

**T.C.  
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİYLE TASARLANAN  
ETKİNLİKLERİN VÜCUDUMUZDAKİ SİSTEMLER ÜNİTESİNİN  
ÖĞRETİMİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Merve AVİNAL**

**Danışman  
Jüri Üyesi  
Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. Abdullah AYDIN  
Dr. Öğr. Üyesi Ali Yiğit KUTLUCA  
Dr. Öğr. Üyesi Sevcan CANDAN HELVACI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İLKÖĞRETİM ANA BİLİM DALI**

**KASTAMONU – 2019**

## TEZ ONAYI

**Merve AVİNAL** tarafından hazırlanan "**Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisiyle Tasarlanan Etkinliklerin Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesinin Öğretimine Etkisinin İncelenmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İlköğretim Ana Bilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Prof. Dr. Abdullah AYDIN  
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Ali Yiğit KUTLUCA  
İstanbul Aydın Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Sevcan CANDAN HELVACI  
Kastamonu Üniversitesi



17/06/2019

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Hasbi YAPRAK



## TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

Merve AVİNAL  


## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİYLE TASARLANAN ETKİNLİKLERİN VÜCUDUMUZDAKİ SİSTEMLER ÜNİTESİNİN ÖĞRETİMİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Merve AVİNAL  
Kastamonu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İlköğretim Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Abdullah AYDIN

Günümüzde teknoloji akıl almaz bir şekilde ilerlemektedir. Bu hızlı ilerleme hayatın her alanını etkilediği gibi eğitim alanını da yakından etkilemektedir. Son yıllarda özellikle fen bilimleri alanında teknolojinin büyük bir öneminin bulunması ve yazılım tabanlı teknolojilerin büyük ilgi görmesi bu alanda yeni çalışmaların yapılmasına imkan tanımaktadır. Robotik kodlama, yazılım ve üç boyutlu yazıcılar bu alanlardan bazılarıdır. Konu alanı ile ilgili olarak yapılan literatür incelemesi sonucunda üç boyutlu yazıcılar hakkında yeterli sayıda çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle araştırmada, üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin altıncı sınıf vücudumuzdaki sistemler ünitesinin öğretimine etkisinin incelenmesi ve bu teknoloji hakkında öğrencilerin görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırma, 2018-2019 eğitim-öğretim yılı birinci yarıyılında Kastamonu il merkezinde bulunan bir devlet ortaokulunun altıncı sınıflarında öğrenim gören 60 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Rastgele olarak belirlenmiş deney ve kontrol gruplarında 30'ar öğrenci bulunmaktadır.

Araştırmada, nicel ve nitel araştırma desenlerinin bir arada yer aldığı karma araştırma deseni kullanılmıştır. Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisini belirlemek amacıyla deneme modellerinden ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel model kullanılmıştır. Ayrıca, sadece deney grubundaki öğrencilere grup çalışması gözlem formu ve üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerle ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacıyla da yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere ilgili ünite konuları üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerle desteklenerek anlatılırken, kontrol grubundaki öğrencilere ise mevcut programa göre anlatılmıştır. Araştırmada veri toplama araçları olarak; Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesi Başarı Testi (VSÜBT), deney grubundaki öğrencilerin altı hafta boyunca beraber yaptıkları etkinliklerin gözlemlenmesi ve baştan sona tüm sürecin değerlendirilmesi amacıyla Grup Çalışması Gözlem Formu (GÇGF) ve sadece deney grubundaki öğrencilere Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF) uygulanmıştır.

Araştırmadan elde edilen nicel veriler, SPSS programı ile analiz edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarından elde edilen ön-test ve son-test başarı testi puanları arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek amacıyla t-testi kullanılmış ve bulgular yorumlanmıştır. Verilerin analizi sonucunda, üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerle destekli derslerin işlendiği deney grubu öğrencilerinin akademik başarıları, mevcut programa göre ünite konularının

işlendiği kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarılarıyla karşılaştırıldığında deney grubu öğrencilerinin lehine anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca, bu çalışmada deney grubu öğrencileri yapmış oldukları etkinlikleri bireysel olarak değil de genellikle grup olarak gerçekleştirmişlerdir. Grup çalışmalarında öğrencilerin her birinin yapılan uygulamalara aktif olarak katılmaları beklenir. Bu sebeple, öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle ilgili yapmış oldukları etkinliklerde; birbirleriyle olan iletişimlerini, uyumlarını, işbirliklerini, becerilerini, zamanı etkili kullanmalarını vb. gibi kriterleri her hafta uygulama sonunda ölçmek için grup çalışması gözlem formu kullanılmış ve araştırmacı bu formdaki değerlendirme kriterlerini dikkate alarak her ders sonunda değerlendirme puanını vermiştir. İlk haftalar deney grubundaki öğrencilerinin etkinlikler esnasında değerlendirme puanı düşük iken, son haftalarda değerlendirme puanı yükselmiştir. Öğrencilerden beklenen bu davranışların olumlu yönde artmasında üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerden zevk almaları, dersi sevmeleri ve katılmaları etkili olmuştur.

Sadece deney grubu öğrencilerinden 9 öğrenci ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşme verilerinin içerik analizleri yapılmış ve üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerle desteklenen derslerin eğlenceli ve aktif geçtiği tespit edilmiştir. Ayrıca öğrenciler ünite konularını daha iyi anladıklarını, yapılan etkinliklerin hayal güçlerini geliştirdiğini ve derslerin sıkıcı olmadığını belirtmişlerdir.

Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerin fen öğretimine etkisini görebilmek için fen bilimleri dersinin farklı ünitelerine yönelik araştırmaların yapılması ve okullarda üç boyutlu yazıcıların kullanılabileceği bir yazdırma odasının kurulması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Üç boyutlu yazıcı teknolojisi, etkinlik tasarlama, fen öğretimi, vücudumuzdaki sistemler, akademik başarı

**2019, 88 sayfa**

**Bilim Kodu: 101**

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **THE INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE ACTIVITIES DESIGNED BY THREE DIMENSIONAL PRINTER TECHNOLOGY ON THE TEACHING OF THE SYSTEMS IN OUR BODY UNIT**

Merve AVİNAL

Kastamonu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Elementary Science Education

Supervisor: Prof. Dr. Abdullah AYDIN

Nowadays, technology is inevitable. This rapid progress affects not only every area of life, but also the field of education. The fact that technology has a great importance especially in the field of science and the fact that software-based technologies attract great attention makes it possible to carry out new studies in this field. Robotics coding, software and three-dimensional printers are some of these areas. As a result of the literature review on the subject area, there are not enough studies about three dimensional printers. Therefore, the aim of this study is to determine the effects of the activities designed with three-dimensional printer technology on the teaching of sixth grade the systems in our body unit and the opinions of the students about this technology. For this purpose, the study was carried out with 60 students studying in sixth grade of a state middle school in the province of Kastamonu in the first semester of 2018-2019 academic year. There are 30 students in randomly determined experimental and control groups.

In this study, mixed research design, which includes quantitative and qualitative research designs, was used. In order to determine the effect of the activities designed with three-dimensional printer technology on the students' academic success, the quasi-experimental model with pre-test post-test control group was used. In addition, only group study observation form and semi-structured interview form was used in order to determine the opinions of only the students in the experimental group about the activities developed with three-dimensional printer technology. While the related unit topics were explained to the students in the experimental group by supporting the activities developed with three-dimensional printer technology, the students in the control group were explained according to the current program. As a data collection tools; The Systems in Our Body Unit Achievement Test (SOBUAT), Group Study Observation Form (GSOF) for the purpose of observing the activities carried out by the students in the experimental group for six weeks and evaluating the whole process from start to finish during the activity development process and only Semi-Structured Interview Form (SSIF) was applied to the students in the experimental group. Quantitative data obtained from the study were analyzed with SPSS program. In order to determine the significance of the difference between the pre-test and post-test achievement test scores obtained from the experimental and control groups, the t-test was used and the findings were interpreted. As a result of the analysis of the data, it was found that there was a significant difference in the favor of the students in the experimental group, in which the courses supported by the activities developed with three-dimensional printer technology, in

comparison with the academic achievements of the students in the control group, in which the courses were processed according to the current program.

In this study, the students of experimental group did not perform their activities individually but as a group. In group work, each student is expected to participate actively in the practices. In order to measure the criteria such as, to communicate with each other, their harmony, cooperation, skills, use time effectively and so on, the group study observation form was used at the end of each week application and the researcher gave the evaluation score at the end of each course considering the evaluation criteria in this form. While the evaluation score of the students in the experimental group was low during in the first weeks, the evaluation score increased in recent weeks. It was effective for students to enjoy the activities developed with three-dimensional printer technology, to love and participate in the course.

Content analysis of semi-structured interview data only with 9 students from the experimental group was conducted and it was determined that the lessons supported by activities developed with three-dimensional printer technology were fun and active. In addition, the students of the experimental group stated that they understood the subjects better, the activities improved their imagination and the lessons were not boring.

In order to see the effect of the activities developed with three-dimensional printer technology on science teaching, it is recommended to conduct research on different units of science course and to establish a printing room where three-dimensional printers can be used in schools.

**Keywords:** Three-dimensional printer technology, activity design, science teaching, systems in our bodies, academic achievement

**2019, 88 pages**

**Science Code: 101**

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında desteğini esirgemeyen, tezimin başlangıcından bitimine kadar bana inanan, yoğun çalışma programına rağmen bana sabır gösteren kıymetli hocam ve çok değerli danışmanım sayın Prof. Dr. Abdullah AYDIN hocama sonsuz teşekkür ederim.

Bu tezin oluşturulması sırasında yardımlarıyla katkıda bulunan hocam Dr. Öğr. Üyesi Adem YILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisansa başlamamda ve bu tez çalışmamın ortaya çıkmasında yaptığım çalışmalarda örnek aldığım her zaman varlığını derinden hissettiğim, Yüksek lisans ve hayatım boyunca üzerimdeki emeklerini asla ödeyemeyeceğim değerli hocam Emine DÜZKAYA SAYIR'a çok teşekkür ederim.

Tez konumun belirlenmesi aşamasında fikirlerini benimle paylaşan değerli meslektaşım Fatih ŞİMŞEK'e ve tasarımı yaptığımız materyallerin geliştirilmesi ve basımı aşamasında desteğini esirgemeyen değerli arkadaşım Burak ÇAKMAK'a teşekkür ediyorum.

Son olarak hayatımın her aşamasında bana desteklerini maddi ve manevi olarak esirgemeyen başta Annem ve Babam olmak üzere hayattaki en değerlim canım kardeşlerim Betül ve Seher Nur AVİNAL'a ve beni bu çalışmam sırasında sabırla desteklediği için Ebru SEZER arkadaşşıma çok teşekkür ediyorum.

Merve AVİNAL  
Kastamonu, Haziran, 2019



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI.....	ii
TAAHHÜTNAME .....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
TEŞEKKÜR .....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
GRAFİKLER DİZİNİ .....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Cümlesi.....	3
1.2. Alt Problemler.....	3
1.3. Araştırmanın Amacı.....	4
1.4. Araştırmanın Önemi .....	4
1.5. Araştırmanın Varsayımları .....	6
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	6
2. KURAMSAL ÇERÇEVE .....	7
2.1. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı .....	7
2.2. Fen Bilimleri Eğitiminde Öğrenme-Öğretme Süreci.....	9
2.3. Fen Bilimleri Eğitiminde Bilimsel Süreç Becerileri.....	11
2.4. Üç Boyutlu Yazıcılar ve Kullanım Alanları .....	12
2.5. Üç Boyutlu Yazıcılar ve Fen Öğretimi .....	14
2.6. İlgili Araştırmalar .....	15
2.6.1. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar .....	15
2.6.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar .....	18
3. YÖNTEM.....	22
3.1. Araştırma Modeli .....	22
3.2. Çalışma Grubu .....	24
3.3. Veri Toplama Araçları .....	25
3.3.1. Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesi Başarı Testi (VSÜBT).....	25
3.3.2. Grup Çalışması Gözlem Formu (GÇGF).....	29
3.3.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF).....	29
3.4. Uygulama Süreci.....	30
3.4.1. Seçilen Ünite .....	31
3.4.2. Kontrol Grubunda Derslerin İşlenişi.....	31
3.4.3. Deney Grubunda Derslerin İşlenişi.....	32
3.4.3.1. Birinci Hafta Derslerin İşlenişi.....	32
3.4.3.2. İkinci Hafta Derslerin İşlenişi.....	33

3.4.3.3. Üçüncü Hafta Derslerin İşlenişi .....	36
3.4.3.4. Dördüncü Hafta Derslerin İşlenişi.....	38
3.4.3.5. Beşinci Hafta Derslerin İşlenişi .....	39
3.4.3.6. Altıncı Hafta Derslerin İşlenişi .....	40
3.5. Verilerin Toplanması .....	42
3.6. Verilerin Analizi .....	43
3.6.1. Nicel Verilerin Analizi .....	43
3.6.2. Nitel Verilerin Analizi.....	45
4. BULGULAR VE YORUM .....	47
4.1. Nicel Verilerden Elde Edilen Bulgular ve Yorum.....	47
4.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum.....	47
4.1.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum.....	48
4.1.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum.....	48
4.1.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum.....	49
4.2. Nitel Verilerden Elde Edilen Bulgular ve Yorum .....	51
4.2.1. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum .....	51
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER .....	57
5.1. Sonuçlar ve Tartışma .....	57
5.1.1. Nicel Bulgulara Yönelik Sonuç ve Tartışma .....	57
5.1.2. Nitel Bulgulara Yönelik Sonuç ve Tartışma .....	59
5.2. Öneriler .....	62
KAYNAKLAR .....	63
EKLER .....	71
EK-1 (Uygulama İzni) .....	72
EK-2 (Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesi Başarı Testi (VSÜBT)).....	73
EK-3 (Grup Çalışması Gözlem Formu (GÇGF)) .....	77
EK-4 (Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF)).....	78
EK-5 (Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesi Çalışma Yapraklarından Örnekler) .....	79
EK-6 (Uygulama Resimleri).....	83
ÖZGEÇMİŞ.....	88

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

f	Frekans
N	Çalışma grubu eleman sayısı
p	İstatistiki anlamlılık değeri
SS	Standart Sapma
SD	Serbestlik Derecesi
t	t-testi için t değeri
%	Yüzde
$\bar{x}$	Aritmetik ortalama
D	Düşük başarılı öğrenci
O	Orta başarılı öğrenci
Y	Yüksek başarılı öğrenci
3D	Three Dimension – Üç boyutlu
3B	Üç boyutlu
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
VSÜBT	Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesi Başarı Testi
YYGF	Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu
GÇGF	Grup Çalışması Gözlem Formu
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences-İstatistik Programı

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Öğrenme, öğretme ve öğretim ilişkisi .....	10
Şekil 2.2. Üç boyutlu yazıcıda hazırlanan bir top modeli.....	13
Şekil 2.3. Üç boyutlu yazıcıdan alınan kafatası modeli .....	13
Şekil 3.1. Araştırma süreç şeması.....	23
Şekil 3.2. İskelet model yapımı çalışma yaprağı .....	34
Şekil 3.3. Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen el, iskelet ve kemik modelleri .....	35
Şekil 3.4. Sindirim sistemi organları çalışma yaprağı .....	36
Şekil 3.5. Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen modeller .....	37
Şekil 3.6. Tişört boyama etkinliği .....	37
Şekil 3.7. Dolaşım sistemi organları çalışma yaprağı .....	38
Şekil 3.8. Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen modeller .....	39
Şekil 3.9. Solunum sistemi çalışma yaprağı .....	39
Şekil 3.10. Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen modeller .....	40
Şekil 3.11. Boşaltım sistemi çalışma yaprağı .....	41
Şekil 3.12. Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen modeller .....	42

## TABLolar DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 3.1. Araştırmanın deneysel modeli.....	24
Tablo 3.2. Çalışma grubundaki öğrencilerin demografik özellikleri.....	25
Tablo 3.3. Vücudumuzdaki sistemler ünitesi konu ve kazanımları.....	26
Tablo 3.4. Başarı testi soru maddelerine ait kazanımlar.....	26
Tablo 3.5. VSÜBT ön uygulamadan elde edilen madde analizi sonuçları.....	28
Tablo 3.6. VSÜBT'den elde edilen verilerin normallik testi sonuçları.....	44
Tablo 3.7. VSÜBT deney ve kontrol grubu ön-test sonuçları .....	44
Tablo 4.1. VSÜBT deney ve kontrol grubu son-test sonuçları .....	47
Tablo 4.2. VSÜBT kontrol grubu ön-test son-test sonuçları .....	48
Tablo 4.3. VSÜBT deney grubu ön-test son-test sonuçları.....	49
Tablo 4.4. Öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerle ders işleme ile ilgili görüşleri.....	51
Tablo 4.5. Öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan ve beğendikleri etkinliklerle ilgili görüşleri .....	52
Tablo 4.6. Öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan ve beğenmedikleri etkinliklere yönelik görüşleri.....	52
Tablo 4.7. Öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinlikleri derslerinde kullanmalarına yönelik görüşleri .....	53
Tablo 4.8. Öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinlikleri derslerinde kullanırken karşılaştıkları problemlerle ilgili görüşleri .....	54
Tablo 4.9. Öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin mevcut öğrenme ortamının kıyaslanmasıyla ilgili görüşleri .....	55
Tablo 4.10. Öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri cevaplardan örnek ifadeler .....	56

## GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 4.1. Deney grubuna ait 6 haftalık gözlem puanı sonuçları.....	<b>Sayfa</b> 50
--	--------------------



## 1. GİRİŞ

Eğitim ve öğretim, toplumların içinde bulunduğu koşullara bağlı olarak değişmekle birlikte, bu durum eğitimde farklı kuramların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Eğitim alanında yapılan güncel yaklaşımlar, okullardaki fen eğitimi ve öğretiminde meydana gelen bazı değişiklikler ve yenilikler sonucunda ortaya çıkmaktadır. Fen eğitiminde bilim ve teknolojinin temeli vardır. Ayrıca fen, bireylerin zihinsel ve yaratıcılık yönünden geliştiği bir alandır ve ülkelerin gelişiminde çok önemli bir yere sahiptir (İşman vd., 2002; Ceylan, 2014). Bilim ve teknoloji alanında yaşanan gelişmeler, bunun sonucunda ulaşılan bilgi miktarının katlanarak artması, toplumsal ve kültürel yapıyla birlikte eğitim anlayışının da değişmesine sebep olmaktadır. Eğitimin her alanında olduğu gibi, fen eğitiminin kalitesi de eğitimciler tarafından sürekli sorgulanmaktadır. İnsanlar dünyaya birçok farklı özelliklere sahip olarak gelmektedir. İçgüdü, motivasyon, merak, öğrenme, keşfetme ve mücadele etme arzusu bu özelliklerden bazılarıdır. İnsanların sahip olduğu bu özellikler geliştirilebilir, yenilenebilir ve aktarılabilir nitelikler taşımaktadır. İnsanlar var olduğu ilk günden bugüne kadar sürekli olarak gelişerek ve bilgilerini yeni nesillere aktararak yaşamışlardır. Bu bilgi aktarımı başta merak ve keşfetme arzusu ile hayata geçmekte daha sonra ise eğitim ve öğretim ile sistematik hale gelmektedir (Aka, 2012).

Günümüzde fen eğitimi bilim ve teknolojinin de yardımıyla bir hayli hızlı bir şekilde gelişmekte ve dönüşüm yaşamaktadır. Bu hızlı dönüşümün sonucunda fen eğitiminin içeriği, sunuluş biçimleri ve derslerin yapısı da değişim göstermektedir (Bayram, 2010). 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan ve fen eğitimi derslerinde dikkate alınan bu özellikler birkaç cümle ile sıralanacak olursa; fen okuryazarlığına ve teknoloji okuryazarlığına sahip, teknolojiyi aktif bir şekilde kullanabilen, araştıran, sorgulayan ve problem çözme becerisine sahip nitelikli bireyler yetiştirmek olarak ifade edilebilir (Buran, 2012; Cho ve Lee, 2013).

Son yıllarda fen ve teknoloji entegrasyonu artık okullarda başlı başına bir öğrenme alanı olarak gelişim göstermektedir. Birçok devlet ve özel okullarda fen eğitimini daha cazip ve daha etkili bir şekilde sunabilmek amacıyla çeşitli etkinlikler

yapılmaktadır (Çorlu vd., 2012). Fen ve teknolojinin bu denli hızlı bir şekilde gelişmesi sadece bireylerden beklenen davranışları değiştirmemiş aynı zamanda bireyin etkileşim halinde bulunduğu tüm sistemleri doğrudan ve dolaylı olarak etkilemiştir (Çınk, 2007). Bu durum başta veliler olmak üzere, öğretmenleri, okulları, eğitim ve öğretim sistemlerini, hedef ve kazanımları, öğrenme çıktılarını ve derslerin planlanma şekilleri gibi daha birçok sistemi etkilemiştir.

Fen öğretiminde birçok yöntem ve teknikler kullanılmaktadır. Öğrencilerin fen bilimleri dersinde en etkili şekilde istifade edebilmesi için öğrenme ortamlarının çok fazla duyu organına ve çok fazla zihinsel işleve hitap etmesi gerekmektedir. Yani öğrenciler sadece okuyarak ya da görerek (izleyerek) yeterli düzeyde fen eğitimi alamazlar (Dewaters ve Powers, 2006). Fen bilimleri dersinde temel kavramların öğrenciler tarafından anlaşılması, öğrenilen bilgilerin günlük hayata aktarılması, öğrencinin zihninde yanlış şekillenen kavramların bilimsel doğrularla yer değiştirmesi dersin öncelikli hedefleri arasındadır. Bundan dolayı, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı 2017 yılında tekrar güncellenmiş, fen ve mühendislik uygulamaları dahil edilerek taslak program hazırlanmıştır (MEB, 2017). 2018 yılında öğretim programına nihai hali verilerek ortaokulların tüm kademelerinde uygulamaya konulmuştur (MEB, 2018). Teknolojik yeniliklerin eğitime çok hızlı entegre olduğu günümüzde farklı teknolojilerin öğretimsel potansiyellerinin belirlenmesine yönelik birçok çalışma gerçekleştirilmektedir. Bu teknolojilerden biri de üç boyutlu (3B) yazdırma teknolojisidir.

Alanyazındaki çalışmalara yön veren ve güncel eğilimlerin belirlenmesine imkan tanıyan bazı raporlarda 3B yazıcı ve yazdırma teknolojilerinin içinde bulunduğumuz yıllarda yaygınlaşmaya başlayacağı ve bu alanda gerçekleştirilen çalışmaların gün geçtikçe artacağı vurgulanmaktadır (Johnson vd., 2013; Yıldırım, Yıldırım ve Çelik, 2018). Ancak, söz konusu teknolojinin maliyetlerinin yüksek olması, bu teknolojiyi kullanabilecek ve aktarabilecek nitelikli öğretmenlerin istihdamının yeterli olmaması, sadece pedagojik alan bilgisi ve mesleki bilginin yeterli olmaması, bunun yanında yazılım, kodlama, robotik ve ileri düzeyde bilgisayar okuryazarlığına sahip olunması gibi durumlar bu teknoloji için dezavantaj olarak sıralanabilir (Çorlu ve Aydın, 2016). Fakat bu dezavantajlar büyük oranda devlet desteği ve özel okulların



kendi çabaları sonucunda büyük oranda giderilmiş ve günden güne de giderilmeye devam edilmektedir (Daugherty, 2009).

Üç boyutlu yazıcılar insanların hayal sınırlarını genişleten ve yazılım bilgisi aracılığıyla hayal ettikleri her şeyi üretebilme imkânı sunan araçlardır (Erdoğan, Çorlu ve Capraro, 2013). Öğrenciler bir konu hakkında çalışırken daha detaylı ve kalıcı bir bilgiye sahip olabilmek için materyaller tasarlayabilir, geliştirebilir ve bunu üç boyutlu olarak yazdırabilirler. Artık dünyanın birçok ülkesinde üç boyutlu yazıcılar fen eğitiminde aktif bir şekilde kullanılmakta ve öğrencilere çok küçük yaşlardan itibaren yazılım eğitimi verilmeye başlanmaktadır (Göğüş, 2013). Bu kapsamda özellikle fen öğretiminde üç boyutlu yazıcıların kullanımını araştırmak ve fen konularının üç boyutlu yazıcı teknolojisi kullanılarak geliştirilen etkinliklerle anlatılmasının etkisini belirlemek alanyazına önemli bir katkı sağlayacaktır. Bu amaçla araştırmada esas alınan problem cümlesi ve alt problemler aşağıda belirtilmiştir.

### **1.1. Problem Cümlesi**

Bu araştırmanın problem cümlesi, “Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin vücudumuzdaki sistemler ünitesinin öğretimine etkisi nedir?” şeklinde ifade edilmiştir. Bu problemin çözümünde aşağıda belirtilen alt problemlerden yararlanılmıştır.

### **1.2. Alt Problemler**

1. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonunda son-test akademik başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrasında ön-test son-test akademik başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrasında ön-test son-test akademik başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

4. Deney grubunda bulunan öğrencilerin grup çalışması gözlem sonuçları hangi düzeydedir?
5. Deney grubu öğrencilerinin üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile geliştirilen etkinlikler ve ders içeriği hakkındaki görüşleri nelerdir?

### **1.3. Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın amacı, ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi vücudumuzdaki sistemler ünitesinin öğretiminde üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarındaki değişimi ve öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinlikler hakkındaki görüşlerini tespit etmektir.

### **1.4. Araştırmanın Önemi**

Gelişmekte olan teknolojiye uyum sağlamak ve bu teknolojilerin entegrasyonunu hızlandırmak amacı ile ülkemizde başta MEB olmak üzere çeşitli projeler yürütülmektedir. Birçok gelişmiş ülkede, bireylerin ve öğrencilerin yalnızca fen bilimleri dersine yönelik bilgi sahibi olması istenilmemektedir. Fen bilimlerinin yanı sıra bu bilgilere ek bir şekilde bilgisayar ve teknoloji okuryazarı olmaları, problem çözebilmeleri, sorgulayan ve eleştirel düşünebilmeleri, sorumluluk almaktan çekinmeyen ve grupla çalışma yapabilme gibi üst düzey bilişsel becerilere de sahip olmaları istenilmektedir.

Şu an dünyada 21. yüzyıl becerileri olarak belirtilen bu becerilerin edinilebilmesi için birçok ülkede eğitim sistemleri ezbere dayalı yöntemlerden arındırılmakta ve öğrencinin merkezde bulunduğu aktif sistemlere dönüştürülmektedir (Gülhan ve Şahin, 2016). Bu aktif sistemler arasında eğitim bilimlerinde teknoloji kullanımı özel bir yere sahiptir. Gelişmekte olan bu teknolojiler arasında en son yeniliklerden biri üç boyutlu yazıcılarıdır (Roberts, 2012). Üç boyutlu yazıcılar özellikle soyut kavramları somutlaştırmak amacı ile kullanılmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda soyut kavramların yoğun olduğu “vücudumuzdaki sistemler” ünitesinin öğrenciler tarafından anlaşılması ile ilgili Temelli, Arlı, Biber ve Kurt (2011) tarafından yapılan

“İnsanlarda Solunum Sistemi Konusunun Kavram Haritalarıyla Öğretilmesinin Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisi” adlı çalışmada elde edilen sonuçlar bu yöntemin kullanıldığı gruplarda akademik başarının olumlu yönde artış gösterdiğini belirlenmiştir. Bu sonuç solunum sistemi ünitesinde alternatif ve teknolojik materyallerden yararlanılması gerektiğini desteklemektedir.

Dünyada ve ülkemizde meydana gelen hızlı ilerlemeler birçok yeniliği de yanında getirmektedir. Bu yenilikler yaşantımızın tüm alanlarını etkilemektedir. Özellikle eğitim alanı da bu alanların başında gelmektedir. Modern ve gelişmiş bir ülkenin gerek sosyal gerekse de ekonomik anlamda kalkınması ilk olarak nitelikli ve iyi yetişmiş, bilimsel alt yapıya sahip insan gücüyle mümkündür (Yıldırım ve Altun, 2015). Belirtilen bu niteliklere sahip bireylerin eğitilmesi de etkili bir şekilde yapılandırılmış, 21. yüzyıla uygun, teknolojik alt yapısı bulunan, problem durumlarına karşı çözüm üretebilen ve yeniliklere sürekli olarak açık bir fen bilimleri eğitimi ile olmaktadır (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014).

Üç boyutlu yazıcı kullanımı 21. yüzyıl eğitiminde oldukça popüler hale gelmiştir. Birçok farklı disiplini bünyesinde barındıran üç boyutlu yazıcı kullanımı özellikle yazılım, robotik, kodlama, mühendislik ve teknoloji boyutlarını eş güdümlü olarak kullanabilme becerileri sağlamaktadır (Yıldırım, 2016). Bu özelliği sayesinde öğrenciler multidisipliner bir yaklaşım ile yetiştirilmekte ve nitelikli bir birey olma yolunda hızla ilerlemektedirler. Çünkü çok disiplinli yaklaşımlarda bireyler karşılaştıkları problem durumlarına sistematik ve bilimsel çözümler bulabilir, bilgilerini yeni durumlara uyarlayabilir, bilimsel bilgiye erişebilir ve bunları yaparken merak ve ilgi düzeylerini sürekli olarak yüksek tutabilirler (Yıldırım ve Şensoy, 2016). İşte belirtilen bu nedenler ışığında; fen bilimleri eğitiminde üç boyutlu yazıcı kullanarak eğitim verilmesinin ve bu eğitimin avantajları ile dezavantajlarının belirlenmesinin ilgili alanyazına olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### **1.5. Araştırmanın Varsayımları**

Bu çalışmaya yönelik varsayımlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

1. Araştırmaya katılan öğrencilerin lme ve değerlendirme araçlarına içtenlikle ve gerçek akademik başarılarını yansıtacak şekilde uygulanan test sorularına samimi ve yansız olarak cevap verdikleri varsayılmıştır.
2. n bilgi düzeyleri aynı olan her iki grup öğrencilerin sadece araştırma uygulamalarından etkilendiği, diğer değerşkenlerden etkilenmedikleri varsayılmıştır.
3. Araştırmacının uygulama süresince her iki gruba da eşit ve yansız bir şekilde davrandığı varsayılmıştır.

### **1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Bu araştırma;

1. 2018-2019 eğitim-ğretim yılı birinci yarıyılında Kastamonu il merkezinde bulunan bir ortaokulun altıncı sınıflarından iki şubede öğrenim gören 60 ğrenci ile,
2. Uygulama süresi 6 hafta, haftada 4 saat olmak üzere toplam 24 ders saati ile,
3. Altıncı sınıf vücudumuzdaki sistemler ünitesindeki konular ile,
4. lme aralarındaki sorular ile,
5. Öğrencilerin lme aralarındaki sorulara verdikleri cevaplar ile, sınırlıdır.

## 2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Araştırmanın bu bölümünde kuramsal çerçeve ve alanyazında bulunan diğer çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

### 2.1. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı

Dünyanın hemen hemen her ülkesinde belirli standartlara dayalı, yasalarla korunan ve ülkenin değer ve amaçları ile örtüşen eğitim programları bulunmaktadır. Bu eğitim programlarının temel amacı ise ülkenin istediği doğrultuda ve amaçları çerçevesinde nitelikli bireyler yetişmesini sağlamaktır. Matematik, hayat bilgisi, sosyal bilgiler ve fen bilimleri bu program türlerinden bazılarıdır.

Günümüzde 21. yüzyıl olarak belirtilen ve çağa ayak uydurma konusunda oldukça önemli bir konuma sahip olan alanlardan birisi de hiç şüphesiz fen bilimleri alanıdır. İlköğretimden başlayarak yükseköğretime kadar öğrencilerin ve bireylerin yaşadıkları çevreyi anlamaları, onu tanımaları ve yapılandırmaları konusunda fen bilimlerinin büyük bir yeri bulunmaktadır (Gücüm ve Kaptan, 1992; Yılmaz, 2018). Kaptan'a (1999) göre fen Bilimleri "doğayı ve doğal olayları sistemli bir şekilde inceleme, henüz gözlenmemiş olayları kestirme gayretleri olarak" tanımlanabilir.

Ayas, Çepni ve Akdeniz'e (1993) göre ise fen bilimleri, "bilginin tabiatını düşünme, mevcut bilgi birikimini anlama ve yeni bilgi üretme süreci" olarak ifade edilmektedir. Temel olarak bakıldığında fen bilimleri dersi aslında çevrenin merkezde olduğu ve öğrencilerin doğayla kaynaşmasını sağlayan bir ders türü olarak ele alınabilir. Özellikle yakın çevre olarak adlandırılan bu ortamda, bireylerin ihtiyaçları, düşünceleri, merakları ve somut yaşantıları ön plana çıkmakta ve bu yaşantılar yaparak yaşayarak öğrenme temelleri üzerine inşa edilmektedir. Fen bilimleri dersine bu açıdan yaklaşıldığında fen bilimleri, öğrencilerin karşılaştırma yaparak nesnelere, olayları, olguları ve bunlarla ilişkisi bulunan durumları inceleme, gözleme ve sonuçlara varma süreci olarak ifade edilebilir (Korkmaz, 2006).

İlkokul ve ortaokul dönemleri bu süreçlerin en çok işletildiği ve hayata geçirildiği dönemler olarak bilinmektedir. Öğrenciler özellikle ortaokul dönemlerinde ilkokulda kazandıkları bilgileri daha somut bir şekilde yapılandırmakta ve bunları zaman zaman deneyerek sınama imkânı bulmaktadırlar (Erden ve Akman, 2001; Kılıç ve Aydın, 2018). Ortaokul dönemi öğrencilerin psiko-motor becerilerinin belirli düzeye ulaştığı ve bunlar sayesinde deney yapabilme, araştırma yapabilme, yaparak yaşayarak ve uygulayarak öğrenme ortamları oluşturabilme becerilerinin kazanıldığı dönemdir.

Bu dönemde fen bilimleri dersi ile somut bilgiler soyut bilgilere, basitten karmaşığa ilerleyen bilgi paketlerine, özelden genele ilerleyen bir sürece doğru eğilim durumları olmaya başlamaktadır (Gürdal, Şahin ve Çağlar, 2001; Güven, 2016). Fen bilimleri dersine yönelik olarak birtakım amaçlar ve hedefler bulunmaktadır. Bu amaçlar şu şekilde sıralanabilir (Ergün ve Özdaş, 1997; Victor ve Kellough, 2000; Bedir, 2018);

- 1) Bilim insanı ve bilimsel okuryazar olma,
- 2) Eleştirel düşünme becerilerine sahip olma ve yaratıcı düşünebilme,
- 3) Yaşadığı çevreyi tanıma ve onu koruma için çaba sarf etme,
- 4) Fen, teknoloji ve toplum arasındaki bağı yakalayabilme,
- 5) Sosyal farkındalık sahibi olma ve ihtiyaçlarını karşılayabilme,
- 6) Araştırma yapabilme ve keşfetme arzusunu canlı tutabilme,
- 7) Gözlem ve betimleme yapabilme,
- 8) Bilimsel süreç becerilerini kullanabilme,
- 9) Hayal gücünü geliştirme ve bunu hayata geçirme,
- 10) Gözlem yapabilme, hipotezler kurup bunları sınamayabilme,
- 11) Elde ettiği verileri yorumlayabilme; analiz, sentez ve değerlendirme,
- 12) Bilimsel bilgileri öğrenme ve bunları hayata uyarlayabilme,
- 13) Fen bilimleri eğitimine yönelik olumlu tutum geliştirme,
- 14) Öğrenilen bilgileri farklı problem durumlarına karşı kullanabilme,
- 15) Bilimsel bilgilere göre yaşamayı hayat felsefesi haline getirme şeklinde sıralanabilir.

Görüldüğü üzere fen bilimleri dersi öğretim programının temel amacı; bireyin sosyal çevresini anlaması, tanınması ve onu yorumlayabilmesi için gerekli alt yapıyı oluşturmak ve bunu yaparken de bilimsel bir alt yapı kurarak bireyin analitik, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerinin de gelişmesini sağlamaktadır. Bu açıdan bakıldığında fen bilimleri dersi “hayatın ta kendisidir” denilebilir (Cömert ve Balkan-Kıyıcı, 2006).

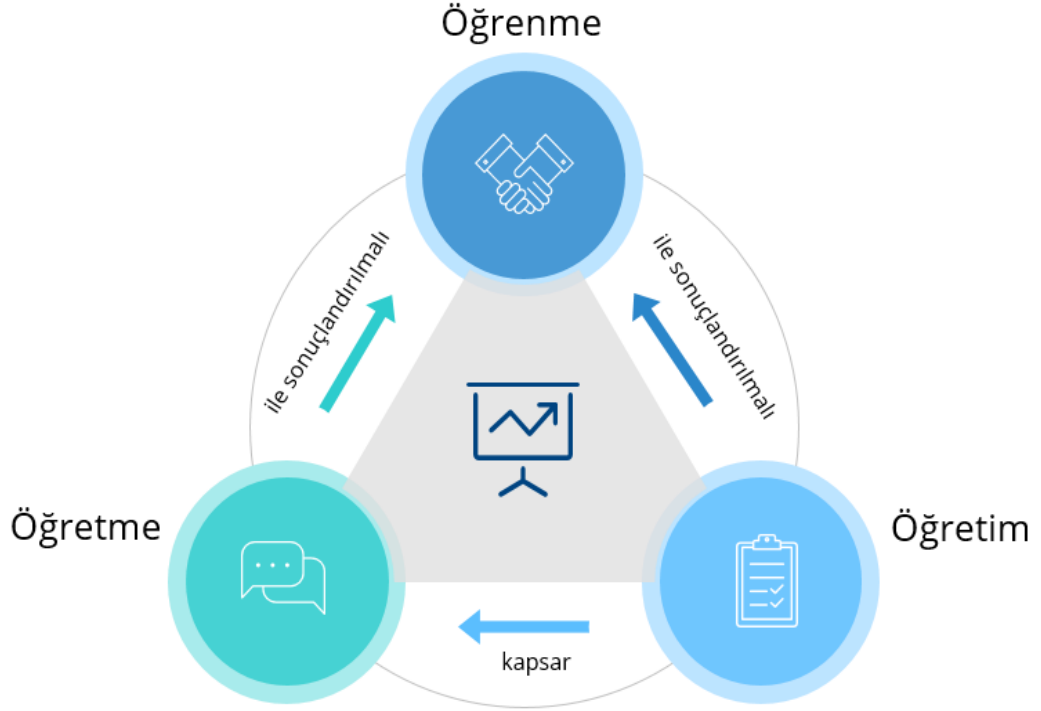
## **2.2. Fen Bilimleri Eğitiminde Öğrenme – Öğretme Süreci**

Her bilim dalında olduğu gibi fen bilimleri eğitiminde de birtakım öğrenme ve öğretme süreçleri bulunmaktadır. Bu konuyu incelemeye önce öğrenme ve öğretme kavramlarının ne olduğu konusunda bilgi vermek yerinde olacaktır. Gökalp’e (2018) göre öğrenme; “yaşantı ürünü olarak meydana gelen davranışlardaki kalıcı izli değişimdir” şeklinde tanımlanmıştır. Yine Gökalp’e (2018) göre öğretme ise; “davranış değişikliğinin okulda, planlı ve programlı bir şekilde yapılma sürecidir” olarak tanımlanmıştır.

Öğrenme ürünü olan davranışlar özellikle üç bölüm altında incelenmektedir. Bunlar; bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlardır. Fen bilimleri eğitimi bu üç farklı bölümü birleştirerek uyumlu bir şekilde öğrenme sürecini icra etmeye yardımcı olmaktadır (Aydın ve Kömürkaraoğlu, 2015). Kavramlar, kuramlar, ilkeler, olgular, prensipler, kanun ve teoriler bilişsel alt yapıyı oluştururken, duygu, düşünce, tutum, hazır bulunuşluk ve istek durumları ise duyuşsal alt yapıyı oluşturmaktadır (Akınoğlu ve Tandoğan, 2007). El-göz koordinasyonu, deney düzeneği kurabilme, konuşma, yazma ve el hareketleri ile kendini ifade edebilme durumları ise psiko-motor alt yapının bir ürünü olarak bilinmektedir (Bedir, 2018; Gökalp, 2018).

Fen bilimleri dersine yönelik öğrenme ve öğretme süreçleri bütün olarak ele alındığında, birçok farklı kuram ve öğretim yöntem ve tekniği ile karşılaşabiliriz. Öğrenme kuramları olarak Piaget, Bruner, Gagne, Ausubel ve yapılandırmacı öğrenme kuramları genelde ön plana çıkan kuramlardır. Bunun yanı sıra çoklu zekâ kuramı ve 5E öğrenme kuramı da sıklıkla tercih edilen kuramlar arasında yer almaktadır.

Fen bilimleri dersinde kullanılan öğretim yöntem ve teknikleri incelendiğinde ise; bağlam temelli öğrenme, probleme dayalı öğrenme, proje temelli öğrenme, beyin temelli öğrenme, kavram haritaları ve kavram ağları ile öğrenme ve bilimsel süreç temelli öğrenme modellerinin en çok tercih edilen yöntemler olduğu görülmektedir. Şekil 2.1’de öğrenme, öğretme ve öğretim ilişkisi bulunmaktadır.



Şekil 2.1. Öğrenme, öğretme ve öğretim ilişkisi (Çepni, 2005)

Şekil 2.1’de görüldüğü üzere öğrenme, öğretme ve öğretim birbirini tamamlayan süreçlerdir. Fen bilimleri öğretiminde de bu süreç aynı şekilde ilerlemektedir. Fen bilimleri öğretimi günümüzde teknolojinin gelişmesi ile bu süreçlerin çeşitlenmesine, gelişmesine ve değişmesine de imkân tanımaktadır (Çepni, 2005). Hali hazırda bilinen bu süreçlere ek olarak STEM eğitimi, robotik ve kodlama eğitimi, üç boyutlu yazıcılarla eğitim, sanal ortamlar, artırılmış gerçeklik uygulamaları, 5D uygulamaları ve daha birçok sanal ortamlar ve simülasyonlar da bu eğitim ortamları arasında sayılabilir (Doğanay, 2018). Ülkemizde özellikle STEM eğitimi ve robotik alanında birçok çalışma yapılmasına karşın üç boyutlu yazıcılar hakkında ise yeteri kadar çalışma yapılmadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle bu konuya eğilim gösterilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.



### 2.3. Fen Bilimleri Eğitiminde Bilimsel Süreç Becerileri

Fen bilimleri eğitiminin çıkış noktası incelendiğinde, bu bilim dalının insanoğlunun tabiata, doğaya ve bunlara yönelik gerçekleri öğrenmeye dair çabaları sonucunda meydana geldiği görülmektedir. Bu çabalar, sürekli olarak birikimli bir şekilde gelişmiş, bilimsel veriler oluşmuş ve gün geçtikçe de kümülatif olarak ilerlemeye devam etmiştir. Günümüzde her alanda hızlı bir ivme kazanmış olan bilimsel araştırmalar, bir yandan insanların refahı ve huzuru için çalışırken bir yandan da bu bilgi birikiminin beraberinde getirdiği sorunları çözmeye odaklanmıştır. Bilimsel bilgiye erişim ve bilimsel süreçleri uygulamak fen bilimleri eğitiminin en önemli yapı taşlarını oluşturmaktadır. Çünkü belirli niteliklere sahip ve bilimsel bir gerçekliği bulunmayan süreçler sonunda, ya doğru bilgilere ulaşamamakta ya da genellenebilir bilgilere erişim sağlanamamaktadır. Bu nedenle bilimsel bilginin kullanılması, yapılandırılması ve fen bilimleri alanına entegre edilebilmesi için bir takım bilimsel süreç becerilerinin işletilmesi gerekmektedir. Martin (1997) ve Yerlikaya (2006) bilimsel süreç becerilerini şu şekilde ifade etmektedirler:

#### 1. Temel süreçler

- Gözleme
- Sınıflama
- Ölçme, uzay ve zaman ilişkilerini kullanma
- Önceden tahmin etme
- Mevcut bilgilerden hareketle tahminde bulunma ve sonuç çıkarma
- İfade etme

#### 2. Deneysel süreçler

- Hipotez kurma ve hipotezi yoklama
- Değişkenleri tanımlama ve kontrol etme
- Verileri yorumlama
- Yaparak tanımlama
- Deney düzenleme ve yapma
- Model inşa etme

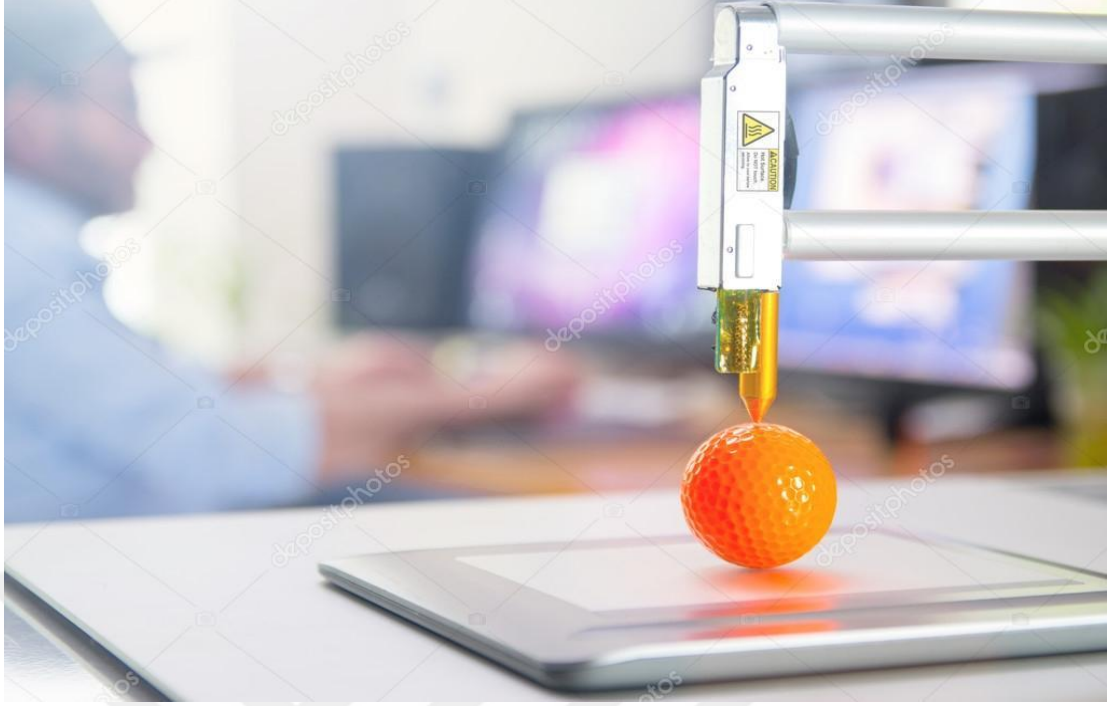
Görüldüğü üzere fen bilimleri bilimsel birtakım becerileri edinme ve bunların adım adım uygulanması sonucunda anlam kazanmaya başlayan bir bilim dalıdır.

## 2.4. Üç Boyutlu Yazıcılar ve Kullanım Alanları

Üç boyutlu yazıcılar aslında çok da yeni bir teknoloji sınıfı değildir. Çünkü ilk uygulamaları 1980’li yıllara kadar uzanmaktadır. İlk üç boyutlu yazıcı dönemin fizik mühendislerinden birisi olan “Charles Hull” tarafından 1984 yılında üretilmiştir. İlk başlarda çok yüksek maliyetleri olsa da özellikle sanayi alanında prototip geliştirilmesi aşamalarında sıklıkla tercih edilmiştir (Eisenberg, 2013). Gelişen teknoloji sayesinde üç boyutlu yazıcılarda evrimleşmeye başlamıştır. 2006 yılında bireysel kullanımın desteklenmesi amacıyla “Reprap” adı verilen daha küçük boyutlu ve açık kod kaynaklı yazıcılar üretilmiştir (Balcıoğlu, 2014; Ventola, 2014).

Popülarlığı gün geçtikçe artmaya başlayan üç boyutlu yazıcılar 2010 yılına gelindiğinde oldukça tanınır ve bilinir hale gelmiştir. 2012 yılında bu sürece yazılım sektörü de dâhil olmuş ve piyasa büyüklüğü 2.2 milyar dolara kadar yükselme göstermiştir (Akgül, 2014). Şu an günümüzde geçmiş zamanlara nazaran ürün kalitesi artmakta ve maliyetler ise oldukça azalma göstermektedir. Bu durum üç boyutlu yazıcıların tercih edilme sebebini de bir kat daha arttırmaktadır. Çünkü şu an herkes kendi evinde ya da odasında çok rahat üç boyutlu yazıcı kullanabilmekte ve belirli düzeyde tasarımlar yapabilmektedir.

Üç boyutlu yazıcılar eğitim bilimlerinde materyal, araç, gereç vb. birçok malzemenin üretiminde kullanılmasının yanı sıra sanayi sektöründe de oldukça geniş bir yelpazeye sahiptir. Mektup zarfı üretimi, şişe kapağı üretimi, araç motoru üretimi, dekoratif eşya üretimi ve astronotların uzayda ihtiyaç duydukları her şeyi üretebilmeleri bunlara birer örnek olarak gösterilebilir (Hagel vd., 2015). Özellikle model ve modellemenin merkezde olduğu alanlarda üç boyutlu yazıcılar bir kat daha tercih edilmektedir. Çünkü insanların hayal gücünü harekete geçirme ve ürüne dönüştürme imkanı sunmaktadır. Motorlu araçların parçalarının üretimi, mimari ürünlerin oluşturulması, cerrahi materyallerin geliştirilmesi, protezlerin üretimi, moda ve giyim sektöründe kolaylık sağlaması, gıda sektöründe kullanılan materyallerin geliştirilmesi, oyuncak yapımı ve robotik malzemelerin üretimi bu üretimlerin başında gelmektedir (Akpek, 2018). Şekil 2.2 ve 2.3’te üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle üretilen modeller gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Üç boyutlu yazıcıda hazırlanan bir top modeli (URL-1)



Şekil 2.3. Üç boyutlu yazıcıdan alınan kafatası modeli (URL-1)

## 2.5. Üç Boyutlu Yazıcılar ve Fen Öğretimi

Üç boyutlu yazıcıların ilk kullanımı 1980'li yıllara dayanmaktadır. Üç boyutlu yazıcılar hayatımızın her alanında vazgeçilmez bir şekilde görev yapmaktadır. Protez insan dokusu üretimi, endüstriyel prototip üretimi, uzay araçlarında araç gereç malzeme ve hatta yemek üretimi gibi birçok konuda kullanım alanları bulunmaktadır (Gilpin, 2014). Bu kadar farklı alanda kullanılabilme fırsatını sağlayan temel dinamik ise, bu teknolojilerin hiçbir kısıtlama olmadan insan fikirlerini somutlaştırabiliyor ve özgürce tasarlanmasına imkân verebiliyor olmasıdır (Hoskins, 2013).

Üç boyutlu yazıcıların eğitim alanına yönelik yansımaları incelendiğinde özellikle fen ve doğa bilimlerinde kendisine geniş bir uygulama alanı bulduğu söylenebilir. Çünkü çok küçük modeller ile (atom modeli, DNA modeli) çok büyük modellerin (uzay modeli) çok rahat bir şekilde ürünlere dönüştürülebiliyor olması bu teknolojinin kullanım alanının oldukça genişletmektedir (Balcıoğlu, 2014). Üç boyutlu yazıcıların bu kolaylığının yanı sıra eğitim alanında sağladığı en önemli katkılardan birisi de eğitim sürecini “oyunlaştırılabilir” bir hale getirmesidir. Özellikle öğrencilerin parçaları oluşturması ve bunları birleştirmek suretiyle temel yapıları meydana getirmesi onların bu teknolojiye olan tutumlarını bir hayli etkilemektedir (Dede, 2010). Üç boyutlu yazıcıların eğitim ortamında sağladığı bu kolaylıklar eğitim sürecinin gerek bireysel gerekse de toplu olarak gerçekleştirilmesine imkân tanımaktadır. Öğrenciler bu süreçte yaparak yaşayarak ve uygulayarak bir öğrenme fırsatı yakalayabilmektedir (Erk, 2017). Bu şekilde eğitim süreci öğretmen merkezli olmaktan çıkmakta öğrenci merkezli ve oyun tabanlı bir eğitim modeline dönüş yapmaktadır. Bu durum ise bilgi toplumu becerileri, 21. yüzyıl becerileri ve teknoloji okuryazarlığı gibi yeterliliklerinde gelişmesine katkı sağlamakta ve öğrenme-öğretme süreçlerini olumlu yönde etkilemektedir. Şu an ülkemizde fen öğretimine yönelik olarak özellikle STEM uygulamaları adı altında birçok proje üretilmekte ve üç boyutlu yazıcılara bu projelerde büyük görevler verilmektedir (Kaufman, 2013). Çünkü üç boyutlu yazıcılar kodlama ve robotik alanının tamamlayan bir bileşeni olarak görev yapmaktadır.

## 2.6. İlgili Araştırmalar

Araştırmanın bu bölümünde üç boyutlu yazıcılar ve bu alana yakın olan yurt içinde ve yurt dışında yapılan çalışmalara yer verilmiştir. İlk olarak yurt içinde yapılan çalışmalar incelenmiştir.

### 2.6.1. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Çapar (2006) yapmış olduğu çalışmada, üç boyutlu çalışmaların 9-12 yaş arasındaki çocuklarda yaratıcılık eğitimine olan katkısını incelemiştir. Çalışmada kil materyali kullanılarak “üç boyutlu biçimlendirme ve inşa çalışmaları yapabilme” konusu incelenmiştir. Araştırmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Nicel aşamada yarı deneysel desen kullanılmış başarı testi ve değerlendirme formu kullanılmıştır. Araştırmanın nitel aşamasında “öğrenci görüşme formu”, “ders gözlem formu” ve “öğrenci kişisel bilgi formu” kullanılmıştır. Uygulama toplam altı hafta sürmüştür. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular neticesinde; başarı testi, değerlendirme formu ve kalıcılık testi sonuçlarının deney grubu lehine anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiş ve üç boyutlu çalışmaların öğrencilerin eğitimine olumlu yönde katkı yaptığı belirlenmiştir.

Aydın (2009) tarafından yapılan çalışmada, “Eğitim fakültesinde bulunan öğretmen adaylarına sanat eğitimi dersi verilirken perspektif ve üç boyutlu modelleme kullanımının etkisi” araştırılmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada veri toplama aracı olarak doküman incelemesi yöntemi tercih edilmiştir. Araştırmanın örneklemini 2008 ile 2009 yılları arasında ulaşılabilen her türlü görsel ve yazılı materyaller oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda sanat eğitimi verilirken perspektif ve üç boyutlu modelleme yönteminin mutlaka kullanılması, nitelikli bir sanat eğitimi için üç boyutlu modellemenin büyük bir öneme sahip olduğu vurgulanmıştır.

Telli (2009) yapmış olduğu çalışmada, “üç boyutlu sanal materyallerin öğretmen adaylarının bilgisayar dersindeki başarılarına ve bilgisayar destekli öğretime yönelik tutumlarına etkisi” ni araştırmıştır. Bu kapsamda donanım dersi boyunca üç boyutlu materyaller geliştirilmiş ve bu materyalleri konu alan bir web sitesi tasarlanmıştır.

Araştırma yarı deneysel desen tercih edilmiş, ön test son test kontrol gruplu bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak başarı testi ve tutum testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler analiz edildiğinde; üç boyutlu sanal materyallerin kullanıldığı sınıflarda öğrencilerin akademik başarılarının deney grubu lehine anlamlı düzeyde farklılaştığı fakat tutumlarının ise anlamlı bir değişiklik göstermediği belirlenmiştir.

Kahraman (2010) tarafından yapılan çalışmada, “atomun yapısı ve orbitaller konusunun öğretiminde üç boyutlu materyallerin kullanımı, akademik başarı ve tutumlara olan etkisi” araştırılmıştır. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel desen ön test son test kontrol gruplu desen kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini toplam 145 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak “başarı testi, kimya dersi tutum ölçeği ve bilgisayar destekli öğretime karşı tutum ölçeği” kullanılmıştır. Uygulama sonucunda üç boyutlu materyal kullanımının deney grubu lehine anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği ve olumlu yönde eğitim sürecine katkı yaptığı belirtilmiştir.

Eryiğit (2010) yaptığı çalışmada, “üç boyutlu dinamik geometri yazılımı kullanımının 12. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve tutumlarına olan etkisi” ni araştırmıştır. Araştırma sürecinde yarı deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini 2009-2010 yılında bir devlet okulunda bulunan toplam 71 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma sürecinde deney grubunda bulunan öğrencilere Cabri 3D yazılımı ile eğitim verilmiş, kontrol grubuna ise mevcut programa göre eğitim verilmiştir. Uygulama toplam 5 hafta sürmüştür. Araştırmada veri toplama aracı olarak “uzay geometri başarı testi”, “geometriye yönelik tutum ölçeği”, “prizmalar başarı testi” kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar SPSS programı yardımıyla analiz edilmiştir. Uygulama sonuçları incelendiğinde Cabri 3D yazılımı ile eğitim alan 12.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarının deney grubu lehine anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenirken, geometriye yönelik tutum testi sonuçlarının ise deney ve kontrol gruplarında herhangi bir anlamlı farklılığa sebep olmadığı gözlemlenmiştir.

Burkaz (2012) çalışmasında, “fen ve teknoloji öğretiminde üç boyutlu modellerin yapılandırıcı öğrenme ortamında kullanımı” nı incelemiştir. Araştırma sürecinde ön-test son-test deney kontrol gruplu yarı deneysel desen tercih edilmiştir. Araştırma örneklemini Rize ilinde bulunan Çayeli ilçesi Yamantürk ilköğretim okulundaki 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmaya toplam 50 öğrenci katılım sağlamıştır. Araştırma sürecinde veri toplama aracı olarak “başarı testi, yarı yapılandırılmış mülakatlar ve çalışma yaprakları” kullanılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunda bulunan öğrencilerin başarı testi sonuçlarının anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca üç boyutlu modellerin kullanılmasının öğrencilerin fikirlerini somutlaştırmada ve hayata geçirilmesinde oldukça yararlı olduğu da belirtilmiştir.

Akbaba (2017) yapmış olduğu çalışmasında, “okullarda Maker ve STEAM eğitim hareketleri” ni incelemiştir. Nitel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formları tercih edilmiştir. Araştırmada toplam 12 devlet ve özel okulda bulunan öğretmenlerin görüşleri alınmıştır. Çalışmada Maker hareketi, STEAM uygulamaları, üç boyutlu yazıcılar ile materyal üretme konusunda öğretmenlerin görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan uygulamalar neticesinde, istenilen davranışları kazandırma amacına yönelik olarak, Maker ve STEAM eğitiminin gelecekte öğrencilerin yaratıcı düşüncelerine ve hayatlarında fark yaratabilecek bir eğitim örüntüsüne dönüşeceği konusunda hem fikir oldukları belirlenmiştir.

Gürel ve Emre (2017), “fen bilimleri derslerinde üç boyutlu yazıcı kullanımı” na yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışma kapsamında öğrencilerin materyal tasarımı, materyal üretimi, yeni nesil teknolojileri kullanabilme ve hayal dünyalarını geliştirebilme gibi konularda bilgilendirildikleri ve modelleme tabanlı bir eğitimin fen bilimleri eğitimi alanına sağlayacağı katkıların neler olduğu konusunda bilgilendirme yaptıkları belirlenmiştir.

Topraklıkoğlu (2018) tarafından yapılan çalışmada, “üç boyutlu modellemenin kullanıldığı artırılmış gerçeklik etkinlikleri ile geometri öğretimi” konusu ele alınmıştır. Araştırmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri bir arada kullanılmıştır.

Nicel aşamada tek grup ön-test son-test yarı deneysel desen tercih edilirken, nitel aşamasında ise durum çalışması yapılmıştır. Veri toplama aracı olarak nicel aşamada, “uzamsal yetenek testi, geometriye yönelik tutum ölçeği ve artırılmış gerçeklik uygulamaları tutum ölçeği” kullanılmıştır. Uygulama 2016-2017 yılları arasında Balıkesir ilinde bulunan bir devlet okulunda 53 yedinci sınıf öğrencisinin katılımı ile sağlanmıştır. Araştırma sonuçları incelendiğinde, öğrencilerin ön test son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunduğu, tutum testlerinde ise anlamlı bir farklılık oluşmadığı belirlenmiştir.

Topuz (2018) tarafından yapılan çalışmada, “anatomi eğitiminde sanal gerçeklik ve üç boyutlu yazıcı ile tasarlanan masaüstü materyallerinin akademik başarı ve bilişsel yük açısından incelemesi” yapılmıştır. Nicel araştırma yöntemlerden ön-test son-test deneysel desenin tercih edildiği çalışmada, 2017-2018 yılında Marmara Üniversitesinde okuyan 68 öğrenci katılım sağlamıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak başarı testi, anatomi sınavı ve bilişsel yük ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonuçları incelendiğinde sanal gerçeklik ve üç boyutlu materyal kullanımının deney grubu lehine olumlu yönde artış gösterdiği belirtilmiştir.

Yurtiçinde yapılmış bu araştırmalarda genellikle üç boyutlu model ve etkinlikler kullanılmıştır. Öğretmen, öğretmen adayları ve öğrencilerin çalışma grubu olarak belirlendiği bu araştırmalarda öğretmenler; bu tür model ve etkinliklerin gelecekte öğrencilerin yaratıcı düşüncelerine ve hayatlarında fark yaratabilecek bir eğitim örüntüsüne dönüşeceği konusunda hem fikir olduklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları ve öğrencilerin ise; konuları öğrenmelerinde üç boyutlu model ve etkinliklerin kullanılmasının onların akademik başarılarını artırdığı görülmüştür.

### **2.6.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar**

Eisenberg (2013) tarafından yapılan çalışmada, “çocuklar için üç boyutlu yazıcılar ve bunlarla neler üretebilecekleri” hakkında bir çalışma yapılmıştır. Bir derleme çalışması olarak ele alınan araştırmada, çocuklar için üç boyutlu yazıcıların önemi, maliyeti, geliştirilmesi ve kullanım alanları hakkında detaylı bilgilendirme yapılmaktadır. Ayrıca üç boyutlu yazıcı kullanımının küçük yaşlarda eğitim alınarak



sağlanmasının önemi ve bu konuda yetişkinlerin alması gereken tedbirler konusunda da bilgilendirme yapılmaktadır.

Ertekin vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, disiplinler arası materyal tasarımı yapmak için “üç boyutlu yazıcıların kullanımı” konusu ele alınmıştır. Bir proje olarak tasarlanan çalışmada üç boyutlu yazıcıların kullanılması, üretilmesi, tedarik edilmesi vb. birçok konu hakkında bilgilendirme yapılmaktadır. Ayrıca öğrencilerin bu materyalleri kullanarak birden fazla disiplini birleştirmeleri ve eğitim materyalleri tasarımları konusunda bilgilendirme yapılmaktadır.

Paul, Michelle, Colin ve Justin (2014) tarafından yapılan çalışmada, “üç boyutlu (3D) baskı teknolojisi kullanılarak anatomik öğretim kaynaklarının üretimi” incelenmiştir. Özellikle sağlık bilimleri alanında ve tıp eğitimi alanında kullanılması hedeflenen üç boyutlu materyallerin üretilmesi, dizayn edilmesi ve amacına uygun olarak kullanılması konusunda kapsamlı bir çalışma yapılmıştır. Nicel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada deneysel desenler ve deney tabanlı uygulamalara yer verilmiş ve anatomi materyallerinin hazırlanmasında üç boyutlu yazıcıların önemi çeşitli açılardan ele alınmıştır.

Igor ve Amir (2015) tarafından yapılan çalışmada, “tasarım ve teknoloji öğretmeni yetiştirmede dijital tasarım ve 3D baskı tekniklerinin kullanılması” konusu incelenmiştir. Nicel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada laboratuvar ve bilgisayar ortamlarında eğitim alan öğretmen adaylarının tasarım becerileri ve baskılama yapabilme becerilerinin gelişimi izlenmiştir. Araştırma sonucunda teknoloji ve tasarım bölümü öğrencilerinin eğitimlerinde dijital tasarım ortamlarının ve üç boyutlu yazıcıların kullanılmasının oldukça etkili olduğu ve eğitim sürecini olumlu yönde geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Vasilis, Vasilis ve Christos (2015) tarafından yapılan çalışmada, “öğrenme aracı olarak açık kaynaklı üç boyutlu baskı tekniklerinin kullanılması” incelenmiştir. Çalışma Yunanistan da bulunan iki devlet okulunda (lise) gerçekleştirilmiştir. Araştırmada yapılandırmacı öğrenme yöntemleri ve deneysel yöntemler teorik bir çerçeve olarak kullanılmıştır. İlk olarak üç boyutlu baskı ve tasarıma odaklanan bir

eğitim senaryosu hazırlanmış ve üç ay süreyle öğrencilere uygulanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin konuya oldukça yatkın oldukları, üç boyutlu baskılama sistemlerine karşı olumlu düşünceler besledikleri ve bunları hayatının bir parçası olarak kullanmak istediklerini belirtmişlerdir.

Elena ve Sonya (2018) çalışmalarında, “3B baskı projesi temelli öğrenmenin öğretmen adaylarının fen bilgisi tutumlarına karşı etkisi” ni araştırmışlardır. Nicel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada fen bilimleri tutum ölçeği ve başarı testi kullanılmıştır. Lise öğrencilerinin katılım sağladığı çalışma sonucunda üç boyutlu yazıcı kullanımının öğrencilerin merak duygularını harekete geçirdiği, ilgi düzeylerini olumlu düzeyde etkilediği ve fen bilimleri dersine karşı motivasyonları arttırdığı belirlenmiştir.

Tamara, Kristin ve David (2018) çalışmalarında, “lise öğrencilerinin STEM eğitimi konusu ve üç boyutlu yazıcıları kullanma düzeyleri hakkında tutumları” nı incelemişlerdir. Araştırmada STEM uygulamalarının liselerde ne şekilde yer bulduğu, yapılan projelerin STEM uygulamaları ile ne şekilde desteklenebileceği, üç boyutlu yazıcılar, robotik ve kodlama etkinliklerinin STEM eğitimini hangi açılardan desteklediği gibi konuların ele alındığı görölmektedir. Ayrıca üç boyutlu yazıcıların araştırma projelerindeki yeri ve öğrenciler tarafından nasıl karşılandığı konusunda da incelemelerin yapıldığı görölmektedir.

Simon ve Tim (2019), “üç boyutlu yazıcıların eğitim alanında nerede ve nasıl kullanılacağı konusu” nda bir derleme çalışması yapmışlardır. Nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi tekniğinin kullanıldığı çalışmada üç boyutlu yazıcıların eğitim bilimleri alanında hangi ihtiyaçları karşılayabileceği, ne amaçla kullanılabilirdiği, eğitim programlarına hangi projeler ile dâhil edilebileceği konusunda önerilerde bulunulduğu görölmektedir. Özellikle öğrencilerin yazılım ve tasarım tabanlı alanlara yönlendirilmesi, bu teknolojilerin devlet eliyle desteklenmesi ve sosyal yardım projeleri ile toplumun her kesimine ulaşılması konusunda bilgilendirmelere de yer verildiği görölmektedir.

Tien-Chi, Mu-Yen ve Chun-Yu (2019) tarafından yapılan çalışmada, “üç boyutlu modellemeden üç boyutlu yazıcılara geçiş konusunda farklı bir öğretim yöntemi” incelenmiştir. Araştırmada teknik eğitimde bulunan öğrencilerin üç boyutlu çizim teknikleri kullanımları incelenmiştir. Bu esnada modelleme tasarımlarından ziyade üç boyutlu yazıcılar kullanılarak elde edilen ürünler yardımıyla derslerin işlenmesi amaçlanmıştır. Uygulama sonucunda teknik eğitimde üç boyutlu yazıcılar yardımıyla elde edilen materyallerin oldukça etkili olduğu ve modellemeye alternatif olarak üç boyutlu yazıcı çıktılarının kullanılabilirliği vurgulanmıştır.

Yurtdışında yapılan bu çalışmalar genellikle öğrencilerle yapılmış ve üç boyutlu yazıcıların etkisi incelenmiştir. Bu çalışmalarda; üç boyutlu yazıcılarla neler üretilebileceği ve kullanım alanları, materyal ve üç boyutlu model geliştirmede üç boyutlu yazıcıların önemi, üç boyutlu yazıcılardan elde edilen modellerin eğitimde kullanımı, olumlu gelişmeler sağladığı, öğrencilerin akademik başarılarının ve fene karşı ilgilerinin arttığına dair konuların üzerinde yoğunlaşmıştır.

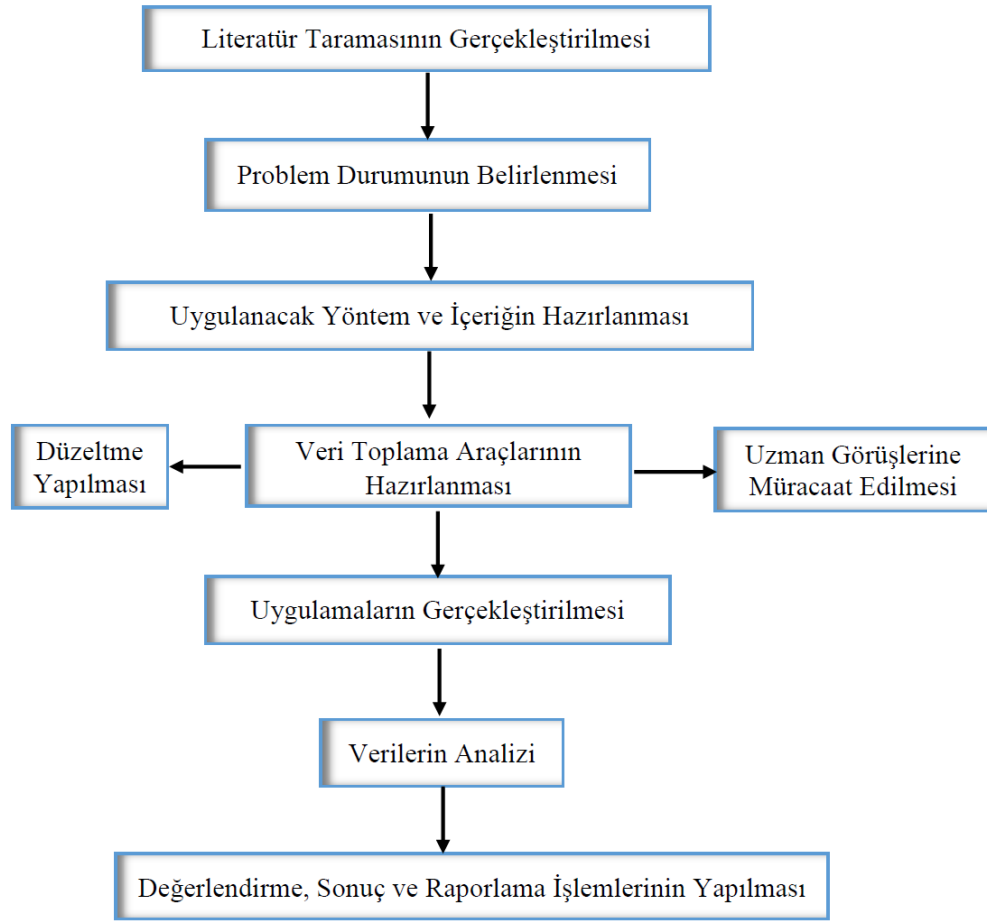
### 3. YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde araştırma modeli, ünite seçimi, çalışma grubu, veri toplama araçları, uygulama süreci, verilerin toplanması ve toplanan verilerin analizinde yararlanılan istatistiksel yöntem ve teknikler yer almaktadır.

#### 3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada, nicel araştırma ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma araştırma deseni tercih edilmiştir. Karma araştırma deseni temel olarak aynı olguların hem nicel hem de nitel veri toplama araçları ile incelenmesini, analizini ve değerlendirilmesini kapsamaktadır (Dağlı, 2014). Karma araştırma deseni, çalışmalara hem zenginlik katmakta hem de olguların farklı bakış açıları ile alınmasına fırsat tanımaktadır. Araştırmacılara sağlamış olduğu bu kolaylık birçok fen eğitimi araştırmalarında da sıklıkla tercih edilmesine neden olmaktadır (Yılmaz, 2018).

Bu çalışma, ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile tasarlanan etkinliklerin vücudumuzdaki sistemler ünitesini öğrenmelerine etkisini belirlemek amacıyla deneme modellerinden ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel model kullanılmıştır. Buradaki amaç, araştırılan konuyu “neden” sorusu ve “sebe-sonuç” ilişkisi ile irdelemektir. Bu amaçla kullanılacak en uygun yöntem deneysel yöntemdir. Bu yöntemler, nicel verilerin toplanması için ön-test ve son-test verileri üzerinde istatistiksel işlemler uygulandığında anlamlı farklılıkların olup olmadığının belirlenmesine yönelik çalışmalarda kullanılmaktadır (Çepni, 2014; Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2011; Büyüköztürk vd. 2008). Şekil 3.1’de araştırma süreç şeması bulunmaktadır.



Şekil 3.1. Araştırma süreç şeması

Şekil 3.1’de görüldüğü üzere ilk olarak üç boyutlu yazıcılar hakkında detaylı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Yapılan tarama sonucunda araştırmaya uygun olacak şekilde problem durumlarının belirlenmesi sağlanmıştır. Daha sonra, araştırmada uygulanacak yöntem ve içeriğin hazırlanması aşamasına geçilmiş ve ilerleyen aşamalarda veri toplama araçları, uzman görüşleri ve düzeltme çalışmaları yapılarak uygulama aşamasına geçiş yapılmıştır. Söz konusu etkinliklerin altı hafta boyunca uygulanması sonucunda elde edilen veriler çeşitli kategorilerde sınıflandırılmış, anlamlandırılmış ve analiz edilmek üzere hazırlanmıştır. Çalışmanın son aşamasında ise nicel ve nitel veri analizleri gerçekleştirilerek çalışmanın değerlendirme, sonuç, tartışma ve raporlama işlemleri yapılarak araştırma sürecine son verilmiştir. Araştırma süreç şemalarının araştırmanın başında belirlenmesi ve belirli basamaklarının önceden tespit edilmesi hem araştırmacıya hem de

okuyuculara bütüncül bir kolaylık sağlamaktadır. Araştırmanın deneysel modeli Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. *Araştırmanın deneysel modeli*

<i>Gruplar</i>	<i>Ön-test</i>	<i>Uygulama</i>	<i>Son-test</i>
<b>Deney Grubu</b>	Başarı Testi	Üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile geliştirilen etkinlikler ile destekli	Başarı Testi, Grup Çalışması Gözlem Formu, Yarı Yapılandırılmış Görüşme
<b>Kontrol Grubu</b>	Başarı Testi	2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programına Uygun	Başarı Testi

### **3.2. Çalışma Grubu**

Araştırma, 2018-2019 eğitim-öğretim yılının birinci yarısında Kastamonu il merkezinde bulunan bir devlet ortaokulunun altıncı sınıflarında öğrenim gören öğrencilerle yürütülmüştür. Vücudumuzdaki sistemler ünitesi başarı testi ön-test sonuçlarına göre, akademik başarı durumları birbirine yakın 6-A ve 6-B şubelerinde bulunan 60 öğrenci çalışma grubunu oluşturmuştur. Bu şubelerden rastgele olarak 6-A (N=30) kontrol grubu, 6-B (N=30) ise deney grubu olarak belirlenmiştir.

Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin, 32’si kız, 28’i ise erkek öğrencilerden oluşmaktadır. Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin demografik özellikleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Çalışma grubundaki öğrencilerin demografik özellikleri

<i>Grup</i>	<i>Cinsiyet</i>			
	<i>Kız</i>		<i>Erkek</i>	
	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
<b>Deney</b>	18	60,0	12	40,0
<b>Kontrol</b>	14	46,7	16	53,3

### 3.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada, nicel ve nitel veri toplama araçları bir arada kullanılmıştır. Nicel veri toplama araçları olarak “Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesi Başarı Testi (VSÜBT)” ve “Grup Çalışması Gözlem Formu (GÇGF)”, nitel veri toplama aracı olarak ise “Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF)” kullanılmıştır. Bu veri toplama araçlarıyla ilgili ayrıntılı bilgiler aşağıda verilmiştir.

#### 3.3.1. Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesi Başarı Testi (VSÜBT)

Araştırmacı tarafından üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinlikler ile desteklenerek işlenen derslerin öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisini belirlemek amacıyla 22 sorudan oluşan ve dört cevap seçeneği bulunan çoktan seçmeli bir başarı testi geliştirilmiştir. Başlangıçta bir kısmı önceki yıllarda MEB tarafından yapılan sınavlardan, bir kısmı MEB onaylı yardımcı ders kitaplarından ve bir kısmı da araştırmacı tarafından geliştirilen toplamda 40 maddelik bir soru havuzu oluşturulmuştur. Bu sorular oluşturulurken vücudumuzdaki sistemler ünitesi kazanımları incelenmiş ve Tablo 3.3’te gösterilen kazanımlar dikkate alınarak başarı testi oluşturulmuştur. Bu ünite öğrencilerin; destek ve hareket, sindirim, dolaşım, solunum ve boşaltım sistemlerine ait yapı ve organlara ilişkin bilgi ve beceriler kazanmaları amaçlanmaktadır (MEB, 2018).

Tablo 3.3. *Vücutumuzdaki sistemler ünitesi konu ve kazanımları*

<b>Konu Başlıkları</b>	<b>Kazanımlar</b>
1. Destek ve Hareket Sistemi	1.1. Destek ve hareket sistemine ait yapıları örneklerle açıklar
2. Sindirim Sistemi	2.1 Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar.
	2.2. Besinlerin kana geçebilmesi için fiziksel (mekanik) ve kimyasal sindirime uğraması gerektiği çıkarımını yapar.
	2.3. Sindirime yardımcı organların görevlerini açıklar
3. Dolaşım Sistemi	3.1. Dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini model kullanarak açıklar
	3.2. Büyük ve küçük kan dolaşımını şema üzerinde inceleyerek bunların görevlerini açıklar.
	3.3. Kanın yapısını ve görevlerini tanımlar.
	3.4. Kan grupları arasındaki kan alışverişini ifade eder.
	3.5. Kan bağışının toplum açısından önemini değerlendirir.
4. Solunum Sistemi	4.1. Solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak
5. Boşaltım Sistemi	5.1. Boşaltım sistemini oluşturan yapı ve organları model üzerinde göstererek görevlerini özetler.

Tablo 3.3'te gösterilen ünite kazanımları dikkate alınarak başlangıçta 40 adet çoktan seçmeli sorular hazırlanmıştır. Sorular hazırlanırken her bir sorunun kazanımlarla ilgili olmasına dikkat edilmiş ve nihai olarak 22 sorudan oluşan başarı testindeki hangi sorunun hangi kazanım ya da kazanımlarla ilgili olduğu Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. *Başarı testi soru maddelerine ait kazanımlar*

<b>Soru No</b>	<b>İlgili Kazanım No</b>
1	3.1
2	4.1
3	2.1, 2.2
4	2.1
5	4.1
6	2.2, 2.3
7	3.2
8	4.1



Tablo 3.4'ün devamı

9	1.1
10	2.2, 2.3
11	1.1
12	3.4
13	4.1
14	3.3
15	3.3
16	3.3, 3.4
17	4.1
18	5.1
19	3.1
20	4.1
21	3.5
22	4.1

VSÜBT'ne ait 11 adet kazanım vardır. Tablo 3.4 incelendiğinde hazırlanmış olan başarı testindeki her bir soru en az bir kazanım içermektedir. 3., 6., 10. ve 16. sorular iki kazanım içermektedir.

Uzman görüşü alınması özellikle ölçek ve başarı testi geliştirilirken başvurulması gereken önemli adımlardan bir tanesidir. Benzer maddeler, amacına hizmet etmeyen maddeler ve düzeltilmesi gereken maddeler belirlendikten sonra pilot uygulama aşamasına geçilmiş ve mevcut başarı testinin ön uygulamaları yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Ön uygulamalar sonucu elde edilen veriler SPSS programı yardımıyla incelenmiş, madde güçlük ve madde ayırt edicilik değerleri belirlendikten sonra söz konusu maddeler yeniden uzman görüşüne sunularak nihai halini almıştır. Bu şekilde geliştirilen başarı testinin hem kapsam geçerliği hem de görünüş geçerliği sağlanmıştır (McMillan ve Schumacher, 2006).

Güvenirlilik, bireylerin test maddelerine verdikleri cevaplar arasındaki tutarlılık olarak tanımlanabilir. Güvenirlilik, testin ölçmek istediği özelliği ne derece doğru ölçtüğü ile ilgilidir (Büyüköztürk, 2004; Can, 2018). Güvenirlilik tahmini sonucunda 0,00 ile 1,00 arasında bir korelasyon elde edilir. Korelasyonun 1,00'a yakın olması testin güvenilirliğinin yüksek olduğu anlamına gelir. Güvenirliği kestirmek için çeşitli yollar vardır. Birden fazla uygulamaya gerek kalmadan, ölçme aracıyla yapılan tek ölçümün kendi içinde ne kadar tutarlı olduğuna karar vermek için Cronbach's Alpha

değerine bakılabilir (Özçelik, 1989; Can, 2018). Başarı testinin güvenilirlik çalışmasını yapmak için Kastamonu merkezde yer alan ve çalışma grubuna dahil olmayan 200 yedinci sınıf öğrencilerine uygulaması yapılmıştır. VSÜBT'nin ön uygulamasında yer alan her bir maddenin analiz sonuçları Tablo 3.5'te sunulmuştur.

Tablo 3.5. VSÜBT ön uygulamadan elde edilen madde analizi sonuçları

<i>Soru No</i>	<i>Düzeltilmiş Madde-Toplam Korelasyonu</i>	<i>Cronbach's Alpha</i>
<i>1</i>	,248	,833
<i>2</i>	,344	,830
<i>3</i>	,518	,822
<i>4</i>	,479	,824
<i>5</i>	,434	,826
<i>6</i>	,314	,831
<i>7</i>	,496	,823
<i>8</i>	,468	,824
<i>9</i>	,385	,828
<i>10</i>	,445	,825
<i>11</i>	,400	,827
<i>12</i>	,259	,832
<i>13</i>	,244	,834
<i>14</i>	,389	,828
<i>15</i>	,261	,834
<i>16</i>	,282	,833
<i>17</i>	,365	,829
<i>18</i>	,478	,824
<i>19</i>	,526	,821
<i>20</i>	,399	,827
<i>21</i>	,515	,822
<i>22</i>	,420	,826

Başarı testinin güvenilirlik analizi incelendiğinde, Cronbach's Alpha değeri 0,83 olarak bulunmuştur. Standart sapmalar 0,60 değerinden küçüktür. Bu da istenilen aralıklardadır. Ayrıca Tablo 3.5'e bakıldığında, madde toplam korelasyon değerleri 0,20'nin üzerinde dir. Bu değerler alanyazında yapılan çalışmalarda kabul edilebilir bir değer olarak görülmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2007; Ekiz, 2008; Franenkel, Wallen ve Hyun, 2011).

Söz konusu başarı testi için uygulanan adımlar incelendiğinde gerek güvenilirlik gerekse de geçerlik konusunda yeterli düzeyde bulunduğu ve amacına hizmet etme

derecesine sahip bir başarı testinin geliştirildiği ifade edilebilir. Araştırmada, 22 sorudan oluşan Vücutumuzdaki Sistemler Ünitesi Başarı Testi (VSÜBT)'nin nihai test olarak kullanılmasına karar verilmiştir (EK-2).

### **3.3.2. Grup Çalışması Gözlem Formu (GÇGF)**

Araştırmada, deney grubunda bulunan öğrencilerin altı hafta boyunca yapmış oldukları etkinlikleri değerlendirmek için Doğanay (2018) tarafından geliştirilen Grup Çalışması Gözlem Formu (GÇGF) kullanılmıştır. Deney grubunda bulunan öğrenciler etkinliğe göre bireysel veya gruplar halinde uygulamalara katılmışlar ve her hafta uygulama bitiminde araştırmacı tarafından değerlendirilmişlerdir. Bu süreç, ilk haftadan son haftaya kadar gözlenmiş ve gelişim süreçleri adım adım takip edilmiştir. Gözlem formunun kullanılmasının bir diğer avantajı ise araştırmacıya süreci geniş bir yelpazede inceleme ve değerlendirme fırsatı sunmasıdır. Gözlem formu yardımıyla öğrencilerin tasarım, uygulama, çizim vb. birçok aşaması daha önceden belirlenen yetkinlikler doğrultusunda gözlemlenmiş ve altıncı hafta sonunda geldikleri nokta, başarı puanları yardımıyla belirlenmiştir. GÇGF, 20 adet maddeden oluşmakta ve değerlendirme puanı 1'den 5'e kadardır (EK-3).

### **3.3.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF)**

Yarı yapılandırılmış görüşme formları nitel çalışmalarda sıklıkla tercih edilen veri toplama araçlarıdır (Çepni, 2014). Araştırmacıya oldukça kolaylık sağlayan ve esneklik yapabilmeye fırsatı sunan yarı yapılandırılmış görüşme formu diğer görüşme formlarına göre daha kullanışlıdır. Çünkü araştırmacı zaman zaman sürece müdahale etmek isteyebilir ve çalışmayı bu doğrultuda yönlendirebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Bu çalışmada öğrencilerin üç boyutlu yazıcılar ile tasarlanan etkinlikler hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler, toplanan nicel verileri desteklemek ve üç boyutlu yazıcı teknolojisi ve geliştirilen etkinlikler hakkında öğrenci görüşlerini tespit etmek amaçlı yapılmıştır. Görüşmeye katılan öğrenciler gönüllülük esasına göre belirlenmiş ve verdikleri cevaplarda samimi oldukları kabul edilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda toplam altı soru bulunmaktadır. Öğrencilerin sınıf düzeyi ve konuşma becerileri de dikkate alınarak bu görüşme formlarının yazılı olarak doldurulması istenilmiş ve elde edilen veriler yazılı olarak alınmıştır. Öğrenciler seçilirken, başarı son-test puan ortalamalarına bakılmış ve düşük-orta-yüksek puan ortalamalarına sahip 3'er öğrenci olmak üzere toplam 9 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan yarı yapılandırılmış görüşme formunun hazırlık aşaması incelendiğinde ilk olarak 10 maddelik bir soru havuzu oluşturulmuştur. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları hazırlanırken araştırma problemi ile ilgili tüm boyutların kapsanmasına dikkate edilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Hazırlanan bu sorular bir alan uzmanına ve iki fen bilimleri öğretmenine gösterilmiştir. Uzman ve öğretmenlerin önerileri doğrultusunda süre ve soruların anlaşılabilirliği bakımından gerekli düzenlemeler yapılmış ve 10 sorudan 6 soruya düşürülmüştür (EK-4). Görüşme formu, esas uygulamadan önce araştırmaya dahil olmayan 3 öğrenciye uygulanmış, toplamda uygulanması gereken süre ve soruların anlaşılabilirliği hakkında fikir edinilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formu, deney grubundan gönüllülük esasına dayanarak 9 öğrenciye 30 dakika süreyle uygulanmıştır.

Öğrencilerden yazılı olarak elde edilen veriler, araştırmacı ve alanında uzman doktorasını yapmış bir kişi tarafından ayrı ayrı kodlanmış ve güvenilirliği belirlemek için kodlayıcılar arası uyum yüzdesine bakılmıştır. Bu değerın hesaplanmasında Miles ve Huberman (1994)'ün verilerin analizi başlığı altında verilmiş olan formülü kullanılmıştır.

### **3.4. Uygulama Süreci**

Bu araştırma, Kastamonu il merkezinde bulunan bir devlet ortaokulunun altıncı sınıflarının iki şubesinde öğrenim gören öğrencilerle yapılmıştır. Bu şubelerden 6-A kontrol grubu, 6-B ise deney grubu olarak rastgele belirlenmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilere vücudumuzdaki sistemler ünitesi 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' na göre işlenirken, deney grubundaki öğrencilere ise aynı ünite konuları üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerle desteklenerek işlenmiştir.

Uygulama öncesi Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesi Başarı Testi (VSÜBT) her iki gruba ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Aynı test, 6 hafta süren uygulama sonunda son-test olarak tekrar uygulanmıştır. Uygulama esnasında deney grubundaki öğrencilere her hafta Grup Çalışması Gözlem Formu (GÇGF) uygulanmıştır. Uygulamanın sonunda deney grubundaki öğrencilerden son-test başarı puanlarına göre (düşük-orta-yüksek) belirlenen 9 öğrenciyle yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır.

Bu çalışmada uygulama süreci (derslerin işlenişi) iki farklı başlık altında ele alınmıştır. İlk olarak kontrol grubunda bulunan öğrencilere ders işlenişi genel olarak ele alınmış daha sonra ise deney grubunda bulunan öğrencilere ders işlenişi altı hafta boyunca ele alınmıştır.

#### **3.4.1. Seçilen Ünite**

Araştırma için ortaokul altıncı sınıf fen bilimleri dersinde yer alan “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesi seçilmiştir. Bu ünitenin seçilme sebepleri arasında; kazanım sayısının (11) ve ders saatinin (24) fazla olması önemliydi. Çünkü etkinliklerin yapılabilmesi için geniş bir süre gerekmektedir. Bu açıdan 24 ders saati etkinlikler için uygun görülmüştür. Bunun yanında üniteye kazanımları incelendiğinde genellikle model kullanımı önerilmektedir. Bu ünitenin beş adet konu başlığının alt konularına bakıldığında vücudumuzdaki organ ve görevlerinden bahsedilmektedir. Deney grubu öğrencilerine bu organların modellerle anlatılabilmesi için en iyi yollardan biri de üç boyutlu yazıcı teknolojisi kullanılarak bu alt konu başlıklarında geçen organların modellerini yapmak ve bu modeller yardımıyla konuları öğretmektir.

#### **3.4.2. Kontrol Grubunda Derslerin İşlenişi**

Nicel araştırmalarda ve özellikle yarı deneysel desenlerin (ön-test son-test kontrol gruplu) tercih edildiği çalışmalarda uygulanan öğretim yönteminin ya da yaklaşımların etkililiğini belirlemek amacıyla ilk olarak benzer özelliklerde bulunan iki farklı öğrenci grubu belirlenir ve bunlardan birisi kontrol diğeri ise deney grubu olarak tanımlanır (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2014). Kontrol grubu

genellikle standart işlemlerin yapıldığı ve herhangi bir farklılığın gerçekleştirilmediği gruplardır. Bu gruplarda konular standart bir şekilde işlenir ve mevcut programa bağlı olarak öğretilir. Bu araştırmada da, süreç benzer şekilde ilerletilmiştir. Altı hafta boyunca kontrol grubu olarak belirlenen sınıfta öğrenciler vücudumuzdaki sistemler ünitesi konularını 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programına uygun belirli planlar çerçevesinde dersin öğretmeni tarafından işlenmiştir. Kaynak olarak ders kitabı kullanılarak gerektiğinde interaktif etkinlikler ve deneylerle ünite konuları öğrencilere öğretilmiştir. Ancak deney grubunda olduğu gibi başka bir müdahalede bulunulmamıştır. Kontrol grubunda dersler o şubenin öğretmeni tarafından işlenmiştir.

### **3.4.3. Deney Grubunda Derslerin İşlenişi**

Deney grubu, etkinliği ölçülmek istenilen bir yöntemin, tekniğin ya da yaklaşımın uygulandığı ve rutin ders işleme yöntemlerinin dışına çıkılarak derslerin işlendiği gruplardır (George ve Mallery, 2010). Bu gruplarda ölçülmek istenilen öğretim yöntemi adım adım uygulanır ve her adımı titizlikle yürütülür. Bu sayede uygulama sonucunda uygulanan yöntemin ne kadar etkili olduğu ya da olmadığı konusunda fikir sahibi olunabilir. Bu çalışmada, deney grubunda işlenen dersler altı hafta boyunca haftada 4'er saat ayrı ayrı ele alınmıştır. Çünkü öğrencilerin gelişimi tek bir haftanın incelenmesi ile belirlenememektedir. Nitekim süreç değerlendirilmesi deney grubu öğrencilerin gelişimleri hakkında daha sağlıklı bilgiler sunmakta ve araştırmacılara da kolaylıklar sağlamaktadır (McMillan ve Schumacher, 2006).

Deney grubunda vücudumuzdaki sistemler ünite konuları aynen kontrol grubundaki gibi 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programına uygun belirli planlar çerçevesinde araştırmacı tarafından anlatılmıştır. Ancak konular anlatılırken kontrol grubundan farklı olarak her kazanıma ait üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilmiş etkinlikler kullanılmış ve yapılan etkinlikler haftalar halinde aşağıda verilmiştir.

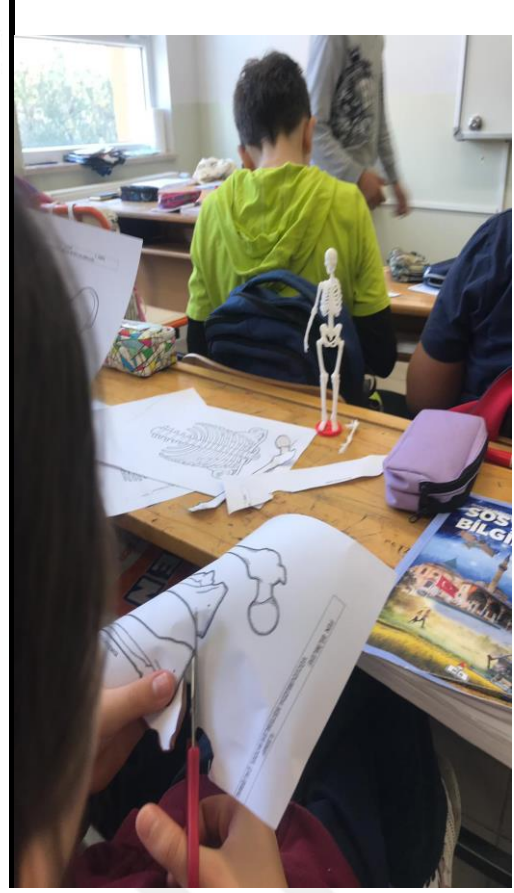
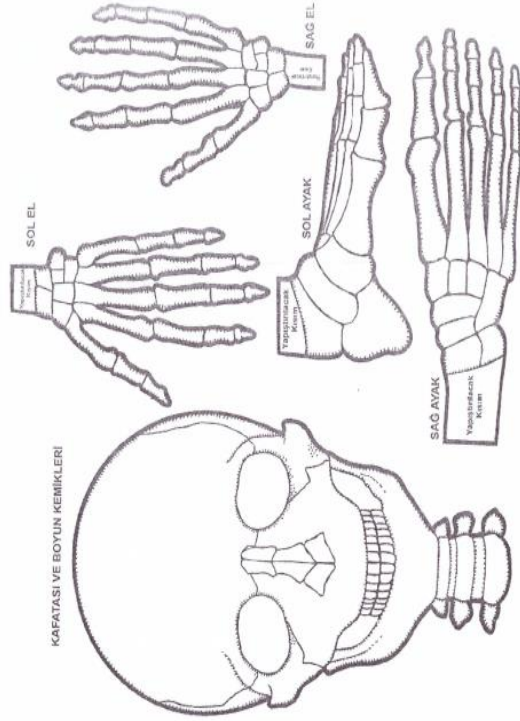
#### **3.4.3.1. Birinci Hafta Derslerin İşlenişi**

Birinci haftanın ilk dersinde henüz konuları öğretmeye başlamadan önce araştırmacı tarafından üç boyutlu yazıcı teknolojisi hakkında gerekli bilgiler verilmiş, üretilen

malzemelerin ve etkinliklerin nasıl yapılacağı konusunda bilgilendirme yapılmış ve altı hafta boyunca gerçekleştirilecek olan uygulamalar hakkında geniş çaplı bilgi sunulmuştur. Ayrıca bu hafta vücudumuzdaki sistemler ünitesi konularından bahsedilmiş ve bu konuların öğretiminde model kullanımının önemi vurgulanmıştır. Bu modellerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle üretilmeden önce öğrencilerin her konuyla ilgili kendi tasarımlarını yapmaları ve daha sonra o tasarımlarının üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle somut bir model haline getirileceğinden ve grup olarak etkinliklerin yapılacağından bahsedilmiştir. Bir sonraki ders saatinde, öğrenciler gruplara ayrılmış, konuyla ilgili basit etkinlikler yapılmış ve birbirleriyle olan iletişimleri, becerileri vb. davranışları gözlemlenmiştir. Deney grubunda 30 öğrenci bulunmaktadır. Bu öğrenciler konulara göre bazen üçerli ve bazen de beşerli gruplara ayrılmışlar ve yapacakları etkinlikler ona göre planlanmıştır.

#### ***3.4.3.2. İkinci Hafta Derslerin İşlenişi***

İkinci hafta öğrencilere anlatılan konu “*Destek ve Hareket Sistemi*”dir. Bu konuda öğrencilere kıkırdak, kemik ve kemik çeşitleri, eklem ve eklem çeşitleri, kaslar ve kas çeşitleri kavramları öğretilmiştir. Bu konular programa göre öğretilirken, destek amaçlı üç boyutlu yazıcı teknolojisinden yararlanarak Şekilde 3.2’de gösterildiği gibi etkinlikler planlanmıştır. Öğrencilere bu konular anlatılırken gruplar oluşturulmuş ve her bir gruba konu ile ilgili çalışma yaprakları verilmiştir.



Şekil 3.2. İskelet model yapımı çalışma yaprağı

Öğrenciler, bu çalışma yapraklarındaki şekilleri keserek kendilerine ait tasarımlar yapmışlardır. Daha sonra bu tasarımlar üç boyutlu yazıcı teknolojisi kullanılarak Şekil 3.3'te gösterilen somut bir model haline getirilmiştir. Bu aşamada araştırmacı öğrencilerin tasarımlarını dikkate alarak o haftanın konusuyla ilgili modeli ya da modelleri üç boyutlu yazıcı teknolojisini kullanarak hazırlamıştır. Hazırlama süreci, haftada dört saat olan fen bilimleri dersinin ilk iki saatinde öğrenciler gruplar halinde aktif olarak o haftanın konusuyla ilgili olarak kendilerine verilen çalışma yapraklarından yararlanarak kendi tasarımlarını oluşturmuşlar, ardından araştırmacı bu tasarımları üç boyutlu yazıcıdan yararlanarak somut bir model haline dönüştürülmüştür. Bu modeller araştırmacı tarafından dersin son iki saatinde konuların öğretilmesinde kullanılmıştır. Bu durum genel olarak diğer haftalarda da bu şekilde uygulanmıştır.



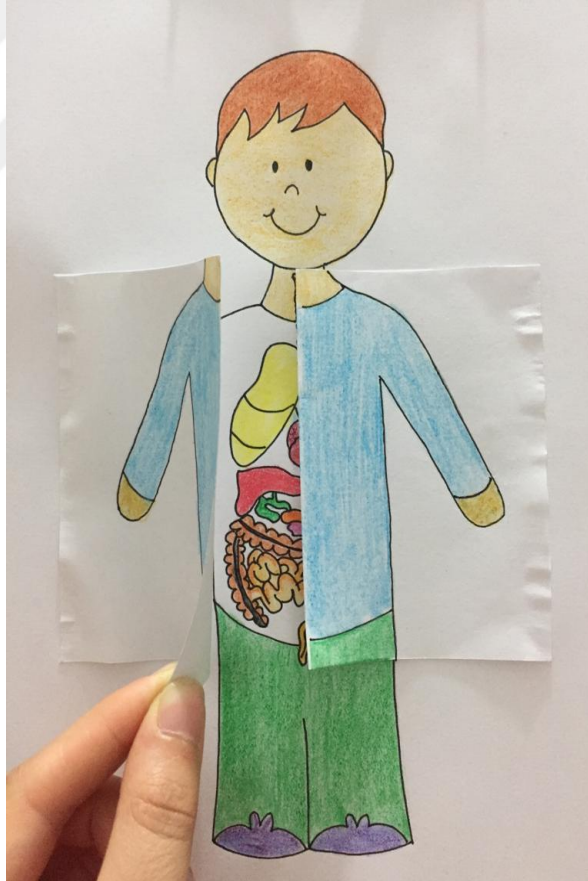


Şekil 3.3. Üç boyutlu yazıcı teknolojiyle geliştirilen el, iskelet ve kemik modelleri

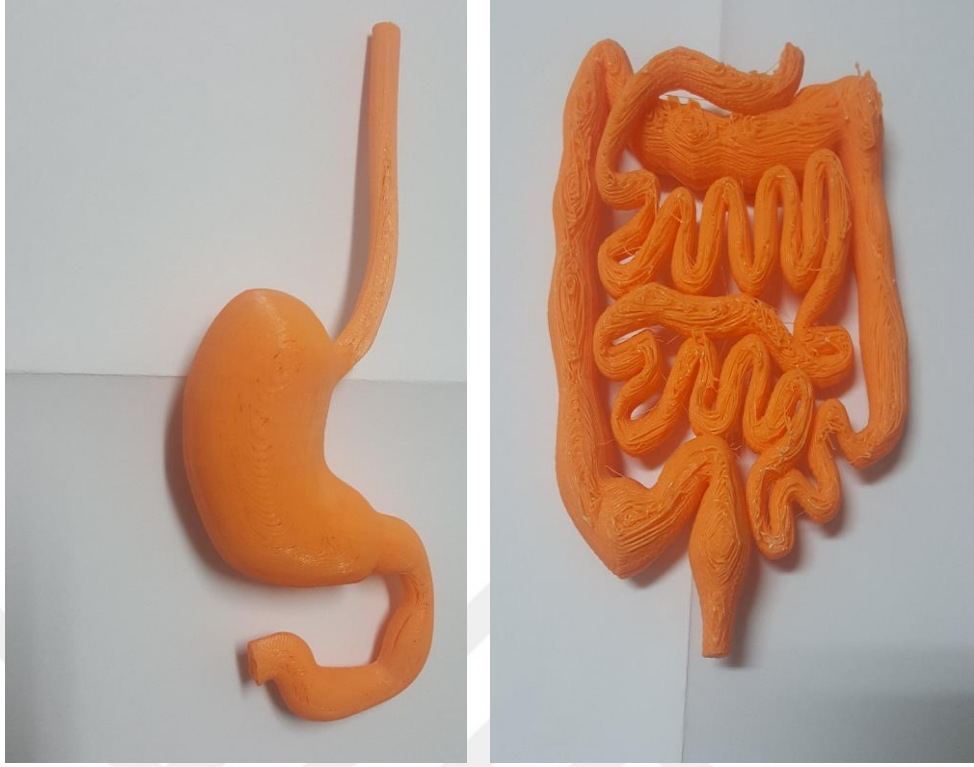
Öğrenciler daha önce çalışma yapraklarında görmüş oldukları resimleri kullanarak yaptıkları kendi tasarımları, üç boyutlu yazıcı teknoloji yardımıyla somut bir model haline getirilmiş ve bu modeller üzerinden öğrenmelerine devam etmişlerdir.

### 3.4.3.3. Üçüncü Hafta Derslerin İşlenişi

Üçüncü hafta öğrencilere anlatılan konu başlığı “*Sindirim Sistemi*” dir. Bu konunun içeriğini; sindirim sistemini oluşturan yapı ve organlar, fiziksel (mekanik) ve kimyasal sindirim, enzimler, karaciğer, pankreas, karaciğer ve pankreasın sindirimdeki görevleri oluşturmaktadır. Bu konuların öğretilmesinde öğrenciler gruplar halinde etkinliklere katılmışlardır. Bir önceki etkinlik gibi öğrencilere bu konularla ilgili çalışma yaprağı verilmiş (Şekil 3.4) ve öğrencilerden kendi tasarımlarını yapmaları istenmiştir. Gruplardaki öğrenciler verilen çalışma yaprağındaki resimlerden kesip yapıştırmak suretiyle önce kendi tasarımlarını oluşturmuşlar ve daha sonra üç boyutlu yazıcı teknolojisi yardımıyla kendi tasarımlarının somut modellerini görerek (Şekil 3.5) konularını öğrenmeye devam etmişlerdir.

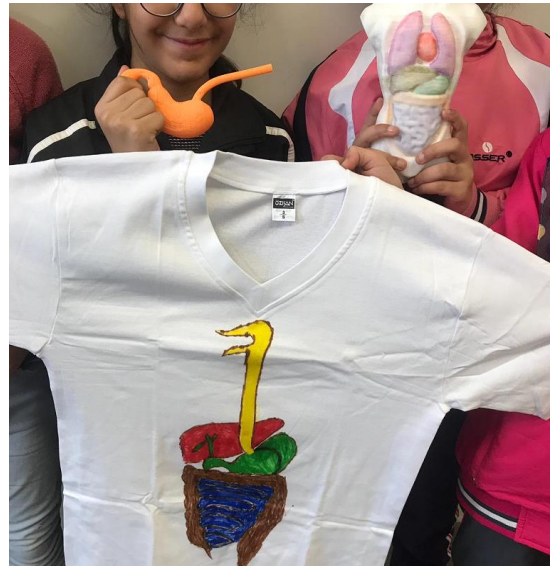


Şekil 3.4. Sindirim sistemi organları çalışma yaprağı



Şekil 3.5. Üç boyutlu yazıcı teknolojiyle geliştirilen modeller

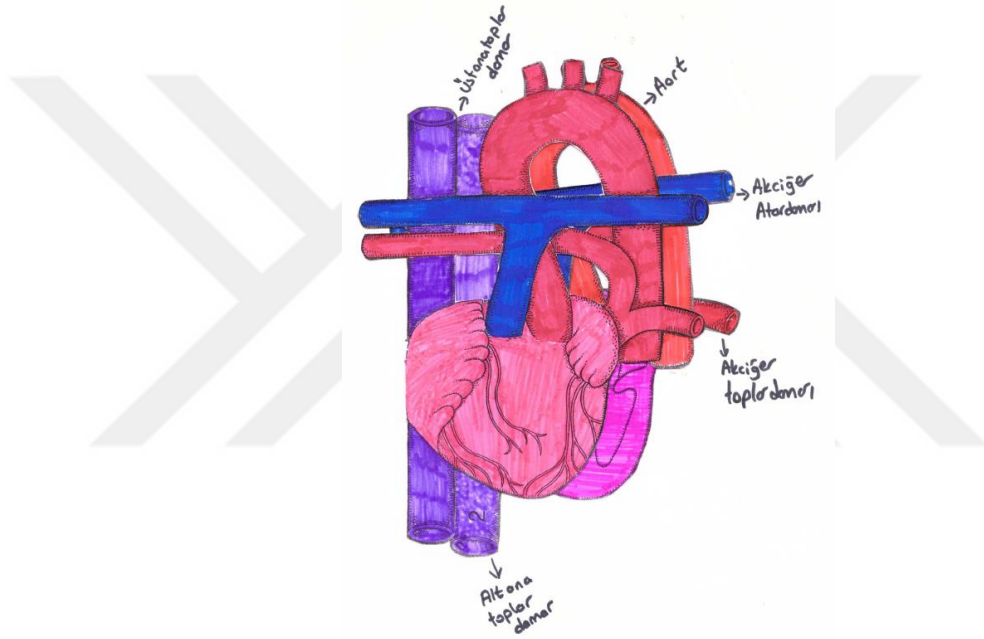
Ayrıca, bu haftaki konuların öğreniminde öğrenciler kendilerinin hazırlamış oldukları tasarımı kullanarak Şekil 3.6'da gösterildiği gibi tişört boyama etkinliğinde bulunmuşlardır.



Şekil 3.6. Tişört boyama etkinliği

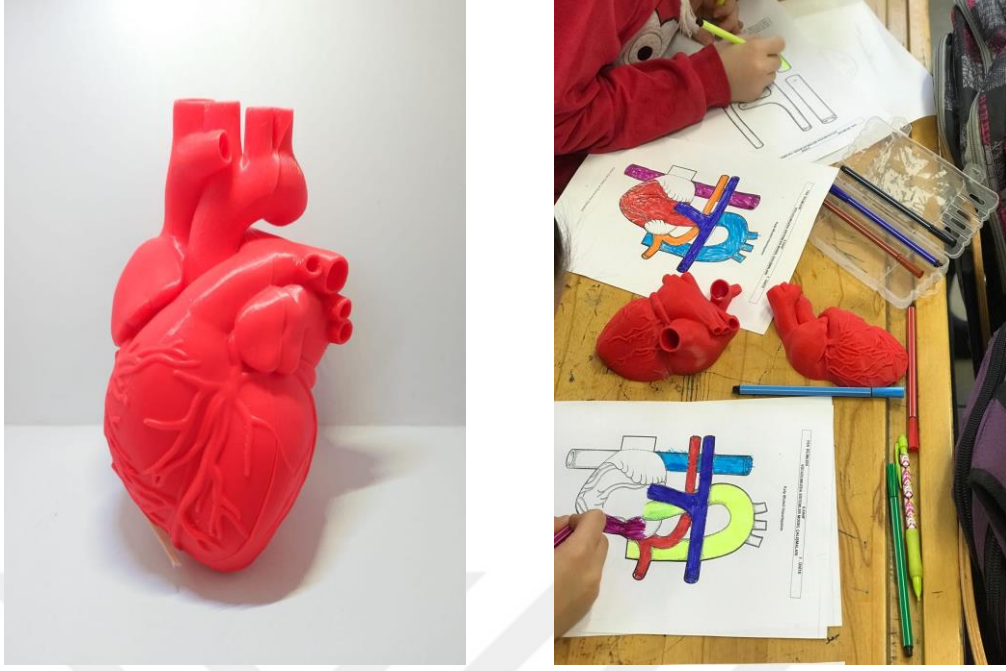
#### 3.4.3.4. Dördüncü Hafta Derslerin İşlenişi

Dördüncü haftanın konu başlığı “Dolaşım Sistemi” dir. Bu konu başlığının içeriğini; dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organlar, kalbin yapısı ve görevi, kan damarları, büyük ve küçük kan dolaşımı, kan grupları, kan bağıışı ve dolaşım sistemi oluşturmaktadır. Bu konuların öğretilmesinde önceki haftalarda olduğu gibi öğrencilere gruplar halinde çalışma yaprağı (Şekil 3.7) dağıtılmış ve bu yapraktaki resimlerden yararlanarak kendi tasarımlarını yapmaları sağlanmıştır.



Şekil 3.7. Dolaşım sistemi organları çalışma yaprağı

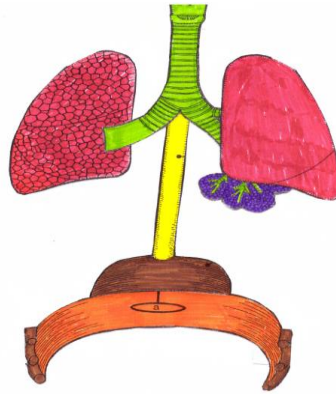
Öğrencilerin hazırlamış oldukları bu tasarımlar, üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile somut bir model haline getirilmiş ve öğrenmelerine bu modeller üzerinden devam etmişlerdir. Bu şekilde hazırlanan örnek modeller Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



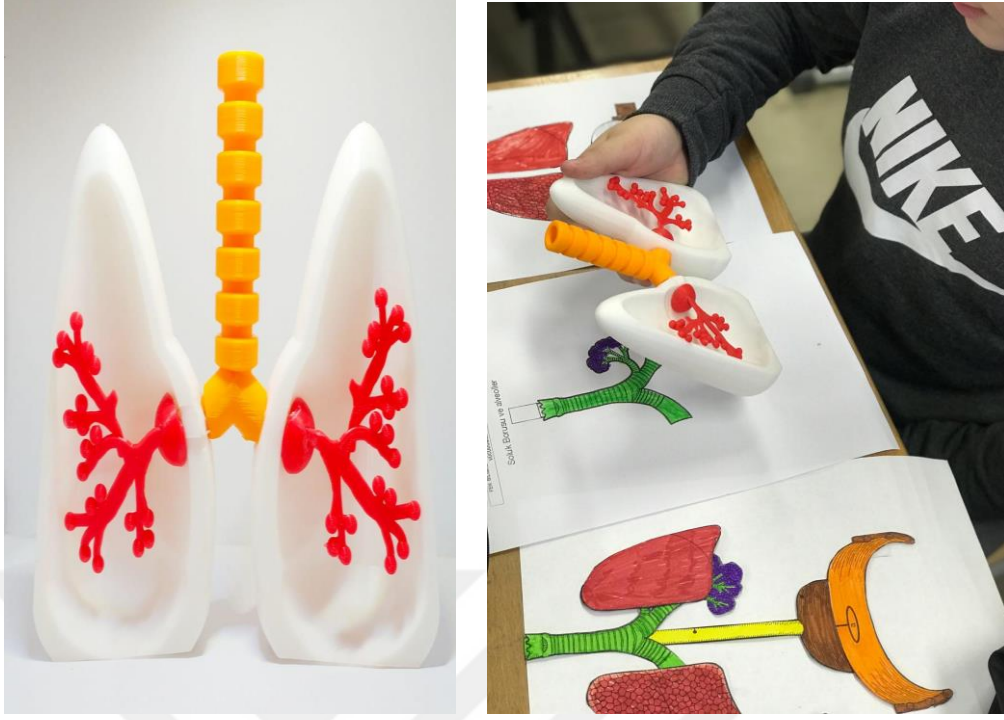
Şekil 3.8. Üç boyutlu yazıcı teknolojiyle geliştirilen modeller

#### 3.4.3.5. Beşinci Hafta Derslerin İşlenişi

Beşinci haftanın konu başlığı “*Solunum Sistemi*” dir. Bu konu başlığının içeriğini; solunum sistemini oluşturan yapı ve organlar ve akciğerler oluşturmaktadır. Bu konuların öğretilmesinde öğrenciler gruplara ayrılmış ve araştırmacı tarafından kendilerine Şekil 3.9’da gösterilen çalışma yaprağı verilmiştir. Öğrenciler bu çalışma yaprağını kullanarak kendi tasarımlarını yapmışlar ve daha sonra üç boyutlu yazıcı teknolojiyle geliştirilen modeli (Şekil 3.10) öğrenmelerinde somut materyal olarak kullanmışlardır.



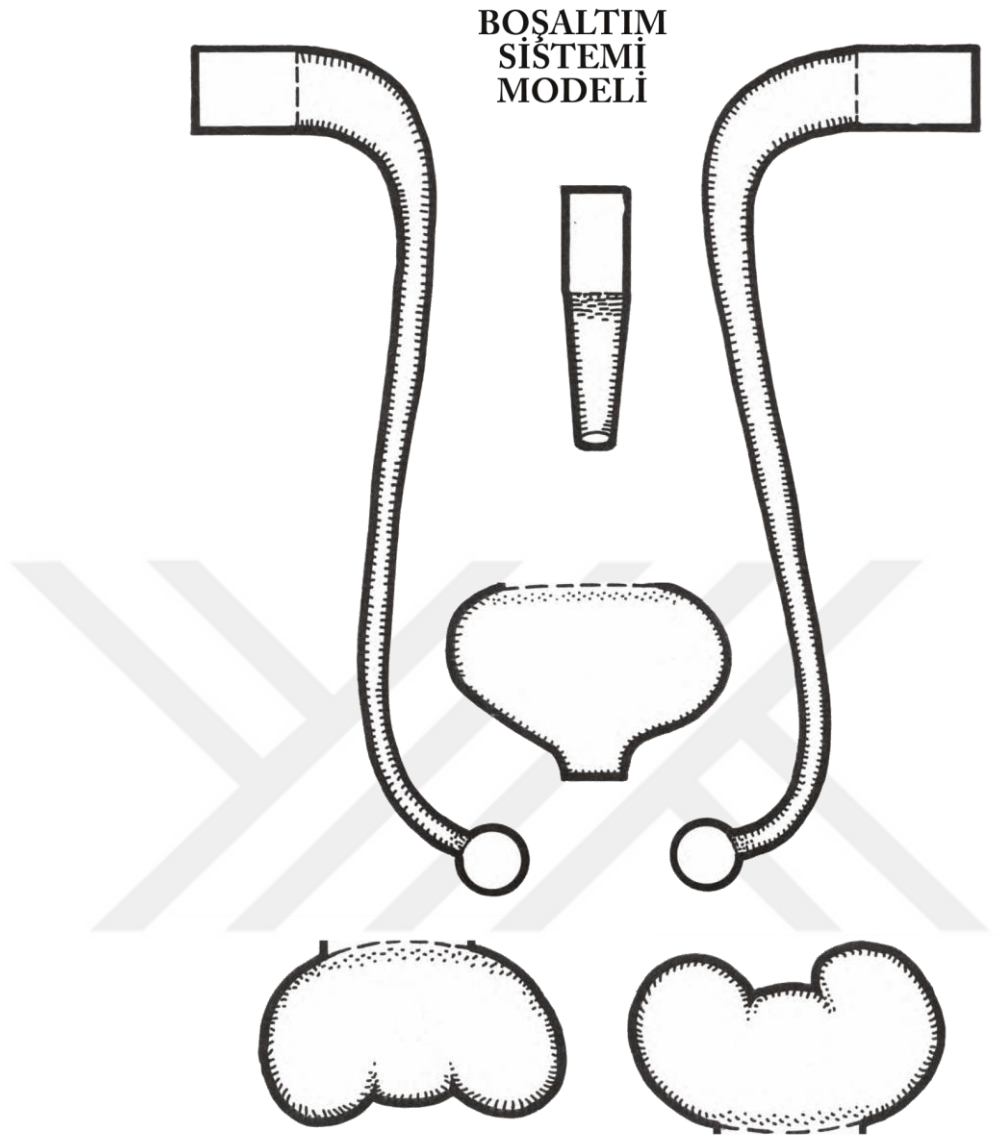
Şekil 3.9. Solunum sistemi çalışma yaprağı



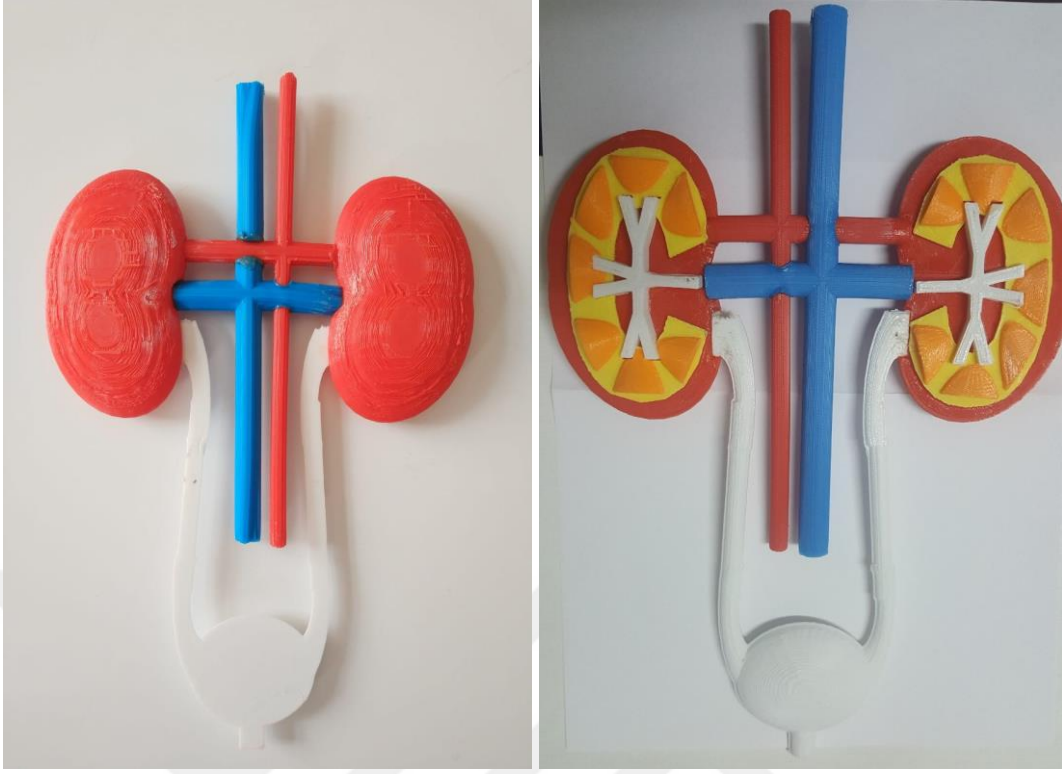
Şekil 3.10. Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen modeller

#### 3.4.3.6. Altıncı Hafta Derslerin İşlenişi

Altıncı haftanın konu başlığı “Boşaltım Sistemi” dir. Bu konu başlığının içeriğini; boşaltım, böbrekler, deri, akciğer ve kalın bağırsak oluşturmaktadır. Bu konuların öğretilmesinde gruplara ayrılan öğrencilere önce Şekil 3.11’de gösterilen çalışma yaprağı verilmiş ve yapraktaki resimlerden yararlanarak o konularla ilgili kendi tasarımlarını yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin çalışma yaprağından faydalanarak yapmış oldukları kendi tasarımları, üç boyutlu yazıcı teknolojisi yardımıyla Şekil 3.12’de gösterilen somut modeller haline getirilmiştir. Öğrenciler bu modellerden yararlanarak ilgili konuları öğrenmeleri gerçekleşmiştir.



Şekil 3.11. Boşaltım sistemi çalışma yaprağı



Şekil 3.12. Üç boyutlu yazıcı teknolojiyle geliştirilen modeller

Uygulama süreci boyunca deney grubu öğrencilerinin ve araştırmacının yapmış oldukları etkinliklere ait örnekler EK-6’da verilmiştir.

### 3.5. Verilerin Toplanması

Bu araştırmada kullanılan veriler, 2018-2019 eğitim öğretim yılında Kastamonu ilinde bulunan bir devlet okulunda altı haftalık bir süre içerisinde araştırmacı tarafından toplanmış ve titizlikle sınıflandırmıştır. Verilerin toplanma sürecinde aşağıdaki basamaklar takip edilmiştir.

1. İlk olarak altıncı sınıf vücudumuzdaki sistemler ünitesi ile ilgili konu başlıkları ve içeriği belirlenmiştir.
2. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile ilgili alanyazı incelenmiştir.
3. Araştırmanın yapılacağı okul ve şubeler belirlenmiştir.



4. Uygulamayı yapılabilmesi için gerekli izinler alınmıştır (EK-1).
5. Araştırmacı tarafından uygulamada kullanılacak başarı testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu geliştirilmiştir.
6. Vücudumuzdaki sistemler ünitesi kazanımları dikkate alınarak üç boyutlu yazıcı teknolojisi yardımıyla yapılabilecek etkinlikler belirlenmiş ve uygulamada kullanılacak modeller yapılmıştır.
7. Deney ve kontrol gruplarına uygulama başlamadan önce hazırlanan başarı testi ön-test olarak uygulanmıştır.
8. Deney grubu öğrencilerine ünite konuları üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerle desteklenerek anlatılmıştır.
9. Uygulama sonunda hem deney hem de kontrol gruplarına aynı başarı testi son-test olarak tekrar uygulanmıştır.
10. Deney grubundaki öğrencilere her hafta birlikte yaptıkları etkinliklerle ilgili grup çalışması gözlem formu uygulanmıştır.
11. Sadece deney grubundan 9 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

### **3.6. Verilerin Analizi**

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen nicel ve nitel verilerin çözümlenmesi ve yorumlanmasına ilişkin süreçler ve bu süreçlerde kullanılan analiz yöntemlerinden bahsedilmiştir.

#### **3.6.1. Nicel Verilerin Analizi**

Araştırmada nicel veri toplama araçları ile elde edilen veriler, SPSS istatistik programı yardımıyla analiz edilmiştir. Hangi testlerin kullanılmasına ilişkin karar

vermeden önce elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Bir araştırmada elde edilen verilerin normal bir dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesinde, gözlem sayısının 35’den büyük olması durumunda Kolmogorov Smirnov testi (McKillup, 2012), küçük olması durumunda ise Shapiro-Wilk testi (Shapiro ve Wilk, 1965) kullanılmaktadır. Bu çalışmada, VSÜBT’den elde edilen verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını belirlemek için normallik testi yapılmış olup, örneklem büyüklüğü 35’den küçük olduğu için Shapiro-Wilk test sonuçları değerlendirilmiş ve elde edilen veriler Tablo 3.6’da gösterilmiştir.

Tablo 3.6. VSÜBT’den elde edilen verilerin normallik testi sonuçları

<i>VSÜBT</i>	<i>Gruplar</i>	<i>N</i>	<i>p</i>
<i>Ön-test</i>	Deney	30	0,217
	Kontrol	30	0,154
<i>Son-test</i>	Deney	30	0,423
	Kontrol	30	0,102

$p>0,05$

Tablo 3.6’ya göre başarı testine yönelik hem ön-test hem de son-test verilerine göre  $p>,05$  olduğu için normal dağılım gösterdiği belirlenmiş ve bundan sonraki aşamalarda parametrik testler kullanılmıştır.

Araştırmaya başlamadan önce deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ön-test akademik başarı puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığına bakılmış ve elde edilen veriler Tablo 3.7’de gösterilmiştir.

Tablo 3.7. VSÜBT deney ve kontrol grubu ön-test sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>N</i>	$\bar{X}$	<i>SS</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Deney grubu ön-test	30	52,27	9,53	58	,556	,580
Kontrol grubu ön-test	30	50,93	9,67			

$p>0,05$

Tablo 3.7 incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin başarı testi ön-test puan ortalaması,  $\bar{X}=52,27$  ve standart sapması 9,53’tür. Kontrol grubu öğrencilerinin başarı testi ön-test puan ortalaması,  $\bar{X}=50,93$  ve standart sapması 9,67’dir. Böylece iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ( $t=,556$ ;  $p>,05$ ). Uygulama

öncesinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin vücudumuzdaki sistemler ünitesine ait ön bilgilerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Sonuç olarak her iki grubun akademik başarı puan ortalamalarının birbirine yakın olması ve aralarında anlamlı bir fark bulunmaması araştırmanın amacına uygun olduğunu göstermektedir.

Araştırma verilerine bağlı olarak aşağıdaki ilişkiler incelenmiştir.

1. Uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarında akademik başarı düzeyleri yönünden anlamlı bir fark olup olmadığının incelenmesi için aynı başarı testi son-test olarak uygulanmış ve elde edilen veriler, bağımsız örneklem için t-testi kullanılarak analiz edilmiştir.
2. Kontrol grubuna uygulanan başarı testi ön-test ve son-test verileri, aynı örneklemden alınan iki ölçümün karşılaştırılmasında kullanılan bağımlı örneklem için t-testi ile incelenmiştir.
3. Deney grubuna uygulanan başarı testi ön-test ve son-test verileri, aynı örneklemden alınan iki ölçümün karşılaştırılmasında kullanılan bağımlı örneklem için t-testi ile incelenmiştir.
4. Grup çalışması gözlem formunun amacı, deney grubundaki öğrencilerin her hafta yapılan uygulama sonrası üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle grup olarak geliştirdikleri etkinliklerin derslerinde kullanılmasıyla ilgili geri dönütlerinin alınmasıdır. Gruplara ayrılan deney grubu öğrencilerinin etkinlikler esnasında birbirleriyle iletişimleri, çalışma düzenleri, becerileri, sorumlulukları, zamanı etkin kullanma gibi davranışları her hafta gözlemlenmiş ve değerlendirme puanına dönüştürülmüştür.

### **3.6.2. Nitel Verilerin Analizi**

Çalışmada nitel verilerin elde edilmesinde, yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formunun amacı, öğrencilerin başarı testinde elde edilen nicel verileri desteklemek ve üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerin adı geçen ünite konularını öğrenmelerindeki olumlu ya da

olumsuz görüşlerini tespit etmektir. Bu amaç doğrultusunda elde edilen veriler, içerik analizine tabi tutulmuş ve biri araştırmacı olmak üzere iki kişi tarafından ayrı ayrı kodlanmıştır. Bu kodlar, tanımladıkları ortak olgular doğrultusunda bir araya getirilerek temalar oluşturulmuştur. Yapılan bu kodlamalar sonucunda benzerlikler ve farklılıklar ortaya konulmuş ve elde edilen görüşme verileri daha anlamlı hale getirilmiştir. Kodlayıcılar arası güvenilirliği belirlemek için uyum yüzdesi hesaplanmıştır. Bu değerin hesaplanmasında Miles ve Huberman (1994)'ın aşağıdaki uyum yüzdesi formülü kullanılmıştır.

$$Uyum\ yüzdesi\ (P) = \frac{Na\ (Görüş\ birliği)}{Na\ (Görüş\ birliği) + Nd\ (Görüş\ ayrılıği)} \times 100$$

Çalışmanın güvenilir olarak nitelendirilebilmesi için bu oranın %85 ve üzerinde olması önerilmektedir (Miles, Huberman ve Saldana, 2014). Yukarıdaki formüle göre kodlayıcılar arası uyumu %89 olarak bulunmuştur.

## 4. BULGULAR VE YORUM

Araştırma sürecinde elde edilen bulgular nicel ve nitel verilerden elde edilen bulgular olmak üzere iki farklı bölümde ele alınmıştır. Elde edilen bulgular araştırmanın alt problemlerine göre düzenlenmiştir.

### 4.1. Nicel Verilerden Elde Edilen Bulgular ve Yorum

Vücudumuzdaki sistemler ünitesi başarı testinden elde edilen nicel verilerin analizinden ulaşılan bulgular araştırmanın ilk üç alt problemleriyle ilişkilendirilerek yorumlanmıştır.

#### 4.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın birinci alt problemi; *Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonunda son-test akademik başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?* şeklindedir. Bu probleme yönelik deney ve kontrol gruplarından elde edilen verilerin analizinde bağımsız örneklem için t-testi kullanılmıştır. Verilere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. VSÜBT deney ve kontrol grubu son-test sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>N</i>	$\bar{X}$	<i>SS</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Deney grubu son-test	30	67,01	14,70	58	2,966	,000
Kontrol grubu son-test	30	55,96	23,72			

$p < 0,05$

Tablo 4.1 incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin başarı testi son-test puan ortalaması,  $\bar{X}=67,01$  ve standart sapması 14,70’dir. Kontrol grubu öğrencilerinin başarı testi son-test puan ortalaması,  $\bar{X}=55,96$  ve standart sapması 23,72’dir. Böylece iki grup arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $t=2,966$ ;  $p < 0,05$ ). Uygulama sonrasında deney grubunda konuların öğretiminde kullanılan üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerin, mevcut programın kullanıldığı kontrol grubundaki öğretime göre akademik başarıyı arttırdığı söylenebilir.

#### 4.1.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın ikinci alt problemi; *Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrasında ön-test son-test akademik başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?* şeklindedir. Bu probleme yönelik kontrol grubundan elde edilen verilerin analizinde bağımlı örneklem için t-testi kullanılmıştır. Verilere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. VSÜBT kontrol grubu ön-test son-test sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>N</i>	$\bar{X}$	<i>SS</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Kontrol grubu ön-test	30	50,93	9,67	58	2,228	,003
Kontrol grubu son-test	30	55,96	23,72			

$p < 0,05$

Tablo 4.2’ye göre, kontrol grubu öğrencilerinin başarı testi ön-test puan ortalaması  $\bar{X}=50,93$  ve standart sapması 9,67; son-test puan ortalaması  $\bar{X}=55,96$  ve standart sapması 23,72 olduğu görülmektedir. Buna göre kontrol grubunda uygulama öncesi ve sonrasında yapılan başarı testi puan ortalamalarının arasında anlamlı bir fark vardır ( $t=2,228$ ;  $p < ,05$ ). Bu sonuca göre, öğrenme kontrol grubunda da gerçekleşmiştir. Bundan dolayı kontrol grubunda uygulanan mevcut öğretim programının da akademik başarı üzerinde olumlu yönde katkı sağladığı görülmüştür.

#### 4.1.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın üçüncü alt problemi; *Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrasında ön-test son-test akademik başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?* şeklindedir. Bu probleme yönelik deney grubundan elde edilen verilerin analizinde bağımlı örneklem için t-testi kullanılmıştır. Verilere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.3’te verilmiştir.

Tablo 4.3. VSÜBT deney grubu ön-test son-test sonuçları

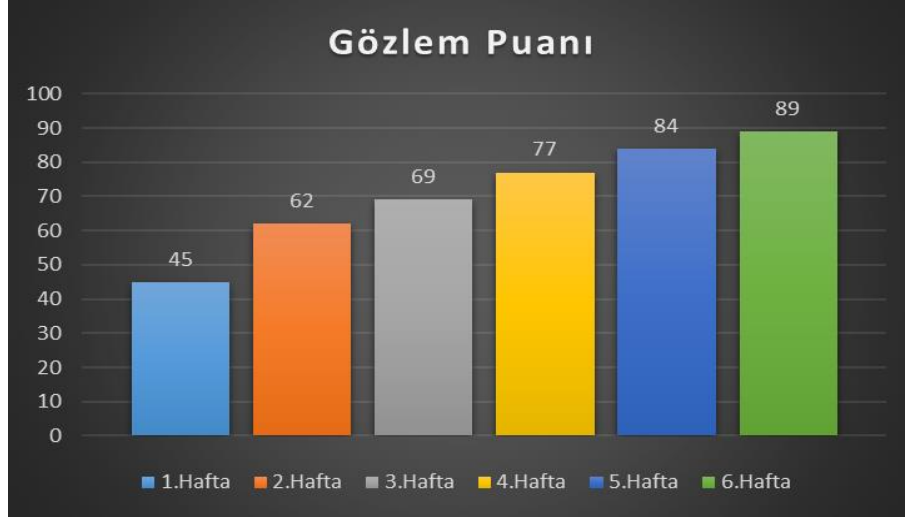
<i>Gruplar</i>	<i>N</i>	$\bar{X}$	<i>SS</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Deney grubu ön-test	30	52,27	9,53	58	2,212	,004
Deney grubu son-test	30	67,01	14,70			

$p < 0,05$

Tablo 4.3'e göre, deney grubu öğrencilerinin başarı testi ön-test puan ortalaması  $\bar{X}=52,27$  ve standart sapması 9,53; başarı testi son-test puan ortalaması  $\bar{X}=67,01$  ve standart sapması 14,70 olduğu görülmektedir. Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerle destekli öğretim yapılan deney grubunda öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında elde edilen başarı testi puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır ( $t=2,212$ ;  $p < 0,05$ ). Bu sonuca göre, vücudumuzdaki sistemler ünitesinin öğretiminde kullanılan üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerin, konuların öğretilmesinde öğrencilerin akademik başarılarına olumlu bir katkı yaptığı görülmüştür.

#### 4.1.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın dördüncü alt problemi; *Deney grubunda bulunan öğrencilerin grup çalışması gözlem sonuçları hangi düzeydedir?* şeklindedir. Bu probleme cevap aramak için öğrencilerin altı hafta boyunca yapmış oldukları etkinlikler araştırmacı tarafından GÇGF'deki kriterlere göre incelenmiş ve gözlem puanları verilmiştir. Grafik 4.1'de deney grubu öğrencilerinin grup çalışması gözlem puanları yer almaktadır.



Grafik 4.1. Deney grubuna ait 6 haftalık grup çalışması gözlem puanı sonuçları

Grafik 4.1 incelendiğinde deney grubunda bulunan öğrencilerin ilk haftalarda oldukça düzensiz ve uygulamalara karşı ilgisiz olduğu görülmektedir. Birinci hafta araştırmacı tarafından değerlendirme sonucu aldıkları gözlem puanı 45, son hafta ise bu puan yükselerek 89 olmuştur. Uygulamanın ikinci ve üçüncü haftasında öğrencilerin etkinliklere katılım sağlamaya başladığı ve takım halinde çalışmaya uyum gösterdikleri gözlemlenmiştir. Uygulamanın son haftalarında ise üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinlikleri derslerinde kullanmaları, öğrencilerin ilgi ve takım halinde çalışma becerilerini arttırdığı görülmüştür.

## 4.2. Nitel Verilerden Elde Edilen Bulgular ve Yorum

Çalışmanın son araştırma problemi nitel verilerden oluştuğu için bu bölümde beşinci alt probleme yönelik bulgulara yer verilmiştir.

### 4.2.1. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın beşinci alt problemi; *Deney grubu öğrencilerinin üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile geliştirilen etkinlikler ve ders içeriği hakkındaki görüşleri nelerdir?* şeklindedir. Beşinci alt probleme cevap aramak amacıyla, öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşme formuna verdikleri cevaplar ve bu cevaplara ait tema ve kodlar Tablo 4.4-4.9'da verilmiştir.



Öğrencilere, birinci soruda “Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerle ders işlemekten memnun kaldınız mı?” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplara ait tema ve kodlar Tablo 4.4’te sunulmuştur.

Tablo 4.4. Öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerle ders işleme ile ilgili görüşleri

<i>Tema</i>	<i>Kod</i>	<i>Öğrenciler</i>	<i>f</i>
3B yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerden duyulan memnuniyet	<i>Çok memnun kaldım,</i>	D1, D2, D3, O1, O2, O3, Y1, Y2, Y3	9
	<i>Renkli olması çok iyiydi,</i>	D1, Y1	2
	<i>Çok eğlenceliydi,</i>	O3, Y1, Y2	3
	<i>Daha dikkatli dinlememi sağladı,</i>	D1, Y2	2
	<i>Dokundum, gerçek gibiydi,</i>	Y1, Y3	2

*D: düşük başarılı öğrenci; O: orta başarılı öğrenci; Y: yüksek başarılı öğrenci*

Tablo 4.4 incelendiğinde yarı yapılandırılmış görüşmeye katılan öğrencilerin tamamı, “çok memnun kaldım” demişlerdir. “Renkli olması çok iyiydi” diyen hem düşük başarı puanlı, hem de yüksek başarı puanlı 2 öğrenci, “çok eğlenceliydi” diyen, iki yüksek ve bir orta başarı puanlı üç öğrenci, “daha dikkatli dinlememi sağladı” diyen düşük ve yüksek başarı puanlı 2 öğrenci ve “dokundum, gerçek gibiydi” diyen yüksek puanlı iki öğrenci görüş bildirmiştir. Bu durum genel olarak görüşmeye katılan öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerle ders işlemekten oldukça memnun olduklarını göstermektedir.

Öğrencilere ikinci soruda “Konuları öğrenirken yaptığınız etkinliklerden size farklı gelen ve beğendiğiniz etkinlikler var mıydı? Varsa nelerdi?” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplara ait tema ve kodlar Tablo 4.5’de sunulmuştur.

Tablo 4.5. Öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan ve beğendikleri etkinliklerle ilgili görüşleri

<b>Tema</b>	<b>Kodlamalar</b>	<b>Öğrenciler</b>	<b>f</b>
3B yazıcı teknolojisiyle tasarlanan ve beğenilen etkinlikler	<i>Tişört boyama,</i>	D1, D3, O3, Y1, Y2	5
	<i>İskelet yapımı,</i>	D2	1
	<i>Kalp, akciğer ve bağırsak yapımı,</i>	O2	1
	<i>El maketi,</i>	Y3	1

Tablo 4.5 incelendiğinde görüşmeye katılan 5 öğrenci “*tişört boyama*”, 1 öğrenci “*iskelet yapımı*”, 1 öğrenci “*kalp, akciğer ve bağırsak yapımı*” ve 1 öğrenci de “*el maketi*” ni beğendiğini ifade etmişlerdir. Bu durum, öğrencilerin aktif olarak yer aldıkları ve psiko-motor el becerilerini kullandıkları etkinliklerde daha çok ilgili olduklarını göstermektedir.

Öğrencilere üçüncü soruda “*Konuları öğrenirken yaptığınız etkinliklerden beğenmediğiniz ve size sıkıcı gelen etkinlikler var mıydı? Varsa nelerdi?* sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplara ait tema ve kodlar Tablo 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4.6. Öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan ve beğenmedikleri etkinliklere yönelik görüşleri

<b>Tema</b>	<b>Kodlamalar</b>	<b>Öğrenciler</b>	<b>f</b>
3B yazıcı teknolojisiyle tasarlanan ve beğenilmeyen etkinlikler	<i>Sıkıcı etkinlik yoktu, hepsi güzeldi,</i>	D1, D2, D3, O1, O2, O3, Y1, Y2	8
	<i>Beyaz iskelet modeli zayıf ve küçüktü,</i>	Y3	1
	<i>Hayal edip, çizip boyadığım için sıkıcı değildi,</i>	Y2	1

Tablo 4.6 incelendiğinde görüşmeye katılan öğrencilerin büyük çoğunluğu (8 öğrenci) “sıkıcı etkinlik yoktu, hepsi güzeldi” ifadesinde bulunmuşlardır. “Beyaz iskelet modeli zayıf ve küçüktü” ve “hayal edip, çizip boyadığım için sıkıcı değildi” diyen birer öğrenci bulunmaktadır. Bu durum öğrencilerin ilgili ünite konularını öğrenirken yapılan etkinliklerden sıkılmadıklarını ve beğenilmeyen etkinliğin hemen bulunmadığını göstermektedir.

Öğrencilere dördüncü soruda “Üç boyutla yazıcı teknolojiyle tasarlanan etkinliklerle ilgili görmüş olduğunuz dersler boyunca yeni bir şeyler öğrendiniz mi?” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplara ait tema ve kodlar Tablo 4.7’de sunulmuştur.

Tablo 4.7. Öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojiyle tasarlanan etkinliklerin derslerinde kullanmalarına yönelik görüşleri

<b>Tema</b>	<b>Kodlamalar</b>	<b>Öğrenciler</b>	<b>f</b>
3B yazıcı teknolojiyle tasarlanan etkinliklerin yeni bilgi öğrenmeye katkısı	<i>Yeni bilgiler edindim,</i>	D1, D2, D3, O1, O2, O3, Y2, Y3	8
	<i>Kalp modelini aklımda canlandıramazdım, daha iyi anladım,</i>	D3, O1, Y1	3
	<i>Gırtlığın ve solunum sisteminin (ağız ve burun birleşmesi, alveoller, bronşlar) yapısını daha iyi anladım,</i>	D1, D2, D3, Y1, Y3	5
	<i>Sindirim sisteminin özelliklerini daha iyi öğrendim,</i>	O3, Y2	2
	<i>Organların şekillerini daha iyi anladım,</i>	D2, D3, Y1, Y2, Y3	5
	<i>Sistemlerin daha basit olduğunu anladım,</i>	D2, O1, Y3	3

Tablo 4.7 incelendiğinde öğrencilerin büyük bir çoğunluğu (sekiz öğrenci) “yeni bilgiler edindim” demişlerdir. Üç öğrenci “kalp modelini aklımda canlandıramazdım, daha iyi anladım”, beş öğrenci “gırtlığın ve solunum sisteminin (ağız ve burun birleşmesi, alveoller, bronşlar) yapısını daha iyi anladım”, iki öğrenci “sindirim sisteminin özelliklerini daha iyi anladım”, beş öğrenci “organların şekillerini daha iyi anladım” ve üç öğrenci “sistemlerin daha basit olduğunu anladım” ifadelerini söylemişlerdir. Bu durum öğrencilerin yapılan

etkinlikler sonucunda ilgili ünite konularını daha iyi ve derinlemesine anlama fırsatı bulduklarını göstermektedir.

Öğrencilere beşinci soruda “Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerle ders işlerken karşılaştığınız problemler nelerdir?” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplara ait tema ve kodlar Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4.8. Öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinlikleri derslerinde kullanırken karşılaştıkları problemlerle ilgili görüşleri

<b>Tema</b>	<b>Kodlamalar</b>	<b>Öğrenciler</b>	<b>f</b>
3B yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerle işlenen derslerde karşılaşılan problemler	<i>Problem yok.</i>	D1, D2, O1, Y1, Y3	5
	<i>Bazı problemler vardı ama etkinlikler sayesinde anladım,</i>	D2, D3, O3	3
	<i>Yazıcıların içinde kullanılan bazı maddeler/malzemeler kalitesizdi,</i>	O2	1
	<i>Etkinlikten önce bazı sistemleri anlamakta zorlanıyordum,</i>	O3	1
	<i>Kalp modeli renksiz ve damarlar farklı renkte boyanmıştı,</i>	Y2	1

Tablo 4.8 incelendiğinde öğrencilerin yarısından fazlası üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerin derslerinde kullanılmasıyla ilgili olarak yarısından fazla öğrenci “problem yok” ifadesini kullanmıştır. “Bazı problemler vardı ama etkinlikler sayesinde anladım” diyen üç öğrenci, “Yazıcıların içinde kullanılan bazı maddeler/malzemeler kalitesizdi” diyen bir öğrenci, “Etkinlikten önce bazı sistemleri anlamakta zorlanıyordum” diyen bir öğrenci ve “Kalp modeli renksiz ve damarlar farklı renkte boyanmıştı” diyen bir öğrenci olduğu görülmüştür. Bu durum öğrencilerin yapılan etkinlikler esnasında pek fazla sorunla karşılaşmadıklarını ve yapılan etkinliklerin iyi tasarlanmış olduğunu göstermektedir.

Öğrencilere altıncı soruda “Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerle ilgili öğrenme ortamlarının mevcut öğrenme ortamlarına göre üstünlüğü var mıdır?” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplara ait tema ve kodlar Tablo 4.9’da sunulmuştur.

Tablo 4.9. Öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin mevcut öğrenme ortamının kıyaslanmasıyla ilgili görüşleri

<i>Tema</i>	<i>Kodlamalar</i>	<i>Öğrenciler</i>	<i>f</i>
3B yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin mevcut öğrenme ortamına göre üstünlüğü	<i>Zor organları daha iyi anladım,</i>	D1, D3, O1, Y2	4
	<i>Renkli olması daha iyi anlamamı sağladı,</i>	D1	1
	<i>Uygulama yaptığımız için daha iyiydi,</i>	D2	1
	<i>Daha rahat zihnimizde canlandı,</i>	D3, O1, Y2	3
	<i>Daha ilgili olmamızı sağladı,</i>	D3, O1, O2, O3, Y1, Y2, Y3	7
	<i>Zaman almıyor,</i>	O3, Y1	2
	<i>Yeni fikirlere sahip olduk,</i>	Y1, Y3	2

Tablo 4.9 incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğu (7 öğrenci) “*Daha ilgili olmamızı sağladı*” görüşünü belirtmişlerdir. Bunun yanında, “renkli olması daha iyi anlamamı sağladı” ve “uygulama yaptığımız için daha iyiydi” diyen 1’er öğrenci bulunmaktadır. “Zor organları daha iyi anladım” diyen 4 öğrenci, “*daha rahat zihnimde canlandı*” diyen 3 öğrenci bulunmaktadır. “Zaman almıyor” ve “yeni fikirlere sahip olduk” ifadelerinde 2’şer öğrenci bulunmuştur. Bu durum öğrencilerin üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinlikleri derslerinde kullanmalarının mevcut öğrenme ortamlarına göre daha etkili olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin, yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplardan örnek ifadeler Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10. Öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri cevaplardan örnek ifadeler

Öğrenci	Örnek ifade
D1	<i>“Aslında ben fen’i eskiden sevmiyordum. Çünkü düşük not alıyordum. Sonra ben test çözmeye başladım. 20 soruluk testlerde bazen 2,3 veya 5,6 yanlışım oluyordu. Ama bu etkinlikleri yapınca daha iyi anladım ama yine düşük not aldım. Sonra fen’i git gide sevmeye başladım. Derslerde parmak kaldırmaya başladım.”</i>
O1	<i>“Fen bilimlerinde yaptığım etkinlikler takım çalışmasıyla yani arkadaşlarımla birlikte etkinlikleri yaparken çok mutlu oldum. Çünkü hem arkadaşlarımla iyi vakitler geçirdim, hem de bu etkinlikler benim ders içi performanslarıma katkı sağladı. Merve öğretmenimi de çok sevdim. Onunla beraber iyi vakitler geçirdim.”</i>
Y2	<i>Sadece kalp renkli değildi. Damarlar daha fazla renkte olabilirdi ama yine de problemsiz bir şekilde tüm etkinlikler etkileyiciydi.</i>

D: düşük başarılı öğrenci; O: orta başarılı öğrenci; Y: yüksek başarılı öğrenci

## 5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma bulgularından elde edilen sonuçlara ve alanyazında yapılan benzer çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmasına yer verilmiştir. Ayrıca, araştırma sonuçlarından yola çıkılarak ileride çalışma yapacak araştırmacılara bazı önerilerde bulunulmuştur.

### 5.1. Sonuçlar ve Tartışma

Vücudumuzdaki sistemler ünitesi konularının üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile tasarlanan etkinliklerle desteklenerek öğretilmesi ve yapılan bu etkinlikler hakkında öğrenci görüşlerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar iki başlık altında incelenmiştir. Araştırma, karma desen kapsamında hem nicel, hem de nitel veriler toplanarak yürütülmüş olup, öğrencilerin akademik başarılarının ölçüldüğü VSÜBT'den elde edilen bulgulara ait sonuçlar, deney grubu öğrencilerinin her hafta değerlendirildiği GÇGF ve üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerin vücudumuzdaki sistemler ünite konularının öğretiminde kullanılmasıyla ilgili öğrenci görüşmelerinden elde edilen bulgulara yönelik sonuçlar başlıklar halinde ele alınmıştır.

#### 5.1.1. Nicel Bulgulara Yönelik Sonuç ve Tartışma

Vücudumuzdaki sistemler ünitesi başarı testi sonuçları incelendiğinde deney grubu ve kontrol grubu ön-test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı [ $t(58) = .556; p > 0,05$ ] ve deney grubu ile kontrol grubunda bulunan öğrencilerin uygulama öncesinde birbirine yakın puan ortalamasına sahip olduğu görülmüştür. Nitekim bu durum alanyazında istenilen ve beklenen bir durum olarak kabul edilmektedir. Uygulamanın sonunda, her iki grubun aynı başarı testi son-test puanları arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunduğu [ $t(58) = 2,966; p < 0,05$ ] tespit edilmiştir. Her iki grupta da uygulama sonunda öğrenmenin gerçekleştiği ancak deney grubunun akademik başarısının, kontrol grubunun akademik başarısından fazla olmasında araştırma amacına uygun olarak kullanılan üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerin konuların öğrenilmesinde

öğrencilerin akademik başarılarını artırıcı bir etki gösterdiğine ulaşılmıştır. Konuyla ilgili alanyazın incelendiğinde yapılan çalışmalarda üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerle destekli uygulamaların öğrencilerin akademik başarısını arttırmaya yönelik etkisinin olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle gerçekleştirilen etkinliklerle destekli öğretimin yapıldığı deney grubu öğrencilerinin ortalama akademik başarı puanları ön-teste göre yaklaşık 15,00 puan artarken, mevcut program ile öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ortalama akademik başarı puanları ön-teste göre yaklaşık 5,00 puan artmıştır.

İlgili alanyazın incelendiğinde, Burkaz (2012) çalışmasında fen ve teknoloji öğretiminde üç boyutlu modellerin yapılandırmacı öğrenme ortamında kullanımını incelemiş ve araştırma sonucunda deney grubunda bulunan öğrencilerin başarı testi sonuçlarının anlamlı düzeyde farklılık gösterdiğini tespit etmiştir. Ayrıca araştırmasında, üç boyutlu modellerin kullanılmasının öğrencilerin fikirlerini somutlaştırmada ve hayata geçirilmesinde oldukça yararlı olduğunu da belirtmiştir. Bu sonuç ve alanyazında yapılmış benzer araştırmalardan (Çapar (2006), Telli (2009), Kahraman (2010), Eryiğit (2010), Paul, Michelle, Colin ve Justin (2014), Topraklıkoğlu (2018), Topuz (2018)) elde edilen sonuçların, bu araştırmadan elde edilen sonuçları desteklediği görülmüştür. Alanyazındaki bu araştırmalarda; deney grubunda bulunan öğrencilerin akademik başarılarının, kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarılarına göre deney grubu öğrencileri lehine belirgin düzeyde farklılık gösterdiği görülmüştür.

Uygulama sürecinde deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin ön-test ve son-test puanları da kendi içerisinde değerlendirilmiş ve her ikisinde de başarı testleri arasında son-testler lehine anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Buradan, öğrenmenin kontrol grubunda da gerçekleştiği sonucuna ulaşılabilir. Ancak deney grubunda bulunan öğrencilerin akademik başarı puanları değişimi, kontrol grubunda bulunan öğrencilerin akademik başarı puanları değişiminden oldukça yüksek çıkmıştır.

Alanyazında eğitim ortamlarında üç boyutlu yazıcıların kullanımının olumlu etkilerinin olabileceği belirtilmektedir. Bu bağlamda üç boyutlu yazıcıların



öğrencilerin somut öğrenme yaşantıları geliştirmelerinde, yaratıcı düşünme becerilerinin gelişmesinde ve eğlenerek öğrenmelerinde etkili olabileceği düşünülmektedir (Eisenberg, 2013; Yıldırım, Yıldırım ve Çelik, 2018).

Deney grubu öğrencilerinin ilk haftadan itibaren üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinlikleri ünitenin her konusunda kullanmalarıyla ilgili özellikle grup çalışmalarında; uyum, iletişim, işbirliği, sorumluluk, etkinlik tasarlama vb. konularda araştırmacı tarafından gözlemlenmiş ve değerlendirilmiştir. Bunun için her hafta uygulama bittikten sonra araştırmacı Grup Çalışması Gözlem Formundaki kriterlere göre değerlendirmeler yapmıştır. Deney grubunda bulunan öğrencilerin ilk haftalarda oldukça düzensiz ve uygulamalara karşı ilgisiz olduğu ve gözlem puanlarının bir hayli düşük olduğu ( $X=45$ ), ancak uygulamanın ikinci ve üçüncü haftasında öğrencilerin etkinliklere katılım sağlamaya başladığı ( $X=62$ ) ve takım halinde çalışmaya adapte oldukları ( $X=69$ ) görülmüştür. Öğrenciler etkinliklerle meşgul oldukça ve üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tanışıkça derslere katılmaları ve dersi sevmeleri gittikçe artmıştır. Buna bağlı olarak değerlendirme puanlarında da bir artış görülmüştür. Dördüncü haftaki değerlendirme puanları  $X=77$ , beşinci hafta  $X=84$  ve altıncı hafta ise  $X=89$  olmuştur. Bu puan sonuçları, öğrencilerin derse karşı ilgilerinin, uyum içinde çalıştıklarının, sorumluluklarını bildiklerinin, süreci değerlendirebildiklerinin ve becerilerinin arttığına bir göstergesidir. Bunun sebebi üç boyutlu yazıcı teknolojisinin deney grubu öğrencileri tarafından dikkat çekici olması olabilir. Üç boyutlu yazıcılar ve buna paralel olarak gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde (Kahraman, 2010; Akbaba, 2017; Gürel ve Emre, 2017) genel olarak öğrencilerin ilk haftalarda performanslarının düşük olduğu ve sürece alışmaları ile birlikte bu durumun hızlı bir şekilde olumlu anlamda değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

### **5.1.2. Nitel Bulgulara Yönelik Sonuç ve Tartışma**

Deney grubu öğrencilerinden akademik başarı son-test puanlarından yararlanarak, düşük başarı ortalamasına sahip, orta başarı ortalamasına sahip ve yüksek başarı ortalamasına sahip öğrenciler arasından 3'er öğrenci seçilmiş ve gönüllülük esasına dayanarak toplamda 9 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir.

Burada amaç VSÜBT'den elde edilen nicel verileri desteklemek ve altı haftalık uygulama sürecinde deney grubundaki 9 öğrencinin ünite konularını üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerin öğrenmelerine etkisi hakkındaki görüşlerini almaktır. Aynı zamanda deney grubu öğrencilerinin üç boyutlu yazıcı teknolojisinden de haberdar olmaları sağlanmıştır. Deney grubundan seçilen bu 9 öğrenciye, söz konusu ünite kazanımlarını da dikkate alacak şekilde 6 adet açık uçlu soru sorulmuş ve cevaplarını görüşme formuna yazmaları istenmiştir. Elde edilen bu cevaplar gerekli düzeltmeler yapılarak akıcı ve anlaşılır hale getirilmiştir. Temalar ve kodlamalar sonucunda aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

- Öğrencilerin, üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinlikler ile gerçekleştirilen derslerden oldukça memnun kaldıkları ve beklentilerinin olumlu yönde arttığı,
- Öğrencilerin aktif olarak yer aldığı ve belirli bir çaba sonucunda ürettikleri etkinlikleri oldukça sahiplendikleri ve bu etkinlikleri dikkate değer bir şekilde özümstedikleri,
- Öğrencilerin üç boyutlu yazıcılar yardımıyla tasarlanan etkinlikler süresince sıkılmadıkları, dikkatlerinin pek fazla dağılmadığı ve etkinliklere büyük bir istek ve katılım sağlamaya çaba gösterdikleri,
- Öğrencilerin üç boyutlu yazıcılar ile üretilen materyaller yardımıyla mikro düzeydeki ya da zihinlerinden canlandıramadıkları şekil ve yapıları daha rahat anladıklarını ve konuları öğrenmede bu materyallerin etkili olduğunu hissettikleri,
- Üç boyutlu yazıcılar temele alınarak işlenen derslerde öğrencilerin odak seviyesinin yüksek olması ve süreci yakından takip etmeleri nedeniyle pek fazla olumsuz durumlarla ve problemlerle karşılaşmadıkları,
- Üç boyutlu yazıcıların öğrencileri birçok açıdan etkilediği, merak ve motivasyonlarını olumlu yönde geliştirdiği, derse karşı ilgili olma ve aktif

katılım sağlama konusunda yardımcı olduğu, mevcut öğretim yöntemi ile karşılaştırıldığında öğrencilere büyük bir avantaj sağladığı,

yapılan görüşmeler sonucunda belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçları destekler nitelikte alanyazında mevcut çalışmalar da bulunmaktadır (Jo vd., 2016; Saorin vd., 2017). Jo vd. (2016) araştırmalarında, 4 öğrenci ile görüşme yapmışlar ve üç boyutlu yazıcıların öğrencilerin hatırlamasını ve anlamasını kolaylaştırdığı, sınıfa canlılık ve eğlence getirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, bu yazıcı teknolojisinin öğrencilerin zihinlerinde doğrudan görüntüyü canlandırdığından, dikkatlerini geliştirdiğinden, kalıcılığı artırdığından ve ders süresince konsantrasyonu sağladığından bahsetmişlerdir. Ancak bunun yanında, bu teknolojinin maliyeti, tasarım zorluğu, üretimi ve sağlamlığı konularında da sınırlılıklarının olabileceğini belirtmişlerdir. Bir diğer çalışma, Saorin vd. (2017) tarafından yapılmış ve 15 lise öğrencisiyle görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Bu görüşmeler sonucunda, üç boyutlu yazıcı teknolojisi öğrencilerin daha iyi çalışmalarına imkân tanımış, öğrencilerin heykel mimarisine yönelik ilgisini ve başarı yüzdelerini artırmıştır.

Son yıllarda üç boyutlu yazıcı teknolojisinin önemli bir kullanım alanı da eğitimidir. Günümüzde hücre, mikroorganizma gibi mikro sistemlerden yeryüzü, uzay gibi makro sistemlere insan gözüyle gözlemlenmesi imkânsız ya da zor olan kavram ve olgulardan, insan anatomisi, DNA sarmalı ya da atom modeli gibi çok bileşenli yapıların öğretilmesine kadar pek çok farklı alanda üç boyutlu yazıcı uygulamalarına rastlanabilmektedir (Emre, Yolcu ve Celayir, 2015; Özgüven, 2015; Lipson ve Kurman, 2013a; Lipson ve Kurman, 2013b; Petrick ve Simpson, 2013; Karaduman, 2017; Bardakçı vd., 2018). Düşen yatırım maliyetleri sayesinde bu teknolojinin yaygın kullanımının artması ile eğitimci ve öğrenci arasındaki etkileşim daha da artacak ve öğrencilerin zihinlerinde canlandırdıklarının elle tutulur nesnelere dönüşmesi ile yaratıcılık ve yenilikçi düşünce yeteneği kazanmaları kolaylaşacaktır (Kökhan ve Özcan, 2018).

## 5.2. Öneriler

Araştırmanın bu aşamasında, bulgular ve buna bağlı olarak elde edilen sonuçlar çerçevesinde geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

*Araştırmacılar için;*

- Bu araştırma, altıncı sınıf vücudumuzdaki sistemler ünitesi kapsamında yapılmıştır ve üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerin vücudumuzdaki sistemler ünitesinde öğrencilerin akademik başarısı üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu görülmüştür. Yapılan araştırmaların sayısı arttıkça, üç boyutlu yazıcı teknolojisinin yaygın etkisi hakkında daha iyi fikir edinilebilir.

*Öğretmenler için;*

- Üç boyutlu yazıcı teknolojisi kullanılarak daha farklı ve güncel ders etkinlikleri geliştirilebilir.

*Milli Eğitim Bakanlığı için;*

- Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında üç boyutlu yazıcı teknolojisine ve kullanılmasına yönelik daha fazla yer verilebilir.
- Okullarda üç boyutlu yazıcı teknolojisi kullanarak materyal üretimi ile ilgili eğitim almış öğretmenlerin sayısı artırılmalıdır.
- Eğitim Bilişim Ağı (EBA) içerisinde üç boyutlu yazıcıların kullanımına yönelik bilgi ve materyallere yer verilebilir.
- Okullarda üç boyutlu yazıcıların kullanılabileceği bir yazdırma odası kurulabilir.

## KAYNAKLAR

- Aka, E. İ. (2012). Asitler ve bazlar konusunun öğretiminde kullanılan probleme dayalı öğrenme yönteminin farklı değişkenler üzerine etkisi ve yöntemle ilişkin öğrenci görüşleri. Doktora tezi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Akbaba, C. (2017). Okullarda maker ve STEAM eğitim hareketlerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Edirne.
- Akgül, M. K. (2014). Sanayi üretiminde çığır açan teknolojiler üç boyutlu [3D] yazıcılar. *Anahtar Dergisi*, 308, 1-45.
- Akinoğlu, O, & Tandoğan, R. Ö. (2007). Fen eğitiminde probleme dayalı aktif öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları, tutum ve kavram öğrenimi üzerine etkileri. *Avrasya Matematik Dergisi Fen ve Teknoloji Eğitimi*, 3(1), 71-81.
- Akpek, A. (2018). Triküspit kalp kapakçıklarının üç boyutlu (3B) biyobaskı metotları ile fabrikasyonu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 740-745.
- Ayas, A., Çepni, S., & Akdeniz, A. R. (1993). Development of the Turkish secondary science curriculum. *Science Education*, 77(4), 433-440.
- Aydın, F. (2009). Eğitim fakültelerinde günümüz teknolojisi ile perspektif ve üç boyutlu modellemenin sanat eğitiminde kullanımı. Yüksek lisans tezi, *Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Aydın, A., & Kömürkaraoğlu, S. (2015). Işık ve ses ünitesinin öğretiminde jigsaw tekniğinin bilgilerin kalıcılık düzeylerine etkisinin incelenmesi ve bu teknik hakkında öğrenci görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(1), 335-352.
- Balcioğlu, Y. S. (2014). 3 boyutlu yazıcı ve sinemada kullanımı. Yüksek lisans tezi, *Yaşar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir.
- Bardakçı, S., Kılıçer, K., Akbulut, C., Çağlar, A., & Kocadağ-Ünver, T. (2018). *Eğitim teknolojileri okumaları*. Editörler: Akkoyunlu, B., İşman, A., Odabaşı, H. F. TOJET & Sakarya Üniversitesi.
- Bayram, A. (2010). Probleme dayalı öğrenme yönteminin ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi ısı ve sıcaklık konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermede etkisi. Yüksek lisans tezi, *Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Bedir, M. (2018). İlkokul üçüncü sınıflarda uygulanan fen bilimleri dersi öğretim programına yönelik öğretmen, öğrenci ve veli görüşlerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kastamonu.

- Buran, O. (2012). Probleme dayalı öğretimin birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemler ve özdeşliklerin öğretiminde 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarısına etkisi. Yüksek lisans tezi, *Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Burkaz, S. (2012). Fen ve teknoloji öğretiminde üç boyutlu modellerin yapılandırmacı öğrenme ortamında kullanımı. Yüksek lisans tezi, *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Rize.
- Büyüköztürk, Ş. (2004). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum*. Ankara: Pegem A Yayınları.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri (Yirminci baskı)*, Ankara: Pegem Akademi.
- Can, A. (2018). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Ceylan, S. (2014). Ortaokul fen bilimleri dersinde asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FETEMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma. Yüksek lisans tezi, *Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Cho, B., & Lee, J. (2013). The effects of creativity and flow on learning through the steam education on elementary school contexts. *Paper presented at the International Conference of Educational Technology*, Sejong University, South Korea.
- Cömert, S., & Balkan-Kıyıcı, F. (2006). Fen bilgisi öğretiminde oluşturmacı yaklaşım uygulamasının akademik başarıya etkisinin belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7, 151-162.
- Çapar, M. (2006). Temel eğitimde 9-12 yaş arası çocuklarda üç boyutlu çalışmaların yaratıcılık eğitimine etkisi. Doktora tezi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Çepni, S. (2005). *Fen ve teknoloji eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çepni, S. (2014). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji eğitimi (On birinci baskı)*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çınkı, A. (2007). Fen ve teknoloji deneylerinde v-diyagramları ve çalışma yaprakları kullanımının ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin başarısı üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2014). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları (Üçüncü baskı)*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

- Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S., & Özel, S. (2012). Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (BTMM) eğitimi: Disiplinler arası çalışmalar ve etkileşimler. Sözlü bildiri, X. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde.
- Çorlu, M., & Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29.
- Dağlı, H. (2014). Okul öncesi eğitim kurumlarında uygulanan fen eğitiminin içeriği konusunda öğretmen görüşlerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Daugherty, M. K. (2009). *The "T" and "E" in STEM. The overlooked STEM imperatives: technology and engineering*, 8-25. Reston VA: ITEEA.
- Dede, C. (2010). Technological supports for acquiring 21st century skills. In E Baker, B. cGaw, & P. Peterson (Eds.). *International encyclopedia of education (Third edition, pp:1-22)*.
- Dewaters, J., & Powers, S. E. (2006). Improving science and energy literacy through project-based K-12 outreach efforts that use energy and environmental themes. *Proceedings of the 113th Annual ASEE Conference and Exposition*, Chicago, IL.
- Doğanay, K. (2018). Probleme dayalı STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen bilim fuarlarının ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisi. Yüksek lisans tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kastamonu.
- Eisenberg, M. (2013). 3D printing for children: What to build next? *International Journal of Child-Computer Interaction*, 1, 7-13.
- Ekiz, D. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Elena, N., & Sonya, W. (2018). Effects of 3D printing project-based learning on preservice elementary teachers' science attitudes, science content knowledge, and anxiety about teaching science. *Journal of Science Education and Technology*, 27, 412-432.
- Emre, Ş., Yolcu, M. B., & Celayir, S. (2015). Üç boyutlu yazıcılar ve çocuk cerrahisi. *Çocuk Cerrahisi Dergisi*, 29(3), 77-82.
- Erden, M., & Akman, Y. (2001). *Gelişim öğrenme-öğretme*. Ankara: Arkadaş Yayınevi.
- Erdoğan, N., Çorlu, M. S., & Capraro, R. M. (2013). Defining innovation literacy: Do robotics programs help students develop innovation literacy skills? *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(1), 1-9.

- Ergün, M., & Özdaş, A. (1997). *Öğretim ilke ve yöntemleri*. İstanbul: Kaya Matbaacılık.
- Erk, C. A. (2017). 3D yazıcı yeteneklerini geliştir: G-code nedir? Erişim Tarihi: 18.07.2017 <http://priyoid.com/3d-yazici-hakkinda-bilinmesi-gerekenler/3d-yazici-yeteneklerinigelistir-g-code-nedir/>
- Ertekin, Y., Ciobanescu-Husanu, I. N., Chiou, R., & Konstantinos, J. (2014). *Interdisciplinary senior design project to develop a teaching tool: Dragon conductive 3-D printer*. Paper presented at 2014, ASEE Annual Conference & Exposition, Indianapolis, Indiana. <https://peer.asee.org/20692>
- Eryiğit, P. (2010). Üç boyutlu dinamik geometri yazılımı kullanımının 12. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve geometri dersine yönelik tutumlarına etkileri. Yüksek lisans tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*. İzmir.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. (2011). *How to design and evaluate research in education (eighth edition)*. New York, NY: McGraw-Hill Education.
- George, D., & Mallery, M. (2010). *SPSS for windows step by step: A simple guide and reference*. Boston: Pearson.
- Gilpin, L. (2014). *10 facts on 3D printing: Understanding tech's next big game-changer*. Erişim Tarihi: 10.11.2017 <https://www.techrepublic.com/article/10-facts-on-3d-printingunderstanding-techs-next-big-game-changer>.
- Göğüş, R. (2013). Fen bilimleri öğretiminde probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin akademik başarıları ve tutumları üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, *Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kırıkkale.
- Gökalp, M. (2018). *Öğretim ilke ve yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları
- Gücüm, B., & Kaptan, F. (1992). Dünden bugüne ilköğretim fen bilgisi programları ve öğretim. *Hacettepe eğitim Fakültesi Dergisi*, 8, 249-258.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Gürdal, A., Şahin, F., & Çağlar, A. (2001). *Fen eğitimi "ilkeler, stratejiler ve yöntemler"*. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Gürel, A., & Emre F. B. (2017). Fen bilimleri dersinde teknoloji ve 3D yazıcıların kullanımı. *Sözlü Bildiri, 1. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu*, Malatya.



- Güven, G. (2016). 3. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programına ilişkin öğretmen görüşleri. Yüksek lisans tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Hatay.
- Hagel, J., Brown, J. S., Kulasoorya, D., Giffi, C., & Chen, M. (2015). *The future of manufacturing—making things in a changing world*. Westlake: Deloitte University Press.
- Hoskins, S. (2013). *3D printing for artists designers and makers*. London: Bloomsbury publishing.
- Igor, V., & Amir, M. (2015). Digital design and 3D printing in technology teacher education. *Procedia CIRP*, 36, 182-186.
- İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan F., Horzum, B., & Kızılcı, M. (2002). Fen bilgisi eğitimi ve yapısalci yaklaşım. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 1 (1), 41-47.
- Jo, W., Hee I. J., Harianto, R. A., So, J. H., Lee, H., Lee, H. J., & Moon, M. (2016). Introduction of 3D Printing Technology in the Classroom for Visually Impaired Students. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 110(2), 115-121.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Freeman, A., Ifenthaler, D., & Vardaxis, N. (2013). *Technology outlook for Australian tertiary education 2013-2018: An NMC horizon project regional analysis*. New Media Consortium. 6101 West Courtyard Drive Building One Suite 100, Austin, TX 78730.
- Kahraman, S. (2010). Atomun yapısı ve orbitaller konusunda geliştirilen üç boyutlu bilgisayar destekli öğretim materyallerinin öğretmen adaylarının başarıları ve tutumlarına etkisi. Doktora tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Karaduman, H. (2017). Sosyal bilgiler eğitiminde 3 boyutlu yazıcıların kullanımı. *AJESI-Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 7(3), 590-625.
- Kaptan, F. (1999). *Fen Bilgisi Öğretimi*. MEB Yayınları.
- Kaufman, K. J. (2013). 21 ways to 21st century skills: Why students need them and ideas for practical implementation. *Kappa Delta Pi Record*, 49(2), 78-83.
- Kılıç, M. S., & Aydın, A. (2018). Öğretmenlerin fen bilimleri dersi kapsamında laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşlerinin planlanmış davranış teorisi yardımıyla incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 241-246.
- Korkmaz, İ. (2006). Yeni ilköğretim programının öğretmenler tarafından değerlendirilmesi. *Ulusal Sınıf Öğretmenliği Kongresi*. 14-16 Nisan 2006, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara.

- Kökhan, S., & Özcan, U. (2018). 3D yazıcıların eğitimde kullanımı. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi)*, 2(1), 81-85.
- Lipson, H., & Kurman M. (2013a). *Fabricated*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Lipson, H., & Kurman, M. (2013b). *Fabricated: The newworld of 3D printing*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Martin, D. J. (1997). *Elementary science methods*. New York: Delmar Publishers.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2006). *Research in education: Evidence-based inquiry (Sixth edition)*. Boston: Pearson.
- McKillup, S. (2012). *Statistics explained: An introductory guide for life scientists (Second edition)*. United States: Cambridge University Press.
- MEB (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*, Ankara.
- MEB (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*, Ankara.
- Miles, M. B., Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook. European Journal of Science Education*. Los Angeles: Sage Puplication, Thousand Oaks.
- Özçelik, D. A. (1989). *Test hazırlama kılavuzu*. Genişletilmiş Üçüncü Baskı, Ankara: ÖSYM Eğitim Yayınları 8.
- Özgüven, S. (2015). Seramik sanatında üç boyutlu yazıcıların yeni bir ifade biçimi olarak kullanılması. *İdil*, 4 (18), 167-183.
- Paul, G. M., Michelle, R. O., Colin, R. M., & Justin. W. A. (2014). The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology. *Anatomical Sciences Education*, 7, 479-486.
- Petrick, I. J., & Simpson, T. W. (2013). 3D printing disrupts manufacturing: how economies of one create new rules of competition. *Research-Technology Management*, 56(6), 12-16.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and engineering teacher*, May/June 2012.

- Saorin, J. L., Carbonell-Carrera, C., Cantero, J. D. L. T., Meier, C., & Aleman, D. D. (2017). Three-dimensional interpretation of sculptural heritage with digital and tangible 3D printed replicas. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 16(4), 161-169.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.
- Simon, F., & Tim, M. (2019). Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. *Additive Manufacturing*, 25, 131-150.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics (fifth edition)*. Boston: Allyn & Bacon.
- Tamara, D. H., Kristin, L., & David, S. (2018). Making sense of “STEM education” in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5(32), 1-18.
- Telli, E. (2009). Üç boyutlu sanal materyallerin öğretmen adaylarının bilgisayar dersindeki başarılarına ve bilgisayar destekli öğretime yönelik tutumlarına etkisi. Yüksek lisans tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Temelli, A., Arlı, E. E., Biber, B., & Kurt, M. (2011). İnsanlarda solunum sistemi konusunun kavram haritalarıyla öğretilmesinin öğrencilerin akademik başarısına etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(2), 61-66.
- Tien-Chi, H., Mu-Yen, C., & Chun-Yu, L. (2019). Exploring the behavioral patterns transformation of learners in different 3D modeling teaching strategies. *Computers in Human Behavior*, 92, 670-678.
- Topraklıkoğlu, K. (2018). Üç boyutlu modellemenin kullanıldığı artırılmış gerçeklik etkinlikleri ile geometri öğretimi. Yüksek lisans tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir.
- Topuz, Y. (2018). Anatomi eğitiminde sanal gerçeklik ve üç boyutlu masaüstü materyallerin akademik başarı ve bilişsel yük açısından karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, *Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- URL-1. (2019). <https://tr.depositphotos.com>
- Ventola, C. L. (2014). Medical applications for 3D printing: current and projected uses. *Pharmacy and Therapeutics*, 39(10), 704-711.
- Vasilis, K., Vasilis, N., & Christos, G. (2015). Open source 3D printing as a means of learning: An educational experiment in two high schools in Greece. *Telematics and Informatics*, 32, 118-128.



- Victor, E., & Kellough, R. (2000). *Science for the elementary and middle school*. A.B.D: Columbus Ohio: Ninth Edition.
- Yerlikaya, Z. (2006). *Fen ve teknoloji eğitiminde laboratuvar yöntemi ve bilimsel süreç becerileri*. Editörler: Taşkın, Ö., & Koray, Ö. Fen ve teknoloji öğretimi. Lisans Yayıncılık, İstanbul.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (Sekizinci baskı). Ankara: Sözkese Matbaacılık.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitimi ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, Y. (2016). Probleme dayalı öğretim yöntemi ile doğrusal denklemlerin grafiğinin öğretiminin ortaokul üçüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarısına etkisi. Yüksek lisans tezi, *Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*.
- Yıldırım, H. İ., & Şensoy, Ö. (2016). Bilim şenliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarına etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14(1), 23-40.
- Yıldırım, G., Yıldırım, S., & Çelik, E. (2018). Yeni bir bakış - 3 boyutlu yazıcılar ve öğretimsel kullanımı: Bir içerik analizi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(25), 163-184.
- Yılmaz, A. (2018). Fen bilgisi öğretmen yetiştirme programlarında kalite standartlarının belirlenmesi: Ölçek geliştirme ve uygulama çalışması. Doktora tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kastamonu.

# **EKLER**

- EK 1** Uygulama İzni
- EK 2** Vücutumuzdaki Sistemler Ünitesi Başarı Testi (VSÜBT)
- EK 3** Grup Çalışması Gözlem Formu (GÇGF)
- EK 4** Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF)
- EK 5** Vücutumuzdaki Sistemler Ünitesi Çalışma Yapraklarından Örnekler
- EK 6** Uygulama Resimleri



## EK 1 Uygulama İzni

**T.C.  
KASTAMONU VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü**

Sayı : 75048956-44-E.19959921  
Konu : Anket İzni ( Merve AVINAL )

22/10/2018

**VALİLİK MAKAMINA**

İlgi: a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 22/08/2017 tarihli ve 12607291 (Genelge No:2017/25) sayılı emirleri.  
b) Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünün 02.10.2018 tarih ve 29586447-302.08-E.6011 sayılı yazısı.

Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünün ilgi (b) yazılarına istinaden Kastamonu Üniversitesi İlköğretim Ana Bilim Dalına bağlı Fen Bilgisi Öğretmenliği tezli yüksek lisans programı öğrencisi Merve AVINAL'ın hazırlanmış olduğu " Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisiyle Tasarlanan Etkinliklerin Vücudumuz Sistemler Ünitesinin Öğretimine Etkisinin İncelenmesi ve Bu Teknoloji Hakkında Öğrenci Görüşleri" konulu anket çalışmasını İlimiz Merkez İlçesi Darende Ortaokulu öğrencilerine uygulaması ile ilgili İnceleme ve Değerlendirme Komisyon Kararı ilişikte sunulmuştur.

Kastamonu Üniversitesi İlköğretim Ana Bilim Dalına bağlı Fen Bilgisi Öğretmenliği tezli yüksek lisans programı öğrencisi Merve AVINAL'ın hazırlanmış olduğu " Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisiyle Tasarlanan Etkinliklerin Vücudumuz Sistemler Ünitesinin Öğretimine Etkisinin İncelenmesi ve Bu Teknoloji Hakkında Öğrenci Görüşleri" konulu anket çalışmasını İlimiz Merkez İlçesi Darende Ortaokulu öğrencilerine 2018-2019 eğitim öğretim yılında gönüllülük esasına göre kurumun eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmadan uygulaması ve sonuçlarının değerlendirilmesi Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde oturlarınıza arz ederim.

**Cengiz BAHÇACIOĞLU**  
İl Millî Eğitim Müdürü

**OLUR**  
22/10/2018

**Vedat YILMAZ**  
Vali a.  
Vali Yardımcısı

Adres: Sarıçay Mahallesi Beyazıt Sokakı No:8 Posta Kodu 37100  
Merkez Kastamonu  
Elektronik AÇ: kastamonu.meb.gov.tr  
e-posta: bilgisyar37100@meb.gov.tr

Bilgi için: Enis YILMAZ  
Tel: 0 (366) 214 60 01  
Faks: 0 (366) 214 64 34

Bu anket görevi elektronik ortamda gerçekleştirilmiştir. İnceleme raporu: <http://www.meb.gov.tr> adresindeki 779a-16ac-34e6-9a25-505a kodu ile kayıt edilmiştir.

## EK 2 Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesi Başarı Testi (VSÜBT)

### VÜCUDUMUZDAKİ SİSTEMLER ÜNİTESİ BAŞARI TESTİ

Sevgili Öğrenciler,

Aşağıda size verilen sorular “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesiyle ilgili bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Sorulara vereceğiniz cevaplar sadece yürütülen araştırmada kullanılacak olup, size not vermek amacıyla kullanılmayacaktır. Sonuçlarınız araştırmacı tarafından gizli tutulacaktır. Sizlerden beklenen, testteki tüm soruları atlamadan ve düşünerek işaretlemenizdir.

Yapmakta olduğumuz araştırmanın amacına ulaşabilmesi için en büyük katkıyı sizler sağlayacaksınız. Soruların cevaplandırılmasına ayıracağınız zaman, göstereceğiniz samimiyet, ilgi ve yardımlarınız için çok teşekkür ederiz.

- Bu test, çoktan seçmeli 22 sorudan oluşmaktadır.
- Her bir soru 4 seçenek içermektedir.
- Her sorunun yalnızca bir doğru cevabı vardır.
- Testin cevaplanması için tavsiye edilen süre 40 dakikadır.

**Öğretmen Merve AVİNAL**  
(Yüksek Lisans Öğrencisi)

**Prof. Dr. Abdullah AYDIN**  
(Tez Danışmanı)

## EK 2'nin devamı

- I. Kalp  
II. Damarlar  
III. Kan  
IV. Kemikler

Dolaşım sistemimiz yukarıdaki yapılardan hangilerinin bir araya gelmesi sonucu oluşur?

- A) I ve II      B) I ve IV  
C) I, II ve III      D) I, II, III ve IV

2.

Böbrek ①	Soluk Borusu ②	Kalp ③
Akciğer ④	Kulak ⑤	Karaciğer ⑥
Bronş ⑦	Uzun Kemik ⑧	Mide ⑨

Tabloda vücudumuzdaki bazı yapı ve organlar numaralandırılmıştır. Bunlardan hangileri solunum sisteminde yer alır?

- A) 1, 3      B) 5, 6  
C) 2, 4, 7      D) 6, 8, 9

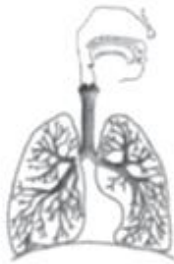
3. Kendisine gelen katı besinlerin tamamını mekanik olarak sindirir. Proteinlerin yapı taşlarına ayrılmaya başladığı sindirim organıdır.

Yukarıda bahsedilen organ aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Ağız      B) Mide  
C) Karaciğer      D) Pankreas

4.

Fen ve Teknoloji dersinde "Hücreden Organizmaya" konusu işlenirken her kavrama uygun, örnek bir resim gösteriliyor.



Buna göre verilen resim, bütün olarak aşağıdaki kavramlardan hangisi için en uygun olur?

- A) Hücre      B) Doku  
C) Sistem      D) Organizma

5.

Solunum sistemindeki yapı ve organlar	Görevler
• Burun	• Havayı akciğere iletmek
• Gırtlak	• Hava ve kan arasında gaz alışverişini sağlamak
• Bronş	• Alınan havayı nemlendirmek
	• Havayı soluk borusuna iletmek

İnsan solunum sisteminde yukarıda verilen yapı ve organlar, görevleri ile eşleştirilecektir.

Bu görevlerin hepsinin eşleştirilmesi için aşağıdakilerden hangisinin, yapı ve organlar kısmına eklenmesi gerekir?

- A) Yutak      B) Alveol  
C) Diyafram      D) Kaburga kası

6.

Kalp ①	Bronş ②	Alt ana toplar damar ③
Gırtlak ④	Kas ⑤	Akciğer ⑥
Diyafram ⑦	Aort atardamarı ⑧	Yutak ⑨

Öğretmen: Tabloda verilenlerden hangileri ---- ?

Öğrenci : 2, 4, 6, 7, 9

Öğrencinin cevabı doğru olduğuna göre öğretmenin sorusunda boş bırakılan yere aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?

- A) İenf sisteminde görevli yapılarıdır  
B) kanın vücutta dolaşımında etkilidir  
C) solunumda görevli yapı ve organlarıdır  
D) hücrelere oksijen taşıyıp hücrede oluşan atıkları uzaklaştırır

7.



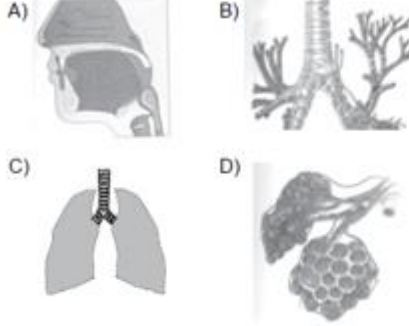
Şekilde kanın, vücuttaki dolaşımı verilmiştir. Buna göre kaç numaralı kısımlardaki kan daha fazla oksijen taşır?

- A) 1-3      B) 2-4      C) 2-3      D) 1-4

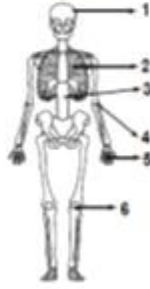


## EK 2'nin devamı

8. Aşağıdaki resimlerin hangisinde solunum sistemimizde yer alan soluk borusu, bronşlar ve bronşçuklar gösterilmiştir?



9. İnsan iskeletinde yer alan eklemler oynamaz eklemler, yarı oynar eklemler ve oynar eklemler şeklinde gruplandırılır.



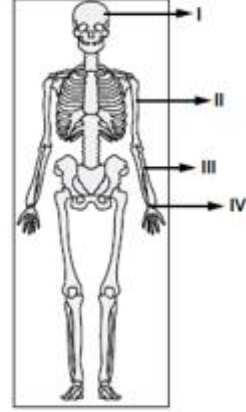
Şekilde numaralandırılmış kısımların hangilerinde oynar eklem bulunur?

- A) 1 ve 2                      B) 3 ve 4  
C) 2, 3 ve 5                D) 4, 5 ve 6

10. Aşağıdakilerden hangisinde besinlerin mekanik ve kimyasal sindirimin gerçekleştiği organlar doğru verilmiştir?

Kimyasal Sindirim	Fiziksel Sindirim
A) Ağız, mide, ince bağırsak	Ağız, mide, ince bağırsak
B) Kalın bağırsak, mide	Yemek borusu, ince bağırsak
C) Mide	Yemek borusu
D) Kalın bağırsak, ince bağırsak	Ağız, yemek borusu

11. Şekilde insan iskeletinin bazı kısımları numaralandırılarak gösterilmiştir.



Buna göre yassı ve kısa kemikleri göstermek isteyen bir öğrenci kaç numaralı kısımları seçmelidir?

- A) I ve III.                      B) II ve III.  
C) I ve IV.                      D) II ve IV.

12. Radyo haberi:

**Dikkat! ... Hastanede yatan bir hasta için acil olarak 0 Rh (+) grubu kan gereklidir. Hastaya kan verebilecek kişilerin acilen hastaneye gelmesi rica olunur.**

Mehmet: Ben bu gruptaki kişilere kan verebilirim ve onlardan da kan alabilirim.

Buna göre Mehmet'in kan grubu hangisinde verilmiştir?

- A) B Rh (+)                      B) 0 Rh (+)  
C) AB Rh (+)                    D) A Rh (+)

13. Aşağıdakilerden hangisi burnumuzun görevi değildir?

- A) Koku alma  
B) Alınan havayı süzme  
C) Alınan nemli havayı kurutma  
D) Alınan soğuk havayı ısıtma

## EK 2'nin devamı

14. Aşağıdakilerden hangisi kan pulcuklarının görevidir?

A) Kanın pıhtılaşmasını sağlama  
B) Vücudu mikroplara karşı savunma  
C) Oksijen ve karbondioksit taşıma  
D) Besinleri ilgili organlara taşıma

15. Aşağıdakilerden hangisi akyuvarların (lökosit) özelliklerindedir?

A) Mikroplara karşı vücudu savunmak  
B) Kanın pıhtılaşmasında etkili olmak  
C) Oksijen taşımak  
D) Karbondioksit taşımak

- 16.

Ahmet : Kan plazmasının çoğu sudan oluşur.  
Zeynep : Akyuvarlar oksijen taşıyan kan hücreleridir.  
Mehmet : Akyuvarlar kanın pıhtılaşmasını sağlar.  
Ayşe : Kan pulcukları kan grubunu belirler.

Kanın yapısı ile ilgili olarak yukarıdaki öğrencilerden hangilerinin görüşü doğrudur?

A) Yalnızca Ahmet'in  
B) Ahmet ve Zeynep'in  
C) Mehmet ve Ayşe'nin  
D) Zeynep, Mehmet ve Ayşe'nin

17. Sigara içenlerin hangi sistemi öncelikle zarar görür?

A) Sinir sistemi B) Solunum sistemi  
C) Dolaşım sistemi D) Boşaltım sistemi

18. Kandaki zehirli ve fazla maddelerin uzaklaştırılmasında;

I. Su ve tuzu atar.  
II. Kanı süzerek idrarı oluşturur.  
III. Su, safra ve besin atıklarını uzaklaştırır.

Şeklinde görev yapan yapılar aşağıdakilerden Hangisinde doğru verilmiştir

I	II	III
A) Deri	Akciğer	Kalın Bağırsak
B) Akciğer	Deri	Böbrek
C) Deri	Böbrek	Kalın Bağırsak
D) Böbrek	Akciğer	Deri

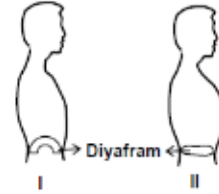
19. Bir öğrenciden insan vücudundaki bazı organları, görevleriyle eşleştirmesi istenmiştir.

Organlar	Görevler
• Kalp	I. Kanı kalpten vücuda dağıtır.
• Atardamar	II. Kanı kalbe getirir.
• Toplardamar	III. Kan ile hücreler arası madde alışverişi sağlar. IV. Kasılıp gevşeyerek kanı vücuda pompalar.

Buna göre kaç numaralı görev bir organla eşleştirilemez?

A) I. B) II. C) III. D) IV.

- 20.



Yukarıdaki şekillerle ilgili olarak hangisi söylenemez?

A) I de soluk verilmiştir.  
B) II de akciğerlere hava dolmuştur.  
C) I de kaburga kasları gevşemiştir.  
D) II de soluk verilmiştir.

21. Tüm ülke minik kız için seferber oldu. Minik kız henüz 6 aylıktı. Vücudunda oluşan bir hastalık nedeniyle sürekli kanının yenilenmesi gerekiyordu. Ailesi elinden geleni yapmış ancak doktorlar daha fazla kişinin desteğine ihtiyaç duyduğunu belirtmişti. Haberlerde yapılan duyuru sonucu kan merkezine bağış için başvuran kişi sayısı arttı ve minik kız kurtuldu.

Yukarıda kan bağışıyla ilgili verilen metinde kan bağışının hangi faydasından bahsedilmiştir?

A) Toplumsal dayanışmayı arttırdığından  
B) Kan naklinde Rh faktörünün öneminden  
C) Kan veren kişilerin daha sağlıklı olduğundan  
D) Kan naklinin aynı kan grubundaki kişiler arasında gerçekleşeceğinden

22. Aşağıdakilerden hangileri solunum sistemi organlarıdır?

I- Yutak  
II- Soluk borusu  
III- Akciğerler

A) Yalnız III B) I-II C) II-III D) I-II-III

### EK 3 Grup Çalışması Gözlem Formu (GÇGF)

#### Grup Çalışması Gözlem Formu

Sıra No	Değerlendirme Kriteri	Değerlendirme Puanı				
		1	2	3	4	5
1	Grup içerisinde bulunan uyumlu çalışma düzeni					
2	Grup üyeleri arasındaki iletişim seviyesi					
3	İşbirliği içerisinde çalışma becerisi					
4	Grup üyelerinin birbirlerine karşı saygılı olma durumu					
5	Görev dağılımı ve sorumluluk paylaşımı					
6	Bilgi kaynaklarına erişim becerisi					
7	Etkinlik tasarlama becerisi					
8	Hipotez kurma becerisi					
9	Tasarlanan etkinlikleri hayata geçirebilme					
10	Malzemeleri tasarruflu kullanabilme					
11	Zamanı etkili kullanabilme					
12	Yapılan çalışmalarını rapor edebilme					
13	Süreç yönetimini değerlendirebilme					
14	Görev paylaşımında adaletli ve eşit olma durumu					
15	Elde edilen ürünü etkili bir şekilde sunabilme					
16	Çalışmanın amacına uygun etkinlik tasarlama becerisi					
17	Gerek duyulduğunda rehberlik hizmeti alma					
18	Gruplar arası iletişim becerisi					
19	Bireysel farklılıkları dikkate alma ve süreci yönetebilme					
20	Olağan dışı durumlar karşısında çözüm üretebilme					

#### Ekleme İstedikleriniz

.....

.....

.....

.....

.....

.....

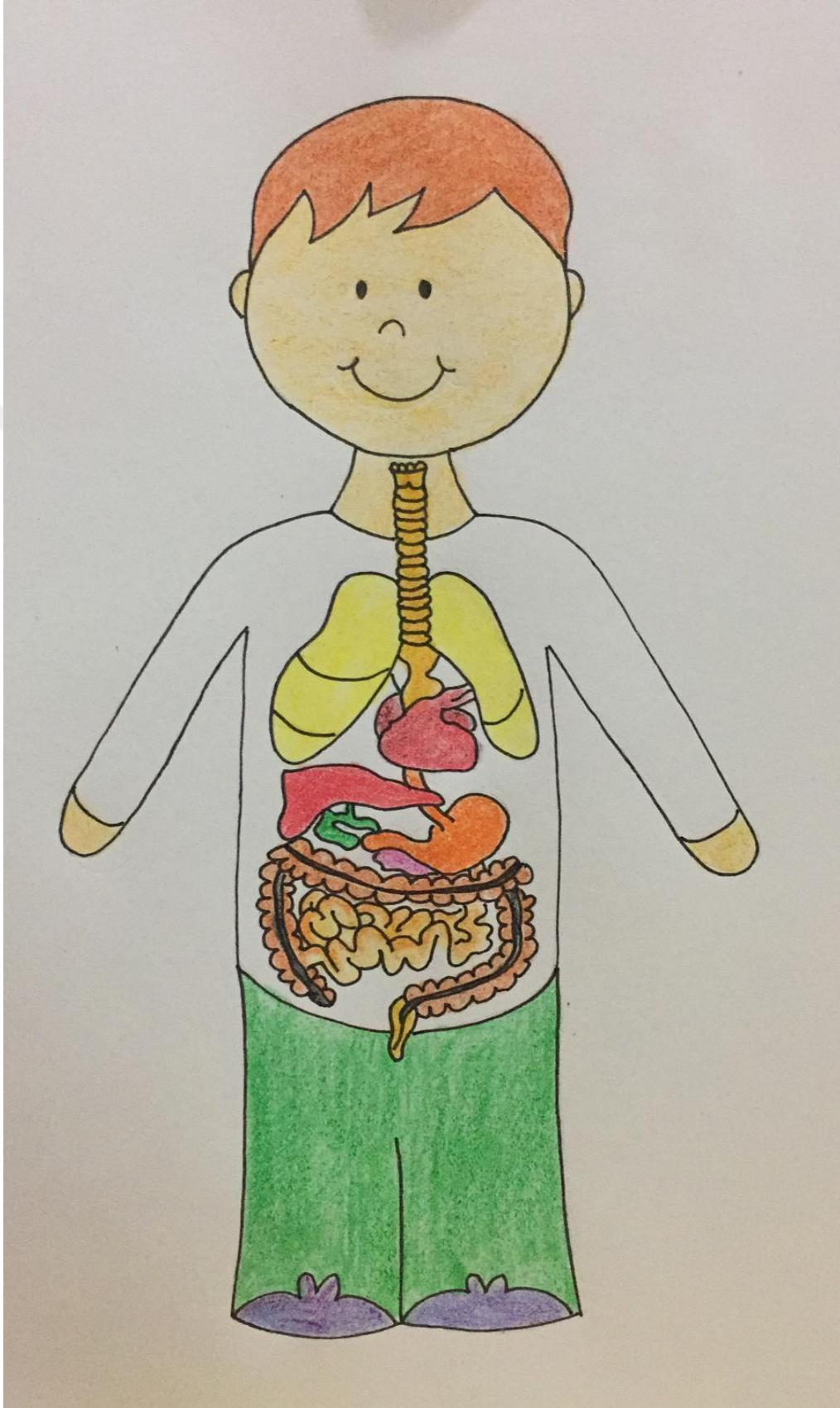
.....

## **EK 4 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF)**

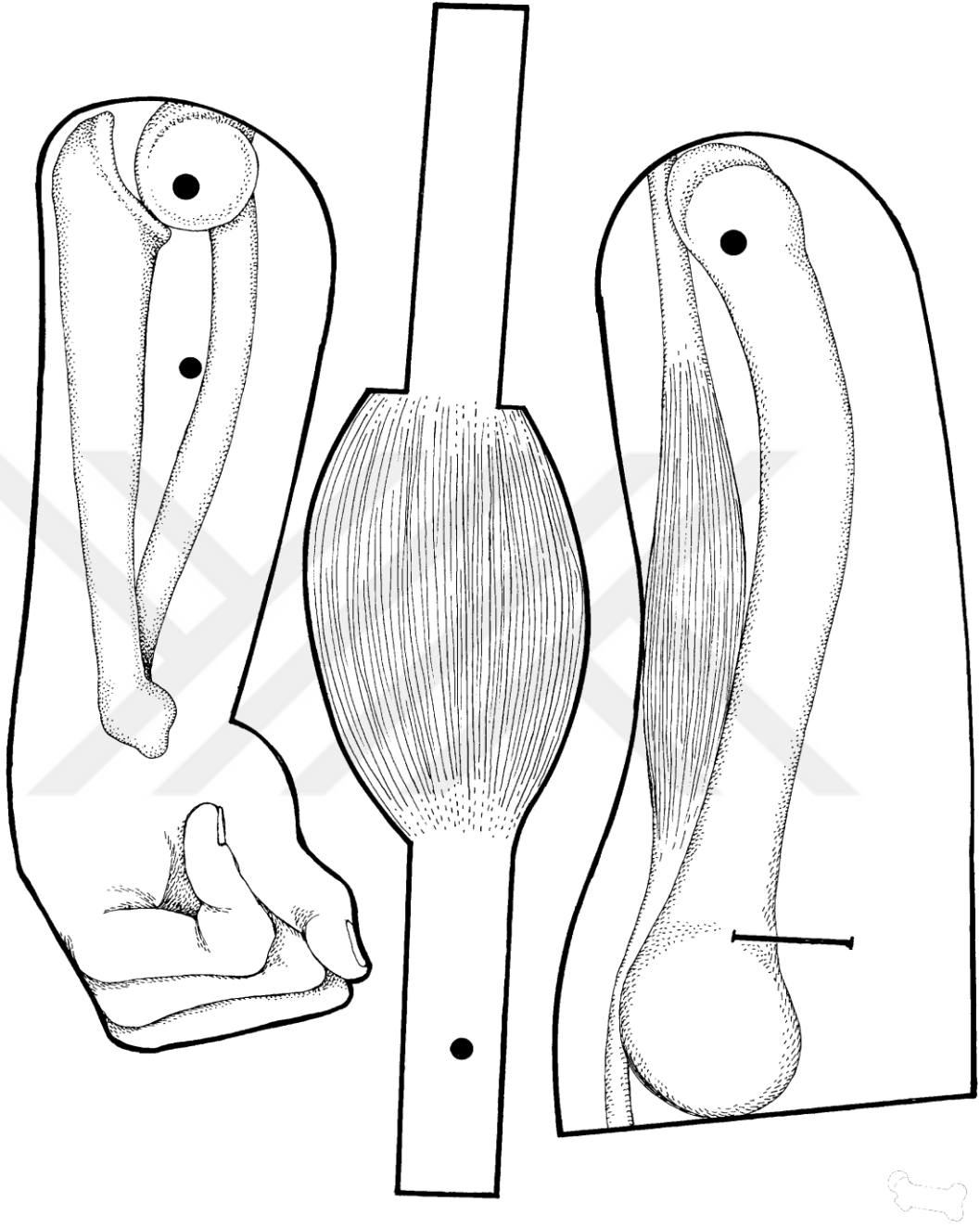
### **Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisiyle Tasarlanan Etkinliklerle İlgili Görüşme Soruları**

- 1.** Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerle ders işlemekten memnun kaldınız mı?
- 2.** Konuları öğrenirken yaptığımız etkinliklerden size farklı gelen ve beğendiğiniz etkinlikler var mıydı? Varsa nelerdi?
- 3.** Konuları öğrenirken yaptığımız etkinliklerden beğenmediğiniz ve size sıkıcı gelen etkinlikler var mıydı? Varsa nelerdi?
- 4.** Üç boyutla yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerle ilgili görmüş olduğunuz dersler boyunca yeni bir şeyler öğrendiniz mi?
- 5.** Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerle ders işlerken karşılaştığınız problemler nelerdir?
- 6.** Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerle ilgili öğrenme ortamlarının mevcut öğrenme ortamlarına göre üstünlüğü var mıdır?

**EK 5 Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesi Çalışma Yapraklarından Örnekler**



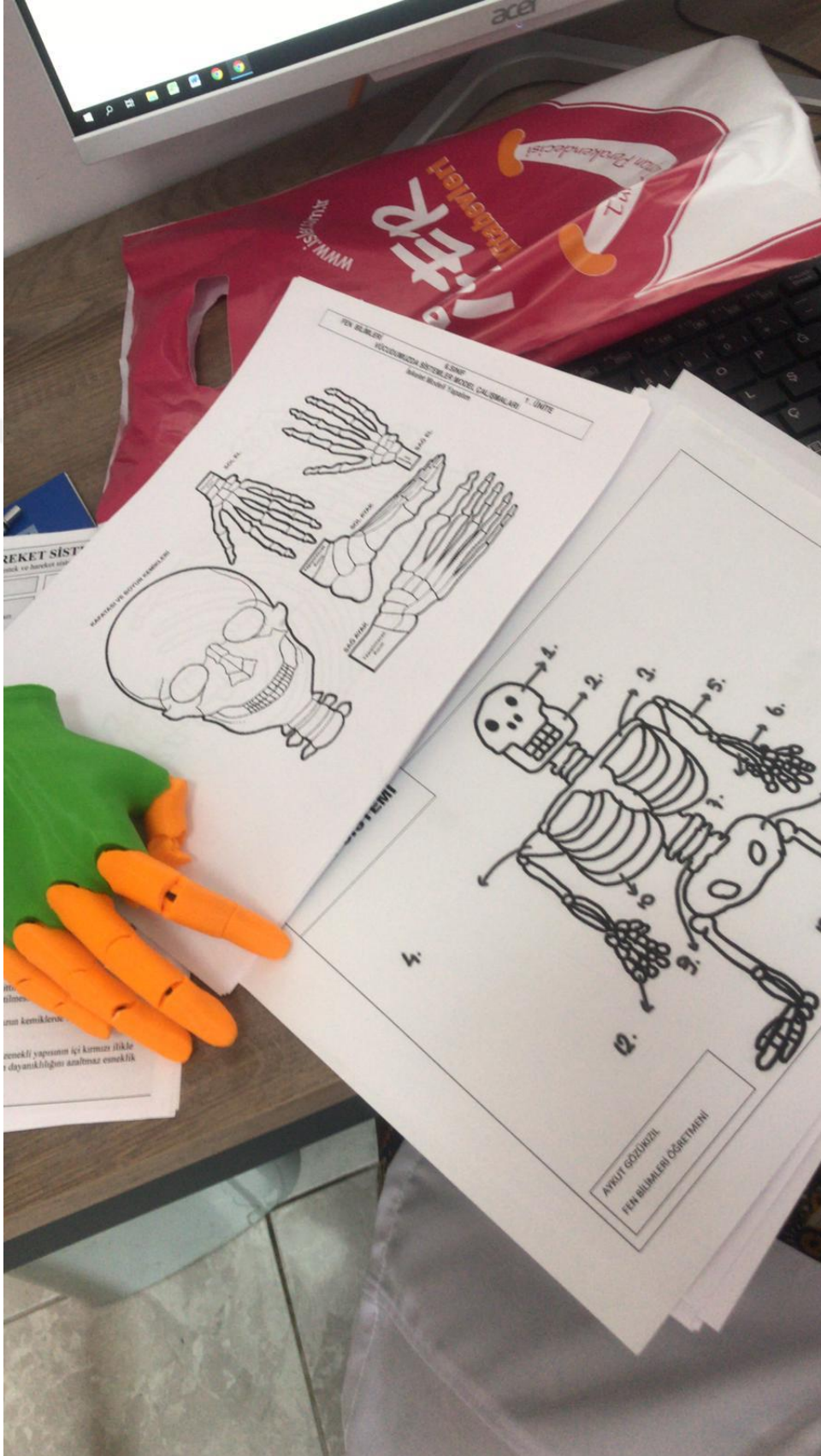
EK 5'in devamı



## EK 5'in devamı

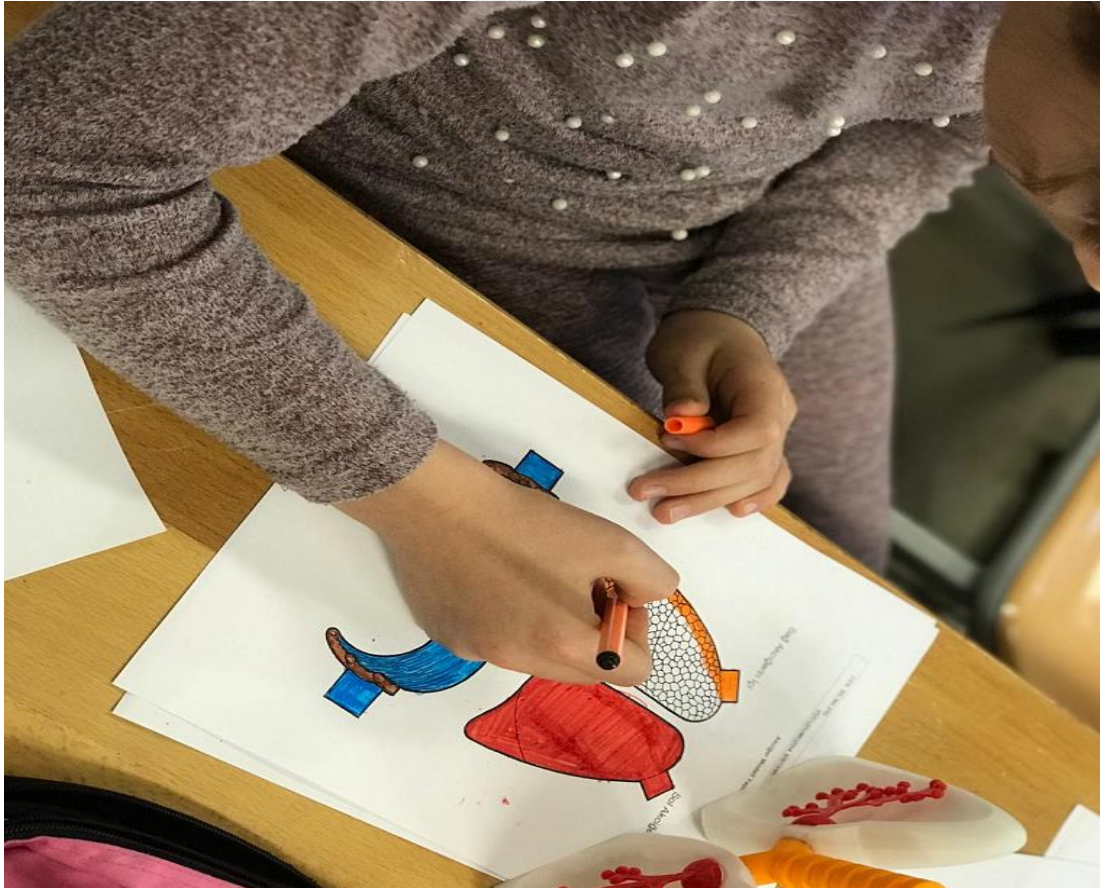
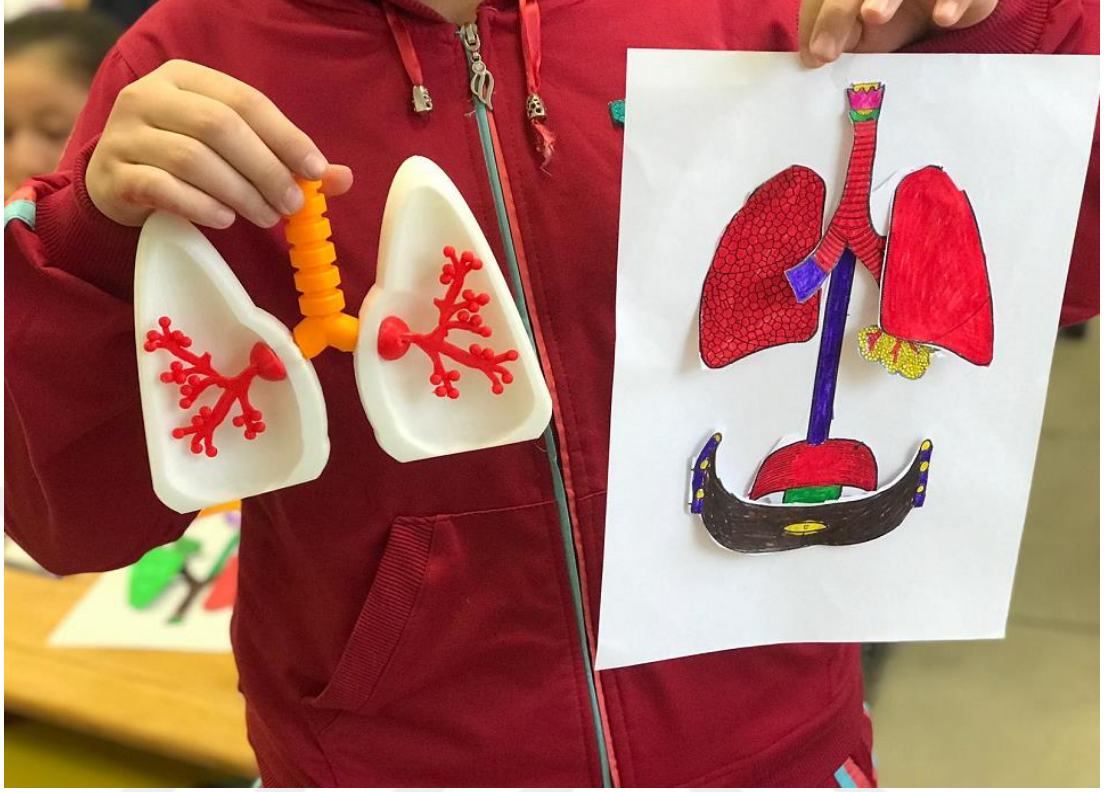


## EK 5'in devamı

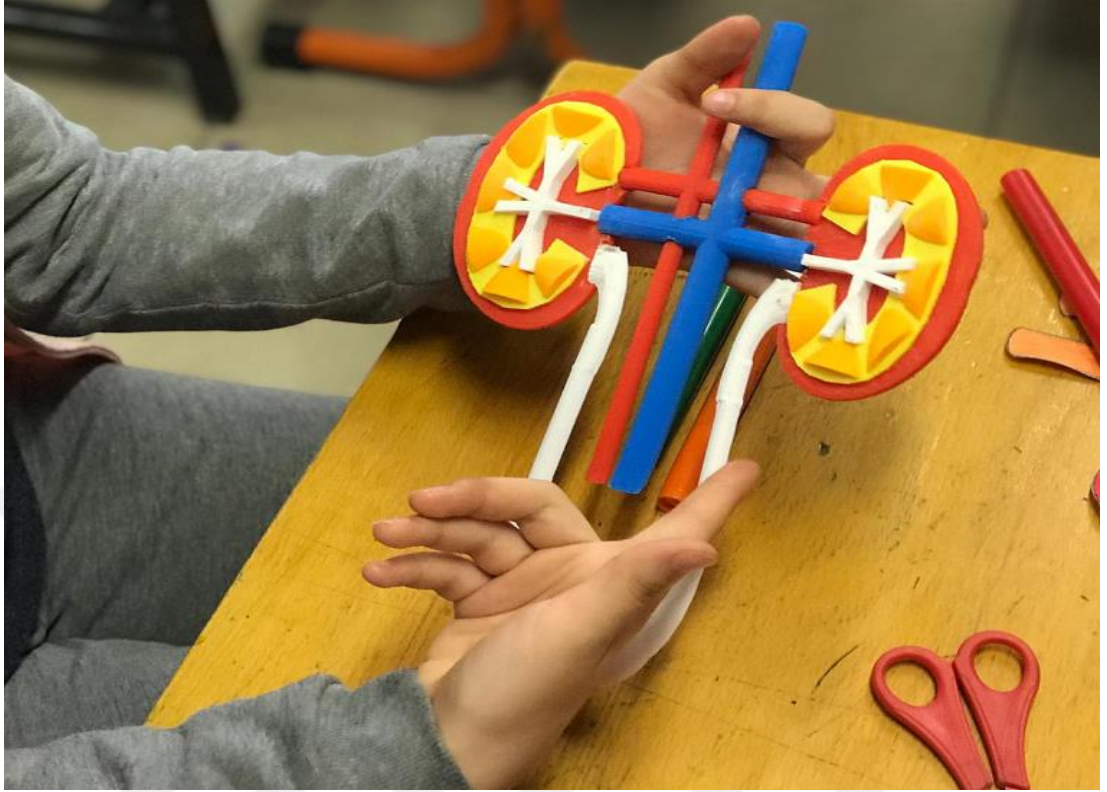




## EK 6 Uygulama Resimleri



EK 6'nın devamı



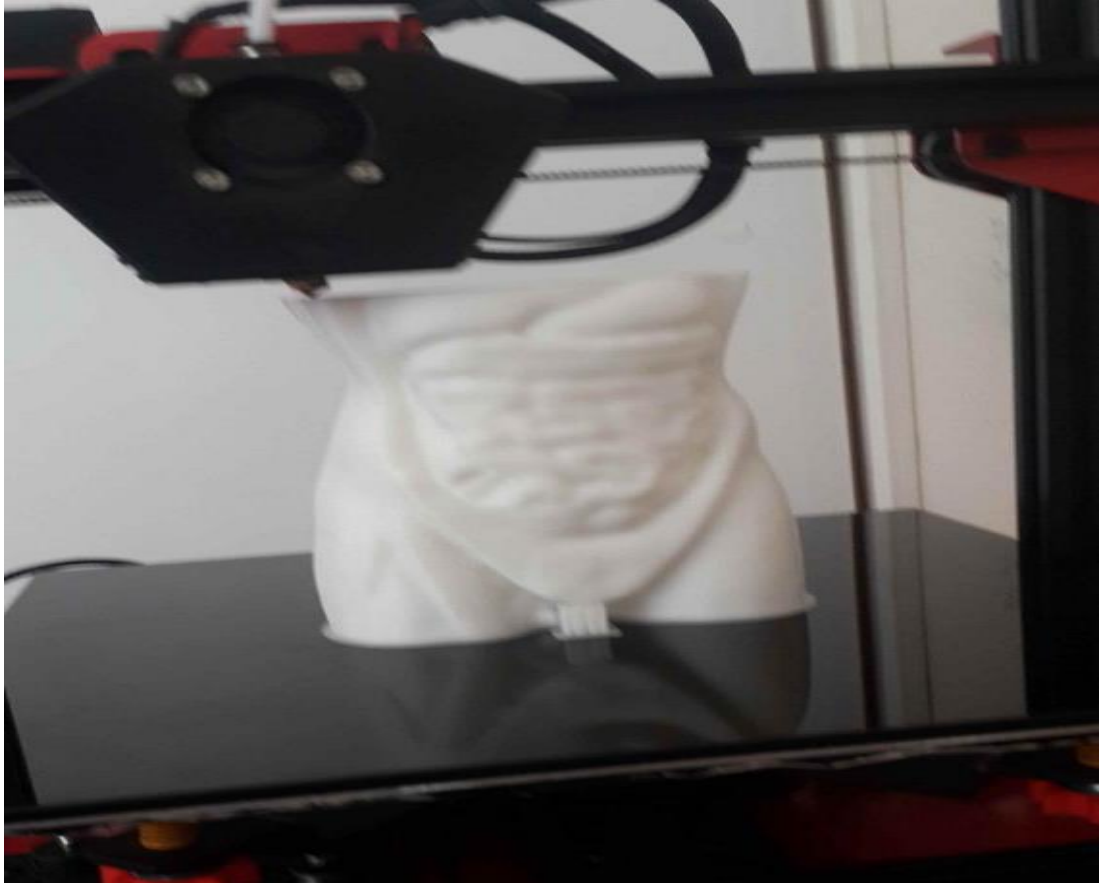
EK 6'nin devamı



EK 6'nın devamı



EK 6'nin devamı



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Merve AVİNAL  
Doğum Yeri ve Yılı : İnebolu/Kastamonu - 1989  
Medeni Hali : Bekâr  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : avnalmr@gmail.com



### **Eğitim Durumu**

Lise : Mustafa Kaya Anadolu Lisesi (2003-2007)  
Lisans : Sinop Üniversitesi Eğitim Fakültesi  
Fen Bilgisi Öğretmenliği (2008-2012)

### **Yayınları**

#### **Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan Bildiriler**

1. **Avinal, M. & Aydın, A.** (2019). Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin fen öğretimine etkisi hakkında öğrenci görüşleri. *28. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi (ICES-UEBK)*, 25-28 Nisan 2019, Ankara, Türkiye.
2. **Avinal, M. & Aydın, A.** (2019). Fen bilimleri dersinde üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi. *VI<sup>th</sup> International Eurasian Educational Research Congress*, 19-22 Haziran 2019, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.