



T.C  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK ve FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
**FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

FEN EĞİTİMİNDE 3D YAZICILARIN KULLANIMININ  
ÖĞRENCİLERİN TUTUMLARINA VE GÖRÜŞLERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Aycan GÜREL TAŞKIRAN**

**Malatya-2019**

T.C.  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK ve FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
**FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

FEN EĞİTİMİNDE 3D YAZICILARIN KULLANIMININ  
ÖĞRENCİLERİN TUTUMLARINA VE GÖRÜŞLERİNE ETKİSİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Aycan GÜREL TAŞKIRAN**

**Danışman: Dr. Fatma Bilge EMRE**

**Malatya-2019**

T.C.  
İnönü Üniversitesi  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı  
Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

Aycan GÜREL TAŞKIRAN tarafından hazırlanan “Fen Eğitiminde 3D Yazıcıların Kullanımının Öğrencilerin Tutumlarına ve Görüşlerine Etkisi” başlıklı bu çalışma, 25.10.2019 tarihinde yapılan sınav sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından yüksek lisans tezi kabul edilmiştir.

İMZA

Başkan: Doç. Dr. Gonca KEÇECİ



Üye: Doç. Dr. Funda OKUŞLUK



Üye (Tez Danışmanı): Dr. Fatma Bilge EMRE



O N A Y

.. / .. / 2019

Doç. Dr. Niyazi ÖZER  
Enstitü Müdürü

## ONUR SÖZÜ

Dr. Fatma Bilge EMRE danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığım Fen Eğitiminde 3D Yazıcıların Kullanımının Öğrencilerin Tutumlarına ve Görüşlerine Etkisi başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

**Aycan GÜREL TAŞKIRAN**



## ÖN SÖZ

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve destek olan değerli danışman hocam sayın Dr. Fatma Bilge EMRE'ye, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan Doç. Dr. Necdet KONAN'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmam süresince yanımda olan aileme özellikle anneme ve babama teşekkürü bir borç bilirim. Hayatımın her alanında olduğu gibi, tez çalışmamı hazırlarkende her aşamada bana yardımcı olan sevgili eşim Sercan TAŞKIRAN'a teşekkür ederim.

Bu tez İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Birimi (İÜBAP) tarafından 2016/86Y.Lisans Proje kodu ile Sosyal Bilimler alanında desteklenmiştir.

**AYCAN GÜREL TAŞKIRAN**

## ÖZET

### FEN EĞİTİMİNDE 3D YAZICILARIN KULLANIMININ ÖĞRENCİLERİN TUTUMLARINA VE GÖRÜŞLERİNE ETKİSİ

GÜREL TAŞKIRAN, AYCAN

Yüksek Lisans, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Fatma Bilge EMRE Ekim-2019, XV+60 sayfa

İnsanoğlu son zamanlarda teknoloji çağını yaşamaktadır. Bu süreçte yetiştirilen bireylerin teknolojiyi takip eden, doğa bilimlerini anlayan, çevresini gözlemleyip yorumlayan, karşılaştığı sorunların çözümünde fen bilimlerinden faydalanan ve elde ettiği bilgileri kullanma becerisine erişmiş, fen okuryazarı olmaları oldukça önemlidir. Bu duruma bağlı olarak araştırmanın amacı “Fen eğitiminde 3D yazıcıların kullanımının öğrencilerin tutumlarına ve 3D yazıcı ile ilgili görüşlerine etkisi var mıdır?” şeklindedir. Bu probleme bağlı olarak belirlenen alt problemler ise;

- Fen eğitiminde 3D yazıcıların kullanımına karşı geliştirilen tutum ölçeği öğrenci cinsiyete göre farklılaşmakta mıdır?
- Fen eğitiminde 3D yazıcıların kullanımına karşı geliştirilen tutum ölçeği sınıf düzeyi üzerinde farklılaşmakta mıdır?

Araştırmanın örneklemini 2017-2018 yılında Malatya’da bulunan iki ortaokulunun 7 ve 8. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. 7. Sınıf öğrencilerini 20 kız, 33 erkek öğrenci oluşturmaktadır. 8. Sınıf öğrencilerini ise 28 kız, 27 erkek öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak Fen Eğitiminde 3D Yazıcıların Kullanımına Karşı Tutum Ölçeği geliştirilmiştir. Ayrıca kullanılan bir diğer veri toplama aracı ise “Öğrencilerin 3D yazıcı hakkındaki görüşleri” dir. Öğrencilerin 3D yazıcının fen eğitimindeki önemi ile ilgili açık uçlu sorular ile öğrencilerin görüşleri sorulmuştur. Öğrenciler yapılan etkinlik sonrasında duygu ve düşüncelerini ifade etmişlerdir. Her iki sınıf düzeyine de önce uygulayıcı düz anlatım yöntemini kullanmıştır. 10 haftalık bir süreç boyunca dersler 3D yazıcı ile uygulamalı olarak işlenmiştir. 10 haftalık süreç sonunda öğrenciler arasındaki farkındalık düzeylerini ölçmek amacıyla anket uygulanmış ve elde edilen veriler Statistical Package for the Social Sciences (17.00) paket

programıyla analiz edilmiştir. Araştırmada problem durumu test etmek için puanlarının standart sapmalarını ve bu puanların ortalamaları arasındaki fark hesaplanmıştır, puanların normal dağılım göstermesi durumunda parametrik testlerden t-testi, puanların normal dağılım göstermemesi durumunda parametrik olmayan Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Elde edilen nicel veriler SPSS paket programı aracılığı ile 0.05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda kızlar ve erkekler arasında kızlar lehine anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür Nitel veriler ise betimsel analize tabii tutulmuştur. Araştırma sonucunda, öğrencilerin fen eğitiminde 3D yazıcı kullanımı ile ilgili oldukça olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiş, 3D yazıcının fen eğitiminde kullanımına karşı öğrencilerin farkındalık düzeylerine olumlu yönde katkı sağladığı belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** 3D yazıcı, fen eğitimi, tutum ölçeği

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF USING 3D PRINTER IN SCIENCE EDUCATION ON STUDENTS' ATTITUDES AND OPINIONS

GÜREL TAŞKIRAN, Aycan

M.S., Inonu University, Institute of Educational Sciences Department of Science  
Education

Advisors: Doctor Fatma Bilge EMRE Doctor

October-2019, XV+60 pages

Mankind is experiencing the age of technology in recent times. It is very important that individuals who are educated in this process have the ability to follow the technology, understand the natural sciences, observe and interpret their environment, make use of the information obtained from the sciences in the solution of the problems they face, and most importantly be a science literate. Depending on this situation, the aim of the research is mi Does the use of 3D printers in science education have an effect on students' attitudes and opinions about 3D printers? ". Sub-problems determined due to this problem are;

- Do the attitude scales developed against the use of 3D printers in science education differ according to gender?
- Does the attitude scale developed against the use of 3D printers in science education differ on the grade level?

The sample of the study consists of 7th and 8th grade students of two secondary schools in Malatya in 2017-2018. The seventh grade students consisted of 20 girls and 33 boys. 8th grade students consist of 28 female and 27 male students. As a data collection tool, Attitude Scale against the Use of 3D Printers in Science Education was developed. Another data collection tool used is kullanyl Students' opinions about 3D printer. Open-ended questions and students' opinions about the importance of 3D printer in science education were asked. The students expressed their feelings and thoughts after the activity. In both class levels, the practitioner first used the method of flat expression. During the course of 10 weeks, the lessons were practiced with 3D printer. At the end of the 10-week period, a questionnaire was administered to measure awareness among students and the data were analyzed with SPSS (17.00) package program. In order to test the problem situation, the standard deviations of the scores and the difference between



the mean scores of these scores were calculated. The quantitative data obtained were evaluated with SPSS packet program at 0.05 significance level. As a result of the research, a significant difference was found between girls and boys in favor of girls. Qualitative data were subjected to descriptive analysis. As a result of the research, it was determined that the students had very positive opinions about the use of 3D printer in science education and it was found that it contributed positively to the awareness levels of the students against the use of 3D printer in science education.

**Key words:** 3D printer, science education, attitude scale



## İÇİNDEKİLER

<b>KABUL ONAY</b> .....	<b>iii</b>
<b>ONUR SÖZÜ</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÖN SÖZ</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>x</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>xiv</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>BÖLÜM I</b> .....	<b>1</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Problem Durumu .....	3
1.2. Araştırmanın Amacı .....	4
1.3. Araştırmanın Önemi.....	4
1.4. Problem Cümlesi.....	5
1.5. Alt Problemler.....	5
1.6. Varsayımlar .....	5
1.7. Sınırlılıklar .....	6
1.8. Tanımlar .....	6
<b>BÖLÜM II</b> .....	<b>7</b>
<b>KURAMSAL BİLGİLER ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR</b> .....	<b>7</b>
2.1. Kuramsal Bilgiler .....	7
2.1.1. 3D Yazıcı Nedir?.....	8
2.1.2. 3D Yazıcının Çalışma Prensipleri .....	10
2.1.3. 3D Yazıcıların Kullanım Alanları .....	12
2.1.4. Eğitimde 3D Yazıcı Teknolojisi.....	16
2.1.5. Fen Eğitiminde 3D Baskı Materyali Kullanmanın Önemi .....	17
2.2. İlgili Çalışmalar.....	19
2.2.1. 3D Yazıcı ile yapılan çalışmalar .....	19
2.2.2. 3D Yazıcıların Eğitimde Kullanımı İle İlgili Çalışmalar .....	21
<b>BÖLÜM III</b> .....	<b>25</b>
<b>YÖNTEM</b> .....	<b>25</b>

3.1. Araştırmanın Modeli .....	25
3.2. Evren ve Örneklem .....	25
3.3. Verileri Toplama Araçları .....	26
3.3.1. 3D Yazıcının Fen Eğitiminde Kullanımı Ölçeği .....	26
3.3.2. Kişisel Bilgiler Formu .....	29
3.3.3. Araştırma Çalışma Planı ve Uygulama Basamakları .....	29
3.4. Verilerin Analizi .....	32
<b>BÖLÜM IV .....</b>	<b>34</b>
<b>BULGULAR ve YORUM .....</b>	<b>34</b>
4.1. Bulgular .....	34
4.1.1. Alt Problem .....	34
4.1.2. Alt Problem .....	43
<b>BÖLÜM V .....</b>	<b>45</b>
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>45</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>48</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>55</b>
EK 1. 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerin 3D Yazıcının Fen Eğitimindeki Önemi Hakkındaki Anket soruları .....	55
EK 2. 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerin 3D Yazıcının Fen Eğitimindeki Önemi Hakkındaki Görüşleri .....	57
Ek 3. Uygulama İzni Belgesi .....	59
Ek 4. Anket Uygulama İzin Onayı 1 .....	60
Ek 5. Anket Uygulama İzin Onayı 2 .....	61

## TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
<b>Tablo 1.</b> 3D Yazıcıların Genel Özellikleri .....	9
<b>Tablo 2.</b> 3D Yazıcılarda Kullanılan Yardımcı Malzemeleri ve Özellikleri .....	10
<b>Tablo 3.</b> Örneklemeye İlişkin Sayısal Veriler.....	26
<b>Tablo 4.</b> Faktörlerin Tek Başına Varyans Açıklama Miktarları .....	27
<b>Tablo 5.</b> Açımlayıcı Faktör Analizi Sonucunda Oluşan Maddelerin Faktör Yükleri .....	28
<b>Tablo 6.</b> 7. Sınıf Kız Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler .....	35
<b>Tablo 7.</b> 7. Sınıf Kız Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin t Testi Sonuçları.....	35
<b>Tablo 8.</b> 7. Sınıf Kız Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler .....	36
<b>Tablo 9.</b> 7.sınıf Erkek Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	36
<b>Tablo 10.</b> 8. Sınıf Kız Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler.....	37
<b>Tablo 11.</b> 8. Sınıf Kız Öğrencilerinin Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları .....	37
<b>Tablo 12.</b> 8. Sınıf Erkek Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler.....	37
<b>Tablo 13.</b> 8. Sınıf Erkek Öğrencilerinin Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin t Testi Sonuçları .....	38
<b>Tablo 14.</b> 7. ve 8. sınıf Öğrencilerinin Ön Testten Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler.....	38
<b>Tablo 15.</b> 7. ve 8. sınıf Öğrencilerinin Ön Testten Aldıkları Puanlara İlişkin t Testi Sonuçları.....	39
<b>Tablo 16.</b> 7.ve 8.sınıf Öğrencilerinin Son Testten Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler.....	39
<b>Tablo 17.</b> 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Son Testten Aldıkları Puanlara İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları .....	39

<b>Tablo 18.</b> Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler.....	43
<b>Tablo 19.</b> 7. ve 8. sınıf Öğrencilerinin Ön Testten ve Son Testten Aldıkları Puanlara İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	44



## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 1.</b> Üç boyutlu yazıcıların baskı ve ürün elde etme süreci.....	11
<b>Şekil 2.</b> İlk Analiz Sonucu Çizgi Grafiği.....	27
<b>Şekil 3.</b> Laboratuvar ortamı .....	29
<b>Şekil 4.</b> Etkinliklerin gerçekleştirilmesi .....	30
<b>Şekil 5.</b> Modellere ait görseller.....	31
<b>Şekil 6.</b> Öğrencilerin görsel sunumları .....	32



## KISALTMALAR

<b>3D</b>	: Three Dimension (Üç boyutlu)
<b>3DP</b>	: Three Dimensional Printing (Üç Boyutlu Yazıcı)
<b>ABS</b>	: Acrylonitrile butadiene styrene (Akrilonitril Bütadien Stiren)
<b>CAD</b>	: Computer Aided Desing (Bilgisayar Destekli Tasarım)
<b>CNC</b>	: Computer Numerical Control (Bilgisayar Sayımlı Yönetim)
<b>ERIC</b>	: The Education Resources Information Center (Bilgi Eğitim Araştırma Merkezi)
<b>FDM</b>	: Fused Deposition Modelling (Tortuları Kaynaştırma Modeli)
<b>MD</b>	:Medyan (Ortanca)
<b>MEB</b>	: Milli Eğitim Bakanlığı
<b>MOD</b>	:Mod (Tepe Değer)
<b>PET-PETG</b>	: Poly(ethylene terephthalate) (Polietilen tereftalat)
<b>PLA</b>	: Polylactic acid (Polilaktik Asit)
<b>PNL</b>	: Percutaneous nephrostomy (Perkütan Nefrolitotomi)
<b>PVA</b>	: Poly(vinyl alcohol) (Polivinil Alkol)
<b>REPRAP</b>	: Replicating Rapid (Seri Kopyalama)
<b>SD</b>	: Secure Digital (Dijital Güvenlik)
<b>SLS</b>	: Selective Laser Sinterin (Seçici Lazer Sinterleme)
<b>SPSS</b>	: Statistical Package For The Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistiksel Paket)
<b>STL</b>	: Stereo Lithography (Stereolitografi)
<b>STEM</b>	: Scince Technology Engineering Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik)
<b>UV</b>	: Ultraviolet (Morötesi, Ultraviyole)
$\bar{x}$	: Arithmetic Mean (Aritmetik Ortalama)

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

Üç boyutlu (3D) yazıcılar üretim teknolojisine devrim yaratacak nitelikte değişiklikler ve yenilikler getirerek insanoğlunun hayal gücünü zorlamaktadır. Yaratıcı hayal gücünün ürünleri/tasarımları gerçek modellere ve prototiplere hızlı bir şekilde dönüşmektedir. 3D yazıcılar kullanılmaya başlandığı ilk günden beri insanoğlunun hayal edebildiği her türlü ürünün yanı sıra alışılmışın dışında ürünlerin de ortaya çıkmasında ve geleceğimizi şekillendirmektedir. Gelişen teknoloji sadece tasarımcı ya da mühendislere değil, keşfetme arzusu olan herkese kullanım sunmaktadır.

3D yazıcılar uzay ve uçak sanayisinden otomotive yan sanayisine yedek parça, tekstil, oyuncak gibi şu anda bildiğimiz ve hayal edebildiğimiz her türlü ürüne ek olarak, yakın gelecekte insan vücuduna nakledilebilecek yapay organlar bile üretebilmektedir.

3D yazıcı, üç boyutlu bilgisayar verilerini, elinizle tutabileceğiniz gerçek nesnelere dönüştüren bir makinedir. Bu teknoloji ile geleneksel imalat yöntemleri ile gerçekleştirilmesinin çok zor olduğu hatta imkânsız olduğu düşünülen geometrik şekiller üretebilmektedir. 3D yazıcı yeni bir teknoloji değildir. İlk uygulaması 1984'e dayanmaktadır. Geçtiğimiz 20 yılda bu yöntem bilinenin dışında yani hızlı prototipleme alanının dışında çok fazla kullanılmamıştır. 2006 yılında başlayan Replicating Rapid ( RepRap) projesi ile çok daha geniş kitlelere ulaşmıştır(Verbruggen, 2014). Reprap sayesinde amatör hobi tutkunları ve kendi/kendisi başına üretmek isteyen kişiler bir 3D yazıcı sahibi olmaktadır. Projenin başlangıcını takip eden üç yıl içinde konuyla ilgilenen şirketler açık kaynak 3D yazıcı üretmektedir. Ürettikleri bu ürünü pazarlamak için Reprap projesinin getirilerinden faydalanarak teknolojiyi geniş bir kullanıcı kitlesine yaymayı başarmışlardır.

Toplumdaki değişim isteğini gerçekleştirmek için iyi bir fen eğitimi gerekmektedir. Çünkü fen eğitimi doğal dünya hakkındaki bilgilerin üretilmesi veya dünyayı anlamak için gerekli araçların oluşturulması ve kullanılmasını kapsamakta (Yeşiloğlu, 2007) ve öğrenciye teknoloji ile ilgili olumlu davranışlar kazandırmaktadır (Hançer ve Şensoy, 2003). Hançer ve Şensoy (2003), fen bilimleri eğitimin amaçlarından birini “ her an hızla değişen ve gelişen fen çağına ayak uydurabilecek ve en son teknolojik



buluşlardan her alanda yararlanabilecek bireyler yetiştirmek ve teknolojik tüm buluşlarda ve gelişmelerde bilimin gerekli olduğunu öğretmek” olarak belirtmişlerdir.

Nitelikli ve kaliteli fen bilimleri eğitimi için ise eğitim süresi boyunca fen bilimleri kavramlarının aktarılması önem teşkil etmektedir. (Ağgöl, 2011). Bu beceriyi kazandırabilmek için öğrencilerin kendi bilgilerini uygulayıp geliştirebilecekleri öğrenme ekosistemlerine gerek duyulmaktadır. Bu da yapılandırmacı eğitim modeliyle gerçekleştirilebilmektedir. Yapılandırmacı eğitim modelinde birey bilgiyi kendisi oluşturmakta ve yapılandırmaktadır. Bilgiyi oluşturma aşamasında ise öğrenci sürecin en önemli parçası olmaktadır. Yenilikçilik, verimlilik, zihinde canlandırma gibi olgular ile bağdaştırılması gereken kişiler aslında çocuklar olmaktadır. Dolayısıyla 3D yazıcı teknolojileri özellikle de çocuklar için geliştirilmesini sağlamak, tamamen işlevsel ve uygulanabilir bir fikir olmaktadır. Üç boyutlu yazıcıların kullanılmaya başlanmasındaki asıl amaç çocukların hayal gücünü arttırmak, üç boyutlu hayal etme yeteneklerini geliştirmek ve yeni ürünler üretmelerini sağlamak için tasarlanmıştır. En önemli kazanım ise çocukları teknolojiye tüketici değil üretici konumuna getirmek olmalıdır. Bununla beraber çocukların dünyasındaki yaratıcı fikirler ve ilgi çekici tasarımlar somut bir hale bürünerek hayata geçer.

Fen bilimleri eğitimde üç boyutlu baskı yöntemini kullanmak, öğrencileri ilerideki yaşamları için hazırlar ve onlara eşsiz beceriler katar. Tüm bunların yanı sıra, birçok eğitim disiplinine destek olmak amacıyla son derece yenilikçi bir araç olarak katkı sağlar ve öğretmenlere mesajlarını iletmeleri için yeni yollar tanır. Bu yolları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- a. Sınıf içinde etkileşimi teşvik etmek: 3D yazıcı kullanarak herhangi bir sınıf etkileşimli öğrenme deneyimine dönüşmektedir. Örneğin bir fen sınıfı için kullanılacak bir iskelet parçasını 3D yazıcıda yazdırarak ve/veya teknik sınıflarda prototip olarak kullanmak mümkündür.
- b. Somut yardımcıları oluşturmak: Zor kavramlar yalnızca görünür olmamakla aynı zamanda somutlaşmaktadır. Oluşturduğunuz her şey öğrencilerin dokunabileceği ve herhangi bir açıdan araştırabilecekleri modelleri oluşturmaktadır.
- c. 3D modellerle öğrenmek: Öğrencilerin yaratıcı fikirlerini ve tasarımlarını, prototipleme becerilerini kullanmalarını sağlanmaktadır. 3D yazıcı teknolojileri ile meraklı ve hayal gücü sınırsız çocuklarımızın fikirlerini sonuca dönüştürerek muhteşem ürünler elde edilmektedir. Böylece çocukların hayal

dünyasına sınırlama getirmeden kendi istedikleri ürünleri tasarlayıp üretmelerine olanak sağlayacaktır. Ayrıca fen eğitiminde; öğrencilerin hayal gücünün genişlemesine ve yaratıcılıklarının artmasına yardımcı olmaktadır. Son yıllarda kolaylıkla ulaşılabilen tasarım programları ile teknoloji ile ilgilenen herkes tarafından örneğin öğrenciler tarafından kolaylıkla öğrenilip, kullanılabilir. Bu şekilde hayal edilen malzeme 3D model ile somut ürüne dönüştürülebilmektedir.

- d. Somut Modeli Göstermek: 3D yazıcılar kullanarak soyut objeleri somut hale dönüştürebilmek mümkündür. Heyecan verici bir süreç olarak ifade edilmektedir. Bu programlar sayesinde mikro boyuttan makro boyuta yani atomların dünyasında gerçek boyuttaki karşılığını görmek ve tasarladıkları objelerle dokunabilmeleri benzersiz bir deneyim sunmaktadır.
- e. Yaratıcılığı arttırmak: Bireylerin özellikle çocukların tasarım yeteneği kazanmasıyla çevresine bakış açısı değişeceği için gördüğü problemler için çözüm üretmeye başlayacaktır ve geliştirdikleri çözümleri somut hale dönüştürmeleri için 3D yazıcıları kullanabilmektedir.
- f. İnteraktif Eğitim: Öğrenme ortamında 3D yazıcıların kullanılması, öğrencilerin algılamakta ya da hayal etmekte sıkıntı yaşadıkları ürünü daha kolay anlamalarını sağlamaktadır. Daha kalıcı öğrenme farklı duyu organlarına hitap edilmesi sağlanmaktadır.

### 1.1. Problem Durumu

Fen bilimleri, hayatın içindeki gerçekleri gözler önüne sunan, kolaylık sağlayan ve soyut konuların yoğunluklu olarak bulunduğu; bu yüzden öğrencinin anlamakta bazı zamanlar zorluk çektiği bir disiplindir. Maalesef insanın hayatı boyunca kendini ve çevresini tanımasına yardımcı olan fen bilimleri okullarda tek başına öğretim programı dahilinde bulunan müfredat olarak görülmektedir. Oysaki Fen bilimleri, günlük yaşamın tam kendisini yansıtmaktadır. Bilim ve teknoloji birbirini tamamlayan kavramlardır. Bilimin gelişmesiyle ona uygun yeni teknolojilerde gelişmektedir. Birbirleri arasında sonsuz etkileşim içerisinde bulunan fen ve teknoloji de bu bağlamda birbiriyle ilişkilidir.

1950'lerde genel olarak tepegöz ve slaytlar üzerinden öğretilen matematik, fizik vb. dersler, 1970'ler de ise yeni teknolojiler ile farklı bir öğrenme düzeni oluşturulmuştur. Günümüze kadar gelişerek devam eden bilgisayar vb. teknolojilerin yanına artık eğitim sektörü için yeni bir teknoloji olan 3D yazıcı teknolojisi kalıcı olarak eklenmiştir.

Teknolojinin gelişimiyle beraber boyutu gittikçe küçölerek her yerde kullanılmaya başlanan 3D yazıcılar, istenilen parçaların üretimini sağlamakla birlikte kişilerin yaratıcılık ve yeni ürünler oluşturma anlamında da ciddi bir etkiye sahiptir. Bu nedenle cevabı aranan problem durumu aşağıda belirtilmiştir.

“Fen eğitiminde 3D yazıcıların kullanımının öğrencilerin tutumlarına ve 3D yazıcı ile ilgili görüşlerine etkisi var mıdır?” sorusuna yanıt aranmıştır.

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Genel olarak fen bilimi; bilimsel bilgiler topluluğu olarak tanımlanır. Bilimsel bilginin büyük bir hızla ilerlediği ve katlanarak arttığı günümüzde teknolojik yeniliklerin, yaşamımızın her alanında belirgin bir şekilde görüldüğü, bilgi ve teknoloji çağında, toplumların geleceği açısından fen ve teknoloji eğitiminin anahtar bir rol oynadığı açıkça görölmektedir. Bu duruma bağlı olarak çalışmanın temel problemi;

“Fen eğitiminde 3D yazıcıların kullanımının öğrencilerin tutumlarına etkisi ve 3D yazıcı ile ilgili görüşlerine etkisi var mıdır?” sorusuna yanıt aranmıştır.

Alt problemler ise;

- Fen eğitiminde 3D yazıcıların kullanımına karşı geliştirilen tutum ölçeği öğrenci cinsiyete göre farklılaşmakta mıdır?
- Fen eğitiminde 3D yazıcıların kullanımına karşı geliştirilen tutum ölçeği sınıf düzeyi üzerinde farklılaşmakta mıdır?

## 1.3. Araştırmanın Önemi

Eğitim; belli bir amaç için kişiye bilgi ve becerilerin bir amaç doğrultusunda ve belirli bir zaman içinde kazanımlar doğrultusunda öğretilmesi anlamına gelmektedir. İnsanoğlu son zamanlarda teknoloji çağını yaşamaktadır. Bu çağda yetiştirilen bireylerin teknolojiyi takip eden, doğa bilimlerini anlayan, çevresini gözlemleyip yorumlayan, karşılaştığı sorunların çözümünde fen bilimlerinden faydalanan ve elde ettiği bilgileri kullanma becerisine erişmiş, en önemlisi de fen okuryazarı olması oldukça önemlidir.

Bu noktada; toplumların ilerleyişi için; fen ve teknoloji eğitimi büyük bir öneme sahiptir. Bundan dolayı bireylerin canlı ve cansız varlıkları anlayarak karşılaşabilecek problemlere çözüm yolları bulmak için araştıran, bilimsel okuryazar bireyler olması hedeflenmiştir (Türkmen, 2010).

3D yazıcılar öğrencilerin;

- Çok boyutlu düşünme yeteneği, yaratıcılığı geliştirir.

- İhtiyaç duyulan her türlü araç gerece kadar kendi tasarladıkları objeleri üretebilmelerini sağlar.
- Çocukların keşfetme duygusunu ortaya çıkarır.
- Zamanlarını daha verimli geçirmelerini yani üreterek geçirmelerini sağlar.
- Tasarımların rahatlıkla paylaşılabilmesi, kompakt, daha güçlü, montajı kolay ve oldukça verimli projelerin oluşturulmasına katkıda bulunur.
- 3D yazıcı ile pek çok çeşitlikteki ürünün üretilmesi sağlar.
- Daha az atık ile daha sürdürülebilir kullanılır.
- Herkes için erişilebilir.
- Maliyetli aletlere veya kalıplara ihtiyaç duymaz.
- Atık malzemeyi yeniden dönüştürme yeteneğine sahiptir.
- Yazıcıda PLA, ABS gibi ısı ile şekillendirilebilen termoplastik malzemeler kullanılmaktadır. Bitkisel kaynaklardan üretilen bu filamentler çevre dostudur, sağlığa zararlı değildir.

#### **1.4. Problem Cümlesi**

“Fen eğitiminde 3D yazıcıların kullanımının öğrencilerin tutumlarına ve 3D yazıcı ile ilgili görüşlerine etkisi var mıdır?” sorusu araştırmanın problem durumunu oluşturmaktadır.

#### **1.5. Alt Problemler**

Araştırmanın alt problemleri aşağıda ifade edildiği gibidir:

- Fen eğitiminde 3D yazıcıların kullanımına karşı geliştirilen tutum ölçeği öğrenci cinsiyete göre farklılaşmakta mıdır?
- Fen eğitiminde 3D yazıcıların kullanımına karşı geliştirilen tutum ölçeği sınıf düzeyi üzerinde farklılaşmakta mıdır?

#### **1.6. Varsayımlar**

- Çalışma öğrenci düzeyine (bilişsel ve duyuşsal) uygundur.
- Çalışma süresince öğrenciler çalışmaya gönüllü olarak katılacak ve sorulara samimi cevaplar vereceklerdir.
- Toplanan verilerden elde edilen sonuçlar, inandırıcı ve tutarlıdır.

### 1.7. Sınırlılıklar

Bu çalışma Malatya ili Yeşilyurt ilçesine yer alan özel bir ortaokulun öğrencilerine uygulanmıştır. Çalışma 7. sınıf tan 53 öğrenci, 8. Sınıfdan 55 öğrenci ile toplam da 108 öğrenciyi kapsamaktadır.

### 1.8. Tanımlar

**3D yazıcı:** Bilgisayar üzerinden 3 boyutlu olarak hazırlanmış modelleri, filament ya da mürekkep denen malzemeler kullanarak hızlı bir şekilde bir kalıp ya da fikstüre ihtiyaç duymadan üreten bir cihazdır.

**Tutum:** Bir sorunu ele alış biçimi, bir kimsenin bir sorun karşısında aldığı durum, tutulan yol, davranış.

**Fen Eğitimi:** Kişilerin bilimi kullanarak kendi yaşantılarını daha iyi yapması ve sürekli teknolojileşen dünya ile başa çıkmalarını sağlamasıdır.



## BÖLÜM II

### KURAMSAL BİLGİLER ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde 3D yazıcının tanımı, 3D yazıcının çalışma prensibi, 3D Yazıcıların Kullanım alanları, eğitimde 3D yazıcı teknolojisi, fen eğitiminde 3D baskı materyali kullanmanın önemi ve konu ile ilgili yapılmış çalışmalar ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

#### 2.1. Kuramsal Bilgiler

Günümüzde teknoloji açısından çokça yenilikler yaşanmaktadır. Bu yenilikler her geçen gün daha hız kazanarak günlük hayatımızda yer almaktadır. Bu yenilikler içinde son dönemde beğenilen çok fazla konuşulan durumlardan biri ise 3D modelleme ve 3D yazıcılarıdır. Bazı raporlarda 3D yazıcı ve bu teknolojilerinin içinde bulunduğumuz zamanlarda daha çok ilerlemeye başlayacağı belirtilmektedir (Johnson, Becker, Estrada and Freeman, 2014).

Son zamanlarda 3D yazıcı ve baskı alanında birçok ülkede literatüre katkıda bulunabilecek çalışmalar yapılmaktadır. 3D yazıcılar aslında günümüzde çoğunlukla kullanılan iki boyutlu koordinat sistemi üzerinde bulunan sanal çizgiler üzerinde yazdırma yapan iki boyutlu yazıcılara başka bir yöntem olarak sunulan üç boyutlu koordinat sistemi üzerinde bulunan düzlemde çıktı almayı sağlayan cihazlardır (Yılmaz, Arar ve Koç, 2013). Çalışma ilkesi olarak eski yazıcılarla benzer özellikte çalışsalar 3D yazıcılar boyutlu nesnelere katı formda somut nesnelere dönüştüren makinelerdir (Berman, 2012). Ayrıca 3D yazıcıların temel kullanım amaçları arasında soyut kavramların mümkün olduğunca gözle görülmesini elle tutulmasını sağlayarak somutlaştırılması yer almaktadır. 1980'lerde kullanılmaya başlanmasına rağmen, son yıllarda gündemde adından söz edildiği için yeni bir teknolojiymiş izlenimi veren üç boyutlu baskı teknolojisinden ilerleyen yıllarda daha fazla konuşulacağı düşünülmektedir. Son yıllarda üç boyutlu baskı tekniklerinin temelini oluşturan önemli bazı patentlerin koruma süresinin dolması ile söz konusu alanda çalışan firma sayısında artış göstermektedir. Bu teknoloji ticari şirketlerden bireysel kullanıcılara kadar birçok kitlenin ilgisini çekmektedir. Hızla yeni yöntemlerin geliştirildiği ve yeni jenerasyon cihazların üretildiği bu alanda yapılabilecekler insan oğlunun hayal gücünün sınırlarını zorlamaktadır. Protezden/implantlardan uzay teknolojisine örneğin astronotların yiyebileceği yemeği üretmelerine, kendi savunma aletlerini oturduğu yerde yapabilmeye

kadar akla gelebilecek pek çok ürün üç boyutlu yazıcılarla üretilmektedir. Dikkat çekici diğer bir nokta ise, 3D yazıcıların fiyatlarının artık herkesin alabileceği miktara kadar inmiş olmasıdır. Yakın gelecekte her eve gireceği düşünülen yazıcıların patent ve telif hakları alanında önemli sorunlar yaratabileceği düşünülmektedir.

### **2.1.1. 3D Yazıcı Nedir?**

3D yazıcı, üç boyutlu bilgisayar veriyi, elinizle tutabileceğiniz somut nesnelere dönüştüren bir cihazdır. Geleneksel üretim prosesleri ile gerçekleştirilmesi çok zor olan geometrileri üretebilmektedir.

Günümüz 3D yazıcılarda farklı teknolojiler kullanılmaktadır. Lazer sinterleme, polimer kürleme, bileşimli yığma (fused deposition) bunlardan bazılarıdır. Tortuları kaynaştırma (Fused deposition modeling) tekniği en çok kullanılan teknolojidir.

Elde edilmek istenen ürün öncelikle üç boyutlu çiziminin sanal bir ortamda oluşturulması gerekir. Solid Works, Auto Cad, Rhino 3D gibi yüksek maliyetli fakat sıkça kullanılan yazılımlar bulunduğu gibi, çok başarılı ve ücretsiz yazılımlar da (Google Sketchup, Free Cad vb) vardır. Tasarlanan üç boyutlu çizim başka bir format ile STL (Stereo Lithography) biçimine dönüştürülür ve işlemiden sonra ürün katmanlar haline ürün elde edilmeye başlanır.

ABS, PLA ve benzeri termoplastik malzemeler 3D yazıcılarda filament olarak kullanılır. Plastiğin çok daha dayanıklı olan halleri, altın, seramik tozu, metal tozu, metal görünümlü akrilik plastikler iki boyutlu yazıcılarında kullanılan kartuş toner işlemini görür ve filament olarak adlandırılır. Termoplastik malzemenin düzgün bir şekilde yığılabilmesi için erime sıcaklığına kadar ulaşması gerekir. Bilgisayar tarafından kontrol edilerek ürün farklı şekilde hareket ettirilir. Flametin birikmesi ile üç boyutlu katmanlar halinde tablaya yığılır ve ürün elde edilir.

Yöntemler arasındaki en belirgin fark katmanların yığılma şeklidir. 3D yazıcıların bir kısmı malzemeyi eriyik hale getirip yumuşattıktan sonra katmanları oluştururken diğer bir kısmı sıvı haldeki malzemeyi yığar ve bu işleminin ardından malzeme sertleştirilerek sonlandırılır.

3D yazıcı teknolojisi özellikle son on yılda hızlı bir gelişme göstererek yaygın şekilde kullanılmaya başlandı. 3D yazıcıların son yılların trend konuları arasında başı çekmesinin nedeni ise kullanıcılara birçok fayda sağlamasıdır. Bunlardan en önemlisi ise geleneksel yöntemlerle bir prototip hazırlamak için belli bir ölçüde bir beceri ve ince işçilik gerekirken, 3D teknolojisi ile tasarımlarınızı ucuz ve daha kısa sürede

üretebilirsiniz. Tablo 1’de 3D teknolojisinin olumlu ve olumsuz yönleri verilmiştir.

Tablo 1.  
3D Yazıcıların Genel Özellikleri

Olumlu Yönleri	Olumsuz yönleri
✓ Çeşitli kullanım alanına sahip olma	✓ Ücretlerinden dolayı bireysel kullanımda yaygınlaşmamış olması
✓ Zaman ve mali giderden kazanç sağlaması	✓ Hammaddenin az olması
✓ Geometrik bakımdan sınır koymaması	✓ Renk ve doku özelliklerinin az olması
✓ Doğada hızlı çözünebilen yapıya sahip olması	✓ Toplu üretime nazaran daha pahalı olması
✓ Yedekleme imkanı sunması	✓ Art niyetli kullanıma sebep olabilmesi (silah, tüfek vb. yapımı)
✓ Hızlı sonuç alma imkanı tanınması	✓ Gerçek boyutlarda ürün imalat zorluğu
✓ Özgün ürünler alma imkanı sunması	

Hammadde çeşitliliği 3D yazıcılar için hem olumlu hemde olumsuz bir durum teşkil etmektedir. Ham madde 3D yazıcıların çok farklı alanlarda ve disiplinlerde kullanılabilmesine fırsat tanımaktadır. Hammadde olarak kullanılabilen malzeme seçimleri her geçen gün artmaktadır. Dolayısıyla tekstil bölümünden yiyecek bölümüne kadar birçok alanlarda 3D yazıcıların etkisi kullanılan filament aracılığıyla sağlanmaktadır. Yazıcıların bu özellikleri de hammadde çeşitliliğinin ilerlemesinde önemlidir. Her hammadde aynı ürün için aynı özelliklerde sonuç göstermemektedir. Hammaddeyle uyumlu bileşenlerin kullanımı ise oldukça önemli görülmektedir. 3D yazıcılarda kullanılan hammaddeler çok fazla çeşitliliğe sahiptir. Bu hammaddeler filamentler halinde yazıcılara yüklenir. Yazıcılarda kullanılan filamentlerin çeşitliliği arttıkça anılan teknolojilerin kullanıldığı sektörlerde çeşitlenmektedir. Aşağıda Tablo 2’de 3D yazıcılarda en fazla kullanılanları yardımcı malzemelerin özetlenmiştir (3dortgen.com; Olla, 2015).



Tablo 2.  
3D Yazıcılarda Kullanılan Yardımcı Malzemeleri ve Özellikleri

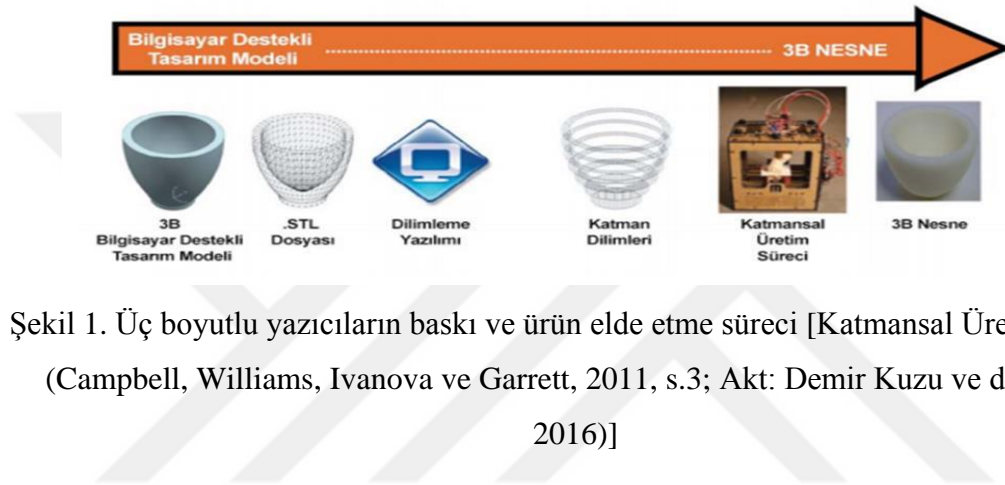
<b>Filament Türü</b>	<b>Özellikleri</b>
PLA (Polilaktik Asit)	Bir çeşit bioplastiktir. 180-220 °C arasında verimli işlem görür. Renk çeşitliliği çok fazladır. Geri dönüşüme uygun malzemelerden üretilebilirler.
ABS (Akrilonitril Bütadien Stiren)	Petrol bazlı bir plastik türüdür. 250 - 260 °C arasında verimli işlem görür. Isıtmalı platforma ihtiyaç duyar.
PVA(Polivinil Alkol)	Sıcak veya soğuk sıvıda çözünme özelliği olduğundan en iyi destek materyallerindendir. Ancak fiyatları ABS ve PLA'ya göre daha pahalıdır.
Ahşap	ABS ve PLA'ya benzer baskı süreçleri vardır. 175-250 °C arasında verimli işlem görür. Nesnelere ahşap görünümü ve kokusu vermede tercih edilir.
Bakır - Bronz ve Bambu	Nispeten daha pahalı olan bir teknolojidir. %30'luk karışımlar şeklinde elde edilir.
Naylon	Medikal alanda daha sık kullanılan dayanıklı materyallerdir. Isıtmalı platforma ihtiyaç duyar.
PET – PETG	Kristalimsi ve renksiz bir malzemedir. 160-210 °C arasında verimli işlem görür.
Sıvı Reçine	Kuyumculuk, mimarlık ve dişçilik sektörlerinde sıklıkla tercih edilir. Ayrıntılı işlemlerde oldukça etkili olmasına rağmen fiyat olarak diğerlerine göre pahalıdır.
Seramik	Seramik ile üretilen malzemelerin imalatında kullanılan seramik tozundan oluşan malzemedir.
Gümüş	Gümüş ile üretilen malzemelerin imalatında kullanılan malzemedir. İki aşamalı üretime sahip olan gümüş materyalde ilk olarak ürünün 3 boyutlu modeli çıkarılır sonra gümüş kalıba dökülür.

<http://www.3dortgen.com/blog/3d-yazici-rehberi-2-3d-yazicilarda-kullanima-uygun-hammaddeler> (Erişim Tarihi: 12.01.2017)

### 2.1.2. 3D Yazıcının Çalışma Prensibi

Üç boyutlu yazdırma, son yıllarda sanal tasarımlardan somut nesnelere oluşturmak için kullanılmıştır (Hoy, 2013). Birçok alanda örneğin tıp, mühendislik, sanat, eğitim gibi alanda kullanılmaya başlanmıştır. Üç boyutlu yazdırma teknolojilerinden “dünyayı değiştirecek üretim teknolojisi” olarak The Economist 2011 yılındaki sayısında bahsetmektedir (Ratto ve Ree, 2012). Bu teknolojinin gelecekte buhar motoru, atom enerjisi, mikroçipler ve internet gibi, önemli bir değişime yol açacağı sunulmaktadır (Williams and Page, 2011). Evrendeki ihtiyaçları karşılamak ve aynı zamanda üretim yaparak yaşam felsefesini değiştirmeyi hedefleyen bir teknoloji olarak üç boyutlu yazdırma görülmektedir (Prince, 2014).

Bilgisayar ortamında tasarlanmış olan nesnelerin farklı türden materyaller üzerine katı form haline gelme işlemine üç boyutlu yazdırma işlemi denir (Balcioglu, 2014). Bu işlem sayesinde dijital objelerin gerçekliğe dönüşümü sağlar. Klasik makineler kâğıt üzerine baskı yaparken ve en çok iki boyuta kadar ulaşabilirken bu makinelerden farklı olarak cisimleri hayalleri gerçeklere dönüştürebilmesinden dolayı üç boyutlu baskı ismini almışlardır (Hoy, 2013). Üç boyutlu yazıcıların baskı ve ürün elde etme sürecine Şekil 1’de yer verilmektedir.



Şekil 1. Üç boyutlu yazıcıların baskı ve ürün elde etme süreci [Katmansal Üretim Süreci (Campbell, Williams, Ivanova ve Garrett, 2011, s.3; Akt: Demir Kuzu ve diğerleri, 2016)]

Şekil 1’de görüldüğü gibi öncelikle üç boyutlu sanal ortamında hazırlanmış modele ihtiyaç vardır. Bu modeller üç farklı yöntemde elde edilebilmektedir. Birinci yöntemde internet üzerindeki çeşitli adreslerde yer alan (örneğin: [www.thingiverse.com](http://www.thingiverse.com); [www.myminifactory.com](http://www.myminifactory.com)) hazır modellerin indirilmesi sağlanarak yazdırılacak modeller elde edilebilmektedir. İkinci yöntem ise, üç boyutlu modelleme programları (örneğin: SolidWorks, AutoCad) veya bunu sağlayan internet siteleri (örneğin: Thinkercad; 123D Design; Google SketchUp vb.) aracılığıyla kullanıcının kendi üç boyutlu modelini sanal ortamda oluşturmasıdır. Bir diğer yöntem ise üç boyutlu optik aygıtlar vasıtasıyla herhangi bir kişi veya nesnenin taranarak baskıya hazır modelinin oluşturulmasıdır. Modeller oluşturulduktan sonra dosya uzantısı, bir üç boyutlu bilgisayar destekli tasarım formatı olan STL olarak dijital ortamlarda bulundurulmaktadır. Bu aşamadan sonra dilimleme yazılımları aracılığıyla dilimleme işlemi gerçekleştirilir ve nesne katmanlarına ayrılır. Bu işlem gerçekleştirildikten sonra bilgisayar ile doğrudan bağlantı kurularak veya hafıza kart aracılığıyla yazdırma işlemi başlatılabilmektedir. Tuğla örme örneğinde olduğu gibi üç boyutlu yazıcı; oluşturulan tabakalar etrafında, boş bir platforma her zaman bir tabaka

yazarak modeli somut hale getirmektedir. Bu bağlamda üç boyutlu yazıcı, her seferinde bir kat oluşturarak, ürün oluşturan cihazdır. Plastikten metale, çikolataya ve betona kadar aklınıza gelebilecek herşeyi kapsamaktadır (Horvath, Cameron ve Adrianson, 2015).

Öncelikle elinizde üç boyutlu çizim yapacak ve tabii sizin de kullanabileceğiniz bir program olmalıdır. Baskısını yapmak istediğiniz objeyi bilgisayar üzerinde oluşturarak bunu yazıcının okuyabileceği bir program haline getirilmektedir. Daha sonra ise tamamen yazıcıda denilebilir. Sizin oluşturduğunuz programı okumakta, en alttan en üste kadar parçalara ayırmakta ve daha sonra işleme başlamaktadır. İki boyutlu yazıcı prensibiyle kıyaslanacak olursa, üç boyutlunun farkı derinliği vermek için en alttan en üste kadar materyali katman katman atarak bu şekli oluşturmaktadır.

Ürün geliştirilirken pek çok şey de belirlenmektedir. Yazıcının çıkaracağı ürünün içinin doluluk oranına, ürünün ne kadar hassas olması gerektiğine birey karar verebilmektedir. İçi ne kadar dolu olursa, ürün o kadar dayanıklı olmaktadır. Hassasite arttıkça ürünün yazma süresinin uzamasına karşın ürün o kadar ayrıntılı olmaktadır.

### **2.1.3. 3D Yazıcıların Kullanım Alanları**

Chuck Hull'un, üç boyutlu nesne oluşturmak için UV ışığı kullanan bir baskı yöntemi olan stereolitografıyı icat ettiği 1984 tarihi günümüzde bildiğimiz şekliyle 3D baskının doğuşudur (Williams, 2015). Üç boyutlu yazıcıların ilk kullanılmaya başlandığı tarihlerde var olan yüksek maliyeti yavaş ama istikrarlı bir düşüş ivmesi içerisindedir. Bu durum dijital teknoloji ağı ile işlemlerini gerçekleştiren üç boyutlu yazıcıların farklı sektörlerde kendisine yer bulmasını ve kullanım alanının genişlemesini sağlamıştır.

Üç boyutlu yazıcılar iki alanda genişleme imkânı bulmaktadır. Bunlar; endüstriyel alanda ve tüketici kullanımında. Seri prototipleme seri üretim, kütle özelleştirme, kütle halinde üretim, kıyafet tasarımı ve hobi alanlarında endüstriyel kullanım ağı içerisinde kullanılmaya başlanılmaktadır. Endüstriyel alanda seri prototipleme amacıyla çalışan ve 1980'lerin başında ortaya çıkan üç boyutlu yazıcılar devasa boyutlara sahip olmaktadır. Seri üretim amacına sahip olan üç boyutlu yazıcılar ise görece küçük boyutlardadır (Balcıoğlu, 2014). 2010 yılı üç boyutlu yazıcılar tüketiciye yönelik kullanımda ise yeniden doğuş niteliği taşımaktadır. RepRap projesi kapsamında üç boyutlu yazıcılar için ücretsiz hizmet vermesi amaçlanmaktadır. Üretilen yazılımlar sayesinde üç boyutlu yazıcıların fiyatlarında önemli bir düşüş yaşanmaktadır. Böylece tüketici kullanımına açılımı hızlanmaktadır (Hausman, 2013). Bireyler, çok yüksek maliyetler ödemek zorunda kalmadan kendi kişisel üç boyutlu yazıcılarına sahip olabilir hale gelmektedir.

Kendi istekleri doğrultusunda farklı alanlarda kullanılması mümkün olmaktadır. Bu durum üç boyutlu yazıcılara olan ilginin artışı beraberinde getirmektedir.

Üç boyutlu yazıcıların, yazılım maliyetinin düşmesi ile birlikte eğitim ortamlarında da kullanılmaya başlanılmaktadır. Üç boyutlu yazıcıların eğitim alanında kullanılmaya başlanması ile eğitimde yeni fırsatlar ortaya çıkarmaktadır. Bu sayede birçok alanda örneğin; matematikte üç boyutlu şekillerin hacim ve alan gibi hesaplarında, coğrafyada yer şekillerinde, sanatta çeşitli eserlerin üretilmesinde, fende moleküllerin tasarlanmasında, müzikte müzik aletlerinin üretilmesinde üç boyutlu yazıcılar kendilerine kullanım alanı bulmaktadır. Üç boyutlu yazıcılar sayesinde, okullarda öğrencilerin kendi şehirlerini yaratması, tarih öncesi çağların örneklerini canlandırması, dünyadaki önemli kültürel ve tarihi yerleri üretilmesi gibi öğrenci ve öğretmen yaratıcılığına bağlı olarak gerçekleştirilebilecek pek çok etkinlik ve proje olanağı bulunmaktadır (Hausman, 2013).

Üç boyutlu yazıcılar öğrencilere yeni teknoloji imkanları sunmaktadır. Yirmi birinci yüzyıl teknolojilerini uygulama ve öğrenme fırsatı doğurmaktadır. Derste anlatılacak konularla ilgili örneklerin küçük modelleri çıktı alınarak doğrusal öğretim yöntemleri yerine üç boyutlu modeller sunmaktadır. Böylece öğrencilerin öğrenim deneyimlerini geliştirir. Bazı araştırmacılara göre eğitimde daha az değer taşıdıklarını söylemektedir. Oysaki üç boyutlu yazıcı, öğrencinin yaratıcılığını ve merak duygusunu geliştirmektedir. Özgüven ve motivasyonunu arttırmaktadır (Cano, 2015). Üç boyutlu yazıcıların avantajlarının yanı sıra, öğrenme-öğretme ortamlarında uygun şekilde kullanılabilmesi için teknik destek, yönetsel takip, yazılımsal ve donanımsal erişim gibi okullara ait altyapı kriterlerinin uygun olması gerekmektedir. Öğrencilerin ve öğretmenlerin de bu teknolojiyi deneyimleme şansına sahip olması ayrıca bu alanda uzman bir ekip tarafından desteğin sağlanması gerekmektedir (Cano,2015). Sosyal bilgiler eğitimi açısından da üç boyutlu yazıcılardan elde edilecek modellerin önemli yararlar sağlayacağı düşünülmektedir. Üç boyutlu yazdırma sosyal bilgiler eğitimine STEM (Fen Bilimleri, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitimini entegre etmek amacıyla etkili bir yol olarak görülmektedir. Sosyal bilgiler dersinde, üç boyutlu modelleme ve baskı öğrencilerde duygu, düşünce ve yeteneklerinin geliştirmelerini sağlayarak katkıda bulunmaktadır (Cano, 2015). Öğretmenlere de bu yazıcılar yeni öğrenme materyalleri oluşturulmasında katkı sağlamaktadır. Bu sayede teknolojiyi kullanma becerilerinin gelişimi açısından önem taşımaktadır. Üç boyutlu yazıcılar sosyal bilgiler dersinde çeşitli kavramların öğretiminde yeni araçların sunumunu sağlamaktadır. Örneğin sanal müze gezilerine ek olarak, geçmişten gelen fosiller, aletler ve diğer

eserlerin baskısını öğrenciler tasarımını yaparak sınıflarında incelemeleri mümkün olmaktadır. Öğrenciler icat ve buluşları, nesli tükenmiş canlıları, savaş alanlarını tasarlayarak ya da internetten hazır yazdırabilecekler. Böylece daha somut öğrenmeler gerçekleştirebileceklerdir. Coğrafya konularında ise dünyadaki herhangi bir alanın üç boyutlu modellerini oluşturup yazdırabilmektedir. İşte üç boyutlu yazıcıların sunduğu tüm bu faydaların sağlanabilmesi ise bu konudaki bilgi ve deneyimlerin arttırılmasını ve çeşitli araştırmalarla desteklenmesini gerekmektedir.

3D yazıcı ile ilgili özellikle eğitim alanlarında yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmaların bazıları yükseköğretim düzeyinde gerçekleştirilmektedir. İlk ve orta öğretimde bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bunlar; özel eğitim (Buehler, Kane ve Hurst, 2014), tıp eğitimi (Costello ve diğerleri, 2014), fen eğitimi (Byun, Jo ve Cho, 2015), tasarım eğitimi (Greenhalgh ve Greenhalgh, 2016), yer bilimi eğitimi (Horowitz ve Schultz, 2014), mühendislik eğitimi (Martin, Bowden ve Merrill, 2014; Park, 2014; Lee, Shin ve Cho, 2015; Golub, Guo, Jung ve Zhang, 2016). Robotik eğitimi (Hamidi ve diğerleri, 2017), anatomi eğitimi (Vaccarezza ve Papa, 2015), STEM eğitimi (Schaffhauser, 2013; Vanscorder, 2014; Straub, Berk, Nordlie ve Marsh, 2015; Taylor, 2016; Nichols, Schuster ve Ball 2016), matematik gibi farklı alanlarda konumlandığı görülmektedir. 3D ile ilgili çalışmaya Sosyal bilgiler eğitimine yönelik ise az sayıda çalışmaya rastlanılmıştır.

Ayrıca günümüzde üç boyutlu baskı teknolojisi mücevherat, takı, ayakkabı tasarımında, endüstriyel ve mimari tasarımlarda, mühendisliklerde, yapı sektöründe, otomotiv sanayisinde, hava-uzay, dişçilik ve tıp sektöründe, eğitimde, coğrafi bilgi sistemlerinde ve pek çok farklı alanlardaki bilimsel çalışmalarda birçok ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır. Sanayi sektöründe de kullanılan bu yazıcıların masa üstü modelleri artık evlerimizde de kullanılabilir duruma gelmektedir.

Üç boyutlu yazıcılar ile ihtiyaç duyduğunuz ürünü kendi başınıza üretebilmeniz mümkündür. Bu iki şekilde yapılmaktadır; üreteceğiniz ürünün planını bilgisayarınıza indirilmekle ya da bilgisayarda ürünü kendiniz çizerek yapılmaktadır. Daha sonra yazdır tuşuna basılıp, ürünü yazdırmalısınız. Elinizdeki bir ürünü fazlalaştırmanız da mümkün olabilmektedir. Çizimlerini üç boyutlu tarayıcılar aracılığıyla bilgisayara aktaracağımız bir model, istenilen sayıda üretim çoğaltabilir. Bu yazıcılarda renkli veya tek renk gibi seçeneklerde baskı yapılabilir. Ürün çizimleri ve renkler üzerinde oynayarak, tasarlanan ürünler kişiselleştirilebilmektedir. Örneğin; sipariş üzerine hazırlanmış robotlar, oyuncaklar ya da aksesuarlar pek çok farklı biçim ve renklerde

üretilebilmektedir. Daha yaratıcı, yenilikçi ve ilginç sanatsal tasarım eserleri sergilenmektedir. Otomobil, uçak gibi ürünlerin şaseleri, fabrikalardaki büyük yazıcılarla bugünkünden çok daha hızlı üretilebilecektir. Örneğin; Boeing bazı uçak parçalarını, Audi ise bazı otomobil parçalarını şimdiden bu şekilde üretmeye başlamıştır. Bazı klasik otomobillerin piyasada zor bulunan yedek parçaları bile 3D yazıcılar ile kolayca üretilmektedir.

3D yazıcıların tıp sektöründe, biyolojik dokuların ve yapay organ üretiminde hücrelerin tutunabileceği kalıpların hazırlığında, kimyasal bileşik veya ilaç üretiminde, biyokimyada çok farklı işlevlere sahip protein moleküllerinin tasarlanmasında, nano teknolojiye ve biyomedikal sektöründe ise parça üretiminde rahatlıkla kullanılacağı düşünülmektedir. ABD’li bir araştırmacı geçtiğimiz yılda bir hastadan alınan dokuları işleyerek, altı saat içerisinde 3D yazıcıdan böbrek üretmeyi başarmış. Belçika’da yapılan bir araştırmada ise iki ayrı hastaya 3D yazıcılarda üretilen yüz ve çene nakil edilmiş. Tabii bu tıbbi araştırmaların hepsi henüz geliştirme aşamasında. 3D üretim ve baskı teknolojisinde yaşanan müthiş bunca gelişme, yakın gelecekte birçok bilimsel gelişmeyi de tetikleyecek gibi görünmektedir.

İlerleyen tıbbi modellemenin kullanımıyla beraber sağlık bakım hizmetlerinde, eğitimde ve araştırma konularında 3D baskı ürünleri yaygınlaşmaktadır. 1980’lerin ortasında üretilerek 1986 yılından itibaren stereolitografi kavramı literatüre girmektedir. Endüstriyel disiplinlerde de Otomobil sanayisi ve havacılık gibi 3D baskı materyalini üretmek mümkün olmuştur. 3D materyalleri anatomik yapıların modellenmesi 1990’lı yıllarda bilgisayarlı tomografiyle tanışılmasıyla beraber sağlamıştır. Çeşitli yazılımlardan faydalanılarak 3D materyallerin üretiminde materyal üretilmektedir. Üretilen 3D baskı materyalleri klinik öncesi ve uzmanlık eğitiminde gibi eğitimde kullanılmıştır. Sağlık hizmetlerinde Cerrahi planlama, implant ve doku tasarlama gibi ve toksin ilaç kullanımı ve biyo baskı organ üretimi gibi araştırmalarda kullanılmaktadır.

Zorlu anatomik yapılarda ve güç patolojik şartlarda öğrenmeyi geliştirmesi 3D baskı materyalinin kullanımıyla ilgili görüşler bulunmaktadır.

Tıp ve biyoloji 3D yazıcıların hızla yaygınlaştığı bir başka disiplin olmaktadır. Bu alanlarda 3D yazıcılar hızlı bir ilerleyiş gösteren mucizeler yaratıp hayat kurtarmaya devam etmektedir. 3D yazıcılar artık doku ve organ baskısı gerçekleştirebilmektedir. Burada esas önem gösteren detay ise kullanılan malzemelerdir. Araştırmacılar 3D yazıcılarda materyal olarak bio-kartuş kullanarak doku ve organ baskısını gerçekleştiriyorlar. 3D yazıcılar ilk olarak canlı doku üreterek bu alanda gelişmeye

başladı. İlk canlı doku üretimi ise 2009 yılında Novagen 3D Printing Technology sayesinde tanındı (Negis, 2009). 3D yazıcılar sadece canlı doku üretmekle yetinmeden, artık organ basımında dahi verimli bir şekilde kullanılmaktadır. Bu organlar arasında kulak, burun, yüz, karaciğer, böbrek, kalp, kafatası bulunmaktadır. Ayrıca 3D yazıcılar sayesinde kemik ve kırıldak dokusu da bile üretilmektedir. Bu konuda en dikkat çekici 3D yazıcı kullanılarak kafatası üretilmesi olmuştur. 3D yazıcı sayesinde yirmi iki yaşındaki bir hastaya kafatası üretilmiştir. Öncelikle hastanın kafası 3D tarayıcılarla taramaktadır. Bu tarama işlemi bittikten sonra 3D yazıcı kafatasının modelini bir kalıba dökerek kafatası üretimini gerçekleştirmektedir. Bu şekilde üretimi gerçekleştirilen kafatası implantı ile hastanın kafatasındaki hasar %75 oranında giderilmiştir.

#### **2.1.4. Eğitimde 3D Yazıcı Teknolojisi**

3D yazıcı endüstriyel üretim, tıp, sağlık, havacılık ve uzay, mimarlık ve inşaat, askeri uygulamalar, eğitim, gıda, tekstil ve diğer birçok sektörde aktif olarak kullanılmaktadır. 3D yazıcılar eğitimde de stratejik bir öneme sahiptir. Yeni etkileşimli bir süreç içinde olan 3D yazıcılar eğitimde derslerdeki yaratıcılığın artırılmasında önemli bir araç olarak görülmektedir. Eğitim alanında önemli katkılar noktasında uzmanlık eğitiminde yoğun bir eğitime müsaade etmesi, yükseköğretimde aktif ve proje odaklı öğrenmede uygulanabilmesi yer almaktadır. Bu teknolojinin eğitim ekosisteminde aktif ve efektif bir şekilde kullanılması ile çok farklı alanlarda farklı deneyimler yaşanabilmektedir. 3D yazıcılar ilköğretimden üniversiteye kadar pek çok kademedede, okullarda kullanılan özgüven geliştirerek ve hayal gücü sınırsız olan öğrencileri destekleyerek onlara yeni öğrenme fırsatları sunan faydalı bir teknolojidir.

Bu teknoloji eleştirel düşünce açısından model değiştirirken, öğrencilere mantık kullanarak sorunları çözen fiziksel nesnelere üretme becerisini katmaktadır. İnteraktif, mekanik ve teknik dersler için ortam sağlamak amacıyla bazı okullarda 3D yazıcı teknolojileri etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu durum dinamik beyinlere ilham vererek öğrenmeyi daha eğlenceli ve etkin hale getirmektedir. Mimarlık eğitimi, sanat eğitimi, biyoloji eğitimi, kimya eğitimi, jeoloji eğitimi, tarih eğitimi, matematik eğitimi, bilim ve mühendislik eğitimi gibi alanlarda 3D yazıcı kullanımı yaygın olarak görülmektedir.

3D baskı havacılık ve savunma alanları ile yaygınlaşan prototipleme ve üretim için iyi kurulmuş bir işleyimsel bir teknolojidir. Ayrıca katı bir 3D nesnenin dijital bilgisayar destekli tasarım (CAD) dosyasından üretime geçirilmesi sistemidir. 3D yazıcı

ile istenen model oluşturuluncaya kadar birbiri arkasından malzeme katmanları eklenmektedir. CNC vb. teknolojilerde katı bir plakdan parça uzaklaştırma yöntemi kullanılırken 3D baskıda tam tersine üst üste katı ekleme yöntemi kullanılmaktadır. 3D baskı sürecinde, en az atık malzeme ile hızlı bir üretim, tasarım esnekliği ve kullanıcıların daha düşük maliyetle tasarım modelleri üretebilmelerine imkan sağlamaktadır. Günümüzde Avrupadaki okulların büyük bir kısmı 3D baskı teknolojileri ile projeler geliştirmektedir. Bu da öğrencilerin ders motivasyonunu arttırdığı düşünülmektedir.

3D yazıcı teknolojisinin daha az maliyetle üretilmesiyle kullanım alanında büyük bir ilerleme ve parlama yaşandığı gözlemlenmektedir. İmkansız oranlarda yatırım yapmadan yaklaşık 300 dolar gibi küçük bir maliyetle okulların bu teknolojiyi eğitim materyalleri arasına eklemesi artık mümkündür. Bu gelişme ile öğretmenlere ve diğer eğitim profesyonellerine etkin bir araç kazandırmaktadır. Öğretmenler tasarım yazılımı edinebilmekte ve 3D olarak üretebilmektedir. Bu durum öğrencilerin bilgisayardaki işletim sistemi gruplarını kullanarak becerilerini ve öğrenme sürecini son derece geliştirmektedir.

Bir üretim yöntemi olarak 3D baskıyı kullanmak, öğrencilerin zihindeki soyut bir düşünceyi veya kavramı somut bir hale geçirmelerini sağlamaktadır. Fiziksel bir nesneyi incelemek, araştırmak, irdelemek öğrencilerin tasarımlardaki hatalarını bulmalarına yardımcı olmaktadır. Bu da onların yaratıcı, kuramsal olmayan kolaylıkla uygulanabilir bir şekilde problem çözme becerilerini kazanmalarını ve analitik zekalarını geliştirmelerini sağlamaktadır.

### **2.1.5. Fen Eğitiminde 3D Baskı Materyali Kullanmanın Önemi**

Dünyamız çok hızlı şekilde değişmektedir. Bu değişim toplumun ihtiyaçlarında da hızlı değişimlere yol açmaktadır. Yüzyılımızdaki teknolojik gelişmeler fen ve matematik alanında daha fazla araştırma yapmayı gerektirirken (Doğru, 2012) aynı zamanda donanımlı, çağın ihtiyaçlarının farkında olan, eleştirebilen ve sorgulayabilen bireylere de ihtiyaç duymaktadır (Kenar ve Balcı, 2012). Endüstri, ekonomi ve iletişim gibi farklı toplumsal yapılar teknolojiyi kullanabilen bireyler yetiştirmesini istemektedir (Gül ve Yeşilyurt, 2011). Tüm bu gereksinim ve değişimler eğitim kurumlarının yapı ve işlevlerini etkilemektedir.

Toplumdaki değişim isteğini gerçekleştirmek için iyi bir fen eğitimi gerekmektedir. Bunu sağlamak için öğrencilerin kendi ürettiği bilgilerini kendilerince kullanabilecekleri öğrenim ekosistemlerine gerek duyulmaktadır. Bu da yapılandırmacı



eğitim sayesinde gerçekleştirilebilir. Öğrenci yapılandırmacı eğitimde bilgiyi kendisi tasarlamaktadır. Öğrenci bilgiyi oluştururken sürecin en önemli parçası olmalıdır.

Fen eğitiminin bireye kazandırdıklarını şöyle sıralayabiliriz (Hançer ve şensoy, 2003):

- Yaratıcı düşünme becerisi kazandırma ve yaratıcılığı geliştirme
- Dış dünyayı tanıma ve sevmesine katkıda bulunma
- Etkili bir iletişim kurmaya yardımcı olma
- Karakter eğitimini kolaylaştırma
- Dil gelişimine yardımcı olma
- Mantık yürütme becerisi kazandırma
- Problem çözme becerisi geliştirme
- Öğrenmeyi öğretme

Fen bilimi genel olarak; bilimsel bilgiler topluluğu olarak tanımlanmaktadır. Bilimsel bilginin katlanarak arttığı, teknolojik yeniliklerin büyük bir hızla ilerlediği, fen ve teknolojinin etkilerinin yaşamımızın her alanında belirgin bir şekilde görüldüğu günümüz bilgi ve teknoloji çağında, toplumların geleceği açısından fen ve teknoloji eğitiminin anahtar bir rol oynadığı açıkça görülmektedir. Bu nedenle, gelişmiş ülkeler başta olmak üzere bütün toplumlar sürekli olarak fen ve teknoloji eğitiminin kalitesini artırma çabası içindedir. Bu süreçte eğitime düşen pay oranı oldukça büyüktür. Çünkü eğitim; bireye bazı önceden belirlenmiş bilgi ve becerilerin belli amaçlar doğrultusunda kasıtlı ve belirli bir zaman içinde plan ve program dahilinde kazandırıldığı süreç anlamına gelmektedir. İnsanoğlunun teknoloji çağını yaşadığı son günlerde yetiştirilen bireylerin teknolojiyi takip eden, doğa bilimlerini anlama, çevresini gözlemleyip yorumlayan, karşılaştığı sorunların çözümünde fen bilimlerinden faydalanan ve elde ettiği bilgileri kullanma becerisine erişmiş, en önemlisi de fen okuryazarı olmalı oldukça önemlidir (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2005).

Fen, hayatın içindeki kavramları karşımıza çıkaran, çok fazla pratik uygulama içeren ve soyut konuların ağırlıklı olarak yer aldığı; bu yüzden öğrencinin zaman zaman anlamakta güçlük çektiği bir bilim dalıdır. Maalesef çoğu zaman insanın yaşamı boyunca kendini ve çevresini tanımasına yardımcı olan fen bilimi sadece okulda öğretim programı kapsamında yer alan bir ders olarak görülmektedir. Birbirleriyle karşılıklı etkileşim içinde olan fen ve teknoloji bu noktada ortak bir payda olan eğitimde buluşmaktadır. Bu nedenle

milletlerin geleceği ve toplumların gelişimi için; fen ve teknoloji eğitimi hayati önem taşımaktadır.

İlk zamanlarda sadece sanayi ve endüstriyel alanlarda kullanılan ve günümüzde evlerimize kadar girerek son yılların en çok konuşulan teknolojik ürünlerinden biri haline gelen 3D yazıcılar; günümüzde sağlık, bilim, teknoloji, inşaat, eğitim ve diğer birçok alanda bireylere ve markalara çok büyük hatta eşsiz fayda sağlamaktadır.

Teknolojinin gelişmesiyle boyutu daha da küçültülerek evlerimize kadar girmeye başlayan bu cihazlar, ihtiyaç duyulan parçaların üretimini sağlamasının yanı sıra, kişilerin yaratıcılık ve üretkenliklerini artırma konusunda da oldukça etkili olduğunu söylemek mümkündür.

Dünya düzenindeki eğitim sistemlerin çok yönlü olması, birçok bilim dalının birlikteliğini gerektirmesi, beraberinde disipline edilmiş bir gerçeği oluşturmaktadır. Bütün bunlar, küresel bir dünya içinde sürdürülebilir bir kalkınma ve rekabet gücü oluşturmanın da bir önkoşulu olarak, öğretim programlarının içerik, biçim ve eğitim-öğretim yaklaşımı bakımından çağın gereklerine uygun biçimde yeniden tasarlanması gerektiğini göstermektedir.

## **2.2. İlgili Çalışmalar**

### **2.2.1. 3D Yazıcı ile yapılan çalışmalar**

Üç boyutlu yazıcıların gelişimini irdelenecek olursak, 1979'da "R.F. Housholder'in lazerle birlikte toz sinterleme yöntemini tanımlayarak, düz tabakalarda sıvıları katılaştırma teknikleri üzerindeki çalışmaları" (Çelik'den aktaran Poyraz ve Dolunay, 2015: 75-76) önem teşkil etmektedir. 1980'lerin ortalarında ilk olarak sterolitografi/stereolithography, harç yığıma/fused deposition modeling (FDM) ve seçici lazer sinterleme/selective laser sintering (SLS) metodlarını geliştirildiği gözlemlenmektedir. Chuck Hull'un ilk 3 boyutlu yazıcıyı ilk oluşturan kişi olduğu belirtilmektedir (Balcıoğlu, 2014:3). Chuck Hull ilk üç boyutlu yazıcının patentini 1984 yılında almıştır. Hull, aynı yıl 3 boyutlu yazıcı sistemini oluşturmuştur. Üç boyutlu yazıcı sanayisinde en önemli iki sistemden biri olmaktadır. 1989 yılında S Scott Crump FDM'nin patentine sahip olmuştur. Daha sonra üç boyutlu yazıcı sektöründe diğer önemli sistem olan Stratasys oluşturulmuştur (Santoso and Wicker, 2014:2). Fused Deposition Modelling'in (FDM), kullanım şekli yapışkan tabancasının çalışma prensibine benzerlik göstermektedir. Erime noktasından yararlanarak istenen obje haline getirilebilmektedir.

B.F. Goodrich tarafından 1987 yılında geliştirilen ve üretilen Selective Laser Sinterin (SLS), lazer tarafından eritilen özel tozun istenilen objeye dönüştürülmesini sağlamaktadır (France, 2013).

Massachusetts teknoloji enstitüsü, Three Dimensional Printing (3PD) metodunun patentini almıştır. Z şirketi tarafından satın alınan bu metodun, Z402 adıyla ilk modeli 1996 da üretmiştir (France, 2013). Kullanılan yöntem klasik yazıcıların çalışma sistemine benzer özellik göstermektedir. Arasındaki fark ise artık 2 boyutlu değil 3 boyutlu ürün elde edebilme özelliği olmaktadır.(Balcıoğlu, 2014:25). 2000'li yıllarda RepRap gibi açık kaynaklı 3D baskı projeleriyle, kişi ve kuruluşların mevcut teknolojiyi geliştirmelerine, değiştirmelerine ve ilerlemelerine imkan oluşturmaktadır (Weinberg, 2012). RepRap projesi, evde kullanım için ücretsiz 3 boyutlu yazıcı üretme amacını taşımaktadır. General Public License / Genel Kamu Lisans adı altında yazılan bu yazılım evde üretime olanak sağlayan özellikleri bulunmaktadır.(Balcıoğlu, 2014:23). Şuan mücevherat, oyuncak, mutfak eşyası, cihazların yedek parçası, tıbbi implantlar gibi pek çok ürün bu teknoloji kullanılarak üretime hazır hale gelmektedir (Santoso and Wicker, 2014:2). 2012 yılında evde kullanılan ve birçok parçanın üretimini mümkün kılan MakerBot, 3 boyutlu yazıcı teknoloji tarihinde gelinen noktayı göstermesi bakımından önem teşkil etmektedir.

Shane 3 boyutlu yazıcılara yatırım yapmış sekiz girişimcinin pazarlama ile ilgili fırsatları nasıl düşündüklerini ele alan çalışması olmuştur (Shane, 2000). Sosyal bilimcilerde ise Mellor ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalarda gelecek senaryoları ve vaka analizleri de kullanılmıştır (Mellor, Hao, & Zhang, 2014).

O'Hern ve Kahle kullanıcı tarafından oluşturulan içerikler ve pazarlamanın geleceğini 3 boyutlu yazıcılar açısından ele almışlardır (O'Hern ve Kahle, 2013).

Türkiye'de yapılan 3D yazıcılar ile ilgili bilimsel çalışmalar ağırlıklıla mühendislik uygulamaları ve tasarım uygulamaları şeklinde olmaktadır. Delikanlı ve arkadaşları; üretim sektöründe 3 boyutlu yazdırma teknolojisinin önemini açıklamışlardır (Delikanlı, Sofu ve Bekçi, 2005).

Çavdar ve arkadaşları 3D yazıcının nasıl tasarlanacağını adım adım açıklamaktadır (Çavdar, Filiz ve Doğan, 2006). Farklı 3 boyutlu yazdırma teknolojilerini, uygulama alanlarını açıklakta ve nihai ürünlerin özelliklerini karşılaştırmaktadır (Çelik ve arkadaşları, 2012).

Gün geçtikçe, tasarım ve taslak hazırlama müfredatının önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Stamper ve arkadaşları, 2000) 3D baskının teknolojisinin mühendislik alanında bu kadar popüler hale gelmesinin başlıca nedeni, geleneksel işleme süreçlerini

karşılaştığımızda operasyonunun basit olması ve öğrenme deneyimini önemli derecede etkileyen sıradan sonuçlar vermesidir (Stamper ve arkadaşları, 2000). Literatür incelendiğinde 3D teknolojilerinin görselleştirme, gerçek dünya uygulamalarını sunma ve kuramlar ile uygulamalar arasındaki eksiklikleri giderme konusunda faydalı olduğu belirtilmektedir (Johnson ve arkadaşları, 2009). Bu tasarımlar, CNC değirmeni veya torna tezgahı gibi geleneksel işleme metodları kullanılarak üretilmesi kolay olmayan karmaşık geometrik yapıları barındırmaktadır. 3D baskı ile prototipler kolayca üretilebilmekte ve öğrenci projeleri gerekli süre ve uygun maliyet ile ürünleri oluşturmaları sağlanabilmektedir.

### 2.2.2. 3D Yazıcıların Eğitimde Kullanımı İle İlgili Çalışmalar

3D yazıcının sadece tarama özelliğinin dışında, 3D baskının üretimin eğitiminde "yeni bir sınır" olacağı tahmin edilmektedir (Sinha, 2009).

Eğitmenleri özellikle mühendislerin böyle bir teknolojiye sahip olmaları büyük bir olanak sağlamaktadır. Fakat bazı durumlarda, hayal gücü sınırsız öğrenciler projeler başarısız olabilmektedir. Wan ve Syed (2012), 3D baskı kullanma konusundaki problemleri özetlemişlerdir. Bu çalışmaya göre mühendislikte eğitimcilerin, öğrencileri yeni teknolojiyi kullanmaya hazırlaması gerekmektedir (Wan and Syed, 2012).

ABD Michigan'da bir grup eğitici, özellikle bilim, mühendislik, teknoloji ve matematik alanlarında müfredatı geliştirmek ve 3D baskının nasıl uygulanabileceğini öğrenmek için bir atölye çalışması yapılmıştır (Schelly ve arkadaşları 2015). Kuzey Carolina'daki bir lisede bir STEM programı, biyoloji ve mühendislik deneylerle "cep telefonu kameraları için mikroskop adaptörleri tasarlama ve yazma", "roketler için robotik-elemanlar tasarım ve baskı" gibi konularda çalışmalar yapılmıştır (Hathcock, 2014).

Virginia'daki bir ortaokuldaki sekizinci sınıf öğrencileri, elektrik konusundaki bir dersin parçası olarak konuşmacılar için üç boyutlu bas ve konileri tasarlamıştır (Virginia Middle Schoolers, 2014). Bu dersler öğrencileri ileri düzey işlere hazırlamak için düzenlenmiştir.

Kostakis, Niaros ve Giotitsas, 3D yazıcıların eğitim alanındaki uygulamalarına yönelik deneyler yapmışlardır (Kostakis, Niaros ve Giotitsas, 2015).

Chen ve arkadaşları (2014) Çin'de yaptıkları bir çalışmada 10 yaşındaki öğrencilerin mekânsal yeteneklerini incelemek için bir 3D baskı kursu düzenlemiş ve öğrencilerin zihinsel rotasyon becerilerini belirlemek için bir ön test çalışması yapmıştır.

Araştırmacılar, deney grubuna Google'ın SketchUp ve 3D yazıcıdaki baskı modelleri gibi 3D araçların kullanımını konusundaki yedi aylık eğitim programı uygulamışlar. Araştırmada, kızların mekansal yeteneklerinin erkeklerinkinden daha hızlı olduğunu ve 3D baskı kursunun erkeklerin zihinsel dönüş yeteneğini önemli ölçüde geliştirdiğini göstermişler.

Kostakis ve arkadaşları (2015) Yunanistan'da iki lisede 33 öğrenciden oluşan bir grubun, görme engeli çocukların okuyabileceği 3D baskı yöntemi kullanarak geliştirilen eserler oluşturmasını ve görme engelli ve görme engelli olmayan öğrenciler arasındaki iletişimi güçlendirmesi için bir çalışma yapmışlar. Yapılan çalışma sonucunda iletişim becerilerinin arttığını göstermişlerdir.

Armağan Gökçearsan; “3 Boyutlu Yazıcının Grafik Tasarım Alanına Yansımaları” başlıklı çalışmada, ilk olarak bu yeni teknolojinin tanıtımını yapmış, tarihsel gelişimi incelenmiş, olumlu ve olumsuz yönleri belirlenmiş, hangi meslekleri nasıl etkilediğini ürünlerden örnekler vererek açıklanmıştır. Üç boyutlu yazıcının grafik tasarım disiplini üzerindeki etkisi anlatılırken bugüne kadar yapılanlar üzerinde durulmuş, gelecekte yapılabilecekler konusunda çeşitli tahminlerde bulunulmuştur. Üç boyutlu yazıcıların sağladığı olanaklarla grafik tasarım alanında yeni yaklaşımların denenebileceği, grafik tasarım eğitimine önemli katkılar sağlayabileceği, 3 boyutlu yazılımların öğretilmesinin artık zorunlu hale geleceği önerilmektedir.

Demir ve arkadaşları (2016), çalışmalarında üç boyutlu (3B) yazdırma teknolojilerini tanıtmak, eğitimle ilişkisini açıklamak ve ülkemizde bu yazdırma teknolojilerin nasıl kullanıldığını incelemişlerdir. Çalışmalarında 3B yazıcıların, özellikle ülkemizde hangi kurumlar tarafından ne amaçla kullanıldığına yer vermişlerdir. 3D yazdırma teknolojilerinin eğitim ortamlarında nasıl kullanılabileceğine yönelik önerilerde sunmuşlardır.

Emre, Yolcu ve Celayir (2018); çocuk cerrahisi öğrenci eğitiminde 3 boyutlu yazıcı ile üretilmiş eğitim modellerinin üretimi ve çocuk cerrahisi stajında kullanımı ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada çocuk cerrahisine özgü hastalık modelleri 3 boyutlu yazıcılar ile üretilmiştir. Üç boyutlu modelleme ile yalnızca basılı materyaller ile değil, arttırılmış gerçeklik ve bununla zenginleştirilmiş modern eğitim modellerinin kullanılması çalışılmış, çalışma sonucun da modellerin çocuk cerrahisi staj eğitimine olumlu katkı yaptığı bulunmuştur.

Özsoy ve Duman; çalışmada eklemeli imalat (üç boyutlu yazdırma) teknolojilerini tanıtılması ve eğitiminde kullanılabilirliği üzerine bir araştırma yapmışlardır. Eklemeli

imalat teknolojilerinin eğitimindeki ve diğer sektörlerdeki teknik, sağlık ve sosyal bilimler alanlarında kullanılabileceği, bunun sonucunda öğrencilerin daha becerili, teknik ve donanımlı hale gelerek ülkenin gelecek sanayi strateji hedeflerine ulaşmasında olumlu yönde teşvik edeceği düşünülmektedir (Özsoy ve Duman, 2017).

Atalay ve arkadaşları (2016); çalışmalarında biyolojik olmayan 3 boyutlu baskı modelleri üzerine çalışmışlar. 3 boyutlu basılı modellerin üroloji alanında ameliyat planlaması, asistan eğitimi ve hasta bilgilendirilmesindeki etkisine bakmışlar. 3D basılı modellerin özellikle Perkütan Nefrolitotomi’de kullanımından ve gelecekteki öneminden bahsetmişlerdir.

Karaduman; 3 boyutlu yazıcılar ve bu yazıcılar aracılığıyla alınan modellere ait sosyal bilgiler öğretmen adaylarının görüşlerini incelemiştir. Bu modellerin sosyal bilgiler dersine önemi belirlenmek istenmektedir. Bu bağlamda öğretmen adayları, üç boyutlu yazıcıları soyutu somuta dönüştüren, öğrenme-öğretme sürecini destekleyecek materyalleri kullanışlı bir biçimde üretilebilen, üçüncü boyutu öğrenme-öğretme sürecine katan, dokunma duyusunu harekete geçiren ve kolaylık sağlayan nitelikli bir teknolojidir 3 boyutlu yazıcılar ve bu yazıcılar aracılığıyla alınan modellerin sosyal bilgiler dersinin önemine ilişkin öğretmen adaylarının değerlendirmelerinde de “soyuttan somuta dönüşüm” etkisi vurgulanmıştır. Bu bilgiler eşliğinde öğretmen adaylarının, 3 boyutlu yazıcılar konusunda bilgi ve deneyim kazanmalarına yönelik öneriler sunmuşlardır (Karaduman, 2017).

Çalışkan (2015), çalışmasında son birkaç yılda gündemde önemli bir yer tutmaya başlayan 3D baskı teknolojisinin gelecekte fikri mülkiyet hakları üzerinde ortaya çıkarabileceği etkileri incelemiştir. 3D baskı teknolojisinin fikri mülkiyet hakları üzerinde olumlu yönde etkiler ortaya çıkacağını savunmuştur.

Çelik ve arkadaşları (2018); 3D yazıcılar eğitim amaçlı kullanımının ile yapılan çalışmaların hangi alanda yoğunlaştığı belirlemek için bir çalışma yapmışlar. Bunun içinde var olan durumu belirlemek için 2003-2017 yılları arasında Web of Science veritabanında 3D yazıcılara yönelik gerçekleştirilen çalışmalar incelenmiştir. Bunun yanı sıra eğitim alanında 3D yazıcılara yönelik çalışmaların incelenmesinde ERIC veritabanındaki çalışmalar da araştırmaya eklenmiştir. Gerçekleştirilen çalışma neticesinde son yıllarda 3D yazıcılara yönelik yapılan çalışmaların sayısında bir artışın olduğu ifade etmişlerdir. Özellikle sağlık ve mühendislik alanlarında bu teknolojiden daha yoğun olarak faydalandığı sonucunu elde etmişler. Eğitim alanında beklenen düzeyde çalışmanın yapılmadığını ifade etmişlerdir. Beklenen düzeyde olmamasının

mevcut teknolojinin yeni olması ve sonuçlarının tam olarak ortaya çıkmamasından olduğu düşünülmektedir. Çelik ve arkadaşları aynı zamanda ilerleyen yıllarda okullarda bu teknolojinin sıklıkla kullanılabileceğini öngörülmektedirler.

Reisoğlu ve arkadaşları (2015); çalışmalarında Keller'in ARCS ve Malone'un motivasyon modelleri temel alınarak 3D sanal kış sporları öğrenme ortamı alanlarındaki (Bilgi Evi, Uygulama, Alıştırma) tasarım öğelerinin (pano, video, animasyon, resim) güdüleyici özelliklerini karşılaştırmayı amaçlamışlar. 3D sanal ortamdaki "Uygulama" alanında yer alan animasyonların diğer alanlardaki tasarım öğelerine göre daha çok dikkat çektiği, "Alıştırma" alanındaki tasarım öğelerinin öğrencilerde daha çok araştırma isteği oluşturduğu sonucuna ulaşmışlar. Öğrencilerin 3D sanal ortamda geliştirilen; animasyon, resim, pano ve video gibi tasarım öğelerinden kış sporları hakkında bilgi edinebildikleri, ortamda yer alan uygulamaları yapabildikleri, "Bilgi Evi"ndeki tasarım öğelerinin öğrencilerde başarı hissini oluşturmada (doyum) daha etkili olduğunu ve sonuç olarak 3D sanal ortamlarda yer alan çoklu ortam araçlarının mevcut motivasyon ve öğrenme psikolojisi teorileri göz önünde bulundurularak tasarlanmasına bağlı olarak bu ortamların gerçek bir öğrenme ortamına dönüşürebileceği söylemişlerdir.

## BÖLÜM III

### YÖNTEM

Bu bölümde çalışmanın amacı doğrultusunda araştırma modeli, evren ve örneklem, veri toplama araçları öğretim uygulaması ve verilerin analizi açıklanacaktır.

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada ilköğretim 7 ve 8. sınıf öğrencileri ile 3D yazıcının fen eğitiminde kullanımına karşı geliştirilen tutum ölçeğinin öğrenci cinsiyetleri arasındaki farklılaşması üzerindeki önemi araştırılmıştır. Araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Karma yöntem araştırmaları, araştırmacının bir çalışma veya birbirini izleyen çalışmalar içerisinde nitel ve nicel yöntem, yaklaşım ve kavramları birleştirmesi olarak tanımlanır (Karasar, 2012). Çalışmanın nicel verileri ön test ve son test şeklinde uygulanan Fen Eğitiminde 3D yazıcıların kullanımına karşı tutum ölçeğinden elde edilmiştir. Nitel veriler ise çalışma grubundaki öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmiştir. Çalışma 2017-2018 yılında Malatya ilinde bulunan iki ortaokulda uygulanmıştır. Çalışmada fen bilimleri dersinde yapılan 3D yazıcı etkinliklerine göre araştırmacı tarafından geliştirilen Fen Eğitiminde 3D yazıcıların kullanımına karşı tutum ölçeği (FE3DYKTÖ) ve açık uçlu sorular kullanılmıştır.

Dersin işleniş aşamasında 7. ve 8. sınıfın her ikisine de ünite/konu MEB tarafından ders kitabı olarak seçilmiş kitaptan işlenmiştir. Her iki sınıf düzeyine de önce uygulayıcı düz anlatım yöntemini kullanmıştır. 10 haftalık bir süreç boyunca dersler 3D yazıcı ile uygulamalı olarak işlenmiştir. 10 haftalık süreç sonunda öğrenciler arasındaki 3D yazıcı kulları arasındaki farklılık düzeylerini ölçmek amacıyla ölçek uygulanmış ve elde edilen veriler SPSS (17.00) paket programıyla analiz edilmiştir.

#### 3.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırmada özelden genele yönlendirme yapılmadığı için örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi seçilmiştir. Zaman, maliyet ve iş gücünü en aza indiren bir yöntemdir (Büyüköztürk ve diğerleri 2012). Araştırmada ilişkisel tarama yöntemi kullanılmış olup, nitel araştırma yaklaşımlarından betimsel analiz yapılmıştır.

Çalışmanın örneklemini 2017-2018 yılında Malatya İlinde iki ortaokulunun 7 ve 8. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. 7. Sınıf öğrencilerini 20 kız, 33 erkek öğrenci



oluşturmaktadır. 8. Sınıf öğrencilerini ise 28 kız, 27 erkek öğrenci oluşturmaktadır. Örneklem ile ilgili sayısal veriler Tablo 3’de görülmektedir.

Tablo 3.  
Örnekleme İlişkin Sayısal Veriler

	Kız	Erkek	Toplam
Grup 1	20	33	53
Grup 2	28	27	55

### 3.3. Verileri Toplama Araçları

Araştırma kapsamında 3D yazıcının fen eğitiminde önemine ilişkin ölçek geliştirilmiştir. Kullanılan bir diğer veri toplama aracı ise Ek-2’de gösterilen “Öğrencilerin 3D Yazıcının Fen Eğitimindeki Önemi Hakkındaki Görüşleri” görüş formudur. Bu form ile öğrencilerin 3D yazıcının fen eğitimindeki önemi ile ilgili açık uçlu sorular ile öğrencilerin görüşleri sorulmaktadır. Öğrenciler yapılan etkinlik sonrasında duygu ve düşüncelerini ifade etmişlerdir.

#### 3.3.1. 3D Yazıcının Fen Eğitiminde Kullanımı Ölçeği

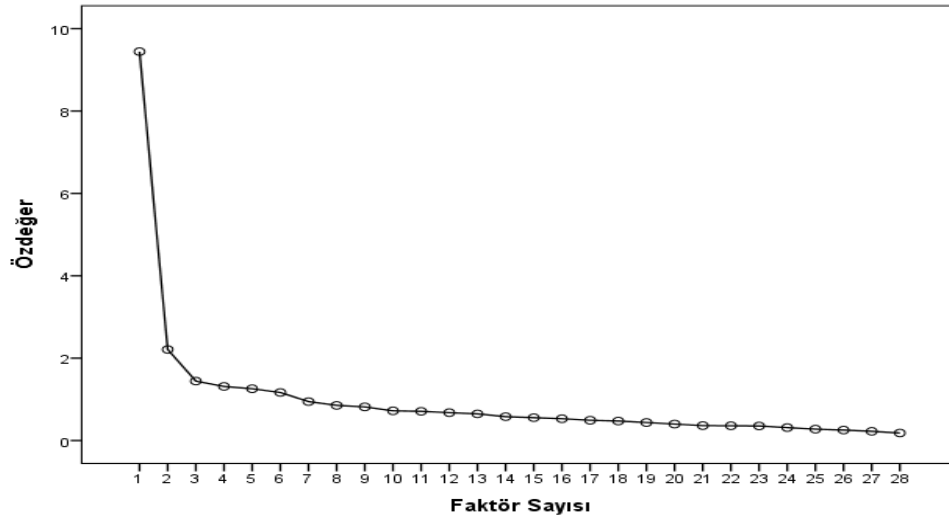
Bu çalışmada Fen Eğitiminde 3D yazıcıların kullanımına karşı tutum ölçeği (FE3DYKTÖ) geliştirilmiştir. Ölçeğimiz EK-1’de verilmektedir. 5’li likert şeklinde olup seçenekler ve puan karşılıkları; 5= kesinlikle katılıyorum, 4= katılıyorum, 3= az katılıyorum, 2= katılmıyorum, 1=kesinlikle katılmıyorum şeklinde ifade edilmiştir. 3D yazıcının fen eğitimine etkisini incelemek 3D yazıcının fen eğitimine tutumlarını belirlemek amacıyla geliştirilen ölçeğinin yapı geçerliliğini sağlamak ve ölçekte yer alan maddelerin faktör yüklerinin belirlenerek işlevsel bir boyutlandırmanın elde edilmesi (Büyüköztürk, 2012) amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Ölçekte yer alan maddelerin benzer davranışları ne ölçüde örneklediğini belirleme, alınan puanlar ile ölçeğin toplam puanı arasındaki ilişki (madde-test korelasyonu) hesaplanarak yapılmıştır. Bir ölçme aracının güvenilirliği için aranılan iki temel ölçüt “değişik zamanlarda elde edilen cevaplar (puanlar) arasında tutarlılık” ve “aynı zamanda elde edilen cevaplar arasında tutarlılık” olarak açıklanmaktadır (Büyüköztürk, 2012). Ölçek hazırlama süreci, uzman ve öğretmen görüşleri alınarak sürdürülmüştür. Gerekli düzeltmeler yapılarak uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

### 3.3.2. Faktör Analizi

Veri setindeki boş değerler için serinin ortalaması alınmıştır. Her bir madde için çarpıklık (Skewness) ve basıklık (Kurtosis) değerlerinin  $\pm 1,96$  aralığında olduğu görülmüştür. Buradan hareketle veri setinin normal dağılım gösterdiği söylenebilir.

Açımlayıcı faktör analizi, farklı bileşenlerden oluşan yapıyı ortaya çıkarmak, belli bir özelliği ölçmek için ölçme araçları geliştirmek ve fazla miktardaki veriyi gruplandırarak en az içerik kaybıyla en aza indirgeyerek işlenmesini ve anlamlandırılmasını kolaylaştırmak amacıyla yapılır (Can, 2014).

Açımlayıcı faktör analizi SPSS (17.00) paket programı kullanılmıştır. Döndürme yöntemi olarak dik döndürme yöntemi (varimax) kullanılmıştır. 202 kişiye uygulanmıştır. Alan incelendiğinde bir maddenin kabul edilebilir faktör yükünün 0.32 ve yukarısı olması gerektiği görülmektedir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2014). Bundan dolayı faktör kesim noktası olarak 0.32 alınmıştır. Veri seti üzerinde yapılan faktör analizinde elde edilen çizgi grafiği Şekil 2'dedir.



Şekil 2. İlk Analiz Sonucu Çizgi Grafiği

Tablo 4.

Faktörlerin Tek Başına Varyans Açıklama Miktarları

Faktör	Özdeğeri	Açıkladığı Varyans Miktarı (%)
1	14.572	41.633
2	2.805	8.015
3	1.581	4.517
4	1.201	3.430
5	1.067	3.048

Faktör sayısına karar vermek için çizgi grafiği ile birlikte açıklanan varyans miktarına da bakmak gerekir. Tablo 1 incelendiğinde 1.faktörün tek başına varyansın %41.633'ünü açıkladığı görülmektedir. Bu durumda ölçeğin tek boyutlu olmasına karar verilmiştir.

Tablo 5.  
Açımlayıcı Faktör Analizi Sonucunda Oluşan Maddelerin Faktör Yükleri

Madde	Faktör Yüğü
s7	.801
s20	.787
s32	.782
s12	.770
s35	.769
s18	.762
s13	.753
s33	.741
s1	.736
s6	.735
s5	.734
s34	.719
s25	.715
s19	.713
s22	.709
s17	.699
s27	.688
s29	.683
s8	.681
s23	.671
s14	.652
s31	.639
s10	.638
s15	.397
s21	.716
s24	.697
s30	.662
s28	.657
s9	.651
s16	.635
s11	.626
s26	.568
s4	.716
s3	.697
s2	.662

Tek faktörlü yapıda, faktör kesim noktası olarak alınan 0.32'den daha düşük faktör yükü alan maddeler analiz dışında bırakılmıştır. Sonuç olarak 35 maddeden oluşan tek faktörlü yapı için örneklem yeterliği ölçütü olan Kaiser Mayer Olkin (KMO) değeri 0.935 olarak hesaplanmıştır. Ölçek, varyansın %41.633'ünü açıklamaktadır. Ölçeğin iç tutarlılık katsayısı Cronbach's Alpha 0.927 olarak hesaplanmıştır. Bu değer güvenilirlik belirleme yöntemlerinden biri olup bulduğumuz değer ölçeğimizin güvenilir olduğunu desteklemektedir.

### 3.3.2. Kişisel Bilgiler Formu

Öğrencilerin ad, soyad ve sınıflarına ait kişisel bilgiler formu EK-2' de yer almaktadır.

### 3.3.3. Araştırma Çalışma Planı ve Uygulama Basamakları

Araştırmada 7.ve 8. sınıf öğrencilerine Fen Bilimleri dersinde MEB kazanımların uygun olarak sınıf ortamında klasik yöntemle ders anlatılmıştır. Aynı öğrenci grubuna oryantasyon çalışmaları yapılmıştır. 3D yazıcının bulunduğu laboratuvar gezdirilmiştir. Gerçekleştirilecek derslerin kısa tanıtımı ve derslerin işleniş, yöntem ve zamanı anlatılmıştır. Laboratuvar uygulamalarında uyulması gereken kurallar anlatılmış ve gerekli uyarılar yapılmıştır. Laboratuvar ortamı Şekil-3'de verilmiştir.



Şekil 3. Laboratuvar ortamı

Tasarımı yapılan konular ise;

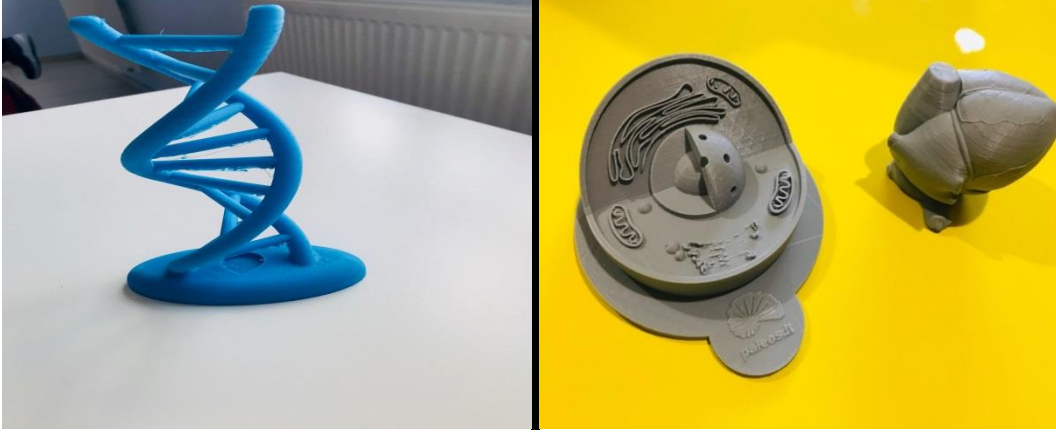
- Vücutumuzdaki sistemler ünitesinden destek ve hareket sisteminde iskelet yapısı ve kemik yapısı,
- Dolaşım sistemine ait kalbin yapısı,
- Solunum sistemine ait burun ve yapısı,
- Boşaltım sistemine ait böbrek ve yapısı,
- Hücre ve bölünmeler ünitesinden bitki ve hayvan hücrelerinin incelenmesi, DNA yapısı,
- Güneş sistemi ve ötesi ünitesinden gök cisimleri,
- Maddenin tanecikli yapısını, atomun yapısı,
- Çevre kirliliği konuları yer almaktadır.

Daha sonra 3D yazıcı ve fen eğitimine yaklaşımına dayalı olarak hazırlanan etkinlikler laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Etkinliklerin gerçekleştirilmesi Şekil 4’de gösterilmiştir.



Şekil 4. Etkinliklerin gerçekleştirilmesi

Etkinlikler sonucunda 3D yazıcı kullanımı sağlanarak öğrencilerin Fen Bilimleri dersinde hayal ettikleri kavramları modellere dönüştürmeleri sağlandı. Modellerden bazıları Şekil-5’te gösterilmiştir.



Şekil 5. Modellere ait görseller

Öğrenciler etkinliklerin sonunda 3D yazıcı hakkında neler öğrendiklerini ve fen bilimleri dersinde 3D yazıcıda tasarlayıp modele dönüştürdüğü ürünleri arkadaşlarıyla paylaşma fırsatı buldular. Şekil-6'te öğrencilerin görsel sunumları yer almaktadır. Wanhao cura programı ile öğrenciler işbirlikli çalışmalar yaparak 25'e yakın model tasarlamışlardır.



Şekil 6. Öğrencilerin görsel sunumları

Öğrenciler etkinliklerin sonunda Fen Eğitiminde 3D yazıcıların Kullanımının Öğrencilerin Tutumlarına ve Görüşlerine Etkisi ile ilgili bir ölçeği cevaplamışlardır. Ayrıca açık uçlu sorular sorularak görüşleri alınmıştır.

### 3.4. Verilerin Analizi

Çalışmanın nicel verilerini analiz etmek için SPSS (17.00) paket programı kullanılmıştır. Araştırmada problem durumu test etmek için puanlarının standart sapmalarını ve bu puanların ortalamaları arasındaki anlamlı farklılığa bakılmıştır. Puanların normal dağılım göstermesi durumunda parametrik testlerden t-testi, puanların normal dağılım göstermemesi durumunda parametrik olmayan Mann-Whitney U testi

kullanılmıştır. Araştırmanın nicel araştırma yaklaşımlarından ilişkisel tarama yöntemi kullanılmış olup, nitel araştırma yaklaşımlarında betimsel analiz yapılmıştır.





## BÖLÜM IV

### BULGULAR ve YORUM

Bu bölümde, araştırmanın temel amacına uygun olarak belirlenen alt problemlerin çözümü için toplanan istatistiksel çözümler sonucunda elde edilen bulgulara ve bunların yorumuna yer verilmiştir.

#### 4.1. Bulgular

Bu çalışmada problem durumu fen eğitiminde 3D yazıcı kullanımının öğrencilerin tutumlarına ve 3D yazıcı ile ilgili görüşlerine etkisi var mıdır? şeklindedir.

Alt problem 1: “Öğrencilerin 3D yazıcıların fen eğitiminde kullanımı cinsiyete göre farklılaşmakta mıdır?”

Hipotez 0: “3D yazıcıların fen eğitiminde kullanımına karşı tutum ölçeği puanlar açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılaşma yoktur.”

Hipotez 1: “3D yazıcıların fen eğitiminde kullanımına karşı tutum ölçeği puanlar açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılaşma vardır.”

Alt problem 2: “Öğrencilerin 3D yazıcıların fen eğitiminde kullanımı sınıf düzeyine göre farklılaşmakta mıdır?”

Hipotez 0: “3D yazıcıların fen eğitiminde kullanımına karşı tutum ölçeği puanlar açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılaşma yoktur.”

Hipotez1: “3D yazıcıların fen eğitiminde kullanımına karşı tutum ölçeği puanlar açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılaşma vardır.”

Problem ve alt problemlere ait hipotezler için 7. ve 8. sınıf için elde edilen veriler aşağıda tartışılmıştır.

##### 4.1.1. Alt Problem

Tablo 6’da 7. sınıf kız öğrencilerinin ön test ve son test puanlarına ait tanımlayıcı istatistikleri cinsiyet değişkeni açısından verilmiştir.

Tablo 6.

## 7. Sınıf Kız Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Test	Kişi Sayısı (n)	Aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ )	Ortanca ( $M_d$ )	Tepe Değer (Mod)	Standart Sapma (S)	Çarpıklık	Basıklık
Ön Test	20	121.10	125.50	108	17.00	-0.908	1.010
Son Test	20	132.00	135.00	135.00	8.855	-0.966	-0.279

Tablo 6 incelendiğinde ön test puanları açısından incelendiğinde aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 121,10$ ), ortanca ( $M_d = 125.50$ ) ve tepe değer (Mod= 108) değerlerinin birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Son test puanları açısından incelendiğinde aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 132,00$ ), ortanca ( $M_d = 135.00$ ) ve tepe değer (Mod= 135.00) değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca Tablo 6 incelendiğinde her iki testin çarpıklık ve basıklık kat sayılarının  $\pm 1.96$  aralığında olduğu görülmektedir. Bu durumda veri setinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Bu durumda farklılığa bakmak için t testi uygulanmıştır.

Tablo 7.

## 7. Sınıf Kız Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin t Testi Sonuçları

Test	Kişi Sayısı (n)	Aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ )	Standart Sapma	F	t	p
Ön Test	20	123.10	17.00743	6.626	-2.552	0.015
Son Test	20	130.80	8.85557			

Tablo 7 incelendiğinde 7. sınıf kız öğrencilerinin ölçeklerden aldıkları puanlara ilişkin yapılan analiz sonucunda ön test ve son test puanları açısından son test lehine anlamlı farklılık ( $t = -2.552$ ,  $p < 0.05$ ) çıkmıştır.

Tablo 8'de 7. sınıf erkek öğrencilerinin ön test ve son test puanlarına ait tanımlayıcı istatistikleri cinsiyet değişkeni açısından verilmiştir.

Tablo 8.

7. Sınıf Kız Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Test	Kişi Sayısı (n)	Aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ )	Ortanca ( $M_d$ )	Tepe Değer (Mod)	Standart Sapma (S)	Çarpıklık	Basıklık
Ön Test	35	121.52	124.00	121.00	17.053	-1.449	2.030
Son Test	35	123.33	127.00	104.00	20.06	-0.621	-0.395

Tablo 8 incelendiğinde ön test puanları açısından aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 121,52$ ), ortanca ( $M_d = 124.00$ ) ve tepe değer (Mod= 121.00) değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Son test puanları açısından incelendiğinde aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 123,33$ ), ortanca ( $M_d = 127.00$ ) ve tepe değer (Mod= 104.00) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Ayrıca Tablo 8 incelendiğinde ön test puanları açısından basıklık kat sayısının  $\pm 1.96$  aralığında olmadığı görülmektedir. Ayrıca veri setinin normal dağılıma uygunluğu için yapılan Shapiro-Wilk normallik testinde ön test sonuçlarının normal dağılımdan anlamlı olarak farklı çıktığı görülmüştür. Bu durumda veri setinin normal dağılıma uymadığı söylenebilir. Veri seti normal dağılıma uymadığı için anlamlı farklılığa bakmak için parametrik olmayan Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.

Tablo 9.

7.sınıf Erkek Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Ölçek	Kişi Sayısı	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p*
Ön Test	35	33.81	1183.50	553.500	0.488
Son Test	35	37.19	1301.50		

\*p>0.05

Tablo 9 incelendiğinde 7. sınıf erkek öğrencilerinin ölçeklerden aldıkları puanlara ilişkin yapılan analiz sonucunda ön test ve son test puanları açısından anlamlı farklılık olmadığı (U=553.500, p=0.488) görülmüştür.

Tablo 10'da 8. sınıf kız öğrencilerinin ön test ve son test puanlarına ait tanımlayıcı istatistikleri cinsiyet değişkeni açısından verilmiştir.

Tablo 10.

8. Sınıf Kız Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Test	Kişi Sayısı	Aritmetik ortalama	Ortanca	Tepe Değer	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Ön Test	28	113.29	119.00	71	26.668	-0.447	-0.784
Son Test	27	114.85	118.00	76	76.00	-0.375	-0.203

Tablo 10 incelendiğinde ön test puanları açısından aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 113,29$ ), ortanca ( $M_d = 119.00$ ) ve tepe değer ( $Mod = 71.00$ ) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Son test puanları kız öğrenciler açısından incelendiğinde aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 114,85$ ), ortanca ( $M_d = 118.00$ ) ve tepe değer ( $Mod = 139.00$ ) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bu durumda veri setinin normal dağılıma uymadığı söylenebilir. Veri seti normal dağılıma uymadığı için anlamlı farklılığa bakmak için parametrik olmayan Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.

Tablo 11.

8. Sınıf Kız Öğrencilerinin Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Ölçek	Kişi Sayısı	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p*
Ön Test	28	27.82	779.00	373.00	0.933
Son Test	27	28.19	761.00		

\*p>0.05

Tablo 11 incelendiğinde 8. sınıf kız öğrencilerinin ön test ve son test puanları sıra ortalamaları açısından anlamlı farklılık olmadığı ( $U=213.500$ ,  $p=0.9333$ ) görülmüştür

Tablo 12’de 8. sınıf erkek öğrencilerinin ön test ve son test puanlarına ait tanımlayıcı istatistikleri cinsiyet değişkeni açısından verilmiştir.

Tablo 12.

8. Sınıf Erkek Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Test	Kişi Sayısı	Aritmetik ortalama	Ortanca	Tepe Değer	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Ön Test	26	114.53	117.00	76.00	24.893	-0.332	-0.308
Son Test	27	129.889	129.00	117.00	18.807	0.288	1.841

Tablo 12 incelendiğinde ön test puanları açısından aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 114,85$ ), ortanca ( $M_d = 118,00$ ) ve tepe değeri ( $Mod = 76,00$ ) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Son test puanları incelendiğinde aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 129,889$ ), ortanca ( $M_d = 129,00$ ) ve tepe değeri ( $Mod = 129,00$ ) değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Her iki veri setinin çarpıklık ve basıklık değerlerine bakıldığında  $\pm 1,96$  aralığında olduğu görülmektedir. Ayrıca veri setinin normal dağılıma uygunluğu için yapılan Shapiro-Wilk normallik testinde ön test ve son test sonuçlarının normal dağılımdan anlamlı olarak farklı çıkmadığı görülmüştür. Bu durumda veri setinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Veri seti normal dağılıma uyduğu için anlamlı farklılığa bakmak için t testi uygulanmıştır.

Tablo 13.

## 8. Sınıf Erkek Öğrencilerinin Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin t Testi Sonuçları

Test	Kişi Sayısı (n)	Aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ )	Standart Sapma	F	t	P
Ön Test	26	114.53	24.893	4.636	-2.638	0.011
Son Test	27	129.889	18.807			

\*p&lt;0.05

Tablo 13 incelendiğinde ön test ve son test puanları arasında son test puanları açısından anlamlı farklılık olduğu ( $F=4.636$ ,  $p=0.011$ ) görülmüştür.

Tablo 14.

## 7. ve 8. sınıf Öğrencilerinin Ön Testten Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Grup	Kişi Sayısı	Aritmetik ortalama	Ortanca	Tepe Değeri	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Kızlar	49	117.286	122.00	124	22.609	-0.882	0.200
Erkekler	62	118.597	121.00	121	21.146	-0.798	0.416

Tablo 14 incelendiğinde kızların aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 117,286$ ), ortanca ( $M_d = 122,00$ ) ve tepe değeri ( $Mod = 124$ ) değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Erkeklerin aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 118,597$ ), ortanca ( $M_d = 121,00$ ) ve tepe değeri ( $Mod = 121,00$ ) değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ön test ve son test veri setlerinde çarpıklık ve basıklık değerlerinin  $\pm 1,96$  aralığında olduğu görülmektedir. Bu durumda veri setinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Veri seti normal dağılıma uyduğu için anlamlı farklılığa bakmak için t testi uygulanmıştır.

Tablo 15.  
7. ve 8. sınıf Öğrencilerinin Ön Testten Aldıkları Puanlara İlişkin t Testi Sonuçları

Test	Kişi Sayısı (n)	Aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ )	Standart Sapma	F	t	P
Kızlar	49	117.286	22.609	0.049	-0.315	0.754
Erkekler	62	118.597	21.146			

\*p>0.05

Tablo 15 incelendiğinde kızlar ve erkekler arasında ön test açısından anlamlı farklılık olmadığı (F=0.049, p=0.754) görülmüştür.

Tablo 16.  
7.ve 8.sınıf Öğrencilerinin Son Testten Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Grup	Kişi Sayısı	Aritmetik ortalama	Ortanca	Tepe Değer	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Kızlar	49	128.551	133.00	135.00	15.683	-2.394	7.849
Erkekler	62	126.339	129.00	143.00	18.626	-0.484	0.489

Tablo 16 incelendiğinde kızların aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 128,551$ ), ortanca ( $M_d = 133.00$ ) ve tepe değer ( $Mod = 135$ ) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Erkeklerin aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 126,339$ ), ortanca ( $M_d = 129.00$ ) ve tepe değer ( $Mod = 143.00$ ) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Ayrıca kız öğrencilere ait veri setinde çarpıklık ve basıklık değerlerinin  $\pm 1.96$  aralığının dışında olması veri setinin normal dağılıma uymadığı söylenebilir. Veri seti normal dağılıma uymadığı için anlamlı farklılığa bakmak için parametrik olmayan Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.

Tablo 17.  
7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Son Testten Aldıkları Puanlara İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Grup	Kişi Sayısı	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p*
Kızlar	49	58.29	2856.00	1407.000	0.506
Erkekler	62	54.19	3360.00		

\*p>0.05

Tablo 17 incelendiğinde son test puanları açısından kızlar ve erkekler arasında anlamlı farklılık olmadığı (U=1107.50, p=0.506) görülmüştür.

Ayrıca nitel veri toplama araçlarına ilişkin bulgularda ise; ana problem durum olan “Fen eğitiminde 3D yazıcıların kullanımının öğrencilerin teknoloji tutumlarına etkisi ve 3D yazıcı ile ilgili görüşlerine etkisi var mıdır?” sorusuna ilişkin öğrenci görüşme formunda elde edilen bilgiler aşağıda paylaşılmıştır.

➤ Kız öğrencilerin 3D yazıcı nedir? Açıklarmısınız? (Soru 1) sorusuna ait görüşleri aşağıdaki gibidir:

Ö-1: “ 3d yazıcı istediğimiz modelleri çıkarabilen makinadır...”

Ö-4: “ Sanal ortamda tasarlanan herhangi bir şekilde üç boyutlu nesnenin katı formda basılması işlemine denir...”

Ö-5: “ Normal fotokopi makinasına benzemektedir...”

➤ Erkek öğrencilerin 3D yazıcı nedir? Açıklarmısınız? (Soru 1) sorusuna ait görüşleri aşağıdaki gibidir:

Ö-2: “ 3D yazıcı bilgisayar ortamında oluşturulan tasarım dosyalarını alıp. somut ürünlere dönüştüren makinalardır...”

Ö-7: “ 3 boyutlu modeller çıkaran makinalardır.”

Ö-10: “ Herhangi bir farkı olmadığını düşünüyorum normal fotokopi makinalardan...”

➤ Kız öğrencilerin 3D yazıcının günümüzde fen eğitimine etkisini nasıl düşünüyorsunuz? (Soru 2) sorusuna ait görüşleri aşağıdaki gibidir:

Ö-1: “Konularımızla ilgili görselleri daha net incelememizi ve konuları somutlaştırmamızı sağlayarak dersin daha eğlenceli olmasını sağlıyor...”

Ö-2: “Fen dersinde 3D yazıcı ile birçok ürün geliştirebiliyorum hem de cesaretimi artırıyor bence harika...”

Ö-3.: “Konuları öğrenirken konuyla ilgili ürünler çıkarttığımızda akılda daha kalıcı kaldığını düşünüyorum. Çünkü fen eğitiminde uzun uzun yazılar yazmak yerine 3D yazıcıdan yararlanabiliriz.”

Ö-4: “Öğrenciler tarafından zor anlaşılan konuları 3 boyutlu ürünlere dönüştürerek eğitimin daha kolay bir hale gelmesini ve görsel zekayı güçlendirip öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır.”

Ö-5: “3D yazıcıyla fen derslerinde öğrenirken eğleniyoruz. eğlenirken de öğreniyoruz...”

Ö-6: “3D yazıcı sayesinde fen dersinde somutlaştırılması zor konuların somutlaştırılmasını sağlar...”

Ö-7: “Fen anlamında 3D yazıcının öğrencilerin mikroskop yada başka aletlerin

yardımı dışında göremeyeceği materyallerin büyütülerek öğrencinin ilgisini çekeceğinden dolayı anlama kabiliyeti ve hayal gücünü geliştirmesine katkıda bulunur...”

Ö-8: “Çocukların hayal gücünü geliştirdiğinden ve fikirlerini hayata geçirebildiklerinden motive edici olduğunu düşünüyorum...”

Ö-9: “Günümüz çağı teknoloji çağı olduğu için 3D yazıcı ile yapılan eğitimler çocukların ilgisini çeker ve eğlenerek öğrenir...”

Ö-10: “3D yazıcı kullanımı fen eğitiminde anlamlı öğrenmeyi sağlar...”

Kız öğrencilerin görüşleri incelendiğinde olumlu ifadeler görülmektedir.

➤ Erkek öğrencilerin 3D yazıcının günümüzde fen eğitimine etkisini nasıl düşünüyorsunuz? (Soru 2) sorusuna ait görüşleri aşağıdaki gibidir:

Ö-1: “Fen eğitiminde 3D yazıcı ile çalışmaları modelleme yaparken daha iyi anlıyorum...”

Ö-2: “Fen eğitiminde 3D yazıcı daha karmaşık gelmektedir...”

Ö-3: “Fen eğitiminde 3D yazıcı biraz da olsa somutlaştırmayı sağlamaktadır...”

Ö-4: “Fiziksel araçlar için deneysel örnekler elde etmenin kolay ve ucuz yolu olarak 3D yazıcı örnek gösterilebilir...”

Ö-5: “Fen eğitiminde 3D yazıcıdan aklımda ne tasarlar isem onu çıkarabileceğimi düşünüyorum...”

Ö-6: “3D yazıcı fen eğitiminde etkili olabilir...”

Ö-7: “ Fen derslerinde 3D yazıcı kullanıldığında daha iyi motive oluyorum. Özgüvenimi geliştiriyor ve arkadaşlarım ile işbirlikli çalışmama katkıda bulunuyor...”

Ö-8: “Dikkat çekici ve etkileyici anlatmayı sağlar...”

Ö-9: “Bence eğitime katkı sağlamaz...”

Ö-10: “Muhteşem bir şey! Aklınıza gelecek herşeyi derste model haline getirebilirsiniz...”

Öğrenci görüşleri incelendiğinde olumlu ifadeler ağırlıkta olmakla birlikte bazı olumsuz ifadeler de göze çarpmaktadır.

➤ Kız öğrencilerin 3D yazıcı ile oluşturulan modelleri fen laboratuvar deneylerine nasıl entegre edebilirsiniz? (Soru 3) sorusuna ait görüşleri aşağıdaki gibidir:

Ö-3: “İşlenen fen konuları ile istediğimiz şekilde model tasarlayabiliriz. Kalp modeli. böbrek modeli. kemik modeli...”

Ö-6: “Yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlayarak fen bilimleri dersini daha güzel



bir şekilde işlememiz mümkün olacaktır...’

Ö-10: “3D yazıcı ile fen bilimlerinde ki soyut kavramları somutlaştırabiliriz”

➤ Erkek öğrencilerin 3D yazıcı ile oluşturulan modelleri fen laboratuvar deneylerine nasıl entegre edebilirsiniz? (Soru 3) sorusuna ait görüşleri aşağıdaki gibidir:

Ö-2: “Herhangibir yarar sağlayacağını düşünmüyorum...”

Ö-4: “Fen bilimleri kavramlarını somutlaştırabiliriz...”

Ö-7: “Daha uygun fiyatlarla modelleri kendimiz tasarlayabiliriz...”

➤ Kız öğrencilerin fen bilimleri dersinde 3D yazıcı kullanarak neler yapabilirsiniz? Örnek verebilir misiniz? (Soru 4) sorusuna ait görüşleri aşağıdaki gibidir:

Ö-1: “Aklımıza gelebilecek her türlü modeli tasarlayabiliriz. İskelet modeli. kemik modeli. duyu organları kulak. göz. burun...”

Ö-4: “DNA modelini tasarlamamız mümkündür...”

Ö-8: “Hazır modellerden ziyade kendi hayalimizdeki modelleri ürünlere aktarabiliriz...”

➤ Erkek öğrencilerin fen bilimleri dersinde 3D yazıcı kullanarak neler yapabilirsiniz? Örnek verebilir misiniz? (Soru 4) sorusuna ait görüşleri aşağıdaki gibidir:

Ö-1:“Fen bilimleri soyut kavramlardan ibaret olduğu için bizler somut kavramlara aktarmamız mümkün olacaktır. Kalp modeli karmaşık bir model olmakla birlikte bunu 3D yazıcıdan çıkarabiliriz...”

Ö-9: “ Çevre kirliliğine ait çarpık kentleşme vs bunları modelleyebiliriz...”

➤ Kız öğrencilerin 3D yazıcı ile yapılan eğitimin yaşama uygunluğunu nasıl değerlendiriyorsunuz? Örnek verebilir misiniz? (Soru 5) sorusuna ait görüşleri aşağıdaki gibidir:

Ö-3: “ Hayat fenden ibarettir. 3D yazıcı ile almıza gelecek kavramların baskıları almak mümkündür.”

Ö-5: Yapararak yaşayarak öğrenmek. fen kavramlarını günlük hayattan bağımsız nitelendirmek tabiki mümkün değildir...”

➤ Erkek öğrencilerin 3D yazıcı ile yapılan eğitimin yaşama uygunluğunu nasıl değerlendiriyorsunuz? Örnek verebilir misiniz? (Soru 5) sorusuna ait görüşleri aşağıdaki gibidir:

Ö-7: “Fen bilimleri konu ve kavramları günlük yaşam ile bağlantılı olduğu için

gelişen teknoloji ile birlikte 3D yazıcıyı derslerde kullanımı büyük bir destek sağlayacaktır...”

Ö-2: “ bence günlük yaşama uygun değildir...”

#### 4.1.2. Alt Problem

3D yazıcının fen eğitiminde kullanımı sınıf düzeyine göre etkisinin incelendiği 2. Alt problemde önce veri setinin tanımlayıcı istatistiklerine bakılmıştır. Ölçekten alınan puanlarda sınıf değişkeni açısından anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için veri setinin normal dağılıma uygunluğuna bakılmıştır.

Tablo 18.

Öğrencilerinin Ölçeklerden Aldıkları Puanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Grup	Test	Kişi Sayısı	Aritmetik ortalama	Ortanca	Tepe Değer	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık
7. Sınıf	Ön Test	56	122.089	124.500	121.00	16.361	-1.394	2.096
	Son Test	56	126.589	134.500	135.00	17.122	-1.040	0.729
8. Sınıf	Ön Test	55	113.873	118.00	105.00	25.555	-0.390	-0.580
	Son Test	55	128.055	130.00	129.00	17.700	-1.226	4.206

Tablo 18 incelendiğinde ön test puanları açısından 7. sınıf öğrencileri açısından incelendiğinde aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 122,089$ ), ortanca ( $M_d = 124.500$ ) ve tepe değer ( $Mod = 121.00$ ) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Son test puanları 7.sınıf öğrencileri açısından incelendiğinde aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 126,589$ ), ortanca ( $M_d = 134.00$ ) ve tepe değer ( $Mod = 135.00$ ) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Aynı zamanda veri setinin çarpıklık ve basıklık kat sayılarına bakıldığında ön test puanları açısından  $\pm 1.96$  sınırının dışında olduğu görülecektir. Bu durumda veri setinin normal dağılıma uymadığı söylenebilir.

Benzer şekilde ön test puanları açısından 8. sınıf öğrencileri açısından incelendiğinde aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 113,873$ ), ortanca ( $M_d = 118.00$ ) ve tepe değer ( $Mod = 105$ ) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Son test puanları 8.sınıf öğrencileri açısından incelendiğinde aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 128,055$ ), ortanca ( $M_d = 130.00$ ) ve tepe değer ( $Mod = 129.00$ ) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Ayrıca çarpıklık ve basıklık katsayılarına bakıldığında son test puanları

açısından  $\pm 1.96$  sınırının dışında olduğu görülecektir. Bu durumda veri setinin normal dağılıma uymadığı söylenebilir. Veri seti normal dağılıma uymadığı için anlamlı farklılığa bakmak için parametrik olmayan Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.

Tablo 19.

7. ve 8. sınıf Öğrencilerinin Ön Testten ve Son Testten Aldıkları Puanlara İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

TEST	Sınıf	Kişi Sayısı	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Ön	7.Sınıf	56	62.04	3474.00	1202.00	0.046
Test	8.Sınıf	55	49.85	2742.00		
Son	7.Sınıf	56	55.86	3128.00	1532.00	0.962
Test	8.Sınıf	55	56.15	3088.00		

Tablo 19 incelendiğinde ön test puanları açısından 7. ve 8. sınıf öğrencileri arasında 8.sınıf öğrencileri lehine anlamlı farklılık olduğu ( $U=1202.00$ ,  $p=0.046$ ) görülmüştür. Benzer şekilde son test puanları açısından 7.ve 8.sınıf öğrencileri açısından anlamlı farklılık olmadığı ( $U=1532.00$ ,  $p=0.962$ ) görülmüştür.

## BÖLÜM V

### SONUÇ VE ÖNERİLER

3D yazıcının fen eğitimindeki önemi incelendiği bu çalışmada ele alınan probleme bağlı olarak belirlenen iki alt problem probleme ilişkin verilerin analizi ile ulaşılan bulguların sonuçları cinsiyet ve yaş açısından incelenebilir.

Elde edilen sonuçlar cinsiyet açısından ele alındığında kızların aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 132,00$ ), ortanca ( $M_d = 135,00$ ) ve tepe değer ( $Mod = 139$ ) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Erkeklerin aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 124,87$ ), ortanca ( $M_d = 129,00$ ) ve tepe değer ( $Mod = 135,00$ ) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bu durumda veri setinin normal dağılıma uymadığı söylenebilir. Tablo 5 incelendiğinde anket puanları açısından kızlar ve erkekler arasında kızlar lehine anlamlı farklılık olduğu ( $U=1107,50$ ,  $p=0,040$ ) görülmüştür. Buna göre kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre farkındalık düzeylerinin daha fazla olduğu söylenebilir. Aktaş (2017), üniversite gençlerinin yalnızlık ve utangaçlık unsurları açısından akıllı telefon bağımlılığı açısından yaptığı çalışmada kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Kuyucu (2014), y kuşağının facebook kullanım alışkanlıkları üzerine bir inceleme çalışmasında erkekler ve kızlar arasında anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Yılmazsoy (2017), üniversite öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı ile sosyal medyayı eğitsel amaçlı kullanımları arasındaki ilişkinin incelenmesi adlı çalışmasında cinsiyetler arasında anlamlı fark olduğunu gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada kızlar lehine anlamlı bir farklılığın oluşmasının pek çok nedeni olabilir. Bu nedenlerin başında derse karşı olumlu tutum gelebilir. Ancak bu çalışmanın öncesinde ve sonrasında derse karşı tutum ölçeği uygulanmadığı için tutum hakkında kesin bir şey söylenemez. Ayrıca farklılık tek başına zihinsel gelişime de bağlanamaz. Bu farklılığın tutum, güdülenme, zihinsel gelişim gibi farklı nedenlerin bir araya gelmesinden kaynaklandığı da söylenebilir.

Sınıf düzeyi açısından incelenecek olursak Tablo 6 ve Tablo 7'ye bakıldığında 7. sınıf öğrencileri açısından incelendiğinde aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 128,019$ ), ortanca ( $M_d = 135,00$ ) ve tepe değer ( $Mod = 135,00$ ) değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir.

Puanlar 8. sınıf öğrencileri açısından incelendiğinde aritmetik ortalama ( $\bar{x} = 128,055$ ), ortanca ( $M_d = 130,00$ ) ve tepe değer ( $Mod = 129,00$ ) değerlerinin birbirinden

farklı olduğu görülmektedir. Sonuç olarak Tablo 7 incelendiğinde anket puanları açısından 7. ve 8. sınıf öğrencileri açısından anlamlı farklılık olmadığı ( $U=1415.50$ ,  $p=0.796$ ) görülmüştür.

Yapılan bu çalışmada sonuçlar açısından incelendiğinde 3D yazıcının fen eğitimindeki katkısının cinsiyet ve sınıf faktörü açısından incelendiğinde anket puanları açısından kızlar ve erkekler arasında kızlar lehine anlamlı farklılık olduğu ( $U=1107.50$ ,  $p=0.040$ ) görülmüştür. Literatür incelendiğinde bu sonucu destekleyen başka çalışmalara da rastlanmaktadır (Özgür. 2013; Kuyucu. 2014; Aktaş. 2017; Yılmazsoy. 2017). Yapılan bu çalışmada 3D yazıcı ile desteklenen fen eğitimin öğrenciler arasındaki farkındalık düzeyi açısından kızlar lehine anlamlı sonuç bulunmaktadır.

Cinsiyet açısından incelendiğinde kızlar lehine oluşan anlamlı farklılığın nedeninin tutum, güdülenme, zihinsel gelişim gibi farklı nedenlerin bir araya gelmesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Bilim ve teknik kültürü, tekno-bilimler ve toplum hayatı üzerindeki etkileri ile her geçen gün daha da artmaktadır. Bilim ve teknoloji kültürü her çocuğun öğrenim hayatında öğrenmesi gereken becerilerden biridir. Bu bağlamda çocukların yaratıcılıklarını geliştirmek, üç boyutlu düşünme yeteneklerini geliştirmek ve teknolojiyi üretmelerine destek olmak için tasarlanmış bir üç boyutlu yazıcıdır. Çocukların teknolojiyi tüketici olarak değil, üretici olarak kullanmalarını sağlar. Bu sayede çocukların zihnindeki yaratıcı fikirler ve sıra dışı tasarımlar form kazanarak hayata geçer. Fen eğitimde 3D baskı uygulamak öğrencileri gelecekteki kariyerleri için hazırlar ve onlara değerli beceriler öğretir. Ayrıca, birçok eğitim alanına yardımcı olmak için ekstra devrimci bir araç olarak hizmet eder ve öğretmenlere mesajlarını iletmenin yeni yollarını sunar.

3D yazıcının fen eğitimde önemine yönelik etkinliklerin öğrencilerin 3D yazıcı uygulamalarına ilişkin görüşlerinin incelendiği bu çalışmada, elde edilen veriler ve ortaya çıkan sonuçlardan hareketle araştırmacılara ve konu ile ilgilenen eğitimcilere aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- 1- Teknolojinin gelişmesiyle boyutu küçültülerek evlerimize kadar girmeye başlayan bu yazıcılar ihtiyaç duyulan parçaların üretimini sağlamanın yanı sıra, kişilerin yaratıcılık ve üretkenliklerini artırma konusunda da oldukça etkili olduğunu söylemek mümkün. Yaratıcılık, üretkenlik, hayal gücü gibi kavramlar ile bütünleştirilmesi gereken kişiler aslında çocuklar olduğu için. 3D yazıcıların eğitimin her evresine konulmasını sağlayabiliriz.

2. 3D yazıcılar ile çocuklarınızın kendi hayal gücüyle çizdikleri resimleri 3 boyutlu obje haline getirip hayal güçlerinin oyun arkadaşları olmasını sağlayabilirsiniz.
3. Ülkemizin belirlediği hedeflere ulaşabilmesi, üreten, sorgulayan, eleştiren, katma değeri yüksek ürün oluşturabilen bireyler yetiştirebilmesi için 3D yazıcıya yönelik eğitimlerin tüm öğrencilere verilmesi gereklidir.
4. Araştırmada anlamlı farklılık çıkmayan değişkenlere yönelik daha büyük örneklemeler ile çalışarak fark elde edilebilir.
5. 3D yazıcı ile yapılan etkinliklerin sınıf içi öğrenme ortamlarına entegrasyonunu tespit edebilmek ve anlamlı farklılık çıkmayan gruplarda fark elde edebilmek için pilot uygulamalar yapılarak Fen Bilimleri dersleri dönem boyunca 3D yazıcı ile yapılabilir.
6. Eğitim fakültelerinde 3D yazıcı ile ilgili derslere yer verilerek öğretmen adaylarının bu eğitime adapte olmaları sağlanabilir.
7. Eğitim fakültelerinin mühendislik, tıp, fen-edebiyat, güzel sanatlar fakülteleriyle ve tekno parklarla koordinasyonu sağlanarak 3D yazıcı laboratuvarları kurulabilir. Uzman öğretim üyeleriyle iş birliği sağlanabilir.
8. 3D ile farklı uygulamalar (STEM, Robotik) üzerinde çalışılabilir.
9. 3D yazıcı ve eğitimlerin yaygınlaşmasını için 3D eğitimleri yetiştirilmelidir. 3D eğitimleri ders içeriği olarak 3D uygulamalarına en yakın olan Teknoloji ve Tasarım alanı öğretmenleri içerisinden yetiştirilebilir.

## KAYNAKÇA

- Ağgöl, Yalçın. F., (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının asit-baz konusunda sahip oldukları kavram yanılgılarının sınıf düzeyine göre değişiminin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(3), 161–172.
- Aktaş,H.,Yılmaz, N., (2017). Üniversite gençlerinin yalnızlık ve utangaçlık unsurları açısından akıllı telefon bağımlılığı. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(1), 86-100.
- Atalay, H., Değirmentepe. R., (2016). 3D Teknolojinin Tıpta ve Üroloji’de Kullanım Alanları. *Endoüroloji Bülteni*, 9, 65-71.
- Balcıoğlu, Y.S., (2014). *3 boyutlu yazıcı ve sinemada kullanımı*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yaşar Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İzmir.
- Berman, B., (2012). 3-D printing: The new industrial revolution. *Business Horizons*, 55(2),155-162. doi: 10.1016/j.bushor.2011.11.003.
- Buehler, E., Kane, S.K., and Hurst, A., (2014). “ABC and 3D: opportunities and obstacles to 3D printing in special education environments”. Proceedings of the 16th international ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility. 107-114. doi: 10.1145/2661334.2661365
- Büyüköztürk, Ş., (2012). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı* (17. Basım). Pegem Akademi Yayınları: Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak Kılıç, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F., (2012). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (13.Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Byun, M.K., Jo, J.H., and Cho, M.H. (2015). The analysis of learner's motivation and satisfaction with 3D printing in science classroom. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(5), 877-884. doi: 10.14697/jkase. 2015.35.5.0877.
- Can, A., (2014). *SPSS İle Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi* (2. bs.). Ankara: Pegem Akademi.
- Cano, L.M., (2015). *3D printing: a powerful new curriculum tool for your school library*. California: ABC-CLIO. LLC.

- Chen, M., Zhang, Y., and Zhang, Y., (2014). "Effects of a 3D printing course on mental rotation ability among 10-year-old primary students". *International Journal Of Psychophysiology*, 94(2), 240.
- Costello, J.P., Olivieri, L.J., Krieger, A., Thabit, O., Marshall, M.B., Yoo, S.J., ... and Nath, D.S.,(2014). Utilizing three-dimensional printing technology to assess the feasibility of high-fidelity synthetic ventricular septal defect models for simulation in medical education. *World Journal for Pediatric and Congenital Heart Surgery*. 5(3). 421-426. doi: 10.1177/2150135114528721.
- Çalışkan, M., (2015). Üç Boyutlu Yazıcılar Ve Gelecekte Yaratacağı Olasıfıkri Haklar atışmaları. *Fmr*, 60-91.
- Çavdar F., Filiz H., Doğan C., (2006). Bir Hızlı Prototipleme Makinesi Tasarımı. *Timak-Tasarım İmalat Analiz Kongresi*, 317-325.
- Çelik, İ., Şahin, İ., Aktürk, A.O. & Eren, F., (2012). Öğretmen Adaylarının Facebook Kullanım Amaçlarının Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *6th International Computer and Instructional Technologies Symposium*. Gaziantep.
- Çokluk. Ö., Şekercioğlu. G., & Büyüköztürk. Ş., (2014). *Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik: SPSS ve LISREL Uygulamaları* (3.Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Delikanlı K., Sofu M., ve Bekçi U., (2005).Üretim sektöründe hızlı direkt imalat sistemlerinin yeri ve önemi. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4, 33-39.
- Demir, E.B.K., Çaka, C., Tuğtekin, U., Demir, K., İslamoğlu, H. ve Kuzu, A., (2016). Üç boyutlu yazdırma teknolojilerinin eğitim alanında kullanımı: Türkiye'deki uygulamalar. *Ege Eğitim Dergisi*, 2(17), 481-503.
- Doğru, M., Gençosman, T., Atakalın, A.N. ve Şeker, F. (2012). Fen Bilimleri Eğitiminde Çalışılan Yüksek Lisans ve Doktora Tezlerinin Analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi* 9(1). 49–66.
- Emre, Ş., Yolcu, B., Celayir, Sinan A. (2018). Çocuk Cerrahisi Öğrenci Eğitiminde Üç Boyutlu Modellerin Kullanılması: Süreç Ve İlk İzlenimler. *Çoc. Cer. Derg.*, 32(2),55-60.



- France, A.K., (2013). *Make: 3D Printing: The Essential Guide to 3D Printers*. Kanada: Maker Media Publishing.
- Golub, M., Guo, X., Jung, M. and Zhang, J. (2016). 3D printed ABS and carbon fiber reinforced polymer specimens for engineering education. *In Rewas*. (pp. 281-285). Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-48768-7\_43.
- Greenhalgh, S., and Greenhalgh, S., (2016). The effects of 3D printing in design thinking and design education. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 14(4), 752-769. doi: 10.1108/JEDT-02-2014-0005.
- Gül, Ş., ve Yeşilyurt, S., (2011). Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımına Dayalı Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrencilerin Tutumları ve Başarıları Üzerine Etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(1). 94–115.
- Hançer. A. H., Şensoy. Ö., ve Yıldırım. H. İ., (2003). İlköğretimde Çağdaş Fen Bilgisi Öğretiminin Önemi Ve Nasıl Olması Gerektiği Üzerine Bir Değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13). 80–88.
- Hathcock, L.,(2014). “A look inside a high school MakerSpace lab”. <http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE%7CA392304104&v=2.1&u=gain40375&it=r&p=&sw=w&asid=690302ac6ee8dab1187a4946d1f876bb>.
- Hausman. K. ,(2013). *3D printing for dummies*. Hoboken. NJ: John Wiley & Sons.
- Horowitz, S.S., and Schultz, P.H., (2014). Printing space: Using 3D printing of digital models in geosciences education and research. *Journal of Geoscience Education*, 62(1),138-145. doi: 10.5408/13-031.1.
- Horvath. J.,Cameron. R., and Adrianson. D., (2015). *The new shop class: Getting started with 3D printing. Arduino. and wearable tech*. New York: Apress.
- Hoy, M.B., (2013). 3D printing: making things at the library. *Medical Reference Services Quarterly*, 32(1), 93-99. doi: 10.1080/02763869.2013.749139.

- Johnson. L., Adams Becker. S., Estrada. V., ve Freeman. A., (2014). *NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition*. Austin. TX: The New Media Consortium.
- Johnson. W. M.. Coates. C. W.. Hager. P.. and Stevens. N.. (2009). “Employing Rapid Prototyping in a First-Year Engineering Graphics Course”. *Proceedings of 2009 ASEE Southeast Section Conference*
- Karaduman. H., (2017). Soyuttan somuta. sanaldan gerçeğe: öğretmen adaylarının bakış açısıyla üç boyutlu yazıcılar. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18 (1). 273-303.*
- Karasar. N., (2012). *Bilimsel araştırma yöntemi: kavramlar, ilkeler, teknikler*. Nobel Yayın evi.
- Kenar. İ. ve Balçı. M., (2012). Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği Geliştirme: İlköğretim 4 ve 5.Sınıf Örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (34). 201–210.*
- Kostakis. V., Niaros. V. ve Giotitsas. C., (2015). Open source 3D printing as a means of learning: An educational experiment in two high schools in Greece. *Telematics and informatics, 32(1). 118-128.*
- Kuyucu. M., (2014). Y Kuşağı Ve Facebook Y Kuşağının Facebook Kullanım Alışkanlıkları Üzerine Bir İnceleme. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 13(49). 55-83.*
- Martin. R. L., Bowden. N. S., and Merrill. C. (2014). 3D printing in technology and engineering education. *Technology and Engineering Teacher, 73(8). 30-35.*
- MEB. (2005). İlköğretim Fen ve Teknoloji Ders Öğretim Programı. Milli Eğitim Bakanlığı.
- Mellor S., Hao L. and Zhang D., (2014). Additive manufacturing: A framework for implementation. *International Journal of Production Economics, 149, 194-201.*
- Nichols.s. Schuster. t.. ball. m. Using a Public Library Makerspace to Bring STEM Education to Low-Income Youth 2016, 38.
- O’Hern m., Kahle L., (2013). The Empowerwd customer: User- generated content and the future of marketing. *Global Economics and Management Review, 18(1), 22-*

30.

- Olla. P., (2015). Opening Pandora's 3D printed box. *Technology and Society Magazine*, 34(3), 74-80.
- Özgür. H., (2013). Öğretmen adaylarının sosyal ağ bağımlılığı, etkileşim kaygısı ve yalnızlık düzeyi arasındaki ilişki. *İnternatiol journal of human sciences*, 10(2): 1303-5134.
- Özsoy. K., Duman. B., (2017). Eklemeli imalat (3 boyutlu baskı) teknolojilerinin eğitimde kullanılabilirliği. *International Journal Of 3d Printing Technologies And Digital Industry*, 1(1), 36-48.
- Prince. J. D., (2014). 3D printing: An industrial revolution. *Journal of Electronic Resources in Medical Libraries*, 11(1), 39-45. doi:10.1080/15424065.2014.877247
- Poyraz. B., ve Dolunay. A., (2014). Heykel Sanatında Ön Modelleme Aşaması ve Üç Boyutlu Yazıcı Uygulamaları. *Ulakbilge Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(3), 69- 80.
- Ratto. M., and Ree. R. ,(2012). Materializing information: 3D printing and social change. *First Monday*, 17(7).
- Reisoğlu. İ., Yılmaz. R., Çoban. M., Topu. F. T., Karakuş. T., & Göktaş. Y., (2015). Üç boyutlu sanal dünyalardaki tasarım öğelerinin motivasyon boyutları açısından incelenmesi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 5(3). 257-272. <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2015.014>.
- Santoso, S. M., & Wicker, S. B., (2014). The future of three-dimensional printing: Intellectual property or intellectual confinement? *New Media & Society*, 18(1), 138–155. doi:10.1177/1461444814538647
- Schaffhauser. D., (2013). 3D printing. gamification to impact STEM education within three years. *THE Journal (Technological Horizons In Education)*, 40(11), 5.
- Schelly. C., Anzalone. G.,Wijnen. B. and Pearce. J.,(2015). Open-source 3-D printing technologies for education: bringing additive manufacturing to the classroom. *Journal Of Visual Languages & Computing*, (28), 226-237.
- Shane. S., (2000). Prior knowledge and the discovery of entrepreneurial opportunities. *Organization Science*, 11 (4), 448-469.

- Sinha. A., (2009). "New Frontiers in Manufacturing Education: Rapid Prototyping, 3D Scanning and Reverse Engineering". Proceedings of 2009 ASEE Southeast Section Conference.
- Stamper. R. E. and Dekker. D. L., (2000). "Utilizing Rapid Prototyping to Enhance Undergraduate Engineering Education". Proceedings of the 30th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Session F3C. pp.1-4.
- Straub. J., Berk. J., Nordlie. J., and Marsh. R., (2015). The use of low-cost 'BalloonSats' for STEM education with 3D printing. *In Third Annual North Dakota Space Robotics Forum.*
- Taylor. B., (2016). Evaluating the benefit of the maker movement in K-12 STEM education. *Electronic International Journal of Education. Arts. and Science*
- Türkmen. H., (2010). İnfomal (sınıf-dışı) fen bilgisi eğitimine tahrihsel bakış ve eğitimimize entegrasyonu. *Çukurova Üniveristesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(39), 46-59.
- Wan. H. and Syed. F.A., (2012). "Preparing to Use Rapid Prototyping: Lessons Learned from Design and Manufacturing Projects." 2012 ASEE Annual Conference & Exposition. June 10-13. San Antonio. TX.
- Weinberg. M., (2012). Michael Weinberg on 3D printing. Surprisingly Free. Erişim: 04.04.2016. <http://surprisinglyfree.com/2012/01/17/michael-weinberg/>.
- Williams. C.K. ve Page. A.R., (2011). Marketing to the Generations. *Journal of Behavioral Studies in Business*, 3, 3-11
- Williams. Linda D., (2015). *Additive manufacturing or 3d scanning and printing.* in Manufacturing Engineering Handbook. New York: McGraw-Hill.
- Vaccarezza. M., and Papa. V., (2015). 3D printing: a valuable resource in human anatomy education. *Anatomical Science International*, 90(1). 64-65. doi: 10.1007/s12565-014-0257-7
- Vanscoder. J., (2014). "3D printing as a tool for teaching and learning in STEAM Education". *In Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 188-191). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

- Verbruggen. H.,(2014). Morphological complexity. plasticity. and species diagnosability in the application of old species names in DNA-based taxonomies. *Journal of Phycology*, 50, 26–31.
- Virginia Middle Schoolers (2014).Virginia middle schoolers make electricity real. *Teaching & Learning*. 35(2), 24.
- Yeşiloğlu. S. N. (2007). Gazlar Konusunun Lise Öğrencilerine Bilimsel Tartışma (Argumentasyon) Odaklı Öğretimi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Kimya Eğitimi Anabilim Dalı .
- Yılmaz. F., Arar. M.E. ve Koç. E., (2014). 3D Baskı İle Hızlı Prototip ve Son Ürün Üretimi. *Metalurji Dergisi*, 168,35-40.
- Yılmazsoy. B., Kahraman. M., (2017) Üniversite Öğrencilerinin Sosyal Medya Bağımlılığı ile Sosyal Medyayı Eğitsel Amaçlı Kullanımları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Facebook Örneği. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 6, 9-20.

## EKLER

### EK 1. 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerin 3D Yazıcının Fen Eğitimindeki Önemi Hakkındaki Anket soruları

Sevgili öğrenciler; aşağıdaki 3D yazıcının fen eğitimindeki önemine yönelik farkındalık düzeylerinizi belirlemeyi amaçlayan bir anket sunulmuştur. Lütfen bu çalışmanın tamamen araştırma amacıyla yapıldığını dikkate alarak size en uygun olan yanıtı tüm içtenliğinizle işaretleyiniz. Katkılarınız için teşekkürler.






**Kişisel bilgi formu:**

1. Cinsiyetiniz: Kız ( ) Erkek ( )

2. Sınıfınız: 7 ( ) 8 ( )

Cevaplarınızı aşağıdaki puanlandırma cetveline göre verebilirsiniz.

				
Kesinlikle Katılıyorum (5)	Katılıyorum (4)	Az katılıyorum (3)	Katılmıyorum (2)	Kesinlikle Katılmıyorum (1)

						
		Kesinlikle Katılıyorum (5)	Katılıyorum (4)	Az katılıyorum (3)	Katılmıyorum (2)	Kesinlikle Katılmıyorum (1)
1	3D yazıcı kullanıldığında daha iyi öğreniyorum.	5	4	3	2	1
2	3D yazıcının sık sık bozulması zaman kaybına	5	4	3	2	1
3	3D yazıcının sık sık ayarlanması gereksiz zaman kaybına neden oluyor.	5	4	3	2	1
4	3D yazıcının derslerde kullanmanın zor bir iş olduğunu düşünüyorum.	5	4	3	2	1
5	3D yazıcı kullanıldığında derse daha fazla katılıyorum.	5	4	3	2	1
6	3D yazıcı kullanıldığında derse daha iyi motive	5	4	3	2	1
7	3D yazıcı kullanıldığında öğrenme daha eğlenceli hale geliyor.	5	4	3	2	1
8	3D yazıcının nasıl kullanıldığını öğrenmek benim için önemlidir.	5	4	3	2	1
9	3D yazıcı kullanmanın oldukça can sıkıcı olduğunu düşünüyorum.	5	4	3	2	1
10	Soyut kavramların somutlaştırılmasında 3D yazıcının kullanımının etkili olduğunu	5	4	3	2	1
11	3D yazıcı ile yapılan derslerde öğrenciler diğer yöntem tekniklere göre daha az öğreneceğini düşünüyorum.	5	4	3	2	1
12	3D yazıcı öğrencileri öğrenmek için cesaretlendirir.	5	4	3	2	1

13	3D yazıcı öğrencilerin erken yaşlarda bilimsel bilgiyle karşılaşmalarını sağlayıcı etkinliklere	5	4	3	2	1
14	3D yazıcı eğitimi öğrencilerde işbirlikli	5	4	3	2	1
15	3D yazıcı uygulamaları öğrencileri özgüvenini	5	4	3	2	1
16	3D yazıcı eğitimlerinin öğrencilerin kariyer bilincine bir katkısı olmayacağını düşünüyorum.	5	4	3	2	1
17	3D yazıcı kullanımı öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik olumlu tutum geliştirmelerini	5	4	3	2	1
18	Derslerde 3D yazıcı kullanımı derslere canlılık	5	4	3	2	1
19	3D yazıcı ile yeni ürünler oluşturmayı hayal etmek hoşuma gider.	5	4	3	2	1
20	3D yazıcının nasıl kullanılacağını bilmek yeni şeyler icat etmemi sağlayacaktır.	5	4	3	2	1
21	3D yazıcı kullanırken planladığım model olmadığında modelde değişiklikler	5	4	3	2	1
22	3D yazıcı ve uygulamalarında başarılı olabileceğime inanıyorum.	5	4	3	2	1
23	3D yazıcı kullanımı konusunda arkadaşlarımla konuşmak hoşuma gider.	5	4	3	2	1
24	3D yazıcı kullanımı öğrencinin bilgiyi yapılandırmasına engel olur.	5	4	3	2	1
25	3D yazıcı kullanan öğrencinin düşünme sistemi	5	4	3	2	1
26	3D yazıcı kullanımı öğrenciyi pasifleştirir.	5	4	3	2	1
27	Fen Bilimleri konularının 3D yazıcı kullanılarak öğretilmesini severim.	5	4	3	2	1
28	3D yazıcı kullanımının gerekli olmadığını inanıyorum.	5	4	3	2	1
29	3D yazıcı kullanımı anlamlı öğrenmeyi sağlayarak kalıcılığı artırır.	5	4	3	2	1
30	3D yazıcının kullanımı öğrencinin hayal gücünü sınırladığını düşünüyorum.	5	4	3	2	1
31	3D yazıcının kullanımı öğrencinin merak	5	4	3	2	1
32	3D yazıcının kullanımı öğrencinin bilimsel süreç becerilerini geliştirir.	5	4	3	2	1
33	3D yazıcı kullanımı gerçek yaşam deneyimlerini uygulama imkanı verir.	5	4	3	2	1
34	3D yazıcı kullanımına yönelik düzenlenecek bir etkinliğe katılmak isterim.	5	4	3	2	1
35	3D yazıcı kullanımı konusunda 3D yazıcı ile ilgili bilgimi arttırmak için çalışırım.	5	4	3	2	1

## **EK 2. 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerin 3D Yazıcının Fen Eğitimindeki Önemi Hakkındaki Görüşleri**

Sevgili öğrenciler; aşağıda 3D yazıcının Fen eğitimindeki önemine ilişkin görüşlerini belirlemeye çalışan bir ölçek sunulmuştur. Lütfen bu çalışmanın tamamen araştırma amacıyla yapıldığını dikkate alarak size uygun olan görüşlerinizi içtenlikle belirtiniz. Katkılarımız için teşekkürler.

**Kişisel bilgi formu:**

1. Cinsiyetiniz: Kız() Erkek()
2. Sınıfınız: 7() 8()

**SORU 1: 3D yazıcı nedir? Açıklar mısınız?**

**SORU 2: 3D yazıcının günümüzde fen eğitimine etkisini nasıl düşünüyorsunuz?**



**SORU 3: 3D yazıcı ile oluşturulan modelleri fen laboratuvar deneylerine nasıl entegre edebilirsiniz?**

**SORU 4: Fen Bilimleri dersinde 3d yazıcı kullanarak neler yapabilirsiniz? Örnek verebilir misiniz?**

**SORU 5: 3D yazıcı ile yapılan eğitimin yaşama uygunluğunu nasıl değerlendiriyorsunuz? Örnek verebilir misiniz?**

## Ek 3. Uygulama İzni Belgesi



Evrak Tarih ve Sayısı: 15/10/2019-E.78792

T.C.  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı



Sayı : 50235129-399  
Konu : Uygulama izni(Aycan Gürel  
TAŞKIRAN)

### EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 11/09/2019 tarihli ve 67919 sayılı yazınız,

Enstitünüz Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı 37150054002 numaralı yüksek lisans öğrencisi Aycan Gürel TAŞKIRAN'ın, Arş. Grv. Dr. Fatma Bilge EMRE danışmanlığında yürüttüğü "İcat Çıkar Malatya" başlıklı yüksek lisans tez çalışması kapsamında Malatya İl Millî Eğitim Müdürlüğüne bağlı Final Okulları ve Mercan Eğitim Kurumları'nda öğrenim gören 7. ve 8. sınıf düzeyi öğrencilerine uygulama yaparak veri toplama talebine ilişkin Malatya Valiliği İl Millî Eğitim Müdürlüğü'nün 09.10.2019 tarih ve E.19517507 sayılı cevabi yazısı ekte gönderilmiştir. Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

**e-imzalıdır**  
Prof.Dr. Nusret AKPOLAT  
Rektör Yardımcısı

Ek: İlgili yazı ve ekleri

İnönü Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı, Öğrenci Merkezi  
Telefon No: 04223773090 Faks No: 04223410053  
E-Posta: ogrenci@inonu.edu.tr İnternet Adresi:  
<https://www.inonu.edu.tr/cms/ogrenci>

Bilgi İçin: Nuray KOMİ  
Unvan: Memur  
Telefon No: 4223773051

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

## Ek 4. Anket Uygulama İzin Onayı 1

Evrak Tarih ve Sayısı: 09/10/2019-E.25042



T.C.  
MALATYA VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 61316475-44-E.19517507  
Konu : Anket Uygulama İzin Onayı  
(Aycan Gürel TAŞKIRAN)

09.10.2019

İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE  
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi: a) 12/09/2019 tarih ve 17790 sayılı yazınız  
b) Valilik Makamının 08.10.2019 tarih ve 19363933 sayılı onayı.

Üniversiteniz Temel Eğitim Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Aycan Gürel TAŞKIRAN'ın Arş.Grv. Dr. Fatma Bilge EMRE danışmanlığında yürütmekte olduğu "İcat Çıkar Malatya" konulu anket çalışmasına ait ilgi (a) yazılarınıza istinaden alınan ilgi (b) onay ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve anket sonucunun müdürlüğümüze bildirilmesini arz ederim.

Ali TATLI  
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek : 1- İlgi (b) onay

Adres: Şht.Harmit Fendoğlu Cad. 44300 Merkez/MALATYA  
Elektronik Ağ: malatya.meb.gov.tr  
e-posta: ortaogretim44@meh.gov.tr

Bilgi için: Ortaöğretimsubesi Dahili4506-07-08  
Tel: 0 (422) 280 44 00  
Faks: 0 (422) 280 45 49

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 9920-952c-3236-bb11-f781 kodu ile teyit edilebilir.

## Ek 5. Anket Uygulama İzin Onayı 2



T.C.  
MALATYA VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 61316475-44-E.19363933  
Konu : Anket Uygulama İzin Onayı  
(Aycan Gürel TAŞKIRAN)

08.10.2019

### VALİLİK MAKAMINA

İlgi : MEB. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 22.08.2017 tarih ve 12607291 sayılı 2017/25 Genelgesi.

İnönü Üniversitesi Rektörlüğünün 12/09/2019 tarih ve 17790 sayılı yazılarında, Üniversitenin Temel Eğitim Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Aycan Gürel TAŞKIRAN'ın Arş.Grv. Dr. Fatma Bilge EMRE danışmanlığında yürütmekte olduğu "İcat Çıkar Malatya" konulu araştırmasına istinaden Final Okulları ve Mercan Eğitim Kurumlarında öğrenim gören 7. ve 8. sınıf öğrencilerine anket uygulamayı talep etmekte olup, Anket-Tez Araştırma ve Değerlendirme Komisyonumuz, 18/09/2019 tarihinde yapılan toplantıda; ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen ilke, esas ve amaçlara aykırılık teşkil etmeyecek şekilde, denetimleri ilgili okul müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmek üzere, derslerin aksatılmaması kaydıyla gönüllülük esasına göre veli muvafakatname alınması şartı ile anket uygulamasını uygun görmüş olup, Müdürlüğümüzce de uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Mehmet Ali AVŞAR  
İl Millî Eğitim Müdür Yardımcısı

OLUR  
08.10.2019

Ali TATLI  
Vali a.  
İl Millî Eğitim Müdürü

Adres: Şht.Hamit Fendoğlu Cad. 44300 Merkez/MALATYA  
Elektronik Ağ: malatya.meb.gov.tr  
e-posta: ortaogretim44@meb.gov.tr

Bilgi için: Ortaöğretimşubesi Dahili4506-07-08  
Tel: 0 (422) 280 44 00  
Faks: 0 (422) 280 45 49

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden ea12-49dd-36f4-95fe-2dfc kodu ile teyit edilebilir.