

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
BİLİM DALI

**3B YAZICI KULLANIMININ AKADEMİK BAŞARI, TUTUM,
MOTİVASYON VE ELEŞTİREL DÜŞÜNME EĞİLİMLERİNE
ETKİSİ**

Esra ÇEKİRGE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Doç. Dr. Ahmet Naci ÇOKLAR

Konya–2019

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
BİLİM DALI

**3B YAZICI KULLANIMININ AKADEMİK BAŞARI, TUTUM,
MOTİVASYON VE ELEŞTİREL DÜŞÜNME EĞİLİMLERİNE
ETKİSİ**

Esra ÇEKİRGE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Doç. Dr. Ahmet Naci ÇOKLAR

Bu çalışma Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından 181310002 nolu Yüksek Lisans tez projesi olarak desteklenmiştir.

Konya–2019



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Öğrencinin	Adı Soyadı	Esra ÇEKİRGE
	Numarası	168305011007
	Ana Bilim Dalı	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim
	Bilim Dalı	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalı
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tezin Adı	3B Yazıcı Kullanımının Akademik Başarı, Tutum, Motivasyon ve Eleştirel Düşünme Eğilimlerine Etkisi

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

..16./07./2019




Öğrencinin
Esra ÇEKİRGE

 KONYA	T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü	 NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
---	---	---

YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	Esra ÇEKİRGE
	Numarası	168305011007
	Ana Bilim Dalı	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim
	Bilim Dalı	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalı
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Doç.Dr. Ahmet Naci ÇOKLAR
	Tezin Adı	3B Yazıcı Kullanımının Akademik Başarı, Tutum, Motivasyon ve Eleştirel Düşünme Eğilimlerine Etkisi

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan 3B Yazıcı Kullanımının Akademik Başarı, Tutum, Motivasyon ve Eleştirel Düşünme Eğilimlerine Etkisi başlıklı bu çalışma 28/06/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	Ünvanı Adı Soyadı	İmza
Danışman	Doç.Dr. Ahmet Naci ÇOKLAR	
Jüri Üyesi	Doç.Dr. Gökhan DAĞHAN	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Şemseddin GÜNDÜZ	

ÖNSÖZ-TEŞEKKÜR

Bilim ve teknolojinin giderek her konuda daha çok söz sahibi olduğu çağımızda eğitim teknolojilerinden daha fazla yararlanmak adına bu araştırmada 3B yazıcı kullanımının akademik başarı, tutum, motivasyon ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Yapılan bu çalışmanın ülkemiz ve geleceğimiz adına fayda sağlaması ve eğitim bilimlerine az da olsa katkı sağlaması ümit edilmektedir.

Çalışmanın her aşamasında yardımlarını hiç esirgmeden yol gösterip destek olan, danışmanım değerli hocam Doç. Dr. Ahmet Naci ÇOKLAR'a teşekkürlerimi sunarım. Tez savunma jürimde yer alarak çalışmama yapıcı eleştirileriyle ve değerli yorumlarıyla katkı sağlayan sayın hocalarım Doç. Dr. Gökhan DAĞHAN ve Dr. Öğr. Üyesi Şemseddin GÜNDÜZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak desteklerini ve güvenlerini her zaman yanımda hissettiğim değerli aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Esra ÇEKİRGE

Konya, 2019



T. C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin	Adı Soyadı	Esra ÇEKİRGE	
	Numarası	168305011007	
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı / Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalı	
	Programı	Tezli Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/>	Doktora <input type="checkbox"/>
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Ahmet Naci ÇOKLAR	
	Tezin Adı	3B Yazıcı Kullanımının Akademik Başarı, Tutum, Motivasyon ve Eleştirel Düşünme Eğilimlerine Etkisi	

ÖZET

Geleceğin teknolojisinde söz sahibi olabilmek için öğrencilerimizi 21. yy. becerileri ile donatmamız gerekmektedir. İnsan hayatındaki problemleri fark ederek eleştirel bakış açısıyla yenilikçi çözümler üreten, ürettiği çözümü iş birliğiyle ürün haline dönüştürebilen bireyler geleceği inşa edecektir. 4. Sanayi Devriminin popüler teknolojilerinden olan eklemeli imalat teknolojilerinden 3B yazıcılar, aynı zamanda eğitim öğretim ortamlarında da kullanılarak öğrencilere 21. yy. becerileri kazandırabilecek önemli bir eğitim teknolojisidir. Bu çalışmada 3B yazıcıları merkezine alarak “3B Yazıcı Kullanımının Akademik Başarı, Tutum, Motivasyon ve Eleştirel Düşünme Eğilimlerine Etkisi”nin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Araştırma 2017-2018 eğitim öğretim yılı birinci yarıyılında Konya ili Meram ilçesi Mehmet Beğen Ortaokulunda öğrenim gören 7. sınıf toplam 35 öğrenci ile yürütülmüştür. Kazanımları belirlenip ders planı hazırlanarak 3 haftalık süre içerisinde Teknoloji ve Tasarım dersinde öğrencilere yönelik 3B tasarım programı olan web tabanlı Tinkercad yazılımı aracılığı ile araştırmacı tarafından 3B baskı almaya yönelik 3B tasarım anlatılmıştır. Öğrenciler sadece 3B dijital materyal kullanılan 16 öğrencinin yer aldığı kontrol grubu ve 3B dijital ve fiziksel materyal

kullanılan 19 öğrencinin yer aldığı deney grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Uygulamada deney ve kontrol grubunda işlenen ders kapsamında kendi tasarımlarını yaparak öğreticiye ulaştırmaları istenmiştir. Deney grubuna hafta içerisinde işlenen ders kapsamında tasarladıkları dijital 3B materyaller fiziksel 3B baskı olarak verilirken kontrol grubuna herhangi bir fiziksel çıktı verilmemiştir. Araştırma verileri, uygulama öncesinde ve sonrasında kullanılmak üzere alanında uzmanlarca geliştirilen akademik başarı testi, Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutum ölçeği, Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyon ölçeği, eleştirel düşünme eğilimi ölçeği ile elde edilmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında derse yönelik motivasyon, tutum ve eleştirel düşünme eğilim puanları ile uygulama sonrasındaki akademik başarı puanları arasındaki farklılaşma İlişkisiz Ölçümler için Mann Whitney U-testi ile analiz yöntemi gerçekleştirilmiştir. Diğer yandan grupların eğitim süreci ve sonrasındaki farklılıklarını belirlemek için ise İlişkili Ölçümler İçin Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda dijital materyallere ek olarak fiziksel materyallerin bir sonraki hafta öğrencilere gösterildiği grupta akademik başarının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyona göre anlamlı bir fark bulunmamasına karşın; deney grubu öğrencilerinin derse yönelik tutumlarının kontrol grubu öğrencilerine göre anlamlı ve olumlu bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır. 3B tasarım eğitimi eşliğinde öğrencilere 3B fiziksel baskı vermenin eleştirel düşünme eğilimi üzerinde anlamlı bir farklılığa yol açmadığı görülmüştür. Ayrıca uygulama süresince 3B yazıcıyı eğitim ortamına verimli bir şekilde entegre etmenin önemli olmasının yanında öğrencilerin doğru öğretmen rehberliğinde çok yaratıcı eserler çıkarabileceği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: 3B Yazıcı, Akademik Başarı, Motivasyon, Tutum, Eleştirel Düşünme, Tinkercad.



T. C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin	Adı Soyadı	Esra ÇEKİRGE	
	Numarası	168305011007	
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı / Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalı	
	Programı	Tezli Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/>	Doktora <input type="checkbox"/>
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Ahmet Naci ÇOKLAR	
	Tezin İngilizce Adı	The Effect of 3D Printer Usage on Academic Success, Attitude, Motivation and Critical Thinking Dispositions	

SUMMARY

In order to have a say in the technology of the future, our students need to be qualified with 21st century skills. The people who produce innovative solutions from a critical point of view via recognizing the problems in human life and can turn the solutions into products cooperatively will build the future. 3D printer which is one of the most popular technologies of the 4th Industrial Revolution and also a kind of additive manufacturing technologies, is an important educational technology that is able to upskill the students with 21st century skills. In this study, it is aimed to examine “the Effect Of 3D Printer Usage On Academic Success, Attitude, Motivation And Critical Thinking Dispositions”.

The research was conducted with 35 students in the 7th grade on Mehmet Begen Middle School in Meram district of Konya in the first semester of 2017-2018 academic year. The course and its plan were prepared. Then, 3D design for 3D printing was explained through the web-based Tinkercad software which is the 3D design program for the students in the Technology and Design course by the researcher. The students were divided into two groups as the control group consisting of 16 students using only 3D digital materials and the experimental group consisting of 19 students using 3D digital and physical materials. In practice, they were asked to

make their own designs and deliver them to the instructor within the scope of the course that was taught to the both of the groups. While the digital 3D materials they designed within the course of the week were given to the experimental group as physical 3D printing, the control group did not receive any physical output. The research data were obtained with the academic achievement test developed by experts in the field to be used before and after the application, attitude scale towards Technology and Design course, motivation scale for Technology and Design course and critical thinking disposition scale. The differences between the motivation, attitude and critical thinking tendency scores of the students in the experimental and control groups before and after the application and the academic achievement scores after the application were analyzed with Mann Whitney U-test for the unrelated measurements. On the other hand, the Wilcoxon Signed Ranks Test for Related Measurements was used to determine the differences between the groups during and after the training process.

As a result of the research, it is found that the academic achievement of the students who saw the physical materials at the next of the course addition to digital materials of the course was higher. Although there was no significant difference between the experimental and control group students, according to the motivation towards Technology and Design course; it was concluded that the attitudes of the experimental group students towards the lesson were significantly and positively different compared to the control group students. Another finding of the study was that giving a 3D physical object to students with 3D design course did not cause any significant difference on the tendency of critical thinking. In addition, it is observed that it is important integrating 3D printers efficiently in the educational environment during the application, as well as producing creative works under the guidance of a qualified teacher.

Key words: 3D Printer, Academic Success, Motivation, Attitude, Critical Thinking, Tinkercad.

KISALTMALAR VE SİMGELER

3B: 3 Boyut

3D: 3 Dimension (3 Boyut)

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

CAD: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)

CAM: Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli İmalat)

FATİH: Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi

FeTeMM: Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

PLC: Programmable Logic Controller (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici)

STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics

TOBB: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği

TT Dersi: Teknoloji ve Tasarım Dersi

YY: Yüzyıl

F: Frekans

%: Yüzde

n: Örneklem Büyüklüğü

p: Anlamlılık Düzeyi

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK SAYFASI	i
YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU	ii
ÖNSÖZ-TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	v
SUMMARY	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	2
1.3. Araştırmanın Önemi.....	2
1.4. Araştırmanın Varsayımları.....	3
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	3
KURAMSAL ÇERÇEVE	4
2.1. Endüstri 4.0	4
2.2. Eğitim 4.0	5
2.3. STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Eğitimi	6
2.4. 21. Yüzyıl Becerileri ve Önemi.....	7
2.5. 3 Boyutlu Yazıcılar	8
2.5.1. 3 Boyutlu Üretim Teknolojisi	9
2.5.2. Katmanlı Üretim Yöntemleri.....	13

2.5.3. 3 Boyutlu Yazıcıların Kullanım Alanları	16
2.5.4. 3 Boyutlu Yazıcıların Eğitimde Kullanımı	17
İLGİLİ LİTERATÜR.....	22
YÖNTEM.....	30
3.1. Araştırma Modeli	30
3.2. Katılımcılar	30
3.3. Uygulama Süreci	31
3.4. Veri Toplama Aracı ve Verilerin Toplanması	34
3.4.1. Öğrenci Projelerini Değerlendirme Rubriği	35
3.4.2. Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Tutum Ölçeği	35
3.4.3. Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği.....	35
3.4.4. Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği.....	36
3.5. Verilerin Analizi ve Yorumlanması	36
BULGU VE YORUMLAR.....	37
4.1. 3B Fiziksel Ürün Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarı Durumları Üzerindeki Etkisi.....	37
4.2. 3B Fiziksel Ürün Kullanımının Öğrencilerin Dersle Yönelik Motivasyonları Üzerindeki Etkisi.....	38
4.3. 3B Fiziksel Ürün Kullanımının Öğrencilerin Dersle Yönelik Tutumları Üzerindeki Etkisi	40
4.4. 3B Fiziksel Ürün Kullanımının Öğrencilerin Eleştirel Düşünme Eğilimi Üzerindeki Etkisi	42
SONUÇLAR VE TARTIŞMA	45
ÖNERİLER.....	115
KAYNAKÇA.....	91
EKLER.....	98

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Eklemeli Üretim Teknolojileri	13
Tablo 2. 3B Üretim Teknolojisine Göre Materyal Kullanımı	14
Tablo 3. Araştırmanın Katılımcılarına Ait Demografik Bilgiler	31
Tablo 4. Eğitim Süreci Sonrasında Grupların Akademik Başarı Durumlarının Karşılaştırılması.....	37
Tablo 5. Grupların Eğitim Süreci Öncesinde Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Motivasyon Puanlarının Karşılaştırılması	38
Tablo 6. Grupların Eğitim Süreci Öncesi ve Sonrasındaki Teknoloji ve Tasarım Derslerine Yönelik Motivasyonlarının Karşılaştırılması.....	39
Tablo 7. Grupların Eğitim Süreci Sonrasında Teknoloji ve Tasarım Derslerine Yönelik Motivasyonlarının Karşılaştırılması.....	40
Tablo 8. Grupların Eğitim Süreci Öncesinde Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Tutum Puanlarının Karşılaştırılması.....	40
Tablo 9. Eğitim Süreci Öncesi ve Sonrası Tutumlarda Meydana Gelen Değişimin Karşılaştırılması.....	41
Tablo 10. Eğitim Süreci Sonrasında Deney ve Kontrol Gruplarının Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Tutumlarının Karşılaştırılması	42
Tablo 11. Eğitim Süreci Öncesinde Gruplara Ait Eleştirel Düşünme Eğilim Düzeylerinin Karşılaştırılması	42
Tablo 12. Eleştirel Düşünme Eğilim Düzeylerinin Eğitim Öncesi ve Sonrasına Ait Karşılaştırması	43

Tablo 13. Eğitim Süreci Sonrasında Grupların Eleştirel Düşünme Eğilim Düzeylerinin Karşılaştırılması	44
--	----



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: 3B Yazıcı	8
Şekil 2: G-Kod Sistemi	10
Şekil 3: 3B Baskı Aşamaları	11
Şekil 4: Katmansal Üretim Süreci	11
Şekil 5: 3B Tasarım Anlatımı	33
Şekil 6: Deney Grubu 3B Baskılar	34
Şekil 7: 3B Baskı İşlemleri	34

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırma konusu, araştırma problemini net olarak belirten problem durumu, problem cümlesi, araştırmanın amacı, alt problemler, araştırmanın önemi, varsayımlar, sınırlılıklar ve tanımlar yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

Günümüz eğitim sistemi bilgiyi tüketen değil, üreten bireylerin yetiştirilmesini hedeflemektedir. 21. yy. becerileri kapsamında öğrencilerin sorgulama, eleştirel düşünme gibi birtakım becerileri kazanmasının amaçlandığı eğitim sistemlerinde üretim ön plana çıkan bir kavram olarak dikkat çekmektedir. Eğitim 4.0, Endüstri 4.0 gibi kavramlar, bireylerin yaşamlarını devam ettirebilecek, bulunduğu toplumda söz sahibi olabilecek birtakım yeterlikleri kazanmalarını amaçlamaktadır.

Bu kapsamda dijital teknolojiler yoğun bir şekilde eğitim sistemlerinde yer bulmakta, eğitim sisteminin bilgi kaynağından üretim süreçlerine farklı aşamalarında kullanılmaktadır. Son yıllarda ortaya çıkan ve üretim süreçlerine katkı sağlayan bir kavram olarak 3B materyaller özellikle 3B yazıcıların ucuzlaması ve daha erişilebilir hale gelmesi ile daha çok önem kazanmıştır. Bu yönü ile 3B materyallerin dijital ekrandan farklı olarak dokunma, uzamsal algılama, üretim hazzı sağlama gibi birtakım katkılar sağladığı da bilinmektedir. Bu araştırmada henüz ortaokul düzeyindeki öğrencilerin dijital 3B materyallere ek olarak üretilen bu dijital materyallerin 3B yazıcı çıktılarının birlikte kullanımının akademik başarı, derse yönelik tutum, motivasyon ve eleştirel düşünme eğilimine etkisi ele alınmıştır. Bu kapsamda fiziksel olarak zenginleştirilen 3B materyal kullanımının etkisinin öğrenciler açısından incelenmesi problem durumunu oluşturmuştur.

Öğretmenler tarafından takdir edilen notlarla ifade edilen derslerde geliştirilen beceriler ve edinilen bilgiler “Akademik Başarı” olarak ifade edilir (Carter & Good, 1973). Bu bağlamda akademik başarıyı artırmak öğrenciye eğitim ve öğretimin hedeflere ulaşmak için önemlidir. Alanyazın incelendiğinde akademik başarıyı etkileyen güdülenme, örgütlenme, aile ve arkadaş çevresi, okul ortamı gibi pek çok faktör bulunmakla birlikte (McCoach & Siegle, 2003) bunların başlıcaları

öğrencilerin derse yönelik tutum ve motivasyonlarıdır. Yapılan araştırmalarda öğrencilerin derse yönelik tutumları ile akademik başarı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuşlardır (House & Prion, 1998; Kan & Akbaş, 2006). Motivasyon ve akademik başarı arasında da yine kuvvetli bir pozitif ilişki vardır (Öncü, 2004: 169).

3B yazıcılar dokunulabilir eğitim materyali oluşturmanın yanında eğitimi üretime dönüştüren çok güzel bir teknolojidir. Üretim sürecinde kişinin sahip olması gereken en önemli becerilerden biri de eleştirel düşünmedir. Eleştirel düşünme bilgiyi etkili bir şekilde kazanma, değerlendirme ve kullanma yeteneklerine ve eğilimlerine dayanır (Demirel, 1999). Bu bağlamda öğretmen öğrenci alışverişinden öğrencinin kendi düşüncelerini geliştirip kullanmasının amaçlandığı günümüz eğitiminde eleştirel düşünme oldukça önemlidir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı teknoloji ve tasarım dersinde 3 boyutlu dijital materyaller ile bu materyale ek olarak fiziksel materyal (3 boyutlu yazıcı çıktısı) kullanımının öğrencilerin akademik başarıları, derse yönelik tutum ve motivasyonu ile eleştirel düşünme eğilimine etkisini incelemektir. Bu kapsamda aşağıdaki sorulara yanıtlar aranmıştır.

- 1) 3B fiziksel ürün kullanımı öğrencilerin akademik başarıları üzerinde anlamlı bir farka neden olmakta mıdır?
- 2) 3B fiziksel ürün kullanımının öğrencilerin derse yönelik motivasyonları üzerindeki etkisi farklılaşmakta mıdır?
- 3) 3B fiziksel ürün kullanımı öğrencilerin derse yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir farka neden olmakta mıdır?
- 4) 3B fiziksel ürün kullanımının öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimi üzerindeki etkisi anlamlı bir farka neden olmakta mıdır?

1.3. Araştırmanın Önemi

Teknolojiyle bütünleşik öğrenci merkezli öğrenme ortamları, eleştirel düşünebilecek, problem çözebilecek, başkalarıyla iş birliği yapabilecek ve öğrenme sürecine aktif olarak girebilecek öğrenciler yetiştirmeye yardımcı olmaktadır (Lacey,

2010). İleri teknoloji ürünü olan ve öğrenciyi öğrenme ortamının tam da merkezine oturtan bir teknoloji ürünü de 3B yazıcılarıdır. Öğrencinin demografik özelliklerinden bağımsız olarak, yaparak yaşayarak öğrenmenin çeşitli uygulama alanlarında olumlu ve başarılı bir deneyim olduğu kanıtlanmıştır. Eğitim araştırmacıları 3B baskının öğrenmeyi, yaratıcılığı ve etkileşimi destekleyebileceği konusunda hemfikirdir (Novak & Wisdom, 2018).

3B yazıcıları tüm bu faydaları düşünüldüğünde eğitim alanında kullanılması oldukça önemlidir. Araştırmada incelenen değişkenler 3B yazıcıların eğitim dünyasına etkisini de saptayacaktır. Bu nedenle ileride hazırlanacak olan eğitim programlarında 3B yazıcının bulundurulması ya da bazı aşamalarda kullanılması gerekliliği öngörülebilecektir.

Araştırma 3B yazıcıların eğitim öğretim ortamına etkisini incelediğinden dolayı ilgili alayazına önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmaya katılan öğrencilerin aynı düzeyde teknoloji kullanım becerilerine sahip olduğu, daha önce bu konuda eğitim almamış oldukları varsayılmıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma Teknoloji ve Tasarım dersi ve araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden 35 tane 7. sınıf öğrencisi ile sınırlıdır.

BÖLÜM 2

KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde araştırmanın anlaşılmasına ışık tutacak kuramsal çerçeveye yer verilmiştir.

2.1. Endüstri 4.0

15. ve 16. yy. Rönesans ve Reform hareketlerinin yol açtığı özgür düşünce ortamındaki dinsel, siyasal, bilimsel ve felsefi düşünceler beraberinde bilimsel ve teknolojik gelişmelere de zemin hazırlamıştır. Avrupa, Protestan Reformunun “bugün çok çalışıp yarımı düşünmeyi” önemli bir değer olarak benimsetmesi, 17. yy. Aydınlanma Çağı filozoflarının bilimsel yöntem ve rasyonel düşünme ilkelerini geliştirmiş ve coğrafi keşiflerle gelen sömürgecilik hareketleri ile zenginleşmiştir. 18. ve 19. yüzyıllarda buluşların üretime uygulanması ve buhar gücüyle çalışan makinelerin bir üretim mekanizması kurması ile sanayi devrimi doğmuştur (Genç, 2012). 1870’lerde elektrik teknolojisinin de gelişip seri üretimi sağlamasıyla ikinci devrime geçiş başlamıştır (Akıllı Fabrikalar Geliyor, 2016). 20. yüzyılın ilk yarısındaki dünya savaşlarına rağmen yavaşlayan ilerlemeler dijital devrimi getirmiştir (Sanayinin Kısa Tarihi, 2017). 1970 yılında bilişim teknolojilerindeki ilerlemeler ışığında ilk programlanabilir akıllı kontrol cihazı (PLC) tanıtılmış ve üretimde otomasyon devri başlamıştır (Akıllı Fabrikalar Geliyor, 2016). 21. yüzyılda ise artık 4. Sanayi devriminden söz etmekteyiz. Büyük veri (veri madenciliği), nesnelerin interneti (Internet of Things), bulut çözümler (tüm verinin bulut sistemleri üzerinde barındırılması), 3B baskı, akıllı robot ve otomasyon sistemleri (insana ihtiyaç duymadan kendi kendine öğrenebilen ve karar verebilen sistemler), siber ağ güvenliği, sanal ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojilerden (Endüstri 4.0 nedir?, 2018) oluşan Endüstri 4.0 kavramı dünyayı yeni bir devrime hazırlamaktadır.

Yaşanan bu devrimler toplumların da evrimini oluşturmuştur. Sosyo-ekonomik gelişme evrelerinde toplumlar ilkel toplumdaki tarım toplumuna oradan sanayi toplumuna ve günümüzde ise sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş olarak farklı gelişimler göstermişlerdir. İnsanlar ilk aşamada ilkel halden yerleşik hale geçerek tarım toplumunu yaşamışlar daha sonra tarım toplumundan kitlesel üretimin,

tüketimin ve eğitimin önemli olduğu endüstri toplumuna evrilmişlerdir. Günümüzün son aşaması kitlesel refahın, bilginin ve nitelikli insan sermayesinin önem kazandığı bilgi toplumu aşamasıdır (Aktan & Tunç, 1998).

2.2. Eğitim 4.0

Yaşanan devrimlerle ilgili dönemin ihtiyaçlarına paralel olarak insan gücüne ihtiyaç duyulmuş ve bu bağlamda insanlar eğitime çalışılmıştır. Eğitim dünyasının da sanayi devrimleri gibi 4 temel dönüşüm yaşadığı söylenebilir. Varolan değişim ve dönüşümün yaşadığı süreç şu şekilde özetlenebilir. Eğitim 1.0 tarım toplumunu kapsamaktadır. Yeni yöntemler geliştirmenin temel amaç olarak kabul edildiği bu evre daha çok öğrencilerin hocalarını izlemek ve uyguladıklarını uygulamak şeklindeydi. Bilgi akışı öğretmenden öğrenciye doğruydı. Eğitim 2.0'da en önemli eğitim bileşeni iş hayatının yani sanayinin ihtiyaçlarını karşılayacak olan teknolojilerin geliştirilmesidir. Pooworawan (2015) dönemin eğitim kurumlarını bir fabrika, öğrencilerin ise fabrikada üretilen ürünler olarak görüldüğünü söylemiştir. Bu eğitim sisteminin kalite kontrolü sınavlar, garanti belgesi de diplomalardır. Eğitim 3.0'da "kendi kendine öğrenme" kavramı ortaya çıkmıştır. Dönemin en önemli dönüşümü öğrencileri bilgiyi tüketenler değil bilgiyi üretenler olarak eğitime çabası olmuştur. Günümüzün dönüşümü Eğitim 4.0'ın dikkat çekici kavramları "inovasyon" ve "yaşam boyu öğrenme"dir. Eğitim 4.0'da öğrenme kazanımı bilgi kadar girişimcilik, liderlik, işbirliği, takım çalışması, problem çözebilme, yaratıcılık, duysal zeka, etkili iletişim, sayısal okuryazarlık, küresel vatandaşlık gibi kabiliyetlerdir. 21. yy. eğitim sisteminin odak noktası inovasyon, analitik düşünme, verimlilik, sorumluluk, çok kültürlü bilgi paylaşımı ve yaşam boyu kariyer gelişimi olarak sıralanabilir (Wallner & Wagner, 2016; Puncreobutr, 2016; Rosik, 2017; Fisk, 2017; akt. Öztemel, 2018).

Eğitim 4.0 yaklaşımında Bloom taksonomisinin de ötesine geçerek yapılandırmacı bir yaklaşım izlenerek şu 3 alana dayalı bir öğretim süreci tanımlanmaktadır: Anlamayı düzenleyen 3R (Recalling-Hatırlama, Relating-İlişkilendirme, Refining- Rafine etme), Araştırmayı tetikleyen 3I (Inquiring-Sorgulama, Interacting-Etkileşim, Interpreting-Yorumlama), Netice üretmeye dayalı

3P (Participating-Katılımcı olma, Processing-İşleme, Presenting-Sunma) (Gomaratat, 2015; akt. Öztemel, 2018).

Eğitim 4.0, Endüstri 4.0 devriminin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde bir değişim izlemiştir. Hatta bazı üniversiteler iş dünyasının ihtiyacını karşılamaya yönelik öğrenci yetiştirme politikası oluşturmuşlardır. Vietnam’da Endüstri 4.0’ın üniversiteler üzerindeki etkilerini gözlemlemek için yüksek öğretimdeki 150 yönetici ile araştırmalar yapılmış, iş dünyasının ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bir eğitim dönüşümü olması gerektiği önerisi getirilmiştir (Huynh Van Thai, 2017).

2.3. STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Eğitimi

Son birkaç yüzyılda yaşanan dönüşüm ve devrimlere baktığımızda değişimin lokomotifinin “eğitim” ve unsurları “bilim ve teknoloji” olduğu görülecektir (Kılıç, 2018). Yüzyılları ve toplumları dönüştüren, geliştiren, şimdiki halini almasını sağlayan sanayi devrimlerinin de 17. yy. Rönesans ve Reform hareketlerinin bir kıvılcımı olduğu çıkarımı yapılabilmektedir. Bu bakış açısının bilincinde olan ülkeler eğitim politikalarında ciddi reformlara gitmişlerdir. Çünkü küreselleşen dünyada ekonomik başarı, teknolojik gelişme ve savunma sanayii alanlarındaki liderlik gelecek için çok ciddi önem arz etmektedir. Geleceğin süper gücü olarak görülen Çin’in ekonomik, teknolojik ve savunma alanlarındaki ilerleyişi tüm Dünya tarafından bir tehdit olarak görülmüş, bu da ülkeleri bilime, mühendisliğe ve inovasyona zorunlu kılmıştır. Bunun farkında olan dünyanın en gelişmiş ülkesi Amerika Birleşik Devletleri (ABD) eğitim reformunda öncü bir rol oynamıştır. National Science Education Standards kapsamında çıkarılan fen bilimlerine yönelik müfredata rağmen istenilen başarının elde edilememesi, iş dünyasının Amerikalı mühendis ve işçilerde aradıkları kapasiteyi bulamaması ve Çin’in artan bilimsel ve teknolojik işgücü kapasitesi tehdidinin artması iş dünyasını eğitime odaklamış ve birçok rapor yayınlanmasına sebep olmuştur. ABD iş dünyasının kaygı ve baskıları sonucu Amerikan işgücü kalitesini artırmak, Amerika’nın bilim ve teknoloji alanındaki Rönesans’ı daha da ileriye taşımak amacıyla STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) denilen bir akım popüler olmaya başlamıştır (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner & Özdemir, 2015). Türkçe karşılığı FeTeMM olan bu kısaltmanın Türkçe açılımı; Fen, Teknoloji,

Mühendislik, Matematik'tir. FeTeMM eğitimi, öğrencilere fen, mühendislik, teknoloji ve matematik derslerinin birbirleriyle ilişkilendirilerek (Meng, Idris & Kwan, 2014) en az ikisinin entegrasyonu ile öğretimi demektir (Çorlu, Capraro, & Capraro, 2014). FeTeMM eğitimi, öğrencilerin problemleri disiplinler arası ele alarak bütüncül bir yaklaşımla bilgi ve beceri kazanmalarını hedefler (Şahin, Ayar & Adıgüzel, 2014). FeTeMM eğitiminin amaçları: (1) İş hayatına fen, teknoloji, mühendislik ve matematik okuryazarlığına hâkim bireyler yetiştirmek, (2) Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında yetkin olabilmek, (3) Ekonomiyi kalkındırma amaçlı üretimler yapabilmek, (4) Geleceğin meslekleri için kalifiye eleman yetiştirmek (Thomas, 2014). (5) Öğrencilerin yeterliliklerini keşfederek kabiliyetleri doğrultusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına yönlendirmek, (6) Öğrencileri günlük hayattaki problemleri keşfederek bu farkındalıklarına fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında çözümler üretebilmektir.

2.4. 21. Yüzyıl Becerileri ve Önemi

Yeşil enerji üretiminin arttığı, 3B yazıcı gibi eklemeli imalat ile mümkün olan bireysel üretim imkanlarının doğduğu, makinelerin birbiriyle konuşabildiği bir yüzyılın beklediği çocuklarımızı Howard Gardner'ın ifadesiyle “makinelerin yapamadığı” işleri yapabilecek bilgi ve beceri ile donatmamız gerekmektedir (Akgündüz vd., 2015). Bu bağlamda “Öğrenme ve Yenilikçilik Becerileri” başlığında sınıflandırılan “yaratıcılık”, “eleştirel düşünme”, “problem çözme”, “işbirliği yapabilme” ve “iletişim” gibi 21. yüzyıl becerileri (Partnership For 21st Century Skills, 2013) önem kazanmaktadır.

Yapay zekâ, otonom robotlar, gelişmiş algoritmalar ile rutin ve sabit işlerin bilgisayarlar ve robotlar tarafından yapılacağından öğrencilerin “üretken ve yaratıcı” işler yapabilmeleri gerekmektedir. Verinin artarak anlamlandırma gerektirdiği günümüzde büyük veri analizleri ile diğer bir deyişle veri madenciliği ile doğru ve güvenilir istatistikler, çıkarımlar, önermeler yapılabilecek ve bu sistemleri kurabilecek “eleştirel düşünme” becerisine sahip bireylere ihtiyaç duyulacaktır. Yeni şekillenen meslek gruplarında gereken bilgi ve ayrıntı artacak, bir sonuca varmak için farklı disiplinlere ve becerilere ihtiyaç duyulacak, “işbirliği” kaçınılmaz hale

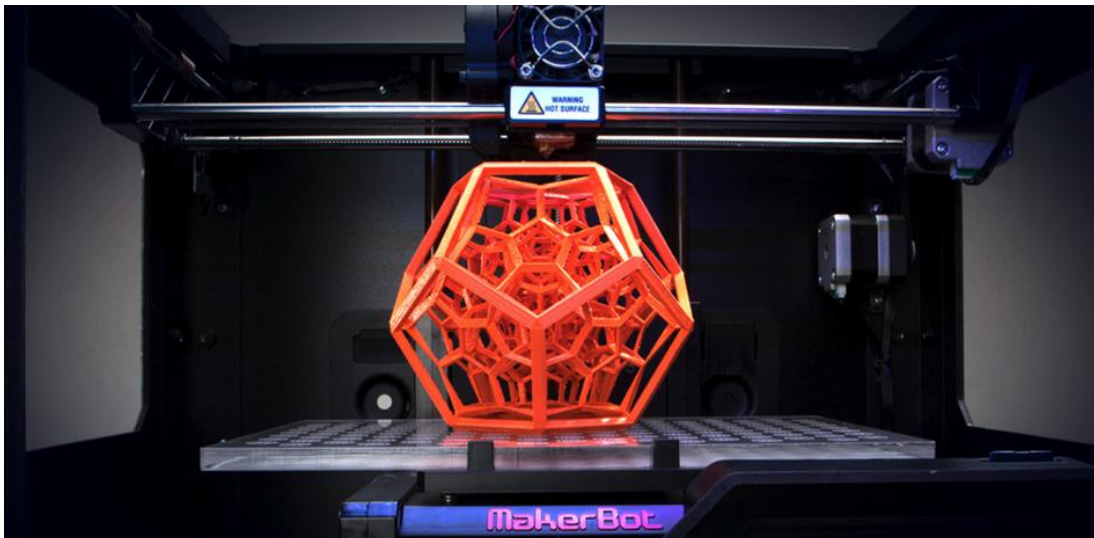
gelecektir. “Problem çözüme” becerisi bu beceriler arasında en önemli olandır. Çevrenin farkında olarak problemleri tespit etmek ve buna yönelik akılcı çözümler üretecek yaratıcı fikir, eleştirel düşünme ve iş birliği yapabilme becerilerine sahip olmak gelecek için oldukça kritiktir (Akgündüz vd., 2015).

2.5. 3 Boyutlu Yazıcılar

Geleceğin odak noktası teknolojiler kapsamında Endüstri 4.0’ın önemli bir bileşeni de eklemeli imalat (Additive Manufacturing)’tır. Öte yandan Eğitim 4.0 içeriğinde öğrencilere yaratıcılık, eleştirel düşünme, yenilikçi düşünme gibi önemli becerileri kazandırmak amaçlanmaktadır. Bu çalışmada yukarıdaki kavramların kesişim noktasında yer alan, öğrencilerin 21. yy. becerileri geliştirebilmeleri için kendi üretimlerini yapabilecekleri 3 boyutlu yazdırma teknolojilerinin eğitime etkisi ele alınmıştır.

1986 yılında Chuck Hull isimli bir adam tarafından icat edilen 3B baskı, dijital ortamdaki 3 boyutlu model dosyasını fiziksel bir nesneye dönüştürme işlemidir (Krassenstein, 2015). 3 boyutlu yazdırma inovasyon ve üretici sanayisindeki bir terimdir. “Eklemeli imalat (additive manufacturing)”, “masaüstü üretim (desktop producing)”, “hızlı prototipleme (rapid prototyping)”, “dijital imalat (digital fabrication)” bu yeni teknoloji için farklı isimlerdir. Tamamen bilgisayarlı ürün tasarlama ve üretme işleminin bir sonucu olarak 3B baskı, dijital üretimdeki büyük gelişimin bir parçasıdır (Junte, 2017).

Şekil 1: 3B Yazıcı



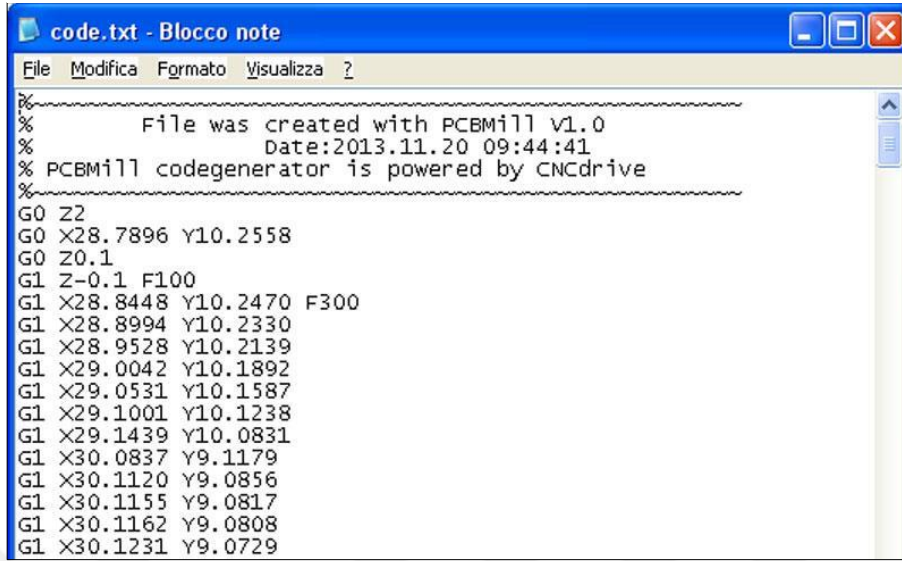
Şekil 1’de bir örneği gösterilen 3 boyutlu yazıcılar başta hızlı prototipleme için kullanılırken hızla gelişen teknoloji ile birlikte çok sayıda kullanıcı eklemeli imalat yöntemiyle ürünlerinin bazı parçalarını üretebilmektedirler. Özellikle tıp sektöründe modelleme ve implatasyonda hatta ileriki aşamalarda organ nakillerinde, havacılık ve uzay sanayinde uçakların üretiminde, üretim tesislerinde hızlı ve daha uygun maliyetli prototiplemede, sanat ve eğitim alanında yaratıcılığı desteklemede, kitlesel bireyselleştirme (Mass customization) olarak adlandırılan ürünlerin kişiye özgü olarak tasarlanarak üretiminde kullanılmaktadır. 3B baskı dünyamızdaki hemen hemen her endüstri tarafında bir şekilde kendine yer bulmuştur.

Pek çok sektörü ciddi derecede etkileyecek olan bu teknolojinin bazı sınırlılıkları ve avantajları da bulunmaktadır. Sınırlılıkları şu şekilde sıralanabilir; 1) Malzeme, renk ve yüzey çeşitliliğinin az olması, 2) Üretilen çıktıların sıcaklık, nem ve kırılganlık açısından dayanıklılığının az olması, 3) Ürün boyutu büyüdükçe maliyetin artması, 4) Diğer üretim/fabrikasyon tekniklerine oranla daha düşük hassasiyet göstermesi şeklinde öne çıkmaktadır (Şahin & Turan, 2018). Üç boyutlu yazıcıların sahip olduğu avantajlar ise; 1) Çok geniş kullanım alanına sahip olması, 2) Zaman ve maliyetten kazanç sağlaması, 3) Geri dönüştürülebilir malzemeler kullanılabildiği için çevre dostu olması (Yıldırım, G., Yıldırım, S., & Çelik, 2018), 4) Değişiklik ve düzeltmelerin hızlı bir şekilde yapılabilmesi, 5) Kişiselleştirilmiş ürünlerin kolaylıkla üretilebilmesi (Mass customization), 6) Başlangıç yatırım maliyetinin göreceli olarak düşük olması, 7) Malzemedен minimum fire verilmesi (Şahin & Turan, 2018).

2.5.1. 3 Boyutlu Üretim Teknolojisi

3 boyutlu yazıcılar 2006 yılında başlayan “İnsanlığın ilk genel amaçlı kendi kendini kopyalayan üretim makinesi” olarak kendini tanıtan RepRap projesi ile lüks seviyesinden birçok kimsenin rahatlıkla üretip kullanabileceği bir kullanım sahasına kavuşmuştur.

Şekil 2: G-Kod Sistemi



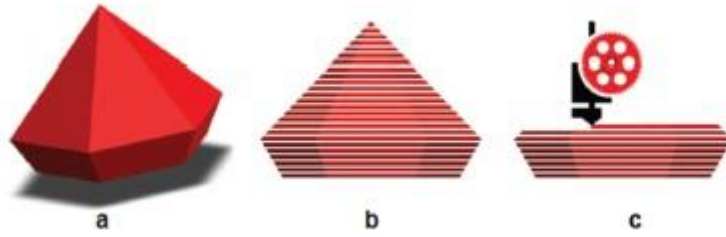
```

code.txt - Blocco note
File Modifica Formato Visualizza ?
%-----
%           File was created with PCBMill v1.0
%           Date:2013.11.20 09:44:41
% PCBMill codegenerator is powered by CNCdrive
%-----
G0 Z2
G0 X28.7896 Y10.2558
G0 Z0.1
G1 Z-0.1 F100
G1 X28.8448 Y10.2470 F300
G1 X28.8994 Y10.2330
G1 X28.9528 Y10.2139
G1 X29.0042 Y10.1892
G1 X29.0531 Y10.1587
G1 X29.1001 Y10.1238
G1 X29.1439 Y10.0831
G1 X30.0837 Y9.1179
G1 X30.1120 Y9.0856
G1 X30.1155 Y9.0817
G1 X30.1162 Y9.0808
G1 X30.1231 Y9.0729

```

Benzinli ya da dizel motorlar birbirleriyle aynı teknolojiyi kullanmasalar da aynı prensiplere dayanarak çalışırlar. 3B yazdırma teknolojileri de birebir aynı malzeme ve mantıkla çalışmasalar da temel görevleri benzer şekilde yaparlar. Bir 3B model Thingiverse gibi bir havuzdan indirildikten sonra dosya 3B yazıcının anlayabileceği bir komut dizisine dönüştürülmelidir (Krassenstein, 2015). Dijital ortamdaki 3B model üçgenlerden oluşan koordinatlar kümesidir. Bu sayılar kümesi bir algoritma aracılığıyla katman katman dilimlenerek 3B yazıcının uygulayabileceği basit komut setlerine çevrilir ve bu komut setleri G-kod olarak adlandırılır. G kodu, özellikle bilgisayar destekli imalat (Computer Aided Manufacturing-CAM) için kullanılan sayısal bir kod kümesidir (Şekil 2). Bir makineye eksenlerde nasıl hareket edeceğini söyler. G kodu olmadan, imalat işlemi sırasında makinenin bir malzemenin nereye depolanacağını, kürleneceğini veya sinterlendiğini bilmesi mümkün olmazdı. 3B model dosyalarını G koduna dönüştürmek için Slic3r gibi programlar gereklidir. Kod kümesi bir kez oluşturulduktan sonra, 3B yazıcıya gönderilebilir ve sonraki birkaç bin hamlenin nelerden oluşacağına dair bir plan sunar (Krassenstein, 2015).

Şekil 3: 3B Baskı Aşamaları



Şekil 3'te temsili olarak gösterilen 3B baskı aşamaları kabaca aşağıdaki 3 adımdan oluşur.

- Üç boyutlu katı modelleme,
- Modellenen şeklin dilimleme programında dilimlenmesi,
- Üç boyutlu yazıcıda üretilen baskı (Taşdelen, Uysal, Oran & Turp, 2017)

3B yazıcılar hammadde olarak bazik plastıklere ve ışığa duyarlı reçinelere ek olarak seramik, çimento, cam, çok sayıda metal ve metal alaşımları, karbon nanotüpler ve elyaflarla aşılannmış yeni termoplastik kompozitler kullanabilmektedir. Basılabilir malzeme yelpazesi genişlemeye devam ettikçe daha fazla şirkette kullanımı yaygınlaşacaktır (D'aveni, 2015).

Şekil 4: Katmansal Üretim Süreci



Kaynak: Campbell, Williams, Ivanova & Garrett, 2011

Şekil 4'te gösterilen katmansal üretim sürecinin temel elemanı 3B modeldir. 3B model elde etmek 3B tasarım yazılımları, 3B tarayıcılar ve dijital 3B model havuzları kullanılabilir. Bilgisayar aracılığıyla tasarım yapma işlemine CAD

(Computer Aided Design-Bilgisayar Destekli Tasarım) adı verilmektedir. 3B tasarım yapmak için -3B baskıda en çok kullanım sırasıyla- Blender, SketchUp, Solidworks, AutoCad, Maya, 3DS Max, Inventor, TinkerCad, ZBrush, Cinema 4D, 123D Design, OpenSCAD, Rhinoceros, Revit gibi pek çok yazılım bulunmaktadır. Örneğin Cinema 4D, Maya gibi programlar film ve animasyon; Solidworks, AutoCad, Rhino gibi programlar sanayi; 3DS Max, Revit gibi programlar mimaride daha çok kullanılmaktadır. Zorluk sırasıyla Blender, SketchUp, TinkerCad gibi programlar ücretsiz olmaları ve özellikle de 3B baskı amacıyla kullanılmaları sebebiyle 3B baskı almak isteyen her kişiye ve sektöre hitap etmektedir. Tinkercad hariç adı geçen programlar masaüstü paket programlardır. Bu çalışmada da 3B tasarım platformu olarak kullanılan Tinkercad, web tabanlı bir tasarım programı olması sebebiyle daha ulaşılabilir ve kullanımı kolay bir tercihtir. Tinkercad programı özellikle eğitim sektörüne hitap etmektedir ve hedef kitle özellikle okullar ve öğrencilerdir.

3B tasarım oldukça zor ve zaman alan bir beceri olması sebebiyle pek çok 3B model havuzları vardır. Örneğin “Thingiverse” 3B yazıcı üreten MakerBot firması tarafından kurulmuş kendini Dünya’nın en büyük yazıcı topluluğu olarak tanımlayan fiziksel objeler için bir dijital tasarım platformudur. Bu platform aracılığıyla öğretmenler, maker kuruluşları ya da 3B modelleme bilen biri modellediği bir objeyi paylaşabilmektedir. pinshape.com, cults3d.com, free3d.com, sketchfab.com bunlardan bazılarıdır. 3B model dosyalar genellikle 3MF (3D Manufacturing File), STL (Standard Tessellation Language), OBJ (Object), PLY (Polygon) vb. uzantılara sahiptirler. 3B yazıcı ya da açık kaynak kodlu dilimleme yazılımları genelde STL uzantısını kullanmaktadırlar. Son olarak 3B model elde etme yöntemi olan 3B tarama için ise çeşitli hassasiyet, özellik ve fiyat aralıklarında cihazlar bulunmaktadır. Yazılım sektörünün giderek ilerlediği günümüzde artık mobil telefonlar ile bile 3B tarama yapmak mümkündür. Örneğin bazı Sony cep telefonu modellerinde şirketin kendi yazılımı olan “3D Oluşturucu” ile insan yüzü, yemek, hayvan vb. 3B taramalar yapılabilmektedir.

İmalat sektöründe yıllardan beri kullanılan talaşlı üretimin bazı noktalarına harika bir alternatif olan eklemeli imalat teknolojilerinden olan 3B yazıcılar talaşlı imalata kıyasla özellikle prototip üretiminde süreyi çok kısaltmakta, talaşlı imalattaki

fire oranını neredeyse sıfıra indirmekte ve dolayısıyla da ham madde gereksinimini azaltmaktadır. Ayrıca talaşlı imalattaki fikstür ve takım tasarımı gibi gereksinimlere 3B yazıcılarda ihtiyaç duyulmamaktadır. Bununla birlikte hassas döküm gibi karmaşık geometrik şekle sahip ürünlerde kalıp tasarımı ve kalıp üretimi gerekirken 3B yazıcılar bunu ortadan kaldırmaktadır (Taşdelen vd., 2017).

2.5.2. Katmanlı Üretim Yöntemleri

Chuck Hull, dünyanın en büyük 3B yazıcı üreticilerinden biri olan 3B Systems'i piyasaya sürmeye devam ederken, buluşu yalnızca Lazer Stereolitografi (Stereolithography-SLA) adlı bir imalat işlemine odaklanmıştır. O zamandan beri pek çok farklı 3B baskı teknolojisi geliştirilmiştir (Krassenstein, 2015).

Eklmeli imalatta öncelikle 3B modele uygun olarak ilk katman konturları oluşturulur ve sonraki katmanlar önce inşa edilen üzerine eklenerek nihai üretim yapılır. Eklmeli imalat plastik, metal, seramik gibi hammaddelerin toz, ergimiş, sıvı ve saç hallerinin kullanıldığı geniş bir malzeme yelpazesine sahiptir. Üretim teknolojisinde kullanılan malzemeye bağlı olarak foto polimerleşme, seçici ergime, ergime ya da sinterleme, kesme, parçacık bağı ya da ekstrüzyon gibi farklı fiziksel işlevleri olan yöntemler kullanılmaktadır. Malzemelerin birleştirilme işlemlerinde; lazer galvo çeşit tarama cihazı, elektron demeti, tekli ya da çoklu nozul, kesici parçalar, ekstrüzyon gerçekleştirici parçalar gibi enerji kaynakları yer alır (Artı Boyut, 2017).

Aşağıda Tablo 1’de eklmeli imalat yöntemleri, Tablo 2’de bu yöntemlere göre kullanılacak hammaddeler belirtilmiştir.

Tablo 1. Eklmeli Üretim Teknolojileri

Katı Tabaka Elde Edilmesi	Kontur Elde Edilmesi	Yöntem	Kısaltma	Yöntem Gerçekleştirilmesi
Polimerizasyon	Lazer Yazıcı Kafa	Stereolitografi, Polimer Jet	SL (Laser Stereolithography, Polymer Jetting)	Tank içerisinde reçine vardır, reçinenin katılaştırılması kullanılır.
Seçmeli Ergitme ya da Seçmeli Sinterleme ya da Yeniden Katılaştırma	Lazer, IR Kaynak, Elektron Demeti	Lazerle Sinterleme, Lazerle Ergitme	SLS (Selective Laser Sintering) SLM (Selective Laser Melting) EBM (Electron Beam Melting)	Toz partiküllerin lazer ya da elektron kaynağı ile sinterlemesi ya da ergitilmesi ile gerçekleştirilir.
Kontur Kesme ve Bağ Oluşturma	Lazer, Bıçak, Freze	Katman Lamine Üretimi	LOM (Laminated Object Manufacturing)	Katmanlar birbirine yapıştırılarak tutturulur. En son birbirine tutturulmuş katmanlar kesilerek geometri sağlanır.
Seçmeli Bağ Oluşturma ya da Bağlayıcı ile Yapıştırma	Çoklu Nozul Yazıcı Kafa	3D Yazıcı (3D Printer)	3DP (Three Dimensional Printing)	Günümüzde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. FDM'in aksine çoklu nozul kullanarak filamentler yardımı ile kontur ve katman oluşturulur.
Termal Aktivite Halinin Seçici Uygulamaları	Tekli Nozul	Ergitilmiş Katmanla Üretim	FDM (Fused Deposition Modelling)	Filament besleme bölümünden geçerken kısmi ergitme ile platform üzerine malzemenin istenilen konturda serilmesi ile üretim gerçekleştirilir.

Tablo 1’de eklemeli üretimde kullanılan teknolojiler yöntemleriyle birlikte yer almaktadır.

Tablo 2. 3B Üretim Teknolojisine Göre Materyal Kullanımı

Teknoloji	Polimer	Metal	Seramik	Kompozit
Stereolitografi (Stereolithography)	●			●
Dijital Işık İşleme (Digital Light Processing)	●			
Multi-Jet Modelleme (MJM) (Multi-Jet Modeling)	●			●
Eriyik Yığıma Modelleme (FDM) (Fused Desposition Modeling)	●			
Elektron Işını Eritme (Electron Beam Melting)		●		
Seçici Lazer Sinterleme (Selective Laser Sintering)	●	●	●	●
Seçici Isı Sinterleme (Selective Heat Sintering)	●			
Direk Metal Lazer Sinterleme (Direct Metal Laser Sintering)		●		
Toz Yatağı ve Mürekkep Püskürtmeli (Powder Bed And Inkjet Head Printing)	●	●	●	●
Plaster Tabanlı 3B Yazdırma (Plaster-Based 3D Printing)			●	●
Lamine Nesne Üretimi (Laminated Object Manufacturing)	●	●	●	●
Ultrasonik Konsolidasyon (Ultrasonic Consolidation)		●		
Lazer Metal Biriktirme (Laser Metal Deposition)		●		●

Tablo 2’de 3B üretim teknolojilerine göre kullanılacak materyaller bulunmaktadır.

Eklemeli imalatın başlangıcı olan kontur, enerji kaynağının x-y eksenleri üzerindeki hareketi ile, katman oluşumu ise platformun ya da enerji kaynağının z eksenindeki hareketi ile sağlanır. Ortalama katman ağırlığı 0,1 mm kabul edilse de 0,016 mm hassasiyetlere ulaşılabilir. Ancak söz konusu kalınlık kullanılan eklemeli imalat yöntemi, malzeme özelliği ve platform kabiliyetine göre farklılık göstermektedir. Katman kalınlığı azaldıkça yüksek hassasiyetler elde edilebilmektedir ancak hassas üretimlerin uzun sürmesi sebebiyle maliyet de aynı oranda artmaktadır (Artı Boyut, 2017).

Günümüzde kullanılan 3 boyutlu yazıcıların yaklaşık %70'i FDM (Fused Deposition Modelling-Malzeme Ekstrüzyon Yığılma) yöntemini kullanmakta 2. sırayı ise SLS (Selective Laser Sintering-Seçici Lazer Sinterleme) takip etmektedir. Stereolitografi ve Polimer Jet yöntemleri de yaygın kullanım arasında gösterilebilmektedir (Taşdelen vd., 2017). En çok kullanılan FDM yöntemindeki termoplastik malzemeye filament adı verilir. Filamentler, ABS ve PLA olmak üzere piyasada yaygın olarak iki kullanımı bulunmaktadır. ABS (Akrilonitril Butadin Stiren), petrol ürünü hafif ama sert bir termoplastik polimerdir. Örneğin Lego parçaları bu malzemeden yapılmaktadır. 20 ila 80 °C aralığında deforme olmadan bulunabilmesi ve sert yapısı ile de yüksek mukavemet ve darbe direnci göstermesi nedeniyle tercih edilmektedirler. ABS dayanıklı yapısına karşın 3B yazıcıların işlem sıcaklıkları gibi yüksek sıcaklıklara ulaştıklarında HCN gazı gibi zehirli bir gaz yayabilmektedirler. Ayrıca yüksek sıcaklıkta erimesi sebebiyle zorlu bir kalibrasyon işlemi gerekmektedir. Diğer bir malzeme olan PLA (Polilaktik Asit) geri dönüştürülebilir çevre dostu bir filamenttir. Aynı zamanda insan vücudu içerisinde 6 ay ila 2 yıl arasında parçalanma süresinden dolayı medikal ve dental uygulamalarda kullanılabilir. PLA malzemeler ile farklı bileşenler oluşturularak ahşap, alçı benzeri görünümlü ürünler elde edilebilmektedir. PLA malzeme ABS'den daha düşük mukavemet ve 50 °C gibi daha düşük bir deforme sıcaklığına sahiptirler (Şahin & Turan, 2018).

Çoğu FDM yöntemi kullanan 3 boyutlu yazıcılarda kullanılan temel parçalar şu şekildedir: 3B yazıcının iskeletini oluşturan sigma profiller, alüminyum ya da pleksiglas şase, rulmanlar, kaplinler, miller, kayış ve kasnaklar, somun, civata gibi naburiye malzemeleri, iskelet ve parça bağlantılarını sağlayan ara elemanlar, step motorlar, fanlar, ısı ölçen termistör, filamentin gerekli ısıya ulaşmasını sağlayan ısıtıcı, baskının üzerine yapıldığı ısıtılabilir tabla, filamentin eriyip, itilerek nozul ucuna aktarıldığı extruder, sıcak filamentin baskı için çıktığı nozul, x-y-z eksenlerindeki hareketi kontrol eden durdurucular (limit switch), güç kaynağı, elektronik işlemlerin yapıldığı anakart, sistemi izlemeyi sağlayan LCD ekran ve son olarak üretimi sağlayan malzeme olan genellikle ABS ve PLA yapıdaki filamenttir (Semiz, 2018).

2.5.3. 3 Boyutlu Yazıcıların Kullanım Alanları

Akademik çalışmalar incelendiğinde 3B baskı teknolojisi medikal ve mühendislik alanlarında çok daha yaygın olarak kullanılmakla birlikte hemen hemen her alanda kendine yer bulduğu gözlenmiştir. 3B baskı ilk bakışta her evde, ofiste kullanılabilecek bir hobi aracı olarak görülse de dünyanın öne çıkan markaları ve bazı şirketler 3B yazıcıyı üretim operasyonlarında daha sık kullanmaya başlamışlardır. 3B yazdırma alanındaki gelişmeler şirketlerin hacimli üretimlerinde seri olarak 3B yazıcıyı kullanmalarını olanaklı kılmıştır.

Honda, 2016 yılında bir 3B baskılı elektrikli otomobil yapma olasılığını keşfetmiş ve neredeyse tamamen 3B baskılı panellerden oluşan otomobilin gövdesiyle tamamen işleyen bir prototip yayınlamıştır. Volkswagen, müşterilerini kendi Volkswagen Polo otomobil versiyonunu tasarlamaya davet etmiş, en iyi tasarımlardan kırk tanesi 3B baskı olarak Kopenhag'daki bir sergide sergilenmiştir. Şu anda Ford, araç parçalarının prototiplerini geliştirmek için 3B baskı kullanmaktadır ve araç bölümlerini oluşturmak için de 3B baskıyı kullanmaya başlaması da beklenmektedir. Hyundai, karbon fiber iç kısım da dahil olmak üzere 3B baskılı bileşenleri içeren Genesis Essentia otomobilini piyasaya sürmüştür (Sheehan, 2018).

Chicago'daki Northwestern Üniversitesi Feinberg Tıp Fakültesi tarafından yapılan bir deneyde, 3B baskılı yumurtalıklı bir fare sağlıklı yavrular doğurmuştur (Marr, 2018). ABD'li bir araştırmacı bir hastadan alınan dokuları işleyerek, altı saat içerisinde 3B yazıcıdan böbrek basmayı başarmıştır. Belçika'da yapılan bir araştırmada ise iki ayrı hastaya 3B yazıcıda basılmış yüz ve çene takılmıştır (Şen, 2017). Wisconsin Üniversitesi Hastanesi'nden bir grup cerrah, hastaların kalplerinin 3B baskılarını kopyalayarak karmaşık kalp ameliyatları için hazırlıklara başlamışlardır (Sheehan, 2018).

Çin merkezli WinSun firması, tamamı 3B yazıcılarda basılan materyalden oluşan beş katlı bina ve 1100 metrekarelik villa yapmıştır. Dünyanın ilk 3B yazıcısında basılan bu bina, Suzhou Industrial Park'ta gösterime sunulmuştur. WinSun firması, Mart 2014'te yaptığı açıklamada 24 saat içinde 3B yazıcı ile 10 tane ev bastığını duyurmuştur. Şirketin, üretim materyali olarak sanayi atığı ve inşaat

malzemesi kullandığı ve karışımın çabuk kuruyan beton ile birleştirerek basımı gerçekleştirdiği de bilinmektedir (Şen, 2017). 24 saatten daha kısa bir sürede, Moskova'nın banliyösünde 3B baskı teknolojisiyle 400 metrekarelik bir ev inşa edilmiştir. İlk olarak camla 3B baskı yapmayı keşfeden Almanya'daki araştırmacılar, şu anda yalnızca minyatür boyutta mevcut olan bir camdan 3B ev yapmışlardır (Marr, 2018).

Dünyanın en büyük spor organizasyonlarından biri olan NFL, sporcularına özel giysiler (ayakkabılar) oluşturmak için 3B baskı kullanmaktadır. 3B tarama ve baskı özelliğini kullanarak, her futbolcu için ek destek ve rahatlık sunan ve böylece sakatlanma ihtimalini azaltan özel ayakkabılar yapmaktadır (Sheehan, 2018).

İspanya'daki bir restoran, patates püresinden çikolataya kadar tamamen gıdadan yapılmış karmaşık yapıları tasarlamak için bir 3B yazıcı kullanmaktadır. Dubai'deki bir şeker dükkanındaki müşteriler, sakızlarını hayal edebildikleri herhangi bir şekilde özel olarak yazdırmak için Almanya'daki bir şirketten gelen makineleri kullanmaktadırlar (Marks, 2016).

Kosta Rika'da yaşayan çok büyük gagalı yabancı bir kuşun vahşi yaşamda geçirdiği saldırı sonucu yitirdiği üst gagası 3B baskı ile basılarak kuşun vahşi doğada yaşamını sürdürmesi sağlanmıştır (3D Systems, 2017).

2.5.4. 3 Boyutlu Yazıcıların Eğitimde Kullanımı

Teknolojiyle bütünleşik öğrenci merkezli öğrenme ortamları, eleştirel düşünebilecek, problem çözebilecek, başkalarıyla iş birliği yapabilecek ve öğrenme sürecine derinden girebilecek öğrenciler yetiştirmeye yardımcı olmaktadır (Lacey, 2010). İleri teknoloji ürünü olan ve öğrenciyi öğrenme ortamının tam da merkezine oturtan bir teknoloji ürünü de 3B yazıcılardır. Eğitimi desteklemek için 3B yazıcı gibi dijital üretim teknolojilerinin kullanımı yeni olmaktan uzaktır. Mimarlık ve mühendislik disiplinleri, hızlı prototipleme teknolojilerinin ilk uygulayıcılarındandır. 1997 yılında yapılan bir çalışmada hızlı prototiplemeyi mühendislik müfredatına entegre etmek için bir örnek olay çalışması yapılmıştır (Helge Böhn, 1997). Teknolojinin giderek gelişmesi ile birlikte 3B yazıcıların da kullanım alanları ve erişilebilirlikleri artmış, maliyetleri de aynı oranda azalmıştır. Günümüzde açık

kaynak kodlar (open source code), elektronik ve mekanik kitler ile çok küçük maliyetlere 3B yazıcıya sahip olunabilmektedir. Örneğin; Zhang, Anzalone, Faria ve Pearce (2013), bir fen laboratuvarının 3 boyutlu yazıcılar kullanılarak satın alma seçeneğinden çok daha düşük bir maliyetle kurulabileceğini belirtmişlerdir. Teknoloji maliyetindeki azalma, birçok okulun teknolojiyi müfredata uygulamasına izin verir ve daha fazla öğrenciye daha erişilebilir olmasını da sağlamaktadır (Hollenbeck & Fey, 2009).

Yüzyıldan daha uzun bir süre önce John Dewey (1916) öğretmenlere “öğrencilere yapacak bir şey verin, öğrenecek bir şey değil; yapmak doğal yoldan düşündürerek öğrenmeyi sağlayacak niteliktedir” demiştir. Yeni Medya Konsorsiyumu, okullarda 3B modelleme ve baskının tanıtımını, öğrencilerin “içerik tüketimi yerine yaratma eylemiyle” akademik materyalleri keşfettiği, giderek artan öğrenme-öğrenme hareketinin ayrılmaz bir parçası olarak çerçevelemiştir (Johnson, Becker, Estrada & Freeman, 2015). Brown (2015) ise eğitim alanında öğrenenlerin ilgi, başarı, motivasyon, problem çözme becerisi gibi çeşitli becerilerini kullanabileceği çalışmaların eğitim alanında oldukça etkili olabileceğini belirtmiştir. Genel olarak, alayazında 3B baskı ve tasarım faaliyetlerinin öğrencilerin etkileşimi ve algıları üzerindeki olumlu etkileri önerilmektedir. Ayrıca, öğrencinin demografik özelliklerinden bağımsız olarak, yapma merkezli öğrenmenin çeşitli uygulama alanlarında olumlu ve başarılı bir deneyim olduğu kanıtlanmıştır. Eğitim araştırmacıları 3B baskının öğrenmeyi, yaratıcılığı ve etkileşimi destekleyebileceği konusunda hemfikirdir (Novak & Wisdom, 2018).

Beşerî ihtiyaçlar için çözümler üreten bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri aynı zamanda ülkeler için de kritik öneme sahiptir. Geleceğin mimarları olacak öğrencileri bilinçli bir şekilde STEM disiplinlerine yönlendirmek, daha da önemlisi STEM deneyimi yaşayarak öğrenciye güvenilir bir karar mekanizması sağlamak oldukça kritiktir. Bu nedenle öğrencilere STEM alanlarını keşfetmeleri ve devam etmeleri için onları motive eden anlamlı STEM deneyimleri sağlamak, STEM işgücü kapasitesini arttırmak için kritik öneme sahiptir (Novak & Wisdom, 2018). Hızlı bir prototipleme teknolojisi olarak tarihsel kökleri göz önüne alındığında, 3B yazdırmanın benimsenmesinin üniversite mühendisliği ve tasarım

derslerinde en olgun olması ve özel 3B yazdırma derslerinin bu disiplinlerden ortaya çıkması şaşırtıcı olmamakla birlikte yaygın ve baskın olarak başta mühendislik ve tasarım olmak üzere STEM öğretiminde kullanılmaktadır. Ancak 3B yazıcıların kullanımı arttıkça bu köklerin ötesine genişlediği açıkça görülmektedir. 3B baskı, düşük maliyetli eğitim robotları oluşturmak için robot şasi / gövdenin tasarımında kolayca değişiklik yapılmasına ve bu değişikliklerin başkalarıyla paylaşılmasına olanak tanıdığından mekatronikte özellikle alt kategori olarak robotikte popüler bir araç haline gelmiştir. STEM konularının başka yerlerinde, doğrudan öğretimi desteklemek için kullanılan 3B baskı örnekleri havacılık, makine mühendisliği ve yapı mühendisliği için deneysel test ürünlerinin yapımında kullanılmakta ve biyoloji, Fizik, Kimya ve Matematikte öğretimi desteklemektedir. STEM dışındaki örnekler de İngilizce ve Tarih öğretiminde bulunmaktadır. Genel bir çerçeveden bakıldığında 3B yazdırma teknolojisinin öğretime dahil edilmesinden kaynaklanan çeşitli faydalar da tespit edilmiştir. Örneğin, öğrenmeyi kolaylaştırabilir, becerilerini geliştirebilir ve öğrencinin katılımını artırabilir; yaratıcılıklara ilham verir, STEM konularına ve kariyerlerine karşı tutum geliştirirken, öğretmenlerin ilgisini ve katılımını da artırmaktadır (Ford & Minshall, 2018).

Eğitim ortamları için profesyonel ürün ve hizmetler geliştiren Amerikan menşeli TEQ tarafından yayınlanan makalede 3 boyutlu yazıcıların sınıflarda bulunması için 5 neden sıralanmıştır; 1) STEAM eğitiminin içerisine A (Art) harfini yani sanatı eklemektedir. Kent Üniversitesi (Lubinski & Benbow, 2006) tarafından yapılan bir araştırmaya göre sanat eğitimi alan öğrencilerin akademik başarıları dört kat daha fazla olmaktadır ve dolayısıyla eğitimciler müfredatlarına sanat entegrasyonu için bir yenilik arayışındadırlar. 3B yazıcılar öğrencilerin hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmaları için harika bir araçtır. 2) Farklı öğrenme stillerini desteklemektedir. 3B baskı kinestetik (dokunsal) ve görsel öğrenenler için zengin ve dinamik bir öğrenme ortamı sunarak öğrenmeyi kişiselleştirebilmektedir. 3) STEM eğitimini eğlenceli ve çekici yapmaktadır. Eğitimciler için STEM eğitimini ilgi çekici hale getirmek oldukça zordur. 3B yazıcılar ile eğitimciler öğrencileri eleştirel düşünme ve problem çözme ile meşgul ederek ders planlarını hayata geçirebilecekleri yeni yaklaşımlar bulabilmektedirler. 4) STEM kariyeri için ilgi

uyandırmaktadır. 3B baskı, yaparak yaşayarak bir deneyim sunduğu için öğrencilerin STEM disiplinlerine olan merakını ve ilgisini ateşleyebilmektedir. 5) Öğrencilere başarısızlıktan öğrenmeyi öğretir. Geleneksel eğitimde öğrenciler bir test sistemi tarafından ölçülür ve öğrencileri yalnızca sınavı geçmek için gereken bilgileri öğrenmeye teşvik ederek sınavlara kaygı oluşur ve başarısızlıktan alınabilecek dersler göz ardı edilmektedir. Ancak 3B yazıcı ile öğrenciler başarılı bir sonuca ulaşmadan önce defalarca analiz etmek, değiştirmek ve test etmek zorunda kalacaklardır. Yoda'nın Yıldız Savaşları: The Last Jedi sırasında söylediği gibi: “En büyük öğretmen, başarısızlıktır” (TEQ, 2017).

Dror (2008), teknolojinin müfredatın hedefleri ile ilgili olarak dikkatli bir şekilde planlanmadığı ya da öğretmenlerin teknolojinin kullanımını öğrenme hedefleriyle bağdaştırmaması durumunda kullanımının garanti edilmediğini savunmaktadır. Suh (2010), “Öğretmenler bilgisayar uygulamalarının benzersiz özelliklerini nasıl etkili bir şekilde kullanacaklarını bildiklerinde, farklı öğrencilerin farklı bilişsel güçlerini ve ihtiyaçlarını ele alabilirler” demiştir. Bu nedenle, öğretmenlerin öğrencilerine etkili bir öğrenme sağlamak için güncel ve teknolojik öğrenme yöntemlerini kullanmaları gerekmektedir. Bununla birlikte, 3B baskı teknolojisinin basit bir şekilde kullanılabilirliği öğretmenlerin sınıflarındaki potansiyelini kullanması için yeterli değildir. İçerikle birleştirilmeli, gelişimsel olarak uygun uygulamaya dayanmalı ve öğretmen eğitimi ve mesleki gelişim programlarına sistematik olarak entegre edilmelidir (Novak & Wisdom, 2018). Ford ve Minshall (2018) tarafından yapılan, 3B yazıcı ile ilgili oldukça kapsamlı alanyazın taramasında, konu ile ilgili olarak çeşitli öneriler getirilmiştir. “Öğretmenlerin öğretilmesi” son derece önemli bir konudur. 3B yazıcıyı öğretime dahil etmek için gereken deneyimi ve güveni geliştirmeleri için hizmet öncesi öğretmenlerin genişletilmiş atölye çalışmalarına katılmaları sağlanmalıdır. Öğretim materyallerine iyileştirilmiş erişim, öğretim becerilerinin geliştirilmesi için gereklidir. Ders planları ve kapsamlı müfredat için merkezi bir kaynak öğretim entegrasyonunu desteklemeye yardımcı olacaktır. Öğretimi destekleyecek çok sayıda çevrimiçi materyal olmasına rağmen, öğretimi destekleyecek uygun bir ders kitabı bulunmamaktadır. Hem 3DP becerilerinin geliştirilmesinin amaç olduğu müfredat için hem de 3B yazıcıyı

müfredata dahil etmek için ve öğrencinin katılımını ve konu bilgisi edinimini geliştirmek için 3B yazıcıyı müfredata dahil etme sürecini basitleştiren ek öğretim destek materyallerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, öğretimi desteklemek için 3B modellerin kullanılabilirliğini ve erişimini iyileştirmek de gerekir. Çevrimiçi olarak hızla artan sayıda 3B model bulunmasına rağmen, eğitim amaçlı kullanılabilir olanlar daha çok mühendislik ve mimarlık gibi disiplinlerdedir ancak diğer disiplinlerde az sayıda içerik bulunmaktadır. 3B yazıcıyı öğretime entegre etmenin önündeki engelleri azaltmak, modelleme çabasının tekrarlanmasından kaçınmak ve yardımcı teknolojiler ve laboratuvar malzemeleri yaratma maliyetini azaltmak için benzer eğitim odaklı 3B baskı alışverişlerinin oluşturulması önerilmektedir (Ford & Minshall, 2018).

BÖLÜM 3

İLGİLİ LİTERATÜR

3B yazıcıların erişilebilirliğinin artmasıyla birlikte 3B yazıcıyı konu alan eğitim alanındaki araştırmaların sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Eğitim alanında alanyazın incelendiğinde her ne kadar yurtdışında çok fazla araştırma olsa da yurtiçi araştırmalar da bulunmaktadır.

2016 yılında Kuzu Demir ve arkadaşları tarafından yapılan, Türkiye’yi temel alan 3 boyutlu yazıcıların eğitim alanındaki incelemeleri kuramsal olarak bir temel oluşturmuştur ve genel durum değerlendirmesi niteliğini taşımaktadır.

Yıldırım vd. (2018) yaptığı çalışmada eğitim alanındaki yurtiçi ve yurtdışı 2003 – 2017 yıllarını kapsayan bir alanyazın taraması yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre 3B yazıcıların eğitim alanında çalışmaya konu olan disiplinlerin yaklaşık %90’ı sırasıyla sağlık-tıp, mühendislik, malzeme bilimi/mühendisliği, kimya, bilim teknolojisi, fizik, enstrümantasyon ve bilgisayar bilimleridir. Çalışmaların inceleme konuları materyal tasarımı ve geliştirme başta olmak üzere öğretimsel etki, teknoloji tanıtımı ve laboratuvar geliştirme şeklinde sınıflandırılmıştır.

Ford ve Minshall (2018) tarafından yapılan araştırmada 280 makaleyi kapsayan, eğitim ve öğretimde 3B yazıcıların nerede ve nasıl kullanıldığını özetleyen oldukça geniş bir alanyazın incelemesi yapılmıştır. Araştırma, eğitimde kullanılan 3B yazıcıların okullarda, üniversitelerde, kütüphanelerde ve özel eğitim alanlarında kullanımı olarak sınıflandırılmıştır. İncelenen araştırmalar ışığında eğitim sistemindeki 3B yazıcı kullanımı üniversitelerde derslerde ve projelerde, okullarda ve kütüphanelerde 3B yazıcı eğitimi; eğitimcilere 3B yazıcı eğitimi, derslerde aktif 3B yazıcıları kullanarak öğretimi destekleme; eğitim öğretimde hazır temin edilmiş 3B baskı kullanımı ve son olarak sosyal yardım faaliyetlerindeki 3B yazıcı kullanımı olmak üzere bölümlere ayrılmış ve detaylı olarak açıklanmıştır. Üniversitelerde derse aktif olarak entegre edilen 3B yazıcı kullanımının ağırlıklı olarak genel mühendislik, ürün ve endüstriyel tasarım, polimerle tasarım ve imalat gibi tasarım ve mühendislik derslerinde kullanıldığı görülmektedir. 3B yazdırma eğitiminin verildiği derslerde 3B yazdırma ilkelerinin öğretimi ve uygulaması; 3B yazdırma temellerini ve temel

çalışma prensiplerini anlama ve belirli uygulamalarda 3B yazdırmanın performansını ve işlevsel kısıtlarını değerlendirme konularına odaklanıldığı gözlenmiştir. Tasarım projeleri boyunca öğrenciler köprüler, biomedikal cihazlar, robotlar, model arabalar, ev eşyaları, roket gibi 3B baskı ürünler üretmişlerdir. 3B baskının hazır olarak temin edilerek 3B yazıcının pasif olarak kullanımı en çok anatomi (kemikler, kalp, uzuvlar vb.), kimya (kristal ve moleküler yapılar, potansiyel enerji alanları vb.) ve matematik alanlarında görülmüştür.

3B yazıcılar ve eğitimin kesişiminde yapılan alanyazın taramasında farklı disiplinlerde 3B yazıcıların kullanım alanlarının incelendiği; okullar, üniversiteler ve kurslarda çeşitli disiplinlerin eğitiminin amaçlandığı ve eğitime etkisinin incelendiği zengin bir içeriğe ulaşılmıştır. Yapılan alanyazın taramasında Google ve Google Scholar Akademik Arama Motoru, TÜBİTAK ULAKBİM tarafından sunulan çevrimiçi DergiPark veritabanı (<https://dergipark.org.tr/>), Research Gate akademik sosyal ağ platformu (<https://www.researchgate.net/>), Science Direct veritabanı (<https://www.sciencedirect.com/>), ERIC veritabanı (<https://eric.ed.gov/>), çevrimiçi eğitim platformları, internet gazeteleri, bloglar ve ulaşılan araştırmaların referansları başta olmak üzere oldukça farklı çevrimiçi kaynaklardan yararlanılmıştır.

Sezer ve Şahin (2016) 3B baskı üretiminin sağlık ve eğitimdeki kullanım alanlarını incelemişlerdir. Yapılan araştırmada, genel görüşlere göre 3B yazıcıların özellikle zorlu anatomik ve patolojik koşullarda öğrenmeyi geliştirdiğini, uzmanlık eğitiminde yoğun bir eğitime izin verdiğini, yükseköğretimde proje tabanlı öğrenmede uygulanabilmesi açısından eğitime önemli katkıların olduğunu saptamışlardır.

Gökçearslan (2017) 3B yazıcının grafik tasarım alanındaki kullanımlarını derlediği bir araştırma yapmıştır. Araştırmada, 3B yazıcıların sunduğu imkanlarla birlikte grafik tasarım alanında yeni yaklaşımların denenebileceği, alan eğitimine önemli katkılar sağlayarak grafik tasarım müfredatına 3 boyutlu yazılımların öğretiminin zorunlu olarak gireceği öne belirtilmiştir.

Matematik disiplininin ele alındığı farklı bir çalışmada (Yılmaz & Algil, 2018) matematik dersinde kullanılacak bir tangram tasarım ve üretim aşamaları gösterilmiştir. Görsel ve zihinsel zekanın aynı anda kullanımının düşünce gücünü

geliştirdiğine dayanarak geliştirilen materyal olan tangramın geometride öteleme, yansıma, dönme gibi konuların öğrenimine katkı sağladığı öne sürülmüştür.

Sosyal bilgiler eğitiminde Karaduman (2017)'ın yaptığı araştırmada 3B yazıcıların öğretime destek olarak kullanılabilmesi için 4, 5, 6 ve 7. sınıf sosyal bilgiler dersinin kazanımları çerçevesinde öğretim materyali önerileri sunulmuştur. Araştırmada sosyal bilgiler eğitiminde 3B yazıcıların başlıca olarak; somut ve kalıcı öğrenmeler gerçekleştirilmesine, öğrencilerde problem çözme, karar verme gibi becerilerin geliştirilmesine, öğrencinin merakının ve ilgisinin artırılmasına, disiplinler arası çalışmaların desteklenmesine katkı sağlayacağı öne sürülmektedir.

Tarih/sosyal bilgiler dersinde 3B yazıcıların kullanımını araştıran bir çalışmada (Maloy, Kommers, Malinowski & LaRoche, 2017) 3B yazıcılar öğretmen ve öğretmen adaylarının katıldığı 4 projeye entegre edilmiştir. Çalışmada 3B yazıcıyı derse entegre etmenin zor olduğu, bazı noktalarda uzman desteği gerektiği, derslerde öğrenme öğretme yöntemleri ve öğretmen öğrenci ilişkisinde değişimler yaşandığı gözlenmiş, genel olarak 3B yazıcı konusunda olumlu bir yargıya varılmıştır.

Karaduman (2018) tarafından sosyal bilgiler dersi için öğretmen adaylarıyla yapılan bir araştırmada 20 öğretmen adayından sosyal bilgiler ders kitabında geçen konular baz alınarak 3B baskı destekli bir ders planı tasarımları istenmiştir. Öğretmen adayları yabancı dil ve modelleme bilmeme, model eksikliği gibi sorunlar yaşasalar da 3B yazıcıların öğretimde soyut kavramlardan somut bir öğrenme elde edileceğini düşünmektedirler.

İlkokul öğretmen adaylarının 3B baskı kullanarak proje temelli öğrenme ile fen bilgisi tutumları, bilgi düzeyleri öğretimi konusundaki kaygılarına etkisini inceleyen bir araştırmada (Novak & Wisdom, 2018) 3B baskı yardımıyla bir nesneyi yüzdürme ve batırma projesi temelinde 42 öğretmen adayından kendi tasarımlarını yapmaları istenmiş ve sonuç olarak öğretmen adaylarının fen bilgisi konusunda yetkinliklerinin arttığı ve kaygı düzeylerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

Kwon (2017) tarafından 2 haftalık STEM yaz kampında 47 ortaokul öğrencisiyle yapılan araştırmada, öğrenciler Google SketchUp ve XYZware yazılımlarını kullanarak 3B tasarım yapmışlar ve kendi tasarladıkları nesnelere basmışlardır. Araştırmada 3B tasarım ve baskının öğrencilerin motivasyon, ilgi alanı,

matematik becerisi ve gerçek yaşam becerilerine olumlu bir etki yaptığı sonucuna varılmıştır.

Huleihil'in (2017) matematik öğretiminde 3B baskı etkisini ölçtüğü, yöntemi kontrol ile deney grubu arasındaki karşılaştırmaya dayanan araştırmada elde ettiği sonuçlar, 6. sınıf öğrencilerin matematiğe olan yansıtıcı düşünme yeteneklerinin anlamlı derecede arttığını göstermektedir.

Avustralyalı ilkokul öğretmenleri Graham Gordon ve Ruth Cowen (2017) Güney Avustralya'nın Adelaide kentindeki Sturt Street Community Okulunda 5-7 kişilik 50 sınıftan oluşan bir grup üzerinde 3B baskının etkisini araştırmıştır. Öğretmenler, öğrencilere zihinsel rotasyon, kesit ve izdüşüm kavramlarını ölçmek için "Santa Barbara Katı Madde Testi", "Perdue Görsel Rotasyon Testi" ve Guay'ın Bakış Açılarının Görselleştirilmesi Testi" gibi testler uygulamışlardır. Bu testler öğrencilerin mekânsal yeteneklerini ve yeteneklerini STEM derecelerine göre değerlendirmek için kullanılmıştır. 6 ay süren bu çalışmada, öğrencilerin sınıfta 3B tasarım ve baskı kullandıktan sonra şekilleri (mekansal zekâ) zihinsel olarak döndürme ve manipüle etme yeteneklerinde önemli bir gelişme gösterdikleri sonucuna varılmıştır. İlginç bir şekilde, kızların hepsi mekânsal yetenekler açısından daha yüksek testler yapmışlardır.

Mersand (2018), çeşitli kurs ve derslerdeki öğretmenlerle ve öğrencilerle görüşmeler yaparak bir derleme yapmıştır. New York, Yorktown Heights'taki Yorktown Lisesi'nden Genius Bar öğrencileri, 2015'te Khan Academy, Google, DonorsChoose yarışmasında 3B yazıcı kazanmak için hayatlarında varolan problemlere yönelik kendi tasarımlarını yapmaları istenmiştir ve kendi tasarladıkları ürünleri basmışlardır. Jeff Cerar'ın Precalculus sınıfındaki öğrenciler, gerçek dünyada bulunan konik prensiplerin üç boyutlu gösterimlerini oluşturmak için; Dan Moore'un AP Physics kursundaki öğrenciler, roket burnu konileri ve kuyrukları tasarlamak ve yazdırmak için 3B yazıcıyı kullanmışlardır. 2017 yılı sınıfı Samantha Caddauan, bir yılını düşük maliyetli, son derece işlevsel bir protez cihaz olacağını umduğunu çizerek, tasarlayarak ve yazdırıp yeniden tasarlayarak geçirmiştir. Tüm bu görüşmeler sonucunda 3B baskının öğrencilere problem çözümünde uygulamalı pratik imkânı sağladığını ve prototipleme sürecinde ürünlerini başarılı olana kadar tekrar tekrar basabilme, test edebilme olanağı verdiğini saptamıştır.

Lise öğrencileriyle gerçekleştirilen STEM entegre CO₂ ile çalışan yarış arabaları (dragster) tasarım kursunda öğrencilerin bir kısmından 3B baskı ile bir kısmından ise manuel olarak tasarım yapmaları istenmiştir. Sonuç olarak 3B baskı yaparak yarışmaya katılan öğrencilerin yarışmadaki başarısı daha yüksek olmasının yanında tasarımlarının da daha yenilikçi ve gelişmiş olduğu; yarışın sonucunu da daha iyi tahmin edebildikleri gözlenmiştir. Ancak her iki grupta da öğrenme performansı ile ilgili olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Chien, 2017).

Philadelphia'daki bir kız lisesinde 10. sınıf kimya dersinde gerçekleştirilen çalışmada atomun yapısının öğretimi için dört gruba ayrılan öğrenciler deney ve kontrol grubu olarak seçilmişlerdir. Deney grubuna üniversite ile işbirliği içerisinde 3B tasarım ve baskı yapılmıştır. Sonuç olarak 3B baskı kullanan öğrencilerin konuyu daha güçlü bir şekilde kavradığı bulunmuştur (Chery, Mburu, Ward & Fontecchio, 2015).

Senirkent Meslek Yüksekokulunda yapılan bir çalışmada (Özsoy, 2018) 3B yazıcı ile jet motoru, otomotiv diferansiyeli ve robot kol prototip tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Gerçekleştirilen çalışma neticesinde öğrencilerin 3B analitik düşünme ile zihinsel, mesleki ve toplumsal gelişimlerine katkı sağladığı gözlenmiştir.

Gazi Üniversitesi Endüstri Tasarım Bölümü bünyesinde kurulan bir dijital fabrikasyon laboratuvarı olarak GAZİ DLAB öğrencilere farklı dijital tasarım ve üretim teknolojilerini tanıtmakta ve bu teknolojileri tasarım süreçlerinde kullanmalarını sağlamaktadır. Bu dijital laboratuvarı kullananlarla gerçekleştirilen görüşmelerde; öğrencilerin geleneksel yöntemlere göre zamanı daha iyi planladıkları ve karar alma mekanizmalarında daha ayrıntılı düşündükleri, öğretmen öğrenci ilişkisinin geliştiği, öğrencilerin kendilerine olan öz saygısında bir artış meydana geldiği sonucuna ulaşılmıştır (Togay, Güneş, Coşkun & Gedik, 2017).

Griffith Üniversitesi'nin Ürün Tasarım Stüdyosu'nda, 3DP'nin birinci yıl öğretim müfredatına entegre edilmiş ve üç temel faydası ortaya çıkmıştır: (1) öğrenci merkezli öğrenmeyi teşvik etmiş ve öğrenci çalışmalarında gözlemlenebilir gelişmelere yol açmıştır; (2) e-öğrenme gerçekleştiği için öğrenciler ve öğretim görevlileri arasındaki ilişkiyi değiştirmiştir; (3) öğrencilerin öğrenmelerini, çevresel sürdürülebilirlik gibi dünyadaki etik sorumluluklarıyla ilişkilendirmiştir. Öğrenci merkezli öğrenmenin, öğretim görevlisinden öğrenciye değişen öğrenme deneyimi

içindeki güç dengesini içerdiği için önemlidir. Harmanlanmış bir öğrenme stratejisinin bir parçası olarak “çevrilmiş sınıf” yaklaşımının hem öğretim üyeleri hem de öğrenciler için olumlu olduğunu göstermiştir (Loy, 2014).

Bagley ve Galpin, 2015 yılında öğrencilere karmaşık biyolojik sistemleri daha iyi kavramsallaştırma becerisi kazandırmak için biyokimya / moleküler biyoloji, kinesiyoloji / sağlık bilimi, bilgisayar bilimi ve üretim mühendisliği unsurlarını birleştiren yenilikçi bir laboratuvar temelli öğretim yöntemi önermişlerdir. İki boyutlu (2B) miyoküler hücrelerin organel organizasyonu ve morfolojisinin ayrıntılı analizi için yetersiz olduğunu, somut 3B modellerin manipülasyonu ile öğrencilere anlamalarına yardımcı olabilecek yeni bakış açıları ve alternatif öğrenme deneyimleri sunacağını savunmuşlardır.

3B baskının öğrenme üzerindeki etkisi, “Kalp, Akciğerler ve Kan” dersi sırasında 127 birinci sınıf tıp öğrencisinin test performanslarının analizi yoluyla araştırılmıştır. Çalışma, dersler sırasında sadece anatomik görüntüleri kullanan 61 öğrencinin yer aldığı bir kontrol grubu, dersler sırasında 3B baskı modellerini inceleyen 66 öğrencinin yer aldığı bir deney grubundan oluşmaktadır. Sonuçlara göre 3B baskılı modellerin kullanımı öğrenmeyi desteklemiş; 3B baskı kullanan deney grubundakiler için ortalama test puanları %14,4 daha yüksek çıkmıştır (Smith, Tollemache, Covill & Johnston, 2018).

Başka bir çalışmada, 52 lisans tıp öğrencisi kardiyak anatomi öğreniminde kadavra materyallerin ve 3B basılı modellerin kullanımını araştırmıştır. 52 öğrenciden 18'i yalnızca kadavra materyalleri, 16'sı sadece 3B basılı modelleri, 18'i ise iki tipin bir kombinasyonunu kullanmıştır. Test öncesi ve sonrası test puanlarının istatistiksel analizi, yalnızca 3B basılı modelleri kullanan grup için test sonrası puanların anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermiştir. (Lim, Loo, Goldie, Adams & McMenamin, 2016).

Pieterse ve Nel (2016) tarafından yapılan araştırmada makine mühendisliği bölümünde 3B baskı gibi hızlı prototipleme tekniklerini kullanmanın avantajlarından bazıları gözden geçirilmektedir. Birincil avantaj, farklı hipotez araştırma parametrelerini doğrulama yeteneği ve enstrümantasyon üretim maliyetlerini düşürürken projenin daha iyi bir şekilde tamamlanmasına olanak vermesidir. İkincil avantaj ise karmaşık projelerdeki tasarım-test-revize döngüsü süresini kısaltarak

öğrencileri daha pratik araştırma problemleriyle karşılaştırmasıdır. Tek dezavantajı, bazı durumlarda araştırma bileşenlerinin, araştırılmakta olan fiili cihazların özgül gücü / katılığı sık sık bulunmayan basılı nesnelere değiştirilmiş olmasıdır. Bu, öğrencinin bu tür modellerde ölçek etkilerinin normal araştırma testlerinden daha önemli olduğunu anlama yeteneğini gerektirmektedir.

Hong Kong Şehir Üniversitesinde mühendislik temelli genel eğitim kursuna 3B yazıcı öğretiminin tanıtılması için yedi aşamalı bir pedagojik model geliştirilmiştir. Model, iki yıl boyunca tüm birinci sınıf öğrencilere açılan mühendislik alanı altındaki bir Genel Eğitim kursunda pilot olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin çoğu 3B baskı konusunda daha önce hiçbir deneyime sahip değildir ve hepsi de kursu tamamladıktan sonra teknolojiyi iyi anladıklarını kabul etmiştir. Öğrenme görevinin, yenilikçi fikirlerinin gelişimini desteklediğini ve öğrenme motivasyonlarını arttırdığını bildirmişlerdir. Ancak, öğrencilerin iş yükü algılarında ve öğrenme görevindeki zorlukta daha büyük farklılıklar vardır; Bunun fen bilimleri ve mühendislik öğrencilerinin zayıf teknik geçmişlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Chiu, Lai, Fan & Cheng, 2015).

Eisenberg'in 2013 yılında yaptığı araştırma önümüzdeki 10 yıl içerisinde 3B baskıyı çocuklar için kullanılabilir kılmak için aşılması gereken zorlukları ele almıştır. Bu zorluklar şunlardır; 1) 3B yazdırma yapabilmek için mevcut fiziksel alanın genişletilmesi, 2) "al ve kullan" mekanizmalarından türetilmiş fikirleri 3B baskıya dahil etmek, 3) taşınabilir ve her yerde basılabilir aygıtlar oluşturmak için yöntemleri araştırmak, 4) elle basılabilir nesnelere elle kişiselleştirilmesi ve bitirilmesi için araçlar yaratmak, 5) 3B elemanları yazdırma bağlamında belirlemek, değiştirmek ve birleştirmek için yazılım teknikleri geliştirmek.

Yapılan araştırmalar incelendiğinde 3B yazıcının eğitime olumlu yönde önemli bir katkısının olduğu açıktır. Çalışmalarda 3B yazıcıların derslerdeki aktif kullanımının öğrencilerin yaparak yaşayarak, deneme yanılma yoluyla öğrenmesine katkı sağladığı, üretim sürecini yakından gözlemlemeye yardımcı olduğu vurgulanmaktadır. Araştırmalarda elde edilen sonuçlar genel olarak 3B yazıcının öğrencilerin derse olan ilgilerine ve motivasyonlarına olumlu yönde etki ettiği ve öğrencilerin akademik başarısını artırdığı yönündedir.

Ülkemizde yapılan çalışmalarda daha çok 3B yazıcıların eğitimde kullanımına yönelik genel durum değerlendirmeleri, alanyazın çalışmaları, materyal geliştirme önerileri gibi konular işlenmiştir. Yurt dışında yapılan çalışmalarda ise 3B yazıcının eğitimde kullanımı örnek olaylarla değerlendirilmiş, deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu tez çalışmasının ülkemizdeki 3B yazıcının eğitimde kullanımını inceleyen deneysel çalışmalara bir başlangıç olacağı ve yol göstereceği ümit edilmektedir.



BÖLÜM 4

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, evren ve örnekleme, uygulama süreci, veri toplama araçları ve verilerin analizi başlıklar şeklinde verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

3B yazıcı kullanımının akademik başarı, tutum, motivasyon ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisinin araştırıldığı bu araştırma nicel yöntem ile desenlenmiştir. Farklı açılardan öğrencilere etkisinin araştırılması nedeniyle deneme modelindedir. Deneme modelleri, neden-sonuç ilişkilerini belirlemeye çalışmak amacıyla, doğrudan araştırmanın kontrolü altında gözlenmek istenen verilerin üretildiği araştırma modelleridir (Karasar 2009: s.87). Araştırmada öğrencilerin daha önce dijital materyal tasarım konusunda deneyimlerinin olmaması ve değerlendirme sürecinin geliştirilen rubrik ile yapılmasından dolayı öğrencilerin akademik başarı düzeylerini belirlemek için son test kontrol gruplu deneysel model kullanılmıştır.

3.2. Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını 2017-2018 eğitim öğretim yılı birinci döneminde Konya ili Meram ilçesi Mehmet Beğen Ortaokulunda öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırma için öncelikle okuldaki teknolojik donanım seviyesinin yüksek olabileceği düşüncesiyle Konya ilindeki 8 özel okul ile görüşülmüş fakat farklı sebeplerden dolayı kabul alınamamıştır. Daha sonra devlet okulu görüşmelerinde Mehmet Beğen ortaokulunda bilgisayar sınıfının bulunması; Teknoloji ve Tasarım dersinin uygulamayı yapmaya müsait olması; okul yönetimi, Bilişim Teknolojileri ve Yazılım ve Teknoloji ve Tasarım dersi öğretmenlerinden onay alınması ve Teknoloji ve Tasarım dersi öğretmenin uygulamaya gönüllü olması sebebiyle söz konusu okul seçilmiştir. Çalışma, Teknoloji ve Tasarım dersi öğretmeni ile istişare edilerek belirlenen zamanda 7. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. İlgili okulda Teknoloji ve Tasarım dersinin uygulamalı bir ders olması sebebiyle sınıf yarıya bölünmektedir. Ders öğretmenin yönlendirmesi ile C ve D şubelerinin derse katılan yarısı ile çalışılmıştır. Katılımcılar kontrol grubunda 16,

deney grubunda 19 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmaya ön test uygulamasına girmeyen 3 öğrenci de kapsamda tutulmuş toplam 35 (20 erkek, 15 kız) öğrenci katılmıştır. 3 haftalık uygulama süresi boyunca deney grubundaki her öğrencinin 3B dijital modelini basılabilir kontrolü yaparak çıktısını almak zaman aldığından dolayı sınırlı sayıda öğrenci ile çalışılmıştır. Araştırma öncesinde uygulama için öğrenci ailelerinden izin alınmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilere ilişkin demografik veriler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 3. Araştırmanın Katılımcılarına Ait Demografik Bilgiler

		N	%
Gruplar	Deney	19	54
	Kontrol	16	46
Cinsiyet	Erkek	20	57
	Kız	15	43
	Toplam	35	100

Tablo 1 incelendiğinde araştırmaya katılan öğrencilerin 19’u (%54) deney, 16’sı (%46) kontrol grubunda yer almaktadır. Öğrenciler cinsiyetleri açısından incelendiğinde 20’sinin (%57) erkek, 15’inin (%43) kız olduğu görülmektedir.

3.3. Uygulama Süreci

Araştırmada 3B dijital ve fiziksel materyal kullanımının akademik başarı, derse yönelik tutum ve motivasyon ile eleştirel düşünme eğilimlerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle “çocuklara yönelik 3B tasarım” konulu araştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda dünyada 3B tasarım konusunda lider yazılım firmalarından olan Autodesk firmasının çocuklara yönelik web tabanlı ücretsiz yazılımı “Tinkercad” isimli program ile karşılaşılmış ve araştırma uygulaması için söz konusu programın anlatımı seçilmiştir. Tinkercad programının ücretsiz ve web tabanlı olup kurulum gerektirmeden herhangi bir tarayıcı aracılığıyla erişilebilir olması, aynı zamanda günümüz çocuklarının

rahatlıkla kullanabileceği kolaylıkta olması bu programın seçilme nedenlerindedir. Daha sonra uzmanlar tarafından ilkokul ve ortaokul öğrencilerine yönelik 3B tasarım anlatımı yapan içerikler taranmıştır. Yapılan araştırmada Ek-1’de görseli verilen “Çocuklar için 3 Boyutlu Tasarım Tinkercad & Sculptrips – Yusuf Ulufer” kitabı ve Ek-2’de görseli verilen “Çocuklar için 3D Tara, Tasarla, Üret – İlker Vardarlı” kitabı temin edilerek incelenmiştir. İncelemeler sonucunda kitaplardan da yararlanılarak 3 haftayı kapsayan Ek-3’te gösterilen ders planı hazırlanmıştır. Hazırlanan ders planı haftalık olarak detaylandırılmıştır. Örnek olması açısından 1. hafta detaylı ders planı Ek-4’te verilmiştir. Araştırma için düşünülen ders işleyişi daha önce hiç uygulanmadığı için tasarlanan uygulamadaki eksiklikleri tespit etmek adına öncelikle bir pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Konya ili Meram ilçesinde Özel Armağan Kolejinde gerçekleştirilen pilot çalışmaya 32 7. sınıf öğrencisi (11 kız, 21 erkek) katılmıştır. Pilot uygulama 3 hafta olarak planlanan ders sürecinin sadece ilk bir haftasını kapsamıştır. Pilot uygulama sonrası tespit edilen eksiklikler tespit edilerek esas uygulama hatasız yapılmaya çalışılmıştır. Pilot uygulama sırasında, dersin işleneceği bilgisayar laboratuvarının teknik aksaklıklarının mutlaka giderilmesi; dersin anlatılması sırasında öğretmenin kullanacağı projeksiyon, akıllı tahta, öğretmen bilgisayarı gibi teknik araç ve gereçlerin öğrencilere uyumlu ve problemsiz olarak çalıştığından emin olunması; öğrencilerin Tinkercad uygulamasına üye olurken ve kullanırken yaşadıkları problemlerin tespit edilmesi; dersin verimli geçmesi için öğrencilerin bilgisayar laboratuvarında oluşturulacak oturma düzeninin iyileştirilmesi gereklilikleri gibi yaşanan deneyimler gerçek uygulamaya oldukça katkı sağlamıştır. Araştırmanın uygulaması için Teknoloji ve Tasarım dersi seçilmiştir. Bunun nedeni Teknoloji ve Tasarım dersinin içerik olarak 3B tasarım anlatmaya en yakın ders olmasıdır. Araştırmanın esas uygulaması için okul aramalarında bilgisayar laboratuvarı bulunması ve Teknoloji ve Tasarım dersinde müsait olması kriterlerine bakılmıştır.

Araştırmanın uygulaması Mehmet Beğen Ortaokulunda Teknoloji ve Tasarım dersinde 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın zamanlaması için ders öğretmeni rehberliğinde Ek-5’te yer alan Teknoloji ve Tasarım dersi ders planı baz alınarak 3B tasarıma en yakın kazanımlara sahip ünite olan “Ürün Geliştirme”

seçilmiştir. Ürün geliştirme ünitesinin kazanımları da baz alınarak öğrencilerin günlük hayatta kullanabilecekleri nesnelere tasarlamaya çalışmalarının uygun olacağı düşünülmüştür. 3 hafta süre içerisinde ilk hafta tanışma, 3 boyutu ve Tinkercad programını tanıma, ikinci hafta anahtarlık yapımı, 3. hafta kurabiye kalıbı yapımı anlatılmıştır. Uygulama haftalık 2 saat olan Teknoloji ve Tasarım dersinde bir ders saati uygulayarak anlatım, bir ders saati öğrenci uygulaması olarak gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerden dersin işlenişinden sonra derste 3B tasarımı anlatılan nesneyi kendi yaratıcılıklarını da katarak tasarlamaları ve ödevi dijital olarak teslim etmeleri istenmiştir. Deney grubunda istenen ödevler bir sonraki hafta 3B yazıcı aracılığıyla Şekil 6'da gösterilen bazı işlemlerden geçerek 3B baskı alınmış ve öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenmiştir. Kontrol grubunda istenen ödevlerle ilgili herhangi bir işlem yapılmamıştır. Dersin işleyişine yönelik deney ve kontrol grubuna ait örnek resimler aşağıda Şekil 7'de yer almaktadır. Deney grubu tarafından tasarlanarak 3B baskı alınan materyaller Şekil 5'te gösterilmiştir.

3B tasarım dersi araştırmacı tarafından anlatılmıştır. Teknoloji ve Tasarım dersinin öğretmeni sınıf yönetimi konusunda yardımcı olmuş ders anlatımı sırasında derste gözlemci olarak bulunmuştur. Ders bilgisayar laboratuvarında bulunan akıllı tahta aracılığıyla işlenmiştir. Araştırmaya başlamadan önce her iki gruba da derse yönelik tutum ve motivasyon ile eleştirel düşünme eğilimi ölçekleri uygulanmıştır.

Şekil 5: 3B Tasarım Anlatımı



Şekil 6: Deney Grubu 3B Baskılar



Şekil 7: 3B Baskı İşlemleri



3.4. Veri Toplama Aracı ve Verilerin Toplanması

Araştırmada veri toplama aracı farklı bölümlerden oluşmuştur. Öncelikle katılımcıların seviyesine uygun şekilde araştırma amacı açıklanmış, sonrasında demografik bilgiler istenmiştir. Öğrencilerin derse yönelik akademik başarılarını belirlemek için öğrencilerin geliştirmiş oldukları materyalleri değerlendirmeye yönelik bir rubrik geliştirilmiştir. Ayrıca araştırmanın uygulandığı ders olan Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutum ve motivasyon ile öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerini belirlemek amaçlı 3 farklı ölçekten de yararlanılmıştır. Veri toplama aracında kullanılacak ölçme araçları kısaca aşağıdaki gibi açıklanabilir.

3.4.1. Öğrenci Projelerini Değerlendirme Rubriği

Araştırmada öğrencilerin geliştirdikleri dijital materyalleri değerlendirebilmek için bir rubrik geliştirilmiştir. Rubriğin geliştirilmesi sürecinde Sezer (2005) tarafından ifade edilen rubrik geliştirme süreçleri takip edilmiştir. Materyalin değerlendirilmesine yönelik geliştirilen rubrik uygun materyal seçimi, görsel uyum-çekiciliğin sağlanması, unsurların birbiri ile uyumu, tasarımın karmaşıklığı, bütünlüğün sağlanması, materyalin tamamlanma durumu ve materyal özgünlüğü olmak üzere toplam 7 kritere göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesinde bilgisayar öğretmeni, BÖTE alanında öğretim elemanı ve Teknoloji ve Tasarım dersi öğretmeni olmak üzere üç farklı alan uzmanının görüşü ve onayı alınmıştır. Materyal değerlendirmeye yönelik geliştirilen rubrik Ek-6'da verilmiştir.

3.4.2. Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Tutum Ölçeği

Öğrencilerin Teknoloji ve Tasarım (TT) dersine yönelik tutumlarını belirlemek için 2008 yılında Nuhoğlu tarafından farklı bir derse (Fen ve Teknoloji) yönelik geliştirilen ve ilgili dersi de kısmen kapsayan Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği uyarlanarak kullanılmıştır (Ek-7). Bu ölçek 20 maddeden oluşmaktadır. İstanbul'da Üsküdar ilçesinde yer alan 3 farklı ilköğretim okulunun 6. 7. ve 8. sınıflarında öğrenim gören 422 öğrenciye uygulanarak analizleri yapılan tutum ölçeğinin güvenirlik katsayısı (Cronbach alfa) .8739'tir. Ek-10'da gösterildiği üzere ölçeğin kullanımı için izin alınmıştır.

3.4.3. Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği

TT Dersine yönelik motivasyonu belirlemek için Teknoloji ve Tasarım dersine uyarlanacak olan 2005 yılında Yaman ve Dede tarafından geliştirilen Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği kullanılmıştır (Ek-8). Bu ölçek 23 maddeden oluşmaktadır. Beş farklı ilköğretim okulunun 6. 7. ve 8. sınıflarında öğrenim gören 421 öğrenciye uygulanarak analizleri yapılan motivasyon ölçeğinin güvenirlik katsayısı (Cronbach alfa) .80'dir. Ek-11'de gösterildiği üzere ölçeğin kullanımı için izin alınmıştır.

3.4.4. Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği

Eleştirel düşünme eğilimini belirlemek için Ricketts ve Rudd tarafından 2005 yılında geliştirilip 2012 yılında Demirci tarafından uyarlanan Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği kullanılmıştır (Ek-9). Ölçek 26 maddeden oluşmaktadır ve Cronbach alfa .88'dir. Ek-12'de gösterildiği üzere ölçeğin kullanımı için izin alınmıştır.

3.5. Verilerin Analizi ve Yorumlanması

Öğrencilerin hazırladıkları materyallerden aldıkları puanları değerlendirmek amacı ile geliştirilen rubriğe dayalı olarak her bir öğrencinin dijital materyalleri ayrı ayrı iki araştırmacı tarafından incelenmiş, puanlanmış ve ortalama puanları alınmıştır. Son test puanları olarak deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarı düzeylerinin karşılaştırılmasında bu puanlar kullanılmıştır.

Araştırmaya katılan öğrencilerin verileri bilgisayar ortamına aktarılmadan önce verilerin geçerliği kontrol edilmiştir. Verilerin bilgisayar ortamına aktarılmasında öğrencilerin yaşları gereği her biri üçlü likert maddeler şeklinde ifadelerden oluşan Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutum ölçeği, Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyon ölçeği ve eleştirel düşünme eğilimi ölçeklerinin tamamı için “1- Katılmıyorum”, “2-Fikrim Yok” ve “3- Katılıyorum” şeklinde bir puanlama yapılmıştır.

Verilerin analizi için demografik bilgilerin yüzde ve frekans değerleri ile sunum yapılmıştır. Araştırma genelinde sayıların az olması, parametrik analiz ön şartının sağlanamaması nedeniyle parametrik olmayan testler ile analiz işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında derse yönelik motivasyon, tutum ve eleştirel düşünme eğilim puanları ile uygulama sonrasındaki akademik başarı puanları arasındaki farklılıklar İlişkisiz Ölçümler İçin Mann Whitney U-testi ile analiz edilmiştir. Diğer yandan grupların eğitim süreci ve sonrasındaki farklılıklarını belirlemek içinse İlişkili Ölçümler İçin Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılmıştır. Verilerin analizlerinde SPSS 22.0 (Statistical Package for the Social Sciences) paket programından yararlanılmış, anlamlılık düzeyi .05 olarak alınmıştır.

BÖLÜM 5

BULGU VE YORUMLAR

3 Boyutlu (3B) materyal tasarımının dijital ürün ve dijital ürüne ek olarak nihai hallerinin fiziksel ürün (materyal) şeklinde kullanımının öğrencilerin geliştirilen ders içeriği kapsamında akademik başarıları, derse yönelik motivasyon ve tutumları ile eleştirel düşünme eğilimi üzerindeki etkisinin incelendiği bu araştırmadan elde edilen bulgular, aşağıda başlıklar şeklinde verilmiştir.

4.1. 3B Fiziksel Ürün Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarı Durumları Üzerindeki Etkisi

Araştırmanın alt amaçları doğrultusunda öncelikli olarak sadece 3B dijital materyal geliştirilen kontrol grubu ile 3B dijital materyale ek olarak fiziksel ürünün öğrencilere sunulduğu deney grubundaki öğrencilerin akademik başarıları arasındaki etki araştırılmıştır. Öğrencilerin daha önce bu konuda eğitim durumları olmaması, yeni öğrendikleri bir konu olması nedeniyle ön ölçüm yani ön test kontrolü yapılamamış, uygulama sonrasında akademik başarıları karşılaştırılmıştır. Bu amaçla yöntem kısmında açıklandığı üzere, her iki grubun dijital materyaller şeklinde gerçekleştirmiş olduğu materyallere ait rubrikler ile belirlenen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Eğitim Süreci Sonrasında Grupların Akademik Başarı Durumlarının Karşılaştırılması

Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	19	21,84	415,00	79.00	.015*
Kontrol Grubu	16	13,44	215,00		

*p<.05

Tablo 4'te görüldüğü üzere, eğitim süreci sonrasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Teknoloji ve Tasarım dersindeki akademik başarı düzeyleri farklılaşmaktadır [U=79.00; p<.05]. Deney grubu öğrencilerinin derse yönelik akademik başarı sıra ortalama puanları (21.84) ile kontrol grubu öğrencilerinin derse yönelik akademik başarı sıra ortalama puanları (13.44) arasındaki fark istatistiki olarak anlamlıdır. Dijital materyallere ek olarak fiziksel materyallerin bir sonraki hafta öğrencilere gösterildiği gruplarda akademik başarının daha fazla olduğu ifade

edilebilir. Bu sonuç, öğrencilerin tasarladıkları ürünlerin dokunulabilir, somut hale getirilmesinin daha başarılı çizimler yapmalarını sağladığı şeklinde de yorumlanabilir.

4.2. 3B Fiziksel Ürün Kullanımının Öğrencilerin Derse Yönelik Motivasyonları Üzerindeki Etkisi

Araştırmada 3B dijital ortamların kullanılması için Teknoloji ve Tasarım dersinde uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda üç haftalık bir süreçte öğrencilere 3B materyal tasarımı konusunda eğitim verilmiş, eğitim öncesinde ve sonrasında öğrencilerin Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyon düzeyleri incelenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Grupların Eğitim Süreci Öncesinde Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Motivasyon Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	19	19.42	369.00	125.00	.370
Kontrol Grubu	16	16.31	261.00		

*p<.05

Tablo 5’te görüldüğü gibi deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyonları eğitim süreci öncesinde farklılaşmamaktadır [U=125.00; p>.05]. Bir başka ifade ile deney grubu öğrencilerinin derse yönelik motivasyon sıra ortalama puanları (19.42) ile kontrol grubu öğrencileri motivasyon sıra ortalama puanları (16.31) arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı değildir. Eğitim süreci öncesinde bu konuda iki grup arasında bir farklılık bulunmamaktadır.

Eğitim süreci sona erdikten sonra deney ve kontrol gruplarına Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyon düzeylerini belirlemek amacıyla aynı ölçek yeniden uygulanmıştır. Uygulama sonucunda kontrol ve deney grubu öğrencilerinin Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyonları değerlendirilmiş ve analiz sonuçları Tablo 6’ da verilmiştir.

Tablo 6. Grupların Eğitim Süreci Öncesi ve Sonrasındaki Teknoloji ve Tasarım Derslerine Yönelik Motivasyonlarının Karşılaştırılması

	Öntest- Sontest	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Deney Grubu	Negatif Sıra	6	5.17	31.00	-1.918	.055
	Pozitif Sıra	10	10.50	105.00		
	Eşit	3	-	-		
Kontrol Grubu	Negatif Sıra	7	8.57	60.00	-.414	.679
	Pozitif Sıra	9	8.44	76.00		
	Eşit	0	-	-		

* p<.05

Tablo 6 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin eğitim süreci öncesi ve sonrasında Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyonları arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır [$z=-1.918$; $p>.05$]. Deney grubu öğrencilerinin eğitim sonrası derse yönelik motivasyonları ile eğitim öncesi motivasyonları arasında istatistiki açıdan anlamlı düzeyde bir farklılık bulunmamaktadır. Aynı şekilde kontrol grubu öğrencilerinin eğitim süreci öncesi ve sonrası Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyonları arasında anlamlı bir bulunamamıştır [$z=-.414$; $p>.05$]. Kontrol grubu öğrencilerinin de eğitim sonrasında motivasyon puanları eğitim öncesine oranla farklılaşmamaktadır. Bu açıdan verilen eğitimin gerek deney gerek kontrol grubu öğrencilerinin Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyonları üzerinde anlamlı bir etkisi bulunamamıştır.

Diğer yandan 3B dijital materyaller ile hem 3B dijital materyal hem de bu materyallerin fiziksel çıktılarının kullanıldığı kontrol ve deney gruplarındaki öğrencilerinin Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyonlarının farklılık düzeyini belirlemek amacıyla deney ve kontrol grubunun eğitim sonrası motivasyon puanları karşılaştırılmış ve analiz sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Grupların Eğitim Süreci Sonrasında Teknoloji ve Tasarım Derslerine Yönelik Motivasyonlarının Karşılaştırılması

Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	19	19.87	377.50	116.50	.239
Kontrol Grubu	16	15.78	252.50		

*p<.05

Eğitim süreci sonrasında deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyonları arasında anlamlı bir fark olmadığı Tablo 7’de görülmektedir [U=116,50; p>.05]. Eğitim süreci sonrasında deney grubunun Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyon sıra ortalama puanları (19.87) ile kontrol grubunun Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik motivasyon sıra ortalama puanları (15.78) istatistiksel açıdan farklılaşmamaktadır. Bu açıdan üç haftalık bir eğitim süreci sonunda 3B dijital materyale ek olarak bu materyallerin 3B çıktılarının fiziksel olarak öğrencilere dağıtılmasının öğrencilerin ilgili derse yönelik motivasyonları üzerinde etkisi olmadığı söylenebilir.

4.3. 3B Fiziksel Ürün Kullanımının Öğrencilerin Derse Yönelik Tutumları Üzerindeki Etkisi

Araştırmada incelenen bir diğer alt amaç ise, 3B fiziksel materyal ile desteklenen eğitim sürecinin öğrencilerin Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutum üzerindeki etkisi olmuştur. Bu kapsamda üç haftalık eğitim süreci öncesi ve sonrası öğrencilerin derse yönelik tutum puanları incelenmiştir. Tablo 8’de öğrencilerin eğitim süreci öncesinde derse yönelik tutumlarından elde edilen analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 8. Grupların Eğitim Süreci Öncesinde Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Tutum Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	19	18.37	349.00	145.00	.816
Kontrol Grubu	16	17.56	281.00		

*p<.05

Gerek deney ve gerek kontrol grubunda yer alan öğrencilerinin Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutumlarının eğitim süreci öncesinde farklılaşmadığı Tablo

8'den görülmektedir [$U=145.00$; $p>.05$]. Bir başka ifade ile deney grubu öğrencilerinin derse yönelik tutum sıra ortalama puanları (18.37) ile kontrol grubu öğrencileri tutum sıra ortalama puanları (17.56) arasında fark bulunmamaktadır. Bu sonuç eğitim süreci öncesinde her iki uygulama grubu için Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik eşit düzeyde bir tutuma sahip olduğunu göstermektedir.

Eğitim süreci sonrasında grupların derse yönelik tutumlarında farklılık meydana gelip gelmediğini belirlemek için grupların Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutum puanları Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Eğitim Süreci Öncesi ve Sonrası Tutumlarda Meydana Gelen Değişimin Karşılaştırılması

	Öntest-Sontest	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Deney Grubu	Negatif Sıra	5	5.60	28.00	-2.702	.007*
	Pozitif Sıra	14	11.57	162.00		
	Eşit	0	-	-		
Kontrol Grubu	Negatif Sıra	6	7.33	44.00	-1.242	.214
	Pozitif Sıra	10	9.20	92.00		
	Eşit	0	-	-		

* $p<.05$

Tablo 9'dan görüleceği üzere, deney grubu öğrencilerinin eğitim süreci öncesi ve sonrasında Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutum puanları arasında anlamlı bir fark meydana gelmiştir [$z=-2.702$; $p<.05$]. Bir başka ifade ile 3B dijital materyale ek olarak öğrencilerin yaptığı çizimlerin 3B fiziksel materyal halinin dağıtıldığı grupta öğrencilerin derse olan tutumlarının arttığı gözlenmiştir. Kontrol grubundaki öğrenciler için yapılan karşılaştırma test sonuçlarına göre eğitim süreci öncesi ve sonrası Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutumları arasında farklılık olmadığı görülmüştür [$z=-1.242$; $p>.05$]. Sonuç olarak deney grubundaki öğrencilerin eğitim süreci sonrasında derse yönelik tutum puanları artarken, kontrol grubunda artış olmamıştır.

Son olarak deney ve kontrol gruplarının eğitim süreci sonrasında Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutum puanları karşılaştırılmıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Eğitim Süreci Sonrasında Deney ve Kontrol Gruplarının Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Tutumlarının Karşılaştırılması

Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	19	21.63	411.00	83.00	.022*
Kontrol Grubu	16	13.69	219.00		

*p<.05

Tablo 10’da görüleceği üzere eğitim süreci sonrasında gruplar arasında Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutum puanları açısından bir farklılık bulunmaktadır [U=83,00; p<.05]. Eğitim süreci sonrasında deney grubunun Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutum sıra ortalama puanları (21.63) iken, kontrol grubunun Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutum sıra ortalama puanları (13.69) farklılaşmaktadır. Bu açıdan 3B dijital materyale ek olarak 3B fiziksel materyal dağıtmak, sadece 3B dijital materyal kullanmaya oranla Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutumu artırmada daha etkili olmuştur.

4.4. 3B Fiziksel Ürün Kullanımının Öğrencilerin Eleştirel Düşünme Eğilimi Üzerindeki Etkisi

Son olarak 3B fiziksel materyal ile desteklenen bir eğitim sürecinin öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimi üzerinde anlamlı bir farka sahip olup olmadığı araştırılmıştır. Bu kapsamda öncelikli olarak deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerinde farklılık olup olmadığı ilişkisiz ölçümler için Mann Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır (Tablo 11).

Tablo 11. Eğitim Süreci Öncesinde Gruplara Ait Eleştirel Düşünme Eğilim Düzeylerinin Karşılaştırılması

Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	19	18.42	350.00	144.00	.790
Kontrol Grubu	16	17.50	280.00		

*p<.05

Tablo 11’de görüldüğü gibi deney ve kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilim düzeylerinde bir farklılık bulunmamaktadır [$U=144,00$; $p>.05$]. Eğitim süreci sonrasında deney grubunun eleştirel düşünme eğilim düzeyi sıra ortalaması puanları (18.42) ile kontrol grubunun sıra ortalaması puanları (17.50) farklılaşmamaktadır. Bir başka ifade ile her iki grubunda eğitim öncesi sıra ortalaması puanları eşit düzeydedir.

Eleştirel düşünme eğiliminin eğitim sürecinden etkilenip etkilenmediğini belirlemek için gerek deney gerek kontrol grubunun eğitim öncesi ve sonrası eleştirel düşünme eğilim düzeylerine ait puanları karşılaştırılmış ve analiz sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Eleştirel Düşünme Eğilim Düzeylerinin Eğitim Öncesi ve Sonrasına Ait Karşılaştırması

	Öntest- Sontest	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Deneysel Grup	Negatif Sıra	11	8.86	97.50	-.101	.920
	Pozitif Sıra	8	11.56	92.50		
	Eşit	0	-	-		
Kontrol Grup	Negatif Sıra	11	7.41	81.50	-.700	.484
	Pozitif Sıra	5	10.90	54.50		
	Eşit	0	-	-		

* $p<.05$

Tablo 12’den de görüleceği üzere, eleştirel eğilim düzey puanlarının ön test ve son test puanlarının karşılaştırılmasında gerek deneysel gruptaki öğrencilerin ön test-sontest puanlarında [$z=-.101$; $p>.05$], gerek ise kontrol grubundaki öğrencilerin ön test son test puanlarında [$z=-.700$; $p>.05$] anlamlı bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür. Bir başka ifade ile gerek doğrudan 3B dijital materyallerin kullanıldığı Teknoloji ve Tasarım dersi, gerek 3B dijital materyallerin 3B fiziksel çıktıları ile kullanıldığı tasarım dersinin her ikisi de öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerinde bir farklılığa neden olamamıştır.

Nihai olarak öğrencilerin son test puanlarında eleştirel düşünme eğilim düzeyleri açısından bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için iki gruba ait veriler karşılaştırılmış, sonuçlar Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Eğitim Süreci Sonrasında Grupların Eleştirel Düşünme Eğilim Düzeylerinin Karşılaştırılması

Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	19	19.68	374.00	120.00	.288
Kontrol Grubu	16	16.00	256.00		

*p<.05

Tablo 13 incelendiğinde eğitim süreci sonrasında da deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin eleştirel eğilim düzeylerinde bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır [U=120,00; p>.05]. Eğitim süreci sonrasında deney grubunun eleştirel düşünme eğilim düzey sıra ortalama puanları (19.68) ile kontrol grubunun sıra ortalama puanları (16.00) arasındaki fark istatistiki açıdan anlamlı değildir.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırma sonucunda elde edilen verilerin yorumları ele alınmıştır.

Baş döndürücü bir değişim ve yeniliğin sürdüğü yaşadığımız yüzyılda öğrencileri çağa ayak uyduracak ve bu değişimleri oluşturabilecek yenilikçi fikirler düşünüp üretebilecek kabiliyetlerle donatmamız gerekmektedir. Bu gereklilik, bilimi ve teknolojiyi yakından takip etmekle kalmayıp öncü olmak isteyen devletler tarafından STEM gibi eğitim yaklaşımlarıyla devlet politikası haline getirilmiştir. Artık öğretim ortamları, belirli bir müfredatı aktarmaktan uzak öğretmen eşliğinde ama öğrenci merkezli, yaparak yaşayarak, problemlere eleştirel yaklaşım yenilikçi çözümler üretecek şekilde tasarlanmalıdır. Endüstri 4.0 ile popüler hale gelen eklemeli imalat teknolojilerinden olan 3B yazıcılar modern eğitim öğretim ortamları için harika bir destek aracıdır. 3B yazıcılar için zamanla düşen maliyet ve ortaya çıkan açık kaynak kodlu yazılımlar 3B yazıcıyı hemen hemen her eğitim ortamında bulunabilecek bir konuma getirmiştir. 3B yazıcının fiziksel varlığından öte eğitim ve öğretim ortamına profesyonel olarak entegre edilmesi ve kullanılacak 3B dijital materyallerin kolayca temin edilmesi ya da tasarlanabilmesi ve uygulayıcılar olan öğretmenlerin bu konuda yeterli uzmanlığa sahip olması büyük önem taşımaktadır. Yapılan araştırmalarda varılan sonuçlar bu yargılarla paralel görüşlere sahiptir. Bu bağlamda araştırmada genel anlamda 3B yazıcıların eğitim ve öğretimde daha etkin kullanımına ve alanyazına katkı sağlanmak istenmiştir.

Araştırma kapsamında 2017-2018 eğitim öğretim yılı birinci yarıyılında 3B dijital materyallerin 3B fiziksel materyaller ile desteklenmesinin öğrenciler üzerindeki etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda 3B dijital materyallerin kullanılacağı bir eğitim ortamı planlanmıştır. Bu plan doğrultusunda Teknoloji ve Tasarım derslerinin bu amaca yönelik uygulamalar içerdiği görülmüş, bilgisayar laboratuvarı olan ve bu konuda destek sunan bir okuldan izin alınmış, 3 haftalık bir eğitim süreci planlanmıştır. Ders kapsamında belirlenen içerik anlatılırken, her hafta sınıfta uygulamalar yaptırılmıştır. Deney ve kontrol grubunun her ikisinde de 3B dijital materyaller aynı şekilde uygulanırken, deney grubuna farklı olarak her

öğrencinin yaptığı çalışma bir sonraki hafta 3B yazıcıdan alınan çıktısı şeklinde fiziksel materyal olarak getirilerek, dijital materyali ile birlikte gösterilmiştir. Araştırmada 3B fiziksel materyal ile desteklenen 3B fiziksel materyal tasarımını konu alan eğitim sürecinin öğrencilerin akademik başarı, Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutum ve motivasyonlar ile eleştirel düşünme eğilimleri üzerindeki etkisi araştırılmış, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Eğitim sürecinde öğrencilerin geliştirdikleri dijital materyallerinin fiziksel olarak sunulması öğrencilerin akademik başarısını artırmıştır. Öğrencilerin somut olarak yaptıkları dokunabilir tasarımları görmeleri, onların tasarım yeterliklerini de artırmıştır. Bu sonuç, öğrencilerin tasarladıkları ürünlerin dokunulabilir ve somut hale getirilmesi daha başarılı çizimler yapmalarını sağladığı şeklinde düşünülmektedir. Alan yazında 3B baskının öğrencilerin akademik başarısı üzerine etkisini inceleyen araştırmalar mevcuttur. Philadelphia'daki bir kız lisesinde 10. sınıf kimya dersinde gerçekleştirilen çalışmada sonuç olarak 3B baskı kullanan öğrencilerin konuyu daha güçlü bir şekilde kavradığı bulunmuştur (Chery vd., 2015). 3B baskının öğrenme üzerindeki etkisinin tıp öğrencilerinin test performansı ile analiz edildiği araştırmalar da 3B baskı model kullanan öğrencilerin daha başarılı olduğunu göstermiştir (Smith vd., 2018; Lim vd., 2016). Bunların aksine Chien (2017) tarafından yapılan öğrencilerin CO₂ ile çalışan yarış arabaları tasarladıkları bir araştırmada 3B baskı ve manuel tasarım yapan öğrenciler arasındaki öğrenme performansında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Öte yandan doğrudan akademik başarıyı ölçmeyen fakat akademik başarıyı etkileyen bazı faktörleri inceleyen araştırmalar da mevcuttur. Kwon (2017) tarafından ortaokul öğrencilerine yapılan araştırmada 3B yazıcıların matematik becerisine katkı sağladığı sonucuna varılmıştır. Huleihil'in (2017) matematik öğretiminde 3B baskı etkisi üzerine elde ettiği sonuçlar, öğrencilerin matematiğe olan yansıtıcı düşünme yeteneklerinin anlamlı derecede arttığını göstermektedir. Avustralyalı 2 ilkokul öğretmenin yaptığı bir çalışmada, öğrencilerin sınıfta 3B tasarım ve baskı kullandıktan sonra şekilleri zihinsel olarak döndürme (mekânsal

zekâ) ve manipüle etme yeteneklerinde önemli bir gelişme gösterdikleri sonucuna varılmıştır (Gordon & Cowen, 2017).

Öğrencilerin 3B baskı alarak daha somut öğrenme gerçekleştirmesini teyit eden benzer araştırmalar vardır. Micallef (2015), 3B yazdırmanın soyut kavramları fiziksel nesnelere haline getirerek eğitim ortamında daha anlamlı bir etki sağladığını belirtmiştir. Peels (2017) de 3 boyutlu yazdırmanın soyut kavramları somutlaştırarak derslerde daha fazla ilgi çekmek amacıyla kullanıldığını ifade etmiştir.

3B baskı ile dokunulabilir bir nesne haline gelen öğrenme süreci farklı öğrenme stillerini de öğrenme ortamına dahil ettiğinden dolayı akademik başarıyı yükselttiği düşünülmektedir. Fiziksel dokunsallığı ve yaratılan fiziksel eserlerin gözlenebilirliğini geliştirmenin yanı sıra, bağımsız ve içe dönük çalışma için kendi kendini yöneten yapı ve kapasiteye izin verir. Sanal materyallere göre 3B baskı eserlerin avantajının vurgulandığı bir araştırmada 3B baskının fiziksel dokunsallığın ve tasarlanan fiziksel eserlerin gözlenebilirliğinin iyileştirmesinin yanı sıra bağımsız ve içe dönük çalışmalar için kendi kendine yönetilebilen yapı ve kapasiteye izin verdiklerini belirtmiştir (Chen vd., 2017). İki Yunan lisesinde yapılan bir çalışmada, 3B yazıcı kullanımının farklı öğrenme stillerinin uygulanmasına olanak sağladığı, özellikle bazı öğrencilerin ilgisini çekmek için faydalı olduğu tespit edilmiştir (Kostakis vd., 2015). 3B yazdırma ile öğrenmenin farklı öğrenme stilleri ile ilişkisini inceleyen bir araştırmada kuramsal kavramları göstermek için 3B basılı eserlerin kullanılmasının tercih edilen aktif, refleksif, teorik ve pragmatik öğrenme stillerine göre farklı öğrenci gruplarını destekleyebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Yüksek öğretimde uygulanan metodolojik çeşitlilik ne kadar yüksek olursa, çoğu öğrenci için öğrenme o kadar verimli olmaktadır. Ayrıca, öğrenciler çeşitli öğrenme stilleri ile desteklendiği için daha sorumlu, motive olmuş, dahil olmuş ve daha yüksek seviyeli öğrenme seviyelerine ulaştıkları için yeni bilgileri daha etkin bir şekilde özümseyebilmekte, uygulayabilmekte ve tanımlayabilmektedirler. Horowitz ve Schultz'a (2014) göre, eğitim sürecinde fiziksel modeller hem görme hem de dokunma ve ayrıntılı inceleme anlamında katkı sağlayıcıdır.

Üç haftalık bir eğitim süreci sonunda 3B dijital materyale ek olarak bu materyallerin 3B çıktılarının fiziksel olarak öğrencilere dağıtılmasının öğrencilerin ilgili derse yönelik motivasyonları üzerinde etkisi olmadığı söylenebilir. Alan yazındaki bazı ilgili araştırmalar varılan sonucun aksine 3B yazıcının motive edici olduğunu söylemektedir. Kwon (2017) tarafından ortaokul öğrencileriyle yapılan araştırmada 3B yazıcıların öğrencilerin derse olan motivasyonuna olumlu bir etki yaptığı sonucuna varılmıştır. Politecnico di Torino'da Makine Mühendisliği Yüksek Lisansı sırasında 3B baskıyı proje öğrenme ortamına dahil etmenin öğrenci motivasyonu, anlayışı, ilgisi ve eğitimi ile ilgili olarak öğrencilere olumlu geri bildirim sağladığı bulunmuştur (Minetola, Iuliano, Bassoli & Gatto, 2015). Hong Kong Şehir Üniversitesinde mühendislik temelli genel eğitim kursuna 3B yazıcı öğretiminin tanıtılması için yedi aşamalı bir pedagojik model ile öğrencilerin öğrenme görevinin, yenilikçi fikirlerinin gelişimini desteklediğini ve öğrenme motivasyonlarını artırdığını bildirmişlerdir (Chiu vd., 2015). Araştırma sonucu elde edilen bulgunun fiziksel materyal karşılaştırması sebebiyle anlamlı bir farklılık oluşturmadığı düşünülmektedir. Nitekim alan yazında 3B tasarımın öğrencilerin derse yönelik motivasyonunu artırdığına yönelik araştırmalar da mevcuttur. Tu ve Chiang (2016) 3B tasarım eğitiminin öğrencilerin öğrenme güçlüklerini azalttığını ve motivasyonlarını artırdığını bulmuştur.

3B dijital materyale ek olarak 3B fiziksel materyal dağıtmak, sadece 3B dijital materyal kullanmaya oranla Teknoloji ve Tasarım dersine yönelik tutumu artırmada daha etkili olmuştur. 3B baskının farklı öğrenme stillerine destek vermesi sebebiyle derse yönelik tutumu olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Minetola vd. (2015) tarafından yapılan araştırmada 3B baskıyı öğrenme ortamına dahil etmenin makine mühendisliğine yönelik öğrenci tutumlarını geliştirdiği tespit edilmiştir.

3B tasarım eğitimi eşliğinde öğrencilere 3B fiziksel baskı vermenin eleştirel düşünme eğilimi üzerinde anlamlı bir farklılığa yol açmadığı sonucuna varılmıştır. İlgili alanyazında varılan bu bulgunun 3B yazıcı kullanımının eleştirel düşünmeyi geliştirdiğine dair çalışmalar vardır (Akundi, Smith & Tseng, 2017). Ulaşılan farklı

sonuçlar neticesinde 3B baskı almanın eleştirel düşünme eğilimini doğrudan değil dolaylı olarak etkilediği düşünülmektedir.

3B tasarım eğitimi süresince öğrencilere verilen ödevler neticesinde bazı öğrencilerin yaptıkları çalışmaların istenilenin dışına çıkarak yaratıcı eserler ortaya çıkardığı görülmüştür. Alanyazındaki bazı çalışmalar da eğitim sürecinde 3B baskı kullanmanın öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirdiğini belirtmişlerdir (Craddock, 2015; Horowitz & Schultz, 2014; Kostakis vd., 2015).

3B tasarım eğitimi sırasında öğrencilerin yaptıkları çalışmalarda bazı öğrencilerin tek seferde başarılı bir sonuca ulaşamadığı görülmüştür. Ayrıca istenilenin dışına çıkarak yaratıcılıklarını kullanan öğrencilerin yaptıkları modellerin basılabilir hale getirilmesi için ufak müdahalelere ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir. Bunların dışında bazı öğrencilerin bazı uygulama adımlarında teknolojiyi kullanma konusunda yardıma ihtiyaç duyduğu gözlenmiştir. Eğitim süreci içerisinde yaşanan bu gibi birtakım engeller alanyazında da yer bulmuştur. Nemorin & Selwyn (2017) 3B yazdırma odaklı bir tasarım projesinin uzun süren öğrenme aşamalarında ortaya çıkabilecek “hayal kırıklığı, fiziksel yorgunluk, zihinsel yorgunluk, bezginlik ve ara sıra panik” konusunda uyarmıştır. Ayrıca öğrenci teknolojik okuryazarlığı ve yeni teknolojilere yönelik tutumlar, maliyetler ve müfredat ve öğretim standartlarına entegrasyon da zorluklar arasında sıralanmıştır (Bull, Haj-Hariri, Atkins, & Moran, 2015).

BÖLÜM 7

ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma sonunda elde edilen bulgular dikkate alınarak uygulamaya ve yapılacak araştırmalara yönelik öneriler sunulmuştur.

Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular ışığında ileride yapılacak olan çalışmalar için aşağıdaki öneriler getirilebilir.

- Araştırma sınırlı sayıda öğrenci ile ve sınıfta kontrol grubu şeklinde desenlenmiştir. Öğrenci sayısı artırılarak daha uzun dönemli çalışmaların yapılması önerilebilir.
- Öğrencilerin 3B tasarımları araştırmacı tarafından 3B materyale dönüştürülmüştür. 3B yazıcı eğitim ortamlarına dahil edilerek, bizzat öğrencilerin kendi materyallerini üretmeleri sağlanarak, eğitim yeniden desenlenebilir.
- 3B yazıcıların farklı disiplinler ile birlikte kullanımı konusunda araştırmalar yapılabilir. Örneğin matematik, fen ve teknoloji gibi alanlarda eğitim amaçlı kullanımı araştırılabilir.
- Araştırmada son test kontrol gruplu bir desen uygulanmıştır. Yine 3B yazıcının eğitim ortamındaki etkisini ölçmek amacıyla ortaokul öğrencileriyle birlikte TT dersinde ya da farklı bir derste belirli bir sürede ön test-son test kontrol gruplu bir desen tasarlanarak farklı bir çalışma yapılabilir.

Uygulamaya Yönelik Öneriler

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular ışığında uygulamaya yönelik aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur:

- Araştırma sonuçlarına göre 3B yazıcı kullanımı öğrencilerin akademik başarısını ve derse yönelik tutumunu artırdığı sonucuna varılmıştır. Yapılan araştırmalar da 3B baskının öğretime entegrasyonu ile öğrenci öğrenmesi arasında pozitif bir korelasyon olduğunu, öğrencilerin yaratıcılık, teknik çizim ve ürün tasarımı ve geliştirmedeki becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. 3B baskının eğitimdeki

faydalı sonuçları neticesinde 3B yazıcılar eğitim öğretim ortamlarında yaygınlaştırılarak her okulda en az bir adet bulunacak hale getirilmelidir.

- 3B yazıcı kullanımının eğitim ve öğretim ortamlarındaki faydalarından yararlanmak için 3B yazıcıyı en verimli şekilde kullanmak gerekmektedir. 3B yazıcının eğitim ve öğretim ortamlarında verimli kullanılması için öğretim ortamına entegrasyonu adına çalışmalar yapılmalı, çeşitli disiplinlerdeki uygulama alanları araştırılarak belirli kazanımlar doğrultusunda eğitime entegre edilmelidir.

- 3B yazıcıların eğitim ve öğretime entegrasyonu sırasında eğitim ve öğretim ortamlarının uygulayıcıları olan öğretmenler çok kritik bir öneme sahiptir. Alan yazında 3B yazıcının eğitim ortamlarına entegrasyonunda yaşanan sorunları öğretmenlerin doğru rehberliği ile en az seviyeye indirildiği belirtilmiştir (Nemorin & Selwyn, 2017). Bu bağlamda öğretmenler mesleki gelişim noktasında 3B yazıcı kullanımı, 3B tasarım yapma, 3B modellere ulaşım, 3B yazıcının eğitim ortamında kullanımı, proje tabanlı 3B yazıcı kullanımı, derse yönelik öğrenmeyi destekleyici 3B basılı materyaller gibi çeşitli kurslarla desteklenmeli, eğitimler verilmelidir.

- 3B yazıcıların eğitim ve öğretime entegrasyonunu noktasında 3B model tasarımı ve edinimi gibi zorluklar vardır. Yurtdışında thingiverse.com gibi bazı 3B model havuzları mevcuttur. Ülkemizde de öğrencilerin ve öğretmenlerin 3B yazıcının eğitimde kullanımı ile ilgili 3B model, proje paylaşabilecekleri ve bilgi alışverişi yapıp fikirlerini tartışabilecekleri dijital platformlar, MEB, tüzel ya da gerçek kişiler tarafından oluşturulabilir.

- 3B yazıcıların eğitim ve öğretime entegrasyonu için MEB, tüzel ya da gerçek kişilikler tarafından 3B yazıcın yer aldığı projeler, dijital öğretim materyalleri, dijital ya da basılı kitaplar, video içerikleri hazırlanabilir.

BÖLÜM 8

KAYNAKÇA

- 3D Systems (2017). Erişim: <https://www.3dsystems.com/learning-center/case-studies/prosthetic-beak-gives-new-life-costa-rican-toucan>, 18.05.2019
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu*. İstanbul: Scala Basım.
- Akıllı Fabrikalar Geliyor (2016). *TOBB Ekonomik Forum Dergisi*, 259. Sayı. Erişim: http://haber.tobb.org.tr/ekonomikforum/2016/259/016_027.pdf, 08.05.2019.
- Aktan, C. C., Tunç, M. (1998). Bilgi Toplumu ve Türkiye. Yeni Türkiye, Ocak- Şubat 1998. S. 118-134.
- Akundi, A., Smith, E. D., & Tseng, T. L. B. (2017). Integration of Additive Manufacturing Technology in Curricula to Enhance Concept- Based Learning. In ASEE Annu. Conf. Expo., ASEE, Columbus, USA.
- Artı Boyut (2017). *3D Yazıcı (3D Printer) Nasıl Çalışır? - Katmanlı Üretim Yöntemleri*. Erişim: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/63-3d-yazici-nasil-calisir-katmanli-uretim-yontemleri>, 16.05.2019
- Bagley, J. R., & Galpin, A. J. (2015). Three- dimensional printing of human skeletal muscle cells: An interdisciplinary approach for studying biological systems. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 43(6), 403-407.
- Brown, A. (2015). 3D Printing in instructional settings: Identifying a curricular hierarchy of activities. *TechTrends*, 59(5), 16-24.
- Bull, G., Haj-Hariri, H., Atkins, R., & Moran, P. (2015). An educational framework for digital manufacturing in schools. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 2(2), 42-49.
- Campbell, T., Williams, C., Ivanova, O., & Garrett, B. (2011). *Could 3D printing change the world. Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing*, Atlantic Council, Washington, DC, 3. Erişim: http://www.atlanticcouncil.org/images/files/publication_pdfs/403/101711_ACUS_3DPrinting.PDF, 10.05.2019
- Carter V, Good E. (1973). Dictionary of Education. 4nd ed, New York, McGraw Hill Book Company.
- Chen, M., Zhang, Y., & Zhang, Y. (2014). Effects of a 3D printing course on mental rotation ability among 10-year-old primary students. *International Journal of Psychophysiology*, 2(94), 240.

- Chery, D., Mburu, S., Ward, J., & Fontecchio, A. (2015, October). Integration of the Arts and Technology in GK-12 Science Courses. *In 2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*(pp. 1-4). IEEE.
- Chien, Y. H. (2017). Developing a pre-engineering curriculum for 3D printing skills for high school technology education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(7), 2941-2958.
- Chiu, P. H. P., Lai, K. W. C., Fan, T. K. F., & Cheng, S. H. (2015, October). A pedagogical model for introducing 3D printing technology in a freshman level course based on a classic instructional design theory. *In 2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-6). IEEE.
- Craddock, I. L. (2015). Makers on the move: a mobile makerspace at a comprehensive public high school. *Library hi tech, 33*(4), 497-504.
- Çorlu, M.S., Capraro, R.M. & Capraro, M.M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science, 39*(171), 74-85.
- D'aveni, R. (2015). The 3-D printing revolution. *Harvard Business Review, 40-48*. Erişim: <https://hbr.org/2015/05/the-3-d-printing-revolution>, 10.05.2019
- Dede, Y., & Yaman, S. (2008). Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 2(1), 19-37.
- Demir, K., Demir, E. B. K., Çaka, C., Tuğtekin, U., İslamoğlu, H., & Kuzu, A. (2016). Üç boyutlu yazdırma teknolojilerinin eğitim alanında kullanımı: Türkiye'deki uygulamalar. *Ege Eğitim Dergisi, 17*(2), 481-503.
- Demircioğlu, E. (2012). Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği'nin uyarlama çalışması ve faktör yapısının farklı değişkenlere göre incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Demirel, Ö. (1999). Kuramdan Uygulamaya Eğitimde Program Geliştirme. Ankara: Pegem-A Yayıncılık.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education*. Middle Works Bd, 9.
- Dror, I. E. (2008). Technology enhanced learning: The good, the bad, and the ugly. *Pragmatics & Cognition, 16*(2), 215-223.
- Eisenberg, M. (2013). 3D printing for children: What to build next?. *International Journal of Child-Computer Interaction, 1*(1), 7-13.

- Endüstri 4.0 nedir? (2018), Yeni Akit. Erişim: <https://www.yeniakit.com.tr/haber/endustri-40-nedir-4-sanayi-devrimi-nedir-473606.html>, 09.05.2019
- Fisk, P. (2017). Education 4.0 ... the future of learning will be dramatically different, in school and throughout life. Erişim: <http://thegeniusworks.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/>, 12.07.2019.
- Ford, S., & Minshall, T. (2018). Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. Additive Manufacturing.
- Genç, M. (2012). *Sanayi Devrimi Nedir?*. Erişim: <http://sanayi-devrimi.nedir.org/>, 30.04.2019
- Gomaratat, S. (2015). Subject: Learning Productivity, stated in Sinlarat.P.(2015).10 Ways of Progressive Learning encouraging/facilitating the ability of the learner of 21st Century. Bangkok: Education Science, Dhurakit Bandit University.
- Gordon, G. & Cowen, R. (2017). *Why spatial intelligence is important and how to help develop it with 3d printing*. Erişim: <https://www.makeempire.com/spatial-intelligence-important-help-students-develop-3d-printing/>, 27.05.2019
- Gökçearsan, A. (2017). Üç boyutlu yazıcının grafik tasarım alanına yansımaları. *Fine Arts*, 12(2), 135-148.
- Helge Böhn, J. (1997). Integrating rapid prototyping into the engineering curriculum-a case study. *Rapid Prototyping Journal*, 3(1), 32-37.
- Hollenbeck, R., & Fey, J. (2009). Contemporary curriculum issues: Technology and Mathematics in the Middle Grades. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 14(7), 430-435.
- Horowitz, S. S., & Schultz, P. H. (2014). Printing space: Using 3D printing of digital terrain models in geosciences education and research. *Journal of Geoscience Education*, 62(1), 138-145.
- House, J. D., & Prion, S. K. (1998). Student attitudes and academic background as predictors of achievement in college English. *International Journal of Instructional Media*, 25(1), 29-30.
- Huleihil, M. (2017). 3D printing technology as innovative tool for math and geometry teaching applications. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 164, No. 1, p. 012023)*. IOP Publishing.
- Huynh Van Thai, M. L. (2017). The 4.0 Industrial Revolution Affecting Higher Educations Operating in Vietnam. *International Journal of Management Technology*, 1-12.
- Johnson, L., Becker, S. A., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *NMC horizon report: 2015 museum edition*. The New Media Consortium.

- Junte, J. (2017). *3D Printing And Additive Manufacturing – The Implications For OSH*. European Agency for Safety and Health at Work Discussion Paper. Erişim: <https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/3d-printing-new-industrial-revolution/view>, 10.05.2019
- Kan, A., & Akbaş, A. (2006). Affective factors that influence chemistry achievement (attitude and self efficacy) and the power of these factors to predict chemistry achievement-I. *Journal of Turkish Science Education*, 3(1), 30.
- Karaduman, H. (2017). Sosyal bilgiler eğitiminde 3 boyutlu yazıcıların kullanımı. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 590-625.
- Karaduman, H. (2018). Soyuttan Somuta, Sanaldan Gerçeğe: Öğretmen Adaylarının Bakış Açısıyla Üç Boyutlu Yazıcılar. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 273-303.
- Kılıç, T. (2018), *Hezarfen Eğitim Modeli*. Az Kitap. Erişim: https://www.researchgate.net/publication/325301868_Egitim_40_Nedir, 09.05.2019
- Kostakis, V., Niaros, V., & Giotitsas, C. (2015). Open source 3D printing as a means of learning: An educational experiment in two high schools in Greece. *Telematics and informatics*, 32(1), 118-128.
- Krassenstein, B. (2015). *What is 3D Printing & How Do 3D Printers Work? — A Guide*. Erişim: <https://3dprint.com/82272/what-3d-printing-works/>, 10.05.2019
- Kuzu Demir, E. B., Çaka, C., Tuğtekin, U., Demir, K., İslamoğlu, H., Kuzu, A. (2016). Üç Boyutlu Yazdırma Teknolojilerinin Eğitim Alanında Kullanımı: Türkiye'deki Uygulamalar. *Ege Eğitim Dergisi*, 17 (2), 481-503. DOI: 10.12984/egeefd.280754.
- Kwon, H. (2017). Effects of 3D Printing and Design Software on Students' Overall Performance. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 18(4), 37-42
- Lacey, G. (2010). 3D printing brings designs to life. *Tech Directions*, 70(2), 17.
- Lim, K. H. A., Loo, Z. Y., Goldie, S. J., Adams, J. W., & McMenemy, P. G. (2016). Use of 3D printed models in medical education: A randomized control trial comparing 3D prints versus cadaveric materials for learning external cardiac anatomy. *Anatomical sciences education*, 9(3), 213-221.
- Loy, J. (2014). eLearning and eMaking: 3D Printing Blurring the Digital and the Physical. *Education Sciences*, 4(1), 108-121.
- Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2006). Study of mathematically precocious youth after 35 years: Uncovering antecedents for the development of math-science expertise. *Perspectives on psychological science*, 1(4), 316-345.

- Maloy, R., Kommers, S., Malinowski, A., & LaRoche, I. (2017). 3D modeling and printing in history/social studies classrooms: Initial lessons and insights. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 17(2), 229-249.
- Marks, G. (2016). *10 Real Life Examples of 3D Printing*. Erişim: <https://www.foxbusiness.com/features/10-real-life-examples-of-3d-printing>, 18.05.2019
- Marr, B. (2018). *7 Amazing Real-World Examples of 3D Printing in 2018*. Erişim: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/08/22/7-amazing-real-world-examples-of-3d-printing-in-2018/#2bd1062d6585>, 18.05.2019
- McCoach, D. B., & Siegle, D. (2003). Factors That Differentiate Underachieving Gifted Students From High-Achieving Gifted Students. *Gifted child quarterly*, 47(2), 144-154.
- Meng C. C., Idris N., & Kwan L. (2014). Secondary Students' Perceptions of Assessments in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *Eurasia Journal of Mathematics. Science & Technology Education*, 10(3), 219-227.
- Mersand S. (2018). *3D Printing For Learning*. Erişim: <https://www.techlearning.com/tl-advisor-blog/3d-printing-for-learning>, 27.05.2019
- Micallef, J. (2015). *Beginning design for 3D printing*. New York: Apress.
- Minetola, P., Iuliano, L., Bassoli, E., & Gatto, A. (2015). Impact of additive manufacturing on engineering education—evidence from Italy. *Rapid Prototyping Journal*, 21(5), 535-555.
- Nemorin, S., & Selwyn, N. (2017). Making the best of it? Exploring the realities of 3D printing in school. *Research Papers in Education*, 32(5), 578-595.
- Novak, E., & Wisdom, S. (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(5), 412-432.
- Nuhoğlu, H. (2008). İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Bir Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 7(3), 627-639.
- Öncü, H. (2004). Motivasyon. Sınıf Yönetimi. (Edit: Leyla KÜÇÜKAHMET). Ankara, Nobel Yayınevi.
- Özsoy, K. (2018). Üç Boyutlu (3B) Yazıcı Teknolojisinin Eğitimde Uygulanabilirliği: Senirkent MYO Örneği. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 111-123.
- Öztemel, E. (2018). Eğitimde yeni yönelimlerin değerlendirilmesi ve eğitim 4.0. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 25-30. doi: 10.32329/uad.382041
- Partnership For 21st Century Skills (P21). (2013). *Framework For 21st Century Learning*. Erişim: https://www.teacherrambo.com/file.php/1/21st_century_skills.pdf, 10.05.2019

- Peels, J. (2017). *3D printing in education: How can 3D printing help students?*. Erişim: <https://3dprint.com/165585/3d-printing-in-education/>, 27.05.2019
- Pieterse, F. F., & Nel, A. L. (2016, April). The advantages of 3D printing in undergraduate mechanical engineering research. *In 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 25-31)*. IEEE.
- Pooworawan, Y. (2015). Challenges of New Frontier in Learning: Education 4.0. Document by Innovative Learning Center, Chulalongkorn University, DusitThani Hotel, Bangkok
- Puncreobutr, R. (2016). Education 4.0: New Challenge of Learning, *St. Theresa Journal of Humanities and Social Sciences*, 2(2) July-December 2016 92.
- Rosík, M. (2017). Education 4.0: Is there a synergy between Industry 4.0 and Education? International Workshop on Knowledge Management, IWKM'2017, 12 – 13 October 2017, Slovakia.
- Sanayinin Kısa Tarihi (2017). Erişim: <http://www.sanayidegelecek.com/sanayi-4-0/tarihsel-gelisim/>, 30.04.2019
- Semiz, T. Y. (2018). *3D Yazıcı (Printer) Nedir? Nasıl Çalışır? Neler Yapılabilir?*. Erişim: <https://maker.robotistan.com/3d-yazici-printer/>, 16.05.2019
- Sezer, H., & Şahin H. (2016). 3D Baskı Materyalinin Eğitimde Kullanımı: QUA VADIS?. *Tıp Eğitimi Dünyası*, 15(46).
- Sezer, S. (2005). Öğrencinin akademik başarısının belirlenmesinde tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak rubrik kullanımı üzerinde bir araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 61-69.
- Sheehan, J. (2018). *13 Examples of 3D Printing*. Erişim: <https://www.wazp.io/2018/04/11/13-examples-of-3d-printing-applications/>, 18.05.2018
- Smith, C. F., Tollemache, N., Covill, D., & Johnston, M. (2018). Take away body parts! An investigation into the use of 3D- printed anatomical models in undergraduate anatomy education. *Anatomical sciences education*, 11(1), 44-53.
- Suh, J. M. (2010). Tech-knowledge & diverse learners. *Mathematics teaching in the middle school*, 15(8), 440-447.
- 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), 1-26.
- Şahin, K., & Turan, B. O. (2018). Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojilerinin Karşılaştırmalı Analizi. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 97-116. doi: 10.30692/sisad.441648

- Şen, B. (2017). *Sağlıkta Yeni Umut Işığı: 3D Yazıcılar*. Erişim: <http://www.baglantinoktasi.com.tr/saglikta-yeni-umut-isigi-3d-yazicilar/>: 18.05.2019
- Taşdelen, M., Uysal, N., Oran, S., & Turp, O. (2017). *Geleceğin Üretim Teknolojisi Üç Boyutlu Yazıcılar*. *Turkchem Kimya Sanayi Haber Portalı*. Erişim: <http://www.turkchem.net/gelecegin-uretim-teknolojisi-uc-boyutlu-yazicilar.html>, 10.05.2019
- TEQ (2017). *Why 3D printing in the classroom*. Erişim: <https://www.teq.com//pdf/why-3d-print-in-the-classroom.pdf>, 26.05.2019
- Thomas, T. A. (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades*. Erişim: https://scholarworks.unr.edu/bitstream/handle/11714/2852/Thomas_unr_0139D_11492.pdf?sequence=1&isAllowed=y, 09.05.2019
- Togay, A., Güneş, S., Coşkun, M., & Gedik, E. (2017). *The case of digital design and fabrication lab in product design education; Gazi Dlab*.
- Tu, J. C., & Chiang, Y. H. (2016). The Influence of Design Strategy of Peer Learning on 3-D Software Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5).
- Wallner, T., Wagner, G., (2016). Academic Education 4.0, International Conference on Education and New Developments, 12-14 June 2016, Slovenia, pp. 155-159.
- Yıldırım, G., Yıldırım, S., & Çelik, E. (2018). Yeni Bir Bakış-3 Boyutlu Yazıcılar ve Öğretimsel Kullanımı: Bir İçerik Analizi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(25), 163-184.
- Yılmaz, M., & Algil, M. (2018). Matematik Öğretim Materyallerinin 3d Yazıcılarla Üretimi ve Eğitime Sağladığı Katkılar. *Journal of Awareness*, 3(4), 41-52.
- Zhang, C., Anzalone, N. C., Faria, R. P., & Pearce, J. M. (2013). Open-source 3D-printable optics equipment. *PloS One*, 8(3).

BÖLÜM 9**EKLER****EK-1. Çocuklar için 3 Boyutlu Tasarım Tinkercad & Sculptris – Yusuf Ulufer**

EK-2. Çocuklar için 3D Tara, Tasarla, Üret – İlker Vardarlı

ÇOCUKLAR İÇİN

3D tara tasarla üret

3 Boyutlu Yazıcı ve Tarayıcı Dünyasına Giriş!



İLKER VARDARLI

- 3D yazıcılar için nasıl tarama yapılır?
- 3D yazıcılar için tasarım yapabileceğiniz uygulamalar
 - 3D yazıcılardan nasıl çıktı alınır?
 - Tinkercad ile tasarıma giriş
 - 3D mobil uygulamalar

BAU STEM

PUSULA

EK-3. 2017-2018 Eğitim Öğretim Yılı Mehmet Beğen Ortaokulu 7. Sınıf Teknoloji ve Tasarım Dersi 3B Eğitimi Ders Planı

2017-2018 EĞİTİM ÖĞRETİM YILI MEHMET BEĞEN ORTAOKULU 7.SINIF TEKNOLOJİ VE TASARIM DERSİ 3B EĞİTİMİ DERS PLANI								
AY	HAFTA	TARİH	SÜRE	KONU	KAZANIMLAR	AÇIKLAMALAR	ÜNİTE ADI, AMACI VE KAZANDIRILACAK DEĞERLER	ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ARAÇLARI
ŞUBAT- MART	1	27 -- 01	2	3 BOYUTA GİRİŞ	1. 3 boyutun tanımını yapar, mantığını kavrar ve gerçek hayatla ilişkilendirir.	3 boyut ile ilgili öğrencilerden düşünceleri istenir ve bunlar üzerine tartışılıp 3 boyut kavramı tanımlanır.	<p>Tinkercad ile 3B Modelleme</p> <p>Amac: Bu ünite 3B kavramını içselleştirme, 3B düşünme, tasarlama ve modellemeyi kavrama ve süreçlerini tanıma becerisi kazandırılarak 3B modelleme sürecini birebir yaparak ve yaşayarak uygulama amaçlanır.</p>	<p>*Derse Yönelik Akademik Başarı Testi</p> <p>*Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Tutum Ölçeği</p> <p>*Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği</p> <p>*Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği</p>
					2. 3 boyutun dijital ortama aktarılması hakkında bilgi sahibi olur.	3 boyutun bilgisayar ortamında taşınması ile ilgili tartışılır ve örnekler verilir. Çizgi filmler ile örnekler verilir.		
					3. 3B modellemenin kullanım amaçlarını bilir, günlük hayattaki kullanım alanları ile ilgili ilişkilendirmeler yapar.	3 boyutun günlük hayatta kullanımı ile ilgili örnekler verilir ve bu örnekleri öğrencilerden çoğaltmaları istenir.		
					4. Çocuklar için 3B modelleme programı olan Tinkercad'i tanır, kullanımını kavrar.	Tinkercad programına üye olunur. Öğrencilere kısaca arayüzü tanıtılır ve Tinkercad programının sunmuş olduğu dersler öğrencilerle birlikte uygulanır.		
MART	2	04 -- 08	2	İSME ÖZEL ANAHTARLIK TASARLAYALIM	5. Çocuklar için 3B modelleme programı olan Tinkercad ile basit düzeyde ve bazı kurallar belirlenerek 3B model oluşturur ve oluşturduğu modeli çıktı alır.	Tinkercad programı ile öncelikle öğretmen eşliğinde bir ana şablon üzerinde isimli bir anahtarlık tasarlanır ve daha sonra aynı tasarımı öğrencilerden kendi isimlerini kullanarak yapmaları istenir ve bu çalışma 3B yazıcı ile çıktı almak amacıyla kaydedilir.		

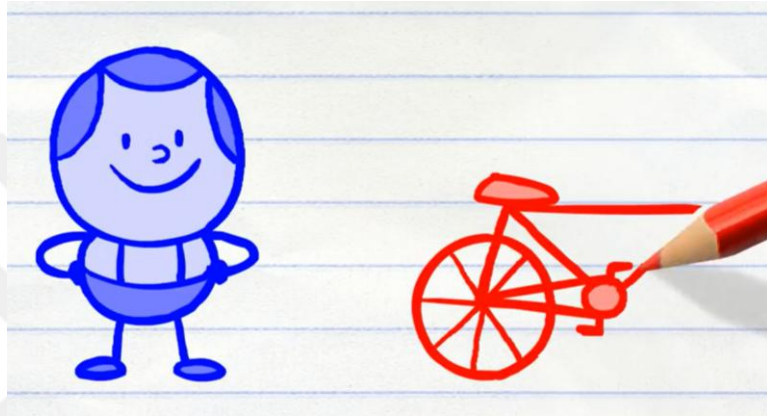
	3	11 -- 15	2	3. BOYUTUN LEZZETİ	6. Çocuklar için 3B modelleme programı olan Tinkercad ile öğrenciler hayal güçlerini de kullanabilecekleri serbest bir alanda orta düzeyde bir 3B model oluşturur ve oluşturduğu modeli çıktı alır.	Tinkercad programı ile öncelikle öğretmen eşliğinde öğrencilerle birlikte bir cisim belirlenerek kurabiye kalıbı tasarlanır daha sonra öğrencilerden herhangi bir şablon olmadan kendi hayal güçlerini kullanarak bir kurabiye kalıbı tasarımları istenir ve bu çalışma 3B yazıcı ile çıktı almak amacıyla kaydedilir.		
--	---	----------	---	--------------------	---	---	--	--

Ek-4. Detaylı Ders Planı**1. HAFTA DERS PLANI**

Okulun Adı	: Mehmet Beğen Ortaokulu
Dersin Adı	: Teknoloji ve Tasarım
Sınıfı	: 7. Sınıf
Ünitenin Adı	: Tinkercad ile 3B Modelleme
Konunun Adı	: 3 Boyuta Giriş
Süresi	: 2 Ders Saati
Kaynaklar	: Çocuklar için 3 Boyutlu Tasarım Kitabı (Abaküs Yayınları)
Tarih	: 28.02.2018
Cevaplandırılacak Sorular	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 3 boyut nedir? 2. 3B modelleme ne gibi faydalar sağlar? 3. 3B modellemenin kullanım alanları nerelerdir? 4. 3B modelleme için kullanılan programlar nelerdir? 5. Tinkercad programı nedir, nasıl erişilir? 6. Tinkercad programına nasıl üye olunur? 7. Tinkercad arayüzünde neler var? 	
İçerik Düzeni	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 3 boyutun tanımı 2. 3 boyutun mantığını kavrama ve gerçek hayatla ilişkilendirme. 3. 3 boyutun faydaları 4. 3 boyutun amaçları ve kullanım alanları 5. 3B modelleme için kullanılan programlar 6. 3B modelleme için kullanılan “Tinkercad” programının tanıtımı 7. Çevrimiçi olarak kullanılan Tinkercad programına üye olma 8. Tinkercad programı arayüzünün ve araçlarının tanıtımı 	
Yöntem/Teknik	<ul style="list-style-type: none"> • Sunuş ve Buluş Yoluyla Anlatım • Tartışma, Soru – Cevap • Gösterip Yaptırma • Araştırmaya Yönlendirme
Kazanımlar	<ul style="list-style-type: none"> • 3 boyutun tanımını yapar. • 3 boyutun mantığını kavrayarak gerçek hayatla ilişkilendirir. • 3 boyutu dijital ortamda anlamlandırır.

	<ul style="list-style-type: none"> • 3B modellemenin kullanım amaçlarını öğrenir. • 3B modellemenin özelliklerini bilerek günlük hayatındaki kullanım alanlarını araştırır. • Çocuklar için 3B modelleme programı olan Tinkercad'e ulaşabilir ve onu tanır. • Tinkercad programına üye olur. • Tinkercad programının arayüzünü ve araçlarını tanır. • Uygulayarak başlangıç düzeyinde Tinkercad programını kullanımını kavrar.
İlişkilendirmeler	<ul style="list-style-type: none"> • Günlük hayat • Çizgi film • Animasyon
Öğrenciye Kazandıracığı Yaşamsal Beceriler	<ul style="list-style-type: none"> • 3 boyut kavramı hakkında bilgi sahibi olur ve onu içselleştirir. • 3 boyutlu düşünme becerisi gelişir. • 3 boyut kavramını dijital olarak aktarabilir. • 3B modelleme ile ilgili araştırma merakı ve isteği kazanır. • Hayal gücünü genişleterek farklı ortamlardaki nesnelere 3 boyut modellemelerini ve kullanımlarını düşünür.
Araç ve Gereçler	<ul style="list-style-type: none"> • Bilgisayar, Projeksiyon, Beyaz Tahta, Tahta Kalem
Materyaller	<ul style="list-style-type: none"> • Flash • Bilgisayar • Çocuklar için 3 boyutlu modelleme programı olan Tinkercad
Dersin İşlem Basamakları	
Giriş	
<p>Öğretmen sınıfa girdikten sonra hazırlıklarını yapar ve hazırladığı materyalleri kullanılabilir hale getirdikten sonra sınıfın merkezine yönelir. Sınıf ile ilk defa tanışacağı için öncelikle kendisini tanıtır ve “Arkadaşlar sizinle birlikte bir akademik çalışma yapacağız. Bu çalışmada sizin katkılarınız büyük olacak. Öncelikle katkılarınız için şimdiden öğretmenimize ve size çok teşekkür ederim.” diyerek öğrencilerde merak uyandırır. “Sizinle 1 aylık bir çalışma yapacağız ve bu çalışma 3 boyutlu modelleme ile ilgili. Bu sayede bir ay sonunda hayal ettiğimiz bir ürünü kendimiz üretebilir hale geleceğiz. Bu süreç içerisinde istediğiniz herhangi bir şeyi ders içi ya da dışı bana sorabilirsiniz.” şeklinde neden burada olduğunu kısaca açıklar. Daha sonra öğrencilerle tanışır. Böylece öğrencileri rahatlatır, iyi bir öğrenme ortamı hazırlanmasına zemin hazırlar ve dersin konusu ile ilgili öğrencilerde merak uyandırır. Öğrencilerin ders ile ilgili geçmişlerini öğrenmek adına bu derste daha önce neler yaptıklarını anlatmalarını ister ve bu şekilde öğrencilerle bir sohbet ortamı oluşturur.</p>	

Kısa sohbetten sonra “3 boyut nedir? Fikri olan var mı?” sorusunu sorarak konuya yumuşak bir geçiş yapar. Öğrencilerden gelen doğru cevaplar onaylanır, yanlış cevaplar düzeltilir. Daha sonra “Arkadaşlar 3 boyut, nesnenin yükseklik, genişlik ve derinliğe sahip olmasıdır” cümlesiyle kavram tanımlanır. “Bizler 3 boyutlu varlıklarız, yükseklik, genişlik ve derinliğe sahibiz” şeklinde kavram somutlaştırılır. “Peki 3 boyutu tanımladık fakat her şeyin 3 boyutlu olduğu dünyamızı 2 boyutlu olan bilgisayar ekranına nasıl taşıyabiliriz, bunları konuşalım” diyerek konuyu daha da derinleştirir. “Dijital ortamda çektiğimiz fotoğraflar, bazı çizgi filmler 2 boyutludur. Örneğin...” diyerek öğrencilere 1 dakikalık bir çizgi film gösterilir ve öğrencilerin konuya ilgileri artırılır.



“Bazı çizgi filmlerde 3 boyutludur, bunun gibi...” diyerek Buz Devri film resmi gösterilir.

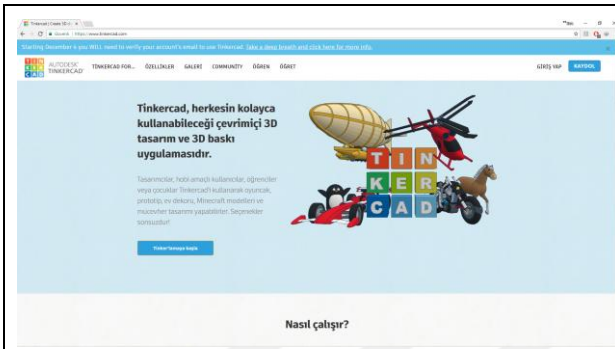


“Bu şekilde nesnelere 3 boyutlu yapma işlemine 3B modelleme denir. 3B modelleme günlük hayatımızda çizgi filmler, animasyonlar, mimari, makine parçaları gibi pek çok yerde kullanılmaktadır. Başka ne gibi örnekler verebiliriz?” sorusu ile öğrencilerin konuyu anlayıp anlamadıkları kontrol edilir. “3 boyutlu modellemenin saydığımız gibi pek çok amacı var fakat bizim şu an için temel kullanım amacımız 3B yazıcı ile modellediğimiz dijital tasarımları somut olarak görmek ve bir ürün haline dönüştürmek. Peki bu 3B modellemeyi nasıl yapacağız? 3B modelleme yapmak için bize yardımcı olan bazı programlar vardır. Bunlardan bizim için uygun ve zevkli olanı ‘Tinkercad’ programıdır.” şeklinde 3 boyut ile ilgili bilgilendirmeden sonra Tinkercad programına geçiş yapılır.

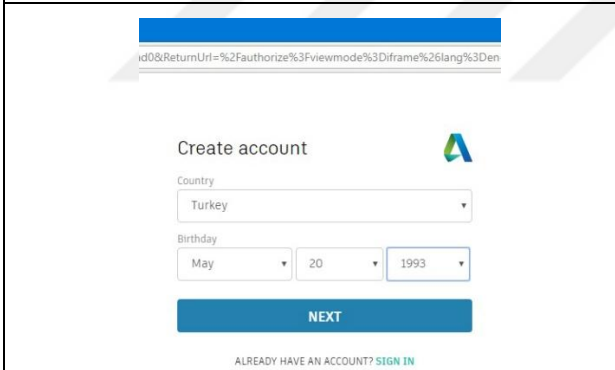
Gelişme:

“Arkadaşlar Tinkercad ulaşılması çok kolay ve ücretsiz bir program. Bilgisayarlarımıza herhangi bir program yüklemeyen tarayıcı aracılığıyla bu programı kullanabiliyoruz. Şimdi hep birlikte kayıt olalım ve programı kısaca tanıyalım. Birlikte uygularken de not almayı unutmayalım.” diyerek öğrencileri uyarır. Bilgisayar başına geçilir ve öğrencilerin ekrana bakması sağlanır.

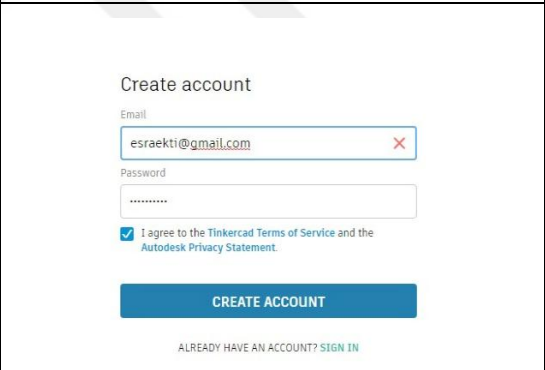
“Arkadaşlar öncelikle tarayıcımızı açıyoruz ve daha sonra arama çubuğuna Tinkercad yazarak arama motoru ile ya da tinkercad.com yazarak direk olarak siteye ulaşabiliyoruz” Kelimenin doğru anlaşılması adına “Tinkercad, tinkercad.com” kelimeleri tahtaya yazılır.



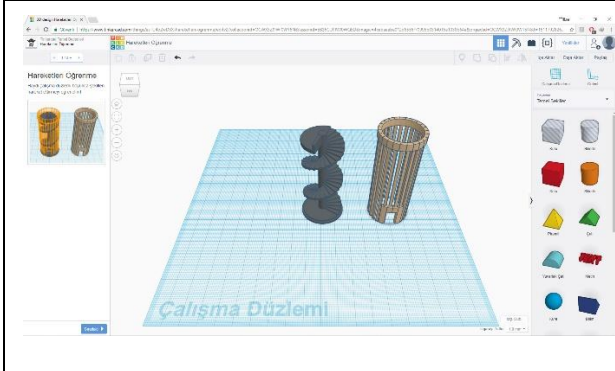
“Bizi öncelikle böyle bir sayfa karşılıyor fakat kullanmaya başlamamız için email hesabımız ile kayıt olmamız gerekiyor. Bunun için sağ üst köşedeki kaydol butonuna tıklıyoruz.” Parmak ile buton gösterilir.



“Ülkemiz ve doğum tarihimizi seçiyoruz, daha sonra Next butonuna tıklıyoruz.”



“Email adresimizi ve şifremizi yazıyoruz”.

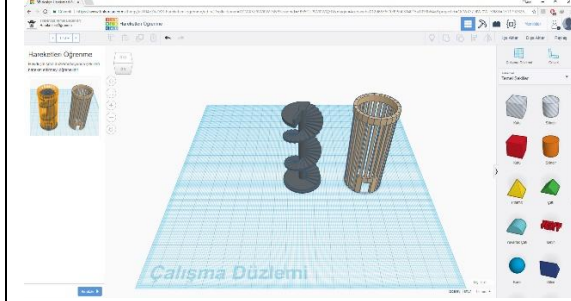


“Daha sonra öğrenme sayfası bizleri karşılıyor. Arkadaşlar bu dersler Tinkercad’in bize sunmuş olduğu dersler bunları adım adım uygulayacağız ama önce Tinkercad’in arayüzünde neler var, onlara bir tanıyalım.”

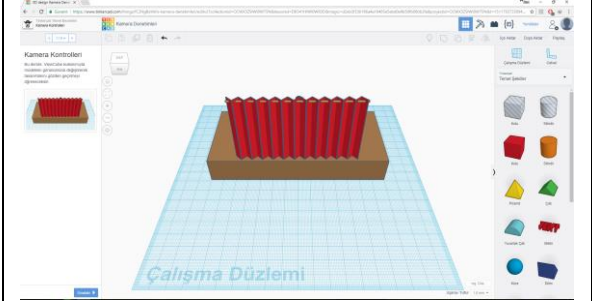
Öğrencilere bilgi yığını olmaması adına arayüz kısaca tanıtılır ve Tinkercad derslerine geçilir.

“Arkadaşlar şimdi Tinkercad’ın bize söylediklerini adım adım yapalım.”

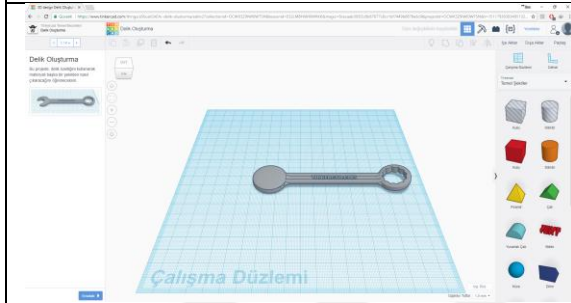
Tinkercad’ın sunmuş olduğu tüm dersler;



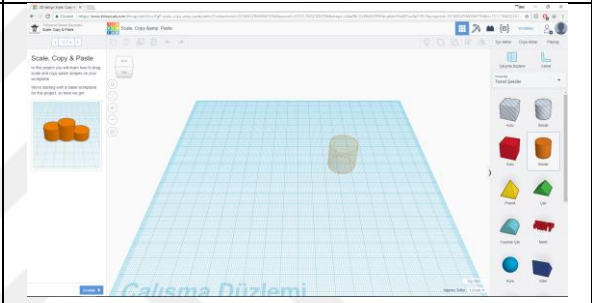
Hareketleri Öğrenme



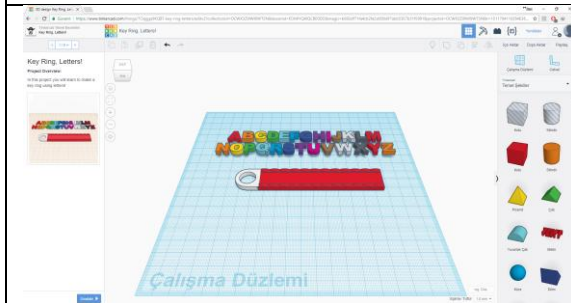
Kamera Kontrolleri



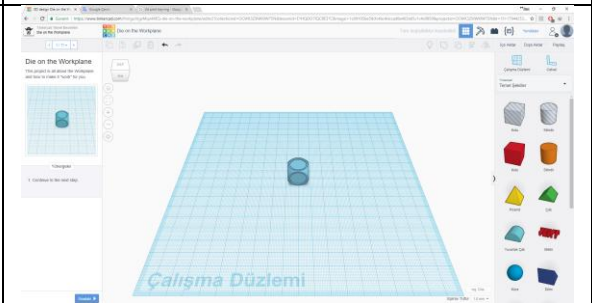
Delik Oluşturma



Scale, Copy, Paste

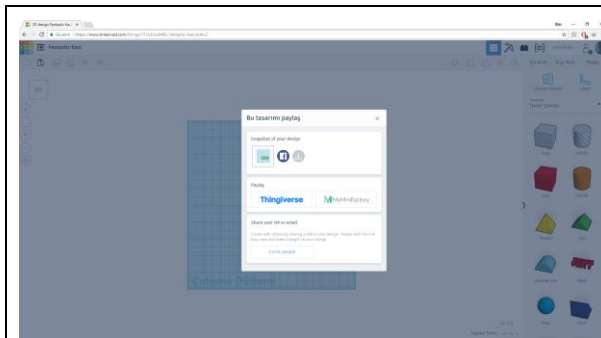


Key Ring, Letters!



Die on the Workplane

Adım adım öğrencilerle etkileşimli olarak öğretmen eşliğinde tamamlanır. Her ders sonrası öğrenciler sorularla kontrol edilerek devam edilir.



“Arkadaşlar şimdi yaptığımız çalışmayı resim olarak kaydetmek için sağ üstteki paylaş butonuna tıklıyoruz ve çıkan pencereden aşağı doğru ok olan butonu tıklıyoruz. Bu şekilde çalışmalarımızı 2 boyutlu resme dönüştürmüş oluyoruz.”

“Bunlardan hepsini denedik tekrar denememi istediğiniz ve aklınıza takılan bir nokta var mı arkadaşlar?” diye sorarak öğrencilerden dönüt bekler.

Sonuç

Öğretmen, öğrencilerin öğrenmelerini kontrol etmek için hazırladığı soruları öğrencilere yönlendirir. Soruların cevaplarını aldıktan sonra da pekiştirmek için programda tekrar uygular.

“Arkadaşlar şimdi ödevinizi söylüyorum. Tinkercad’ın anasayfasında bulunan kapatıcıyı yapmanızı istiyorum.” Anasayfaya gidip video gösterilir. “Yaptıktan sonra şimdi uyguladığımız gibi resme dönüştürüp ‘esraekti@gmail.com’ adresine göndermenizi istiyorum. Yaptığınız çalışmaları da arkadaşlarınıza göstererek birbirinizle fikir alışverişi sağlayın ve yaptıklarınıza yorum yapın, tamam mı?”

“Arkadaşlar sormak istediğiniz bir şey var mı konu ya da ödevle ilgili ya da başka bir şey?” diye sorar öğrencilerin öğrenmeleri kontrol edilir ve ödevin anlaşıldığından emin olunur.

“Arkadaşlar bir sonraki dersimize daha sonra kullanabileceğimiz ismimizin olduğu bir anahtarlık tasarlayacağız. Aklınıza takılan ya da yapamadığınız bir şey olursa sorabilirsiniz”.

“İyi Günler Arkadaşlar”.

Zaman Çizelgesi

Bölüm/DK	1	2	3	4	5	6	7
Giriş							
Gelişme							
Sonuç							

Öğrencinin Bağımsız Çalışma Alanı	<ul style="list-style-type: none"> Verilen ödev sayesinde Tinkercad Programında çalışması Okul dışı da bu nesneyi günlük hayatında kullanması
Performans Göstergesi	<ul style="list-style-type: none"> 3 boyutlu düşünme becerisi Tinkercad arayüzünü kullanabilmesi
Esra ÇEKİRGE Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi	

EK-5. Teknoloji ve Tasarım Dersi Ders Planı

2017-2018 EĞİTİM ÖĞRETİM YILI MEHMET BEĞEN ORTAOKULU TEKNOLOJİ VE TASARIM DERSİ 7.SINIFLAR YILLIK PLANI - 1.DÖNEM										
AY	HF	SA	Ö.A.	ÜNİTE	KAZANIMLAR	AÇIKLAMALAR	ETKİNLİKLER	ARAÇ-GEREÇ	ÖLÇME VE DEĞ.	
18-20 EYLÜL	1	2	A. TEKNOLOJİ VE TASARIMIN TEMELLERİ 6 HAFTA	A.1 Teknoloji ve Tasarım Öğreniyorum	A.1.1 Teknoloji kavramını söyler.	Bu ünite; öğrencilerin teknoloji ve tasarım kavramlarını ve bu kavramlar arasındaki ilişkiyi öğrenmeleri, ayrıca günlük hayatta karşılaştıkları sorunların çözümlerinde öğrendiklerini kullanmaları amaçlanmıştır.	[5] Sınıf etkinliği	*Ürün Dosyası	*Gözetim Formu	
	2	2			A.1.2 Tasarım kavramını söyler.					A.1.3 Teknoloji ve tasarım arasındaki ilişkiyi ifade eder.
2-7 EKİM	3	2	A.2 Temel Tasarım	A.2.1 Sanat/tasarım elemanlarını ifade eder.	A.2.2 Sanat/tasarım elemanlarını bir ürün üzerinde gösterir.	Bu ünite; öğrencilerin sanat/tasarım elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanarak oluşturdukları fikirlerini taslak, teknik çizim, maket vb. ile ifade edebilmesi amaçlanmıştır.	[5] Sınıf Etkinliği [B] Bireysel Etkinlik [I] Geri Dönüşüm Ürünü	*Ürün Dosyası *Sanat/Tasarım Örnekleri *Atık Malzemeler	*Gözetim Formu *Ürün Değerlendirme *Der.Puan.Anahatları *Öz Değerlendirme	
	4	2								A.2.3 Tasarım ilkelerini bir ürün üzerinde göstererek açıklar.
	5	2								A.2.4 Çevresindeki bir tasarım ürününü yeniden yorumlar.
	6	2								A.2.5 Sanat/tasarım elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanarak bir tasarım oluşturur.
1 ABALIK-30 EKİM	7	2	B.1 Tasarım Süreci ve Tanıtım 8 HAFTA	B.1.1 Tasarım sürecinin bir problem tanımlama ve çözüm önerme süreci olduğunu söyler.	B.1.2 Günlük hayatta karşılaşılan bir sorun veya ihtiyacı "tasarım problemi" şeklinde ifade eder.	Bu ünite; tasarım süreci ve tanıtımın, problem tanımlama, araştırma, planlama, oluşturma ve değerlendirme basamaklarından oluştuğunu ve bu sürecin hem bireysel hem de iş birliği yapılarak uygulanabileceğinin öğrenilmesi amaçlanır.	[5] Sınıf etkinliği	*Ürün Dosyası *Tasarım Süreci Örnekleri	*Gözetim Formu	
	8	2								B.1.3 Belirlediği probleme yönelik çözüm önerileri geliştirebileceğini ifade eder.
	9	2								B.1.4 Tasarım sürecinin araştırma basamaklarını söyler.
	10	2								B.1.5 Tasarım geliştirme kriterlerini söyler.
	11	2								B.1.6 Tasarım oluşturulurken kullanıcı, malzeme, uygulama ve çevre faktörlerinin önemini açıklar.
	12	2								B.1.7 Tasarımı oluşturmak için gerekli aşamaları açıklar.
4-20 ARALIK	13	2	B.2 Bilgisayar Destekli Tasarım	B.2.1 Tasarımı için taslak çizimler yapar.	B.2.2 Taslak çizimlerini bilgisayar yardımıyla iki boyutlu görsellere dönüştürür.	Bu ünite öğrencilerin bilgisayar destekli tasarım bilgilerini ve süreçlerini öğrenmeleri amaçlanmıştır.	[B] Bireysel Etkinlik [I] 2. Boyutlu Taslak Çizim [I] 2. Boyutlu Dijital Çizim	*Ürün Dosyası *Çizim Araçları *Çizim Programı *Sunu Hazırlama Programı	*Gözetim Formu *Ürün Değerlendirme *Der.Puan.Anahatları *Öz Değerlendirme	
	14	2								B.2.3 Tasarım fikrini açıklamak için çoklu ortam sunusu hazırlar.
	15	2								B.2.1 Tasarım sürecinin üretim süreçlerini açıklar.
	16	2								B.2.2 Taslak çizimlerini bilgisayar yardımıyla iki boyutlu görsellere dönüştürür.
2-19 OCAK	17	2	C.1 Mimari Tasarım	C.1.1 İşlevsel farklılıkların mimari tasarımda yapısal farklılıklara yol açtığını söyler.	C.1.2 Yakın çevresindeki mimari yapıları işlevsel farklılıklarına göre karşılaştırır.	Öğrencilerin, mimari tasarım eyleminin barınma ihtiyacıyla başlayan mekân yaratma süreci olduğunu öğrenmesi ve çevresindeki farklı işlevsel yapılar konusunda bilinçlendirilmesi amaçlanır.	[5] Sınıf Etkinliği [B] Bireysel Etkinlik [I] Maket Ev Tasarımları	*Ürün Dosyası *Bina Tasarım Örnekleri *Maket Ev Malzemeleri	*Gözetim Formu *Ürün Değerlendirme *Der.Puan.Anahatları *Öz Değerlendirme	
	18	2								C.1.3 Mimari yapılarla hayat biçimi arasındaki ilişkiyi açıklar.
	19	2								C.1.4 Yaşamak istediği konutu farklı coğrafi alan ve şartlara uygun olarak tasarlar.
	20	2								C.1.4 Yaşamak istediği konutu farklı coğrafi alan ve şartlara uygun olarak tasarlar.

Sudenez Paksoy

D. Beşen

2017-2018 EĞİTİM ÖĞRETİM YILI MEHMET BEĞEN ORTAOKULU TEKNOLOJİ VE TASARIM DERSİ 7.SINIFLAR YILLIK PLANI - 2.DÖNEM

AY	HF	SA	Ö. A.	ÜNİTE	KAZANIMLAR	AÇIKLAMALAR	ETKİNLİKLER	ARAÇ-GEREÇ	ÖLÇME VE DEĞ.
2 MART-5 ŞUBAT	1	2	C YAPILI ÇEVRE ÜRÜN 5 HAFTA	C.2 Ürün Geliştirme	C.2.1 Tasarımın kullanıcının ihtiyacına ve beğenisine göre şekillendirildiğini ifade eder.	Bu ünite öğrencilerin ürün geliştirme sürecinin kullanıcı odaklı olduğunu; ergonomi, mekanik ve yapısal tasarım özelliklerini içerdiklerini, ürün geliştirme mevcut veya gelecekteki bir soruna çözüm bulma amacıyla yürütülen analitik bir düşünme süreci olduğunu öğrenmesi amaçlanmıştır.	[S] Sınıf Etkinliği [B] Bireysel Etkinlik [G] Grup Etkinliği I [I] Ergonomik Ürün Çizimi [I] Mekanik Ürün Çizimi [I] Yapısal Ürün (köprü, kule vb.)	*Ürün Dosyası *Çizim Araçları *Hazır Birim (pipet, çöp şiş, kürdan, kibrit, papix vb.)	*Gözlem Formu *Ürün Değerlendirme *Der.Puan.Anahtarı *Öz Değerlendirme *Akran/Grup Değ. I
	2	C.2.2 Tasarımda ergonominin önemini örnekler üzerinden açıklar.							
	3	C.2.3 Ergonomik bir ürün tasarlar.							
	4	C.2.4 Tasarladığı eşyayı ergonomi kriterlerine göre değerlendirir.							
5	C.2.5 Bir ürünün işlevinin gerektirdiği mekanik özellikleri sınıflandırır.								
5-30 MART	6	2	Ç İHTİYAÇLAR VE YENİLİKLİK 5 HAFTA	Ç.1 Enerjinin Dönüşümü ve Tasarım	Ç.1.1 Su, rüzgâr ve güneş gibi doğal kaynakları kullanarak temiz ve sürdürülebilir enerji elde etme teknolojilerini açıklar.	Bu ünite öğrencilerin; su, rüzgâr ve güneş gibi doğal kaynakları kullanarak temiz ve sürdürülebilir enerji elde etme teknolojilerini öğrenmeleri ve bir ürün tasarımları amaçlanmaktadır.	[S] Sınıf Etkinliği [B] Bireysel Etkinlik [I] Enerji Dönüşümü Ürünü	*Ürün Dosyası *Enerji Dönüşümü Maketi/Modeli için Gerekli Malzemeler *Mimari Tasarımdaki Ev Maketi Tekrar Kullanılabilir.	*Gözlem Formu *Ürün Değerlendirme *Der.Puan.Anahtarı *Öz Değerlendirme
	7	2			Ç.1.2 Doğal kaynaklar yoluyla enerji elde edilebilen bir ürün tasarlar.				
	8	2			Ç.1.3 Tasarladığı enerji dönüşümü ürününü sunar.				
2-27 NİSAN	9	2	Ç İHTİYAÇLAR VE YENİLİKLİK 5 HAFTA	Ç.2 Engelsiz Hayat Teknolojileri	Ç.2.1 Özel gereksinimli bireylerin yaşama zorluklarını ifade eder.	Bu ünite öğrencilerin özel gereksinimli bireylerin yaşama kolaylığı sağlayan teknolojiler hakkında bilgilendirilmesi ve bu konuda öğrencilerde farkındalık oluşturulması amaçlanmaktadır.	[S] Sınıf Etkinliği [B] Bireysel Etkinlik [I] Ö.G.B Yaşama Kolaylığı Sağlayan Ürünün Çizimi	*Ürün Dosyası *Engelsiz Yaşam Teknolojileri Ürün Örnekleri *Defter ve/veya Çizim Kağıdı *Çizim Araçları	*Gözlem Formu *Ürün Değerlendirme *Der.Puan.Anahtarı *Öz Değerlendirme
	10	2			Ç.2.2 Özel gereksinimli bireylerin yaşama kolaylığı için geliştirilen ürünlerin tasarım özelliklerini araştırır.				
	11	2			Ç.2.3 Özel gereksinimli bireyler için yaşama kolaylığı sağlayacak bir ürün çizerek tasarlar.				
30 NİSAN-1 HAZİRAN	12	2	D TASARIM VE TEKNOLOJİK ÇÖZÜM 8 HAFTA	D.1 Özgün Ürünü Tasarlıyorum	D.1.1 Tasarım problemini söyler.	Bu ünite öğrencilerin kendi belirleyeceği bir konuda özgün bir ürün veya eser tasarımları ve bu eseri sergilemeleri amaçlanmaktadır.	[B] Bireysel Etkinlik [I] Özgün Bir Ürünün Model veya Prototipi	*Yapım Kuşağı Proje Örnekleri *Ürün Dosyası *Model/Prototip için Gerekli Malzemeler	*Gözlem Formu *Ürün Değerlendirme *Der.Puan.Anahtarı *Öz Değerlendirme
	13	2			D.1.2 Tasarım probleminin çözümüne yönelik araştırma basamaklarını uygular.				
	14	2			D.1.3 Tasarım planı hazırlar.				
	15	2			D.1.4 Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.				
	16	2			D.1.5 Tasarımını belirleyen kriterlere göre değerlendirir.				
4-8 HAZ	17	2	D.2 Bunu Ben Yaptım	D.2.1 Sergileyeceği ürün veya ürünlerini sunar.	D.1.6 Tasarladığı ürünü değerlendirme sonuçlarına göre yeniden yapılandırır.	Bu ünite öğrencilerin ders içinde yaptıkları bütün ürünleri veya seçtikleri ürünleri, öğretim yılı sonunda "Bunu Ben Yaptım" etkinliğinde görsel, sözel ve çoklu ortam sunularıyla birlikte sergilemeleri hedeflenmektedir.	[S] Sınıf Etkinliği [I] Sergi	*Tanıtım kartı *El broşürü *Afiş	*Performans Değerlendirme
	18	2							

EK-6. Öğrenci Projelerini Değerlendirme Rubriği

Öğrencinin	Adı-Soyadı.: Numarası:.....				
Projenin	Numarası (1-3):.....				
Materyal değerlendirme Kriterleri ve Puan Aralıkları	Lütfen her bir materyale yönelik değerlendirme puanınızı aşağıdaki ayrılan yere puan olarak yazınız.				
	Alınabilecek Puan	Çok iyi	İyi	Orta	Zayıf
	10	9-10	7-8	5-6	0-4
	20	17-20	13-16	9-12	0-8
	Alınabilecek Puan	Çok iyi	İyi	Orta	Zayıf
Uygun materyal seçimi	10	()	()	()	()
Görsel uyum-çekiciliğin sağlanması	10	()	()	()	()
Uysurların birbiri ile uyumu	10	()	()	()	()
Tasarımın karmaşıklığı	20	()	()	()	()
Bütünlüğün sağlanması	20	()	()	()	()
Materyalin tamamlanma durumu	20	()	()	()	()
Materyalin özgünlüğü	10	()	()	()	()
	Toplam				
Öğrencinin Toplam Puanı puan				

EK-7. Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Tutum Ölçeği

Teknoloji ve Tasarım (TT) Dersine Yönelik Tutum Ölçeği		Katılıyorum	Fikrim Yok	Katılmıyorum
1	TT dersinden iyi notlar alacağımı düşünürüm.			
2	TT dersinde ilginç bilgiler öğrenmek bende merak uyandırır.			
3	Okulda daha çok TT dersi yapmak isterdim.			
4	Zorunlu olmasam TT dersine girmezdim.			
5	TT ders saatinin gelmesini dört gözle beklerim.			
6	TT dersini okuldaki pek çok dersten daha az severim.			
7	TT dersinde başarısız olduğumu düşünürüm.			
8	TT dersinde yeni teknolojik gelişmeler öğrenmek bende heyecan uyandırır.			
9	TT dersinde yer alan konuları öğrenmekte zorlanırım.			
10	TT dersinde işlenen konuların günlük hayatta bana yararlı olması hoşuma gider.			
11	TT konularının yeni teknolojik gelişmeler hakkında bilgi vermesi bende merak uyandırır.			
12	TT ile ilgili bilmediğim bir konuyu etkinlik yaparak öğrenmek isterim.			
13	TT dersinde etkinlik yapmanın sıkıcı olduğunu düşünürüm.			
14	TT dersinde etkinlik yapmayı dört gözle beklerim.			
15	TT dersinde etkinlik yapmanın konuları anlamak için gerekli olduğunu düşünürüm.			
16	TT ile ilgili yaptığımız etkinlikleri anlamaya çalışmanın zaman kaybı olduğunu düşünürüm.			
17	TT dersinde konularla ilgili etkinlik yapmanın faydalı olduğunu düşünürüm.			
18	TT dersinde etkinlik yaparken geçen saatlerin zaman kaybı olduğunu düşünürüm.			
19	TT dersinde daha çok etkinlik yapılmasını isterim.			
20	TT dersinde anlayamadığım konuları etkinlik yaparak daha kolay anlarım.			

EK-8. Teknoloji ve Tasarım Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği

	Teknoloji ve Tasarım (TT) Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği	Katılıyorum	Fikrim Yok	Katılmıyorum
1	Teknoloji tasarımdaki yeni fikirleri öğrenmek isterim.			
2	Okulda öğretilmeyen teknoloji tasarım konularıyla da ilgilenirim.			
3	Öğretmenin sınıfta anlattığı bilgilerden daha fazlasını araştırmak isterim.			
4	Yeni teknoloji, tasarım konuları hakkında bilgi edinmek isterim.			
5	Teknoloji, tasarım ilgili en son yenilikleri öğrenmeyi severim.			
6	Teknoloji, tasarım problemlerinin cevaplarını araştırmaktan hoşlanırım.			
7	Yüksek not aldığımda öğretmenimin sınıfta bunu ilan etmesini isterim.			
8	Sınıfta çözdüğümüz problem veya etkinlikleri ilk bitiren kişi olmak isterim.			
9	Teknoloji ve Tasarım dersinde gösterdiğim çabaların öğretmenim tarafından takdir edilmesini isterim.			
10	Öğretmenimizin söylediği önemli bilgileri kaçırmamak için çok çaba sarf ederim.			
11	Teknoloji ve Tasarım derslerinde öğretmenimin gözüne girmek için çok çalışırım.			
12	Öğretmenimin verdiği ev ödevlerinin yapılıp yapılmadığını kontrol etmesini isterim.			
13	Teknoloji ve Tasarım derslerinde sınıf arkadaşlarıma yardımcı olmaktan hoşlanırım.			
14	Teknoloji ve Tasarım derslerinde arkadaşlarımla grup çalışmaları yapmayı severim.			
15	Ev ödevlerini, daha çok bilgi öğrenmeye yardımcı olduğu için severim.			
16	Küçük gruplarda çalışmayı severim.			
17	Teknoloji tasarımıyla ilgili kitap ve ders notlarımı sınıf arkadaşlarıma ödünç vermek istemem.			
18	Grup çalışmalarında, diğer arkadaşlarımla fikirlerimi önemsemem.			
19	Teknoloji tasarım ödevlerimi en iyi şekilde yapmaya çalışırım.			
20	Öğretmenimin konuyu öğretirken detaylı açıklama yapmasını isterim.			
21	Teknoloji ve Tasarım dersi sınavlarında en yüksek notu almak isterim.			
22	Sınıf tartışmalarında en iyi fikri ortaya atmak isterim.			
23	Grup etkinliği yaparken arkadaşlarımla çalışmak için beni seçmelerini isterim.			

EK-9. Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği

	Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği	Katılıyorum	Fikrim Yok	Katılmıyorum
1	Benimle aynı fikirde olmadıklarında bile başkalarının fikirlerini dikkatli bir şekilde dinlerim.			
2	Problemleri çözmek için fırsatlar ararım.			
3	Pek çok konuya ilgi duyarım.			
4	Pek çok konu hakkında bir şeyler öğrenmekten zevk alırım.			
5	Çok çeşitli konular arasında bağlantı kurabilirim.			
6	Öğrenme ortamında birçok soru sorarım.			
7	Zorlayıcı sorulara cevap bulmaktan zevk alırım.			
8	İyi bir problem çözücüyümdür.			
9	Mantıklı bir çözüme ulaşabileceğim konusunda kendime güvenirim.			
10	İyi bilgilendirilmek için çabalarım.			
11	Şu anki bilgimle çelişen yeni bilgiler sunulduğunda fikrimi değiştirebilirim.			
12	Problem çözmekten keyif alırım.			
13	Gerçekleri göz önünde tutar ve önyargılarımın kararlarımı etkilemesine izin vermem.			
14	Bilgimi çok çeşitli konulara uygulayabilirim.			
15	Okulda olmadığım zamanlarda bile öğrenmekten keyif alırım.			
16	Benimle aynı görüşte olmayan insanlarla iyi geçinebilirim.			
17	Meseleleri net bir şekilde açıklayabilirim.			
18	Bir sorunu açıklığa kavuşturmaya çalışırken iyi sorular sorarım.			
19	Konuları açık ve kesin bir şekilde ortaya koyarım.			
20	Önyargılarımın fikirlerimi nasıl etkilediğini düşünürüm.			
21	Beni rahatsız etse bile gerçekleri araştırırım.			
22	Doğruları bulana kadar üzerinde çalışmaya devam ederim.			
23	Bir problemin doğru cevaplarını bulmak için kendi bildiğimden vazgeçebilirim.			

24	Problemlere birden fazla çözüm bulmaya çalışırım.			
25	Bir karar verirken kendime çok sayıda soru sorarım.			
26	Problemlerin çoğunun birden fazla çözümünün olduğuna inanırım.			



EK-10. Fen ve Teknoloji (FT) Dersine Yönelik Tutum Ölçeği Kullanım İzni

Fwd: Fen ve Teknoloji Tutum Ölçeği Yüksek Lisans x



Hasret Nuhoglu <hasret.nuhoglu@gmail.com>

Alıcı: ben

26 Ara 2017 Sal 13:44



Esra hanım merhaba

Geliştirdiğim tutum ölçeğini kullanmak istemenize çok sevindim, çok teşekkür ederim. Çalışmanızda "Fen ve Teknoloji Tutum Ölçeği"ni kullanmanıza izin veriyorum.

Ölçeği ekte size gönderiyorum.

Herhangi bir sorunuz olursa her zaman yardıma hazırım.

İyi çalışmalar dilerim



Yanıtla

Yönlendir

EK-11. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Kullanım İzni

Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Kullanım İzni ► Yüksek Lisans ×



Esra ÇEKİRGE <esraekti@gmail.com>

Alıcı: ydede, syaman ▼

26 Kas 2017 14:21



Merhabalar Hocam,

Ben Esra ÇEKİRGE, Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Bölümünde yüksek lisans yapmaktayım. "3B Dijital Ve Fiziksel Materyal Kullanımının Akademik Başarı, Derse Yönelik Tutum Ve Motivasyon İle Eleştirel Düşünme Eğilimlerine Etkisinin İncelenmesi" konulu tezim üzerinde çalışıyorum. 2008 yılı Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi dergisinde yayınlanan "[Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği](#)" nizi Teknoloji Tasarım dersi için uyarlayarak kullanmak için izninizi rica ederim.

Saygılarımla.



Esra ÇEKİRGE <esraekti@gmail.com>

Alıcı: ydede ▼

26 Kas 2017 14:27



...



Esra ÇEKİRGE <esraekti@gmail.com>

Alıcı: syaman ▼

26 Kas 2017 18:17



...



Yüksel DEDE <ydede@gazi.edu.tr>

Alıcı: ben ▼

26 Kas 2017 19:06



Merhaba Esra

İlgili ölçeği çalışmada kullanabilirsiniz.
İyi çalışmalar

...



Suleyman Yaman <syaman@omu.edu.tr>

Alıcı: ben ▼

27 Kas 2017 14:10



Sevgili Esra merhaba

İlgili çalışmayı kullanman konusunda tarafıma düşen izni veriyorum. Çalışmalarında kolaylıklar dilerim...

EK-12. Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği Kullanma İzni

Eleştirel Düşünme Ölçeği Kullanım İzni ▶ Yüksek Lisans x



Esra ÇEKİRGE <esraekti@gmail.com>

Alıcı: 8706ebru ▾

26 Kas 2017 Paz 14:40 ☆ ↶ ⋮

Merhabalar Hocam,

Ben Esra ÇEKİRGE, Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Bölümünde yüksek lisans yapmaktayım. "3B Dijital Ve Fiziksel Materyal Kullanımının Akademik Başarı, Derse Yönelik Tutum Ve Motivasyon İle Eleştirel Düşünme Eğilimlerine Etkisinin İncelenmesi" konulu tezim üzerinde çalışıyorum. 2012 yılında yayınlanan "Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeğinin Uyarlama Çalışması Ve Faktör Yapısının Farklı Değişkenlere Göre İncelenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinizin konusu olan Eleştirel Düşünme Ölçeğini kullanmak için izninizi rica ederim. Ayrıca yaptığım araştırmalarda ölçeğin tüm haline rastlayamadım, paylaşabilir misiniz?

Saygılarımla.



Ebru Demircioğlu <8706ebru@gmail.com>

Alıcı: ben ▾

26 Kas 2017 Paz 21:37 ☆ ↶ ⋮

Merhaba,

Ölçek Ek'te yer almaktadır. Ölçekle ilgili diğer bilgiler yüksek lisans tezimde bulunmaktadır.

Kolaylıklar dilerim

26 Kasım 2017 14:40 tarihinde Esra ÇEKİRGE <esraekti@gmail.com> yazdı:



↶ Yanıtla

➡ Yönlendir