamasında sorun olduğu anlaşılmıştır. Fiziksel modeldeki sorunu tespit edebilmek amacıyla dişli sistemi sökülüştür. Yapılan görsel incelemenin ardından vazoların bulunduğu büyük dişli çarkın ön kısmına dijital ortamda sabit bir kapak eklenmiştir. Bu sayede küçük dişlilerin dönme esnasında yerinde sabit durması sağlanmaya çalışılmıştır. Arka kısma da eklenen bu kapak, ön kısımda kullanılan aksine Görsel 13’te görüldüğü üzere istenildiğinde çıkarılabilen modüler bir kapak olarak tasarlanmıştır.



Görsel 13. Dijital Model Revizyonu

Yapılan dijital değişiklikler sonrasında planet dişli sistemi modele sabitlenmiş ve hareketlendirme sürecinde dişli çarklar ile kaide arasındaki mesafeyi sabit tutabilmek için güneş dişlisine takılabilen bir ara parça modellenmiştir.

Dijital modelin fiziksel olarak üretilmesinin ardından dikkat çeken bir diğer unsur ise alt kaidenin arka kısmının estetik açıdan kaba durması olmuştur. Eskiz ve dijital modelleme aşamasında üzerinde fazla durulmayan alt kaide tasarımının, fiziksel olarak üretildikten sonra dişli sistemi ve vazoları arka plana attığı düşünülmüştür. Bu sebeple, dişlilerin bağlı bulunduğu kaidenin arka kısmında tasarım değişikliğine gidilmiştir. Kaide tasarımı üzerinde Görsel 14’te görülen tasarımsal değişiklikler yapılmış ve bu sayede daha az toz ham madde kullanımı sağlanıp üretim maliyeti düşürülmüştür. Toplam üretim süresi de yaklaşık 10 saatten 7 saate indirilmiştir. Ayrıca görsel olarak daha estetik bir görünüme sahip olduğu düşünülen bir üç boyutlu değirmen modeli oluşturulmuştur.



Görsel 14. Kaide Tasarımı

Üç boyutlu değirmen modeli üzerinde yapılan değişiklikler sonrasında üç boyutlu yazıcıdan tekrar üretim yapılmıştır. Son çıkan ürün Görsel 15'te görüldüğü biçimde birleştirilmiş ve planet dişli sistemine bağlı vazolar döndürüldüğünde herhangi bir sapma, düşme, çıkma gibi olumsuzlukla karşılaşılmamıştır.



Görsel 15. Fiziksel Model Revizyonu

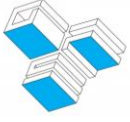
Dijital ortamda üretilip sanal ortamda hareketlendirmesinde problem olmayan üç boyutlu değirmen modeli, yapılan son değişiklikler sayesinde fiziksel ortamda da sorunsuz hareketlendirilebilmiştir.

5. Sonuç ve Öneriler

Hızla gelişen günümüz animasyon teknolojisi sayesinde geleneksel animasyon üretim teknikleri, yerini üç boyutlu üretim tekniklerine bırakmaktadır. Üç boyutlu dijital model hazırlayıp animasyona uygun hale getirmek oldukça zahmetli ve uzun zaman alan işlemler bütünü olduğu için, hareketlendirme aşamasında yapılan hataları düzeltmek zaman kaybına yol açabilmektedir. Bu sebeple animasyonların yapım aşamasında, üretilmesi düşünülen hareketli aksamların prototiplerinin hazırlanması, animasyonların fiziksel gerçekliğinin de test edilip gerçekçi animasyonlar üretilmesine olanak sağlamaktadır.

Üç boyutlu yazıcıların günümüzde kullanım alanları hızla yaygınlaşmakta ve gün geçtikçe düşen maliyetleri neticesinde ev kullanıcıları için de ideal bir hale gelmektedir. Diğer imalat yöntemlerine göre avantajlı bir konumda olan üç boyutlu yazıcı teknolojileri, hareketli parçaları dahi sorunsuz üretebilmekte ve bu sayede animasyon alanında da kullanımı her geçen gün artmaktadır.

Çalışma kapsamında üretilen üç boyutlu değirmen modelinin sanal ortamda sorunsuz bir şekilde çalıştığı görülse de üç boyutlu yazıcı teknolojisi yardımı ile üretildikten sonra fiziksel ortamda dişli



çarkların sorunlu olduğu kolay bir şekilde anlaşmıştır. Yapılan değişikliklerden sonra fiziksel ortamda da çalışan üç boyutlu değirmen modeli ile dijital ortam ve fiziksel ortam farkları gözlemlenmiştir. Çalışmadan çıkan sonuçlara göre dijital ortamda modellenen parçaların, üç boyutlu yazıcılar ile üretime uygun olup olmadığının, üretim aşamasından önce dikkatlice belirlenmesi gerektiği anlaşılmıştır. Ayrıca benzer çalışmalar gerçekleştirilmeden önce üç boyutlu yazıcı üretim yöntemlerinin ve bu yöntemler ile çalışan “.stl” “.obj” gibi veri içeren dosya formatlarının öğrenilmesi gerektiği düşünülmektedir.

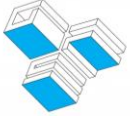
Üç boyutlu animasyonlarda üç boyutlu yazıcı kullanımı üzerine yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı üzere üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin hem animasyon üretimi aşamasında hem de animasyon eğitimi müfredatında yer almasının faydalı olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar mevcut çalışmanın sonuçları ile de uyum içerisindedir.

Teşekkür

Bu çalışma sırasında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi İleri Teknolojiler Tasarım, Araştırma – Geliştirme ve Uygulama Merkezi (İLTEM) imkanlarını kullanmama olanak sağlayan yetkililere teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- Alger, J. (2012). *The Art and Making of Paranorman*. California: Chronicle Books.
- Anizaim, N. A., Roslan, M. N. N. ve Ahmad, H. H. H. A. (2018). 3d Animation Workshop: the Implementation of 3d Printing in Education, *i-IDEA*, 1(1), 38-40.
- Azema, M. ve Rivere, F. (2012). Animation in Palaeolithic Art: A Pre-Echo of Cinema, *Antiquity Publications*, 86(332), 316–324.
- Canessa, E., Carlo, F. ve Marco, Z. (2013). *Low-Cost 3d Printing for Science, Education & Sustainable Development*. Trieste: ICTP.
- Gu, X. ve Vexel, P. (2012). A Dynamic Model to Study the Influence of Planet Position Errors in Planetary Gears, *Journal of Sound and Vibration*, 331(20), 4554-4574.
- Hausman, K. K. ve Horne, R. (2014). *3d Printing for Dummies*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Lee, J. ve Ho Kim, K. (2013). 3d Animation Character Development Pipeline Using 3d Printing, *The Journal of the Korea Contents Association*, 13(8), 52-59.
- Lipson, H. ve Kurman, M. (2013). *Fabricated: The New World of 3D Printing*. Indianapolis: John Wiley & Sons Inc.
- Özön, N. (1981). *Sinema ve Televizyon Terimleri Sözlüğü*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Pirjan, A. ve Petrosanu, D. M. (2013). The Impact of 3d Printing Technology on the Society and Economy, *Journal of Information Systems and Operations Management*, 7(2), 362-365.
- Thompson, F. (2009). *Tim Burton's The Nightmare Before Christmas: The Film- The Art- The Vision*. Glendale: Disney Editions.
- Yang, H. (2023). The Role of Digital Technology in the Animation Curriculum, *International Journal of Education and Humanities*, 8(2),61-67.



İnternet Kaynakları

“Bear on Stairs”, <https://dblg.co.uk/projects/bears-on-stairs/>, Erişim tarihi: 13.07.2024

Görsel Kaynaklar

Görsel 1. Laika Animasyon Stüdyosu, Paranorman

<https://www.laika.com/our-films/paranorman>, Erişim tarihi: 17.03.2024

Görsel 2. DBLG, Bears on Stairs

<https://dblg.co.uk/projects/bears-on-stairs/>, Erişim tarihi: 13.07.2024

Görsel 3. Çinili Vazo, Kütahya

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Görsel 4. Animasyon Modeli Karakalem Eskiz Çizimleri

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Görsel 5. Değirmen Çarkına Bağlı Planet Dişli Sistemine Ait Son Eskiz Çizimler

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Görsel 6. Planet Dişli Sistemi Dijital Modeli

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Görsel 7. 3ds Max Arayüzü

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Görsel 8. Vazoların Tasarım Süreci

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Görsel 9. Tasarıma Yapılan Eklemeler

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Görsel 10. Üç Boyutlu Değirmen Modeli Parçaları

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Görsel 11. Modelin Çıktı Alınmış Hali

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Görsel 12. Dönüşü Sorunlu Fiziksel Model

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Görsel 13. Dijital Model Revizyonu

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Görsel 14. Kaide Tasarımı

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Görsel 15. Fiziksel Model Revizyonu

Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.