



International Refereed Journal

Karaelmas Journal of Educational Sciences

Journal Homepage: ebd.beun.edu.tr

Determination of Science Teacher Candidates' Opinions about 3D Printers

Büşra KARAGÖZ¹, Çiğdem ŞAHİN ÇAKIR²

Received: 10 July 2020, Accepted: 30 November 2020

ABSTRACT

Three-dimensional printer technology has been used in many different fields such as industry, medicine and health, space and aviation, architecture, construction, military, textile, food, and education. The use of three-dimensional printers in mechanical and technical lessons in education has an important effect on increasing creativity. Teachers and students are the relevant who will use the three-dimensional printer in learning environments. In this context, in order for teachers to use three-dimensional printers effectively, it is important for them to have enough experience in undergraduate programs or in-service trainings prior to service. It is necessary to review the content of the courses in teacher education programs in order for teachers to get experience with three-dimensional printers before the service, in undergraduate education. In parallel with this, it is believed that determining the opinions of science teacher candidates about their three-dimensional printers before they receive training on three-dimensional printers will contribute to the planning of the training content about three-dimensional printers. In this context, the aim of this study is to determine the views of science teacher candidates about three-dimensional printers. Case study method based on qualitative research approach was used in the study. The sample of the study consists of 33 science teacher candidates studying in Trabzon University Fatih Education Faculty Science Teaching Department in 2018-2019 academic year. In the research, semi-structured interview form was used as data collection tool. The research data were analyzed according to the content analysis method and quotations from the statements of science teacher candidates were included. In the study, science teacher candidates stated that three-dimensional printers are costly, the infrastructure and technological inadequacy in schools, there are few educated people to use this technology. Suggestions for the use of three-dimensional printers in the field of education are presented.

Keywords: 3D Printers, 3D Printers in Education, Opinions of Science Teacher Candidates.

EXTENDED ABSTRACT

Purpose and Significance

Three-dimensional printers are tools with technology capable of three-dimensional printing. Solid 3D printing of the object in the virtual environment can be done with three-dimensional printers (Yılmaz, Arar & Koç, 2014). Three-dimensional printer technology has been used in many different fields such as industry, medicine and health, space and aviation, architecture, construction, military, textile, food, and education (Kökhan & Özcan, 2018). The use of three-dimensional printers in mechanical and technical lessons in education has an important effect on increasing creativity (Güler, Dilber & Erdoğan, 2019). Teachers and students are the relevant who will use the three-dimensional printer in learning environments. In this context, in order for teachers to use three-dimensional printers effectively, it is important for them to have enough experience in undergraduate programs or in-service trainings prior to service. It is necessary to review the content of the courses in teacher education programs in order for teachers to get experience with three-dimensional printers before the service, in undergraduate education. In parallel with this, it is believed that determining the opinions of science teacher candidates about their three-dimensional printers before they receive training on three-dimensional printers will contribute to the planning of the training content about three-dimensional printers. However, when the literature is analyzed, it is seen that there

¹ Master Student, Giresun University, Institute of Science, busrakaragoz061@gmail.com

² Assoc. Prof. Dr., Giresun University, Faculty of Education, hcsahin38@gmail.com

are a limited number of studies in which science teacher candidates' opinions about three-dimensional printers are determined (Güteryüz et al., 2019). It is possible to overcome this shortcoming in the literature to determine the opinions of science teacher candidates about three-dimensional printers by conducting researches with more diverse sample groups. It is believed that the results of this study will shed light on the studies in this area. In this context, the aim of this study is to determine the views of science teacher candidates about three-dimensional printers.

Methodology

Case study method based on qualitative research approach was used in the study. The sample of this study consists of 33 science teacher candidates studying in Trabzon University Fatih Education Faculty Science Teaching Department in 2018-2019 academic year. In the research, semi-structured interview form was used as data collection tool. The research data were analyzed according to the content analysis method and quotations from the statements of science teacher candidates were included.

Results

The opinions of science teacher candidates about the definition of the three-dimensional printer are on the purpose of use and technology product themes, and their views on the contribution of using three-dimensional printers in lessons to facilitate the provision of materials, to contribute to learning, to provide clarity, to provide motivation, to encourage student participation and to contribute to the learning environment. It seems to take place. It was concluded that the science teacher candidates gave their opinions about the disadvantage of using three-dimensional printers in lessons on the themes of being uneconomic, lack of usage knowledge, lack of infrastructure, difficulty in classroom management and unrelated explanation. It was concluded that the science teacher candidates gave opinions about the use of the three-dimensional printer in the lessons to facilitate learning, to enrich the content in different lessons, to create a three-dimensional product, to experiment and to provide visibility. They made suggestions for the use of three-dimensional printers in science lesson, for their frequency of use, for their use in the teaching process, for creating models and for users.

Discussion and Conclusion

As a result of this study conducted with science teacher candidates on 3D printers; It can be said that some prospective teachers were able to define the 3D printer by taking advantage of the purpose of using the printer, they were aware of the advantages and disadvantages of 3D printers in the teaching process, and offered logical suggestions for the use of 3D printers in the teaching process. However, it can be said that some prospective teachers do not have sufficient knowledge about 3D printers, confuse them with applications such as hologram and simulation, and are not aware of the advantages and disadvantages of 3D printers in teaching environments. As teacher candidates have stated in the use of 3D printers in the teaching process, the lack of infrastructure and technological inadequacy in schools and the lack of educated people to use this technology create disadvantages for their use in lessons. The fact that individuals who will use the 3D printer technology hardware and software do not have these qualifications prevents the widespread use of this technology in the educational environment (Kuzu Demir, et al., 2016). For this reason, active participation can be given to teachers and teacher candidates for the use of 3D printers in the teaching process. Active participation training is very important to encourage teachers and prospective teachers to use 3D printers in the teaching process.

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının 3 Boyutlu Yazıcılar Hakkındaki Görüşlerinin Belirlenmesi

Büşra KARAGÖZ¹, Çiğdem ŞAHİN ÇAKIR²

Başvuru Tarihi: 10 Temmuz 2020, **Kabul Tarihi:** 30 Kasım 2020

ÖZET

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi sanayi, tıp ve sağlık, uzay ve havacılık, mimari, inşaat, askeri, tekstil, gıda, eğitim gibi birçok farklı alanda kullanılmıştır. Eğitimde mekanik ve teknik derslerde üç boyutlu yazıcıların kullanılması yaratıcılığın artırılmasında önemli bir etkiye sahiptir. Üç boyutlu yazıcıyı öğrenme ortamlarında kullanacak olan öğretmenler ve öğrencilerdir. Bu bağlamda, öğretmenlerin üç boyutlu yazıcıları etkin bir şekilde kullanabilmeleri için hizmet öncesi lisans programlarında veya hizmet içi eğitimlerde yeterli deneyime sahip olmaları önemlidir. Öğretmenlerin lisans eğitiminde hizmet öncesi üç boyutlu yazıcılarla deneyim kazanabilmeleri için öğretmen eğitimi programlarındaki derslerin içeriğinin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Buna paralel olarak, öğretmen adaylarının üç boyutlu yazıcılarla ilgili eğitim almadan önce üç boyutlu yazıcılar hakkındaki görüşlerinin belirlenmesinin, üç boyutlu yazıcılarla ilgili eğitim içeriğinin planlanmasına katkıda bulunacağına inanılmaktadır. Bu kapsamda araştırmanın amacı; Fen Bilgisi öğretmen adaylarının üç boyutlu yazıcılar hakkındaki görüşlerini belirlemektir. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımına dayalı durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 eğitim öğretim yılında Trabzon Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 33 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak yarı-yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Araştırma verileri içerik analizi yöntemine göre çözümlenmiş ve öğretmen adaylarının ifadelerinden alıntılara yer verilmiştir. Çalışmada öğretmen adayları; üç boyutlu yazıcıların maliyetli olması, okullardaki alt yapı ve teknolojik yetersizliğin olması, bu teknolojiyi kullanacak eğitimli kişilerin az olduğu şeklinde görüş belirtmişlerdir. Eğitim alanında üç boyutlu yazıcıların kullanılmasına yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: 3B Yazıcılar, Eğitimde 3B Yazıcılar, Öğretmen Adaylarının Görüşleri.

1. Giriş

İnsanoğlunun merak duygusu, teknoloji alanında hızla ilerlemesini sağlamakta ve tatmin olmayan bu duyguyla yeni arayışlar içine girmesini sağlamaktadır. Geçmiş dönemlerden bugüne kadar olan süreçte teknoloji alanında çeşitli gelişmeler yaşanmıştır. İnsanoğlu teknoloji alanındaki gelişmeleri hızla benimseyerek günlük yaşantısını kolaylaştıracak şekilde teknolojik gelişmeleri sağlık, tarım ve eğitim gibi farklı alanlara uygulamaya çalışmıştır. Teknoloji alanındaki gelişmelerden birisi de günümüzde önemli bir yere sahip olan üç boyutlu (3B) yazıcılarıdır.

3B yazıcılar, 3B baskı yapabilen teknolojiye sahip araçlardır. Sanal ortamdaki objenin katı haldeki 3B baskısı 3B yazıcılarla yapılabilmektedir (Yılmaz, Arar ve Koç, 2014). 3B yazıcılar, bilgisayar ortamında sanal olarak oluşturulan tasarımların farklı tür materyaller üzerine somut olarak 3B olarak çıktısını alma imkânı sağlayan araçlardır (Balcıoğlu, 2014). Ayrıca 3B yazıcılar, özel olarak geliştirilmiş 3B yazıcı programlarında taratılan çizim ya da modelleri geleneksel yöntemlere göre daha hızlı üretebilen eklemeli imalat olarak da tanımlanmaktadır (Doğan ve Baloğlu, 2020). Yazdırma sürecinde kullanılan materyal çeşitlerinin artmasıyla 3B yazıcıların kullanım alanlarında da artış olmuştur. 3B yazıcı teknolojisi endüstri, tıp ve sağlık, uzay ve havacılık, mimarlık, inşaat, askeri, tekstil, gıda, eğitim gibi birçok farklı alanda kullanılmaya başlanmıştır (Kökhan ve Özcan, 2018).

3B yazıcıların eğitimde mekanik ve teknik derslerde kullanılması yaratıcılığın artırılmasında önemli bir etkiye sahiptir (Güler, Dilber ve Erdoğan, 2019). 3B yazıcıların eğitimde kullanımı ile materyal çeşitlerinin artması ve maliyetin düşmesi öğrenci ve öğretmenlerin materyallere erişimi kolaylaşmaktadır (Karaduman, 2017a). 3B yazıcılar, 21. yy. eğitiminde, öğrencilerin multidisipliner bir yaklaşımla yetiştirilmesine katkı sağlayarak nitelikli birey olmaları yolunda yön gösterici bir etkiye sahip olabilmektedir (Avinal, 2019). 3B yazıcılar soyut bilgilerin somutlaştırılmasında kullanılarak STEM içerikli çalışmalarda öğrencilerin 21. yy. becerilerinin daha iyi gelişmesini desteklemektedir (Güneş, Yurdakul, Kalaycı, Uyanık ve Şentürk, 2020). Ayrıca 3B yazıcılar, öğrencilerin etkinliklerde yeni fikirler

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, busrakaragoz061@gmail.com

² Doç. Dr., Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, hcsahin38@gmail.com

üretmesine, öğrencilerin çalışmalarındaki motivasyonlarının artırılmasına ve kendi tasarımlarını 3B yazıcılarda yazdırarak sunma imkanı sağlamasına katkıda bulunabilir (Yavuz, Yuran ve İkinci, 2020).

Eğitim alanında 3B yazıcılarla ilgili sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda; ortaokul öğrencileri (Avinal, 2019; Güler Taşkiran, 2019; Küçüksolak, 2019), öğretmen adayları (Karaduman, 2017a; Güler, Dilber ve Erdoğan, 2019), lise öğrencileri (Küçüksolak, 2019) ve okul öncesi çocukları (Yüksel, 2015) ile çalışılmıştır. Yapılan araştırmalarda çalışma grubu olarak ortaokul öğrencileri ve öğretmen adayları ile çalışma eğiliminin daha fazla olduğu söylenebilir. Yapılan bu araştırmalarda 3B yazıcıları tanıtmak ve eğitimle ilişkisini açıklamak amaçlı, 3B yazıcıların başarıya etkisini belirlemek, 3B yazıcılarla tasarım ve üretimin bilişime yönelik etkisini belirlemek, 3B yazıcının algı, tutum ve davranışa etkisini belirlemek, fen derslerinde 3B yazıcı kullanımının etkisini belirlemek ve STEM uygulamalarında 3B yazıcı kullanımının etkisini belirlemek amaçlı çalışmalar yapılmıştır.

Eğitim alanında 3B yazıcılar hakkında yapılan çalışmalarda; Karaduman (2017a), yaptığı çalışmada 3B yazıcıların eğitimde ve sosyal bilgiler eğitiminde kullanım alanlarını belirlemek ve 2017 Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programı ile bağlantısını örnekler vererek açıklamayı amaçlamıştır. Çalışmada Sosyal Bilgiler dersinde 3B yazıcıların kazanımların, kavramların ve becerilerin öğretilmesinde bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kuzu Demir, Çaka, Tuğtekin, Demir, İslamoğlu ve Kuzu (2016) yaptıkları çalışmada 3B yazdırma teknolojisini tanıtmış, eğitimle ilişkisini açıklamış ve ülkemizde nasıl kullanıldığını irdelemişlerdir. Çalışma kapsamında 3B yazıcıların eğitim ortamlarında kullanılmasına yönelik öneriler sunulmuş ve yapılacak olan çalışmalara kuramsal temel oluşturulması hedeflenmiştir. Yüksel (2015) yaptığı çalışmada okul öncesi döneminde 3B tasarım ve üretimin çocukların bilişimine yönelik algılarını incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada çocukların 3B tasarım ve üretim sürecinin, çocukların bilişimlerine yönelik algılarına olumlu katkı sağladığı, yapılan etkinliklerden memnun oldukları ve meraklarının arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Çocukların yapılan etkinliklerle bilgisayar kullanımına yönelik düşüncelerinin değiştiği gözlenmiştir. Avinal (2019) çalışmasında, ortaokul altıncı sınıf vücudumuzdaki sistemler ünitesinin öğretiminde 3B yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin öğrencilerin başarı değişimini ve etkinlikler hakkındaki görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. 3B yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerle işlenen derslerin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği, ayrıca bu teknolojinin kullanılmasının öğrencilerin derse katılımını arttırdığı, dersten zevk almalarını sağladığı ve dersi sevmelerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Küçüksolak (2019) çalışmasında, 3B yazıcı teknolojisi kullanarak ortaokul ve lise seviyesindeki öğrencilerin bir obje oluşturma süreci içindeki gözlemlerini belirlemeyi ve bu teknolojiye yönelik algı, tutum ve davranışlarını ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Öğrenciler 3B yazıcı teknolojisiyle ilginç ve heyecan verici olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler gelecekte 3B yazıcı eğitimine yeniden katılmayı istedikleri yönünde görüş bildirmişlerdir. Güler Taşkiran (2019) çalışmasında, fen eğitiminde 3B yazıcı kullanımının öğrencilerin görüşlerine etkisini incelemiştir. Öğrencilerin fen eğitiminde 3B yazıcı kullanımına yönelik olumlu görüş bildirdikleri ve 3B yazıcı kullanımına karşı farkındalık düzeylerinde olumlu katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Doğan ve Uluay (2020) çalışmalarında, fen bilgisi öğretmen adaylarına 3B yazıcı tasarım programı olan Tinkercad'in kullanımıyla ilgili eğitim vererek öğretmen adaylarının programın kullanımına yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Öğretmen adaylarının Tinkercad programına yönelik olumlu görüşe sahip oldukları ve fen derslerinde öğretim aracı olarak kullanılabilirliğine yönelik görüşler bildirdikleri tespit edilmiştir. Güler, Dilber ve Erdoğan (2019), yaptıkları çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM uygulamalarında 3B yazıcı kullanımına yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada 21.yy becerileri olarak bilgiyi somutlaştırmayı sağlayan STEM eğitiminin öğrencilere; problem çözme, analiz ve sentez gibi üst düzey zihinsel becerileri daha etkin olarak kazandırdığı tespit edilmiştir. Yıldırım, Yıldırım ve Çelik (2018) yaptıkları çalışmada 3B yazıcıların durumu ve eğitim amaçlı kullanımını belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada 2003-2017 yılları arasında 3B yazıcılarla ilgili yapılan ve Web of Science ve ERIC veri tabanında taranan çalışmalar incelendiğinde, eğitim alanında yapılan çalışmaların sayısının az olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun 3B yazıcıların eğitim alanında yeni kullanılmaya başlanmasından kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir.

Öğrencilerin bilgiyi eğitim ortamlarında öğrenmeleri ve kullanmaları yerine öğrenilenlerin günlük hayatta karşılaştıkları güçlüklerde kullanılarak okuyazar birey olmanın yanı sıra üretici bir birey olmaları da günümüz eğitim sisteminde istenilen önemli noktalardan biridir (Yüksel, 2015). 3B yazıcılar da öğrencilerin üretici olduğu, problem çözümüne katkıda bulunmalarını sağlayan teknolojilerden biridir. Öğretmenler bu teknolojiyi kullanarak öğrencilerin yeteneklerinin farkına varmasını ayrıca çok boyutlu

düşünme becerilerinin gelişmesine katkı sağlayabilir. Eğitim sistemimizde 3B yazıcıyla ilgili matematik dersinde geometrik şekillerle ilgili tangram modeline yönelik etkinlikler (Yılmaz ve Algil, 2018), fen bilimleri dersinde basit makineler, kimya dersinde atomun 3B yapısına yönelik etkinlikler (Bardakçı, Kılıçer, Akbulut, Çağlar ve Kocadağ Ünver, 2018), kimya dersinde bazı moleküllerin (CH₄, NH₃, H₂O, SF₆) VSPER kuramı yardımıyla 3B uygulamalarına yönelik etkinlikler (Doğan ve Uluay, 2020) ve fen bilimleri dersinde vücudumuzdaki sistemler ünitesine yönelik etkinlikler (Avinal, 2019) yapılmıştır. Sosyal bilgiler dersi öğretim programına göre 3B yazıcılarla ilgili bağlantısına yönelik örnekler verilmiştir (Karaduman, 2017b). Ayrıca fen bilimleri dersi öğretim programında da öğrencilerin model ve ürün oluşturmaları beklenmekte olup, basit makineler, Güneş Sistemi, DNA ve genetik kod gibi çeşitli konularda model oluşturmaya yönelik kazanımlar bulunmaktadır (MEB, 2018). Öğrenme ortamlarında 3B yazıcıyı kullanacak olanlar öğretmenler ve öğrencilerdir. Bu bağlamda öğretmenlerin 3B yazıcıları etkin bir şekilde kullanabilmeleri için onların hizmet öncesinde lisans programlarında ya da hizmet içi eğitimlerle 3B yazıcılarla ilgili yeterince deneyim edinmeleri önem kazanmaktadır. Öğretmenlerin hizmet öncesinde yani lisans eğitiminde 3B yazıcılarla ilgili deneyim edinebilmeleri için öğretmen eğitimi programlarındaki derslerin içeriğinin gözden geçirilmesi gereklidir. Bunun paralelinde lisans eğitiminde öğretmen adaylarının 3B yazıcılarla ilgili eğitim almadan önce onların 3B yazıcılarla ilgili görüşlerinin belirlenmesinin 3B yazıcılarla ilgili eğitim içeriğinin planlanmasına katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Ancak literatür incelendiğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının 3B yazıcılarla ilgili görüşlerinin belirlendiği sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir (Güleryüz vd., 2019). Daha çeşitli örneklem gruplarıyla araştırmalar yapılarak öğretmen adaylarının 3B yazıcılarla ilgili görüşlerinin belirlenmesinin literatürdeki bu eksikliği bir nebze de olsa giderebileceğine inanılmaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarının bu alanda yapılacak çalışmalara ışık tutacağına inanılmaktadır.

1.1. Amaç

Bu çalışmanın amacı Fen Bilgisi öğretmen adaylarının 3B yazıcılar hakkındaki görüşlerini belirlemektir.

2. Yöntem

2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının 3B yazıcı hakkındaki görüşlerini detaylı bir şekilde incelemek amaçlı durum çalışması yönteminden yararlanılmıştır. Nitel durum çalışması yöntemi herhangi bir olayın ya da durumun derinlemesine incelenmesine fırsat sunmaktadır. Genelleme kaygısı taşımamaktadır. Ulaşılan sonuçlar, yapılan araştırmanın çalışma grubuna özgüdür (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 eğitim öğretim yılında Trabzon Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 33 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğretmen adayları Ö1, Ö2,.....Ö33 şeklinde kodlanmıştır (Ö1=Öğretmen adayı 1). Çalışma grubu belirlenirken kolay ulaşılabilir olması ve öğretmen adaylarının araştırmaya gönüllü katılımları esas alınmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak yarı-yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. 3B yazıcılarla ilgili alan yazın taraması yapılarak görüşme soruları hazırlanmıştır. Taslak görüşme formu hazırlanarak kapsam geçerliğini sağlamak için üç fen eğitimi alanı uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşü doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılarak görüşme formuna son hali verilmiştir. Görüşme soruları altı açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşme formunda sorular aşağıda verilmiştir.

1. Üç boyutlu yazıcılar size neyi ifade etmektedir? Açıklayınız.
2. Üç boyutlu yazıcıların derslerde kullanılmasının katkıları nelerdir? Açıklayınız.
3. Derslerde üç boyutlu yazıcı kullanımının dezavantajları var mıdır? Varsa nelerdir? Açıklayınız.

4. Derslerde üç boyutlu yazıcıyı hangi alanlarda kullanırsınız? Açıklayınız.
5. Fen bilgisi dersinde üç boyutlu yazıcı kullanımına yönelik önerileriniz nelerdir? Açıklayınız.
6. Üç boyutlu yazıcılar hakkında başka belirtmek istediğiniz düşünceniz var mıdır? Yazınız.

2.4. Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında elde edilen verilerin çözümlenmesinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar altında bir araya getirerek, okuyucunun anlayabileceği biçimde düzenlenerek yorumlanmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Araştırma verilerinin inandırıcılığının artırılması için araştırma verileri birinci araştırmacı tarafından kodlanmış ve verilerden oluşturulan kodlar ikinci araştırmacı tarafından da incelenerek kodlarda fikir birliğine varılmıştır. Öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen temaların ve kodların geçerliğini arttırmak için, öğretmen adayı ifadelerinden doğrudan alıntılar yapılarak sunulmuştur ve öğretmen adayına atıfta bulunulmuştur.

3. Bulgular

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular tablolar halinde sunulmuştur. Öğretmen adayları, sorulara birden fazla cevap verdiği için ifade sıklığı çalışma grubu sayısından fazla olabilmektedir.

Öğretmen adaylarının 3B yazıcı tanımlamalarından elde edilen bulgular Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1

Öğretmen Adaylarının 3B Yazıcı Tanımlamalarından Elde Edilen Bulgular

Tema	Alt tema	Kod	Öğretmen adayı	İfade sıklığı	Alıntı ifade
Kullanım amacı	3B çıktı almak	3B materyal elde edilen makine	Ö1, Ö32	2	" İstenilen özellikte 3 boyutlu materyalleri elde edebileceğimiz bir makine."(Ö1)
		3B çıktı elde etme	Ö4, Ö5, Ö7, Ö19, Ö25	5	"3 Boyutlu nesnelerin bilgisayar üzerinde yapılarak çıktı şeklinde çıkarılmasıdır." (Ö25)
	Kabartma çıktı alma	Kabartma çıktı alma	Ö14	1	" Kabartma çıktı alınmasını Somutlaştırmayı 5 duyu organına aynı anda hitap etmeyi"(Ö14)
		Gerçeğe yakınlık	Ö6, Ö10, Ö12, Ö17, Ö20, Ö27	6	"Cisimlerin gerçeğe en yakın halini üreten yazıcılarıdır."(Ö27)
	3B çıktı veren araç	Ö16	1	" 3 boyutlu tasarımın çıktısını veren araç."(Ö16)	
Tasarım yapmak	Görselin 3B tasarlanması	Ö26	1	" Gelişen ve değişen dünyada teknolojinin ilerlemesi ile bir görselin 3 boyutlu bir biçimde tasarlanmasıdır." (Ö26)	
Görsellik kazandırmak	3B görünüm kazandırma	3B görünüm kazandırma	Ö28	1	" Çıktıları 3 boyutlu görünüm kazandıran yazıcı."(Ö28)
		3B şekil verme	Ö30	1	" 2 boyutla hazırladığımız bir görseli daha kapsamlı olarak hazırlayıp 3 boyutlu şekilde oluşturmak."(Ö30)
	Doku kazanması	Ö31	1	"Bir resmin daha ilgi çekici, doku özellik kazanmasını ifade ediyor."(Ö31)	
	3 boyutlu şekli görme	Ö13	1	"3 boyutlu şeklini görmek, yazıcı dediğine göre kağıda 3 boyutlu şekillerin görsellerinin aktarılması olabilir."(Ö13)	

Teknoloji ürünü	Bilgisayar desteği	Yazıların 3 boyutlu gösterimi	Ö21	1	"Yazıların 3 boyutlu bir şekilde gösterimidir sanırım."(Ö21)
		3B gösterme	Ö24	1	" Cismi 3 boyutlu gösteriyor."(Ö24)
	Görselleştirme aracı	Somutlaştırmak	Ö14, Ö33	2	" Soyut kavramları somutlaştırmayı ifade ediyor"(Ö33)
		Bilgisayar destekli 3B görseller	Ö11	1	"Bilgisayar destekli 3 boyutlu görseller"(Ö11)
	Yazma çizme aracı	Bilgisayar destekli program	Ö23	1	" Bilgisayar destekli programlar"(Ö23)
		Yapılarıyla gösteren teknoloji	Ö29	1	"Maddeleri, kavramları yapılarıyla beraber gösteren bir teknolojidir"(Ö29)
	3B uygulama	Herhangi bir yere istenileni yazma-çizme	Ö2	1	"Kağıt üzerine ya da herhangi bir istenilen yere, istediğimiz bir yazıyı, fotoğrafı çizmek, yazmak"(Ö2)
		Hologram	Ö3, Ö8, Ö9	3	"Hologram uygulaması gibi uygulamalar geliyor aklıma."(Ö8)
	Simülasyon	Ö3, Ö15, Ö22	3	"Sınıf ortamlarında oluşturulması olanaksız olan kavramların öğrencilerin görebilmesi, bilgilerinin artması amacı ile oluşturulmuş hologram ya da simülasyon materyalleri"(Ö3)	

Tablo 1’de görüldüğü üzere öğretmen adayları 3B yazıcıyı kullanım amacı ve teknoloji ürünü temasında tanımlamışlardır. Öğretmen adayları 3B yazıcıları kullanım amacı temasında; 3B çıktı almak, tasarım yapmak, görsellik kazandırmak, öğretim yapmak kodlarında tanımlamışlardır. Öğretmen adayları 3B yazıcıları teknoloji ürünü temasında ise bilgisayar desteği, görselleştirme aracı, yazma çizme aracı ve 3B uygulama kodlarında tanımlamışlardır. Bir öğretmen adayının (Ö18) ifadesi herhangi bir temaya dahil edilemediği için çıkarılmıştır.

Öğretmen adaylarının 3B yazıcıların derslerde kullanılmasının katkılarına yönelik görüşlerinden elde edilen bulgular Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2

Öğretmen Adaylarının 3B Yazıcıların Derslerde Kullanılmasının Katkılarına Yönelik Görüşlerinden Elde Edilen Bulgular

Tema	Kod	Öğretmen Adayı (N=33)	İfade Sıklığı	Alıntı İfade
Materyal temininde kolaylık sağlama	Eksik materyali üretme	Ö1,Ö19,Ö30	3	" 3 boyutlu yazıcılarla birlikte istenilen özellikteki materyallere daha kısa sürede ulaşım imkanı sağlayabiliriz"(Ö1)
	Ulaşılması zor nesnelere üretme	Ö31	1	" ...Ulaşamayacak nesnelere benzerlerine kolaylıkla ulaşıp, dokunabilir."(Ö31)
Öğrenmeye katkı sağlama	Kalıcı öğrenmeyi sağlama	Ö2,Ö4,Ö6, Ö7,Ö8,Ö9, Ö11,Ö14, Ö17,Ö23, Ö24,Ö25, Ö26,Ö27, Ö28,Ö31	16	" Derslerde ilgili konular ile hazırlanmış olan 3 Boyutlu yazıcılardan çıkan bu etkinlikleri öğrencinin dikkatini çekmeye, derse olan ilgisini arttırmaya, daha kalıcı öğrenmesine imkan sağlar."(Ö24)
	Anlamlı öğrenmeyi sağlama	Ö16	1	" Gerçeğe yakın materyal elde ederek somutlaştırmak. Anlamlı öğrenmeyi sağlamak."(Ö16)
	Verimli dersi sağlama	Ö14	1	" Somutlaştırma amacıyla güzel olur. Dersi daha verimli sağlar. Kalıcılığı sağlar. Görsel açıdan iyi olmayı"(Ö14)

	Yanlış öğrenmeyi önleme	Ö11,Ö23	2	" Öğrenmelerde kalıcılığı artırır. Soyut kavramları somutlaştırır. Yanlış öğrenmelerin önüne geçer."(Ö11)
	Tam öğrenmeyi sağlama	Ö22	1	" Öğrenimin bütün olarak gerçekleşmesini sağlar. Soyut bir konuyu simülasyonlarda farklı bakış açısıyla göstermeyi sağlar."(Ö22)
Anlaşılabilirliği sağlama	Somutlaştırma	Ö2,Ö6,Ö8, Ö9,Ö10,Ö11, Ö14,Ö15, Ö16,Ö20, Ö23,Ö24, Ö31	13	" Konulardaki soyut ifadelerin somutlaştırılmasında katkı sağlar. Görsel ağırlıklı olduğu için bilginin kalıcılığını sağlar."(Ö9)
	Gerçeğe yakınlık sağlama	Ö6	1	" Öğrenme somutlaştırıldığında daha kalıcı olacağını düşünüyorum.3 boyutlu görünümde bunu sağlayacağını düşünüyorum. Materyalleri gerçekmiş gibi göstermeleri daha kalıcı bir öğrenmede etkili olacaktır."(Ö6)
	Materyali gerçeğiyle bağdaştırma	Ö17	1	" Öğrenci gösterilen materyali gerçeğiyle bağdaştırabilir. Öğrenci açısından kalıcı olacaktır."(Ö17)
	Anlaşılır olma	Ö7	1	" Derslerin daha anlaşılır olmasını sağlar. Öğrencilerin derse olan ilgisini artırır. Bir materyali çok yönlü görmeyi sağlar."(Ö7)
	Anlamayı kolaylaştırmayı sağlama	Ö7,Ö8	2	" Soyut olan kavramları somutlaştırır. Öğrencinin daha iyi anlamasını, görsel olarak materyali görmesine katkı sağlar. Kalıcılığı artırır."(Ö8)
	Çok yönlü görmeyi sağlama	Ö7	1	"...Çok yönlü görmeyi sağlama."(Ö7)
Motivasyonu sağlama	İlgi arttırma	Ö7,Ö25	2	" Derslerde ilgili konular ile hazırlanmış olan 3 Boyutlu yazıcılardan çıkan bu etkinlikleri öğrencinin dikkatini çekmeye, derse olan ilgisini arttırmaya, daha kalıcı öğrenmesine imkân sağlar."(Ö25)
	Dikkat çekme	Ö3,Ö4,Ö6, Ö10,Ö25, Ö27	6	" Daha kalıcı öğrenme sağlayabilirler. Öğrencinin dikkat ve ilgisini çekebilirler."(Ö27)
	Güdülemeyi sağlama	Ö3	1	" Dikkat çekme, güdüleme, etkili öğretim ortamı oluşturma, kavramların kalıcılığını arttırma"(Ö3)
	Derse odaklama	Ö12	1	" Şimdiye kadar kullanmadım ama öğrencileri derse daha fazla odaklayabilir."(Ö12)
	Merak uyandırma	Ö31	1	" Öğrencilerdeki merakı ortaya çıkarır. Ulaşılamayacak nesnelerin benzerlerine kolaylıkla ulaşıp, dokunabilir."(Ö31)
Öğrenci katılımını teşvik etme	Aktif katılımı sağlama	Ö6	1	" Öğrencilerin dikkatini çekebileceği için aktif olmalarını sağlar ve öğrenme kalıcılığını artırır."(Ö6)
	Etkili sunumu arttırma	Ö28	1	" Görsellik açısından daha etkili olacağını düşünüyorum. Kalıcılığı arttıracaktır. Etkili sunumu arttırır."(Ö28)
Öğrenme ortamına katkı sağlama	Farklılık sağlama	Ö4,Ö10	2	" Materyallerde kullanılabilir.3 boyutlu materyaller kalıcılığı daha çok arttırıcılığı sağlar. Farklılık sağlar. Dikkat çeker."(Ö4)
	Görselliği sağlama	Ö7,Ö8,Ö10, Ö13,Ö14, Ö26,Ö28, Ö29	8	" Görsel anlamda daha etkili olacağını düşünüyorum"(Ö29)
	Etkili öğretim	Ö3	1	" Dikkat çekme, güdüleme, etkili öğretim

ortamı sağlama	ortamı oluşturma, kavramların kalıcılığını artırma”(Ö3)
----------------	---------------------------------------------------------

Tablo 2. incelendiğinde öğretmen adaylarının 3B yazıcıların derslerde kullanılmasının katkılarına yönelik görüşlerinin; materyal temininde kolaylık sağlama, öğrenmeye katkı sağlama, anlaşılabilirliği sağlama, motivasyonu sağlama, öğrenci katılımını teşvik etme ve öğrenme ortamına katkı sağlama temalarında görüş bildirdikleri görülmektedir. İki öğretmen adayının (Ö18, Ö21) ise ifadeleri herhangi bir temaya dahil edilmediği için çalışmadan çıkarılmıştır.

Öğretmen adaylarının derslerde 3B yazıcı kullanılmasının dezavantajlarına yönelik görüşlerinden elde edilen bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3

Öğretmen Adaylarının 3B Yazıcıların Derslerde Kullanılmasının Katkılarına Yönelik Görüşlerinden Elde Edilen Bulgular

Tema	Kod	Öğretmen adayı	İfade sıklığı (N=33)	Alıntı ifade
Ekonomik olmama	Maliyetli olma	Ö2,Ö7,Ö12, Ö14,Ö16, Ö17,Ö23, Ö26,Ö28,Ö30	10	"Dezavantajı maliyet olabilir. Başka dezavantajı olacağını düşünmüyorum. Yapımı zor olabilir."(Ö17)
	Zaman alıcı olma	Ö12,Ö15,Ö16, Ö17,Ö23, Ö25,Ö30	7	" Dezavantajı olduğunu düşünmüyorum sadece maliyet ve zaman bakımından belki dezavantaj olarak görülebilir."(Ö23)
Kullanım bilgisinde eksiklik	Kullanımında problem yaşanması	Ö2,Ö26	2	" Maliyeti fazla olabilir. Kullanımda sıkıntılar çıkabilir. Derste kargaşa ortamı çıkabilir."(Ö26)
	3B yazıcıları kullanacak kişilerin az olması	Ö2	1	"... Sonuçta bu işi yapabilecek pek az kişi var. Öğrenci devamlı kullanılmasında sıkılabilir."(Ö2)
	Öğretmenin yeterli bilgiye sahip olmaması	Ö6	1	" Vardır. Teknolojik alt yapının yeterli olmadığı okullarda ve bu konuda yeterli bilgi birikimine sahip olmayan öğretmenlerle verimli olmayabilir veya kullanılmayabilir."(Ö6)
	Kullanma eğitimi	Ö4,Ö29	2	" İyi bir eğitim alınmamışsa kullanımı zorlaşır."(Ö29)
Alt yapı eksikliği	Sürekli kullanımının sıkıcı olması	Ö2,Ö14,Ö16	3	" Sürekli kullanıldığında öğrenci sıkılabilir. Hazırlanması maliyetli ve zaman gerektirebilir."(Ö16)
	Okulların teknolojik yetersizliği	Ö4	1	" İyi bir eğitim alınmalı kullanımı zorlaşır. Her okul bu teknolojiye sahip olmayabilir."(Ö4)
	Alt yapı problemi	Ö6	1	" Vardır. Teknolojik alt yapının yeterli olmadığı okullarda ve bu konuda yeterli bilgi birikimine sahip olmayan öğretmenlerle verimli olmayabilir veya kullanılmayabilir."(Ö6)
	Bilgisayarların yetersiz olması	Ö9	1	" Vardır. Her okulda bilgisayar ortamı olmadığı için buradan kaynaklanan sorun yaşanabilir."(Ö9)
Sınıf yönetiminde zorluk yaşanması	Okulun imkanı	Ö10	1	" Vardır. Her okulun imkânı olmayabilir alım konusunda. Derslerde kullanmada ise 3 boyutlu yazıcıların kullanımı ile ilgili bilgilendirme yapılmalı öğretmenlere" (Ö10)
	Derste kargaşa ortamı çıkma	Ö26	1	" Maliyet i fazla olabilir. Kullanımda sıkıntılar çıkabilir. Derste kargaşa ortamı çıkabilir."(Ö26)

	Kalabalık sınıflarda uygulama zorluğu	Ö8	1	" Olabilir. Çok kalabalık sınıflarda uygulaması zor olabilir. Öğrencilerin hepsi görmeyebilir."(Ö8)
	Boyut karmaşası	Ö27	1	" Gerçek obje ile boyut farkı varsa öğrencilerin aklı karışabilir. "(Ö27)
İlişkisiz açıklama	İlişkisiz açıklama	Ö5	1	"3 farklı boyutu özellikle 5-6.sınıf düzeyleri algılamada güçlük çekmektedir. Seviyeye göre indirgenme ve açıklama sağlanırsa dezavantajlar ortadan kalkar."(Ö5)
	Bilmiyorum	Ö1,Ö11,Ö13, Ö18,Ö19,Ö32	6	" Muhtemelen dezavantajı vardır ama ben bilmiyorum."(Ö13)

Tablo 3 incelendiğinde öğretmen adaylarının derslerde 3B yazıcı kullanılmasının dezavantajlarına yönelik olarak; ekonomik olmaması, kullanım bilgisinde eksiklik olması, alt yapı eksikliği olması ve sınıf yönetiminde zorluk yaşanması temalarında görüş bildirdikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının (Ö3, Ö20, Ö21, Ö22, Ö24, Ö33) bazılarının ifadeleri herhangi bir temaya dahil edilemediği için çalışmadan çıkarılmıştır.

Öğretmen adaylarının 3B yazıcının derslerde kullanım amacına yönelik görüşlerinden elde edilen bulgular Tablo 4' te sunulmuştur.

Tablo 4

Öğretmen Adaylarının 3B Yazıcının Derslerde Kullanım Amacına Yönelik Görüşlerinden Elde Edilen Bulgular

Tema	Kod	Öğretmen adayı	İfade sıklığı	Alıntı ifade
Öğrenmeyi kolaylaştırmak amaçlı	Soyut bilgileri somutlaştırma	Ö2,Ö4, Ö20, Ö25, Ö27, Ö29, Ö31, Ö33 Ö16	9	" Soyut bilgileri kalıcı olması için görselleştirmede"(Ö2) " Fen Bilimleri (Kimya, Fizik, Biyoloji) Soyut kavramları somutlaştırmada"(Ö16)
	Kalıcı öğrenmeyi sağlama	Ö2, Ö9	2	" Soyut ifadeleri daha kalıcı hale getirmek için kullanım"(Ö9)
	Kavram öğretimini sağlama	Ö5,Ö27	2	"Fen görsel zekâya hitap eden bir alan olduğundan özellikle soyut kavram öğretiminde bu yazıcılar kullanılmalıdır."(Ö5)
	Algılamayı hızlandırma	Ö5	1	" Derse girişte ve keşfetme basamağında hem algıyı hızlandıracak hem de ilgi uyandıracak biçimde kullanılmalıdır."(Ö5)
Farklı derslerde içeriği zenginleştirme amaçlı	Biyoloji konuları	Ö3,Ö16, Ö22,Ö31	4	" Biyoloji konuları, fizik konularında daha çok kullanırım"(Ö3)
	Kimya	Ö16	1	" Fen Bilimleri (Kimya, Fizik, Biyoloji) Soyut kavramları somutlaştırmada"(Ö16)
	Fizik konuları	Ö3,Ö16, Ö22,Ö32	4	" Fizik alanında kullanılabilir." (Ö32)
	Fen bilimleri	Ö6,Ö7, Ö10,Ö16, Ö17,Ö31	6	"Fen bilimlerinde her alanda kullanılabilir."(Ö17)
	Sosyal bilgiler	Ö7,Ö10	2	"... sosyal bilgiler dersinde harita ve dünya modelleri üzerinde..."(Ö7)
	Tarih	Ö10	1	" Daha çok görselliği fazla olan alanlarda sosyal, tarih, fen, coğrafya gibi."(Ö10)
	Coğrafya	Ö10	1	" Daha çok görselliği fazla olan alanlarda sosyal, tarih, fen, coğrafya gibi."(Ö10)
	Matematik	Ö7	1	" ...matematik dersinde geometrik şekillerin görülmesinde kullanılır."(Ö7)
	Astronomi	Ö8,Ö13	2	" Soyut kavramları gösterirken. Örneğin güneş

						sisteminde gezegenlerin dönüş sürelerini, dönme yönlerini gösterirken kullanılabilir.”(Ö13)
3B ürün oluşturma amaçlı	Model oluşturma Materyal temini 3B materyallerde	Ö4 Ö11, Ö23, Ö30 Ö21	1 3 1			“Soyutları somutlaştırmada model oluşturmada”(Ö4) “Materyalleri hazırlamada kullanılabilir.”(Ö23) “Gösteride 3 boyutlu şekilde gözükmelerini istediğimiz materyallerde kullanabiliriz”(Ö21)
Deney yapmak amaçlı	Deneysel konularda Yüksek maliyetli konularda Tehlikeli deney gösteriminde	Ö14 Ö11 Ö11,Ö24	1 1 2			“Görsel ve deneysel konularda kullanılabilir.”(Ö14) “Materyale gereksinim duyulan ancak yapımı tehlikeli ve maliyeti yüksek olan konularda kullanırım”(Ö11) “Tehlikeli deney gösteriminde, sınıfta uygulanamayacak olanlarda kullanılabilir.”(Ö24)
Görsellik amaçlı	sağlamak Görsel konularda Karmaşık şekilleri basitleştirme Şekilleri tema olarak gösterme	Ö7, Ö10, Ö14, Ö19, Ö26, Ö27, Ö28 Ö12 Ö1	7 1 1			“Görsellerin öneminin büyük olduğu konularda kullanırım.”(Ö19) “Daha çok görselliği fazla olan alanlarda sosyal, tarih, fen, coğrafya gibi.”(Ö10) “Karmaşık şekilleri daha basite indirgemek için daha kolay ders anlatımı için kullanılabilir.”(Ö12) “3 boyutlu göstermem gereken şekilleri şematize etmem gerektiğinde kullanabilirim.”(Ö1)

Tablo 4 öğretmen adaylarının derslerde 3B yazıcının kullanım amacına yönelik olarak öğrenmeyi kolaylaştırmak amaçlı, farklı derslerde içeriği zenginleştirme amaçlı, 3B ürün oluşturma amaçlı, deney yapmak amaçlı ve görsellik sağlamak amaçlı temalarında görüş belirttikleri görülmektedir. Bir öğretmen adayının (Ö18) ise ifadesi herhangi bir temaya dahil edilemediği için çalışmadan çıkarılmıştır.

Öğretmen adaylarının fen bilgisi dersinde 3B yazıcı kullanımına yönelik önerilerinden elde edilen bulgular Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5

Öğretmen Adaylarının Fen Bilgisi Dersinde 3B Yazıcı Kullanımına Yönelik Önerilerinden Elde Edilen Bulgular

Tema	Kod	Öğretmen adayı	İfade sıklığı	Alıntı ifade
İhtiyaç karşılamaya yönelik öneri	Materyal temini sağlamada	Ö2, Ö12	2	“ Fen bilgisi dersinde soyut olan kavramları, elimizde bulunduramadığımız materyallerin olmaması durumunda görselleştirerek göstermek.”(Ö2)
	Yapımı ve anlaşılması zor olan materyal temini sağlamada	Ö6	1	“ Yapımı zor ve birbirleriyle sistemli bir şekilde çalışan materyallerin gerçek görüntüsüne yakın bir şekilde kalıcı öğrenmesini sağlayacağı için anlaşımı zor olan materyallerde kullanılmalıdır.”(Ö6)
Kullanım sıklığına yönelik öneri	Yaygınlaştırılm alı	Ö7, Ö28	2	“ Fen bilgisi dersi üç boyutlu yazıcı kullanmaya daha uygun bir derstir. İnsan modellerinin, vücut organlarının daha kalıcı iyi anlaşılır olmasını sağlar. Bu yüzden Fen Bilgisi dersinde kullanımı arttırılmalıdır.”(Ö7)
	Her kazanımda kullanılmalı	Ö3	1	“ Fırsat bulunan her kazanımda kullanılmalı ve öğrencilerin bu derse olan ilgisi arttırılmalı.”(Ö3)
Öğretim sürecinde kullanılmasına yönelik öneri	Soyut kavramı somutlaştırma da	Ö4, Ö8, Ö10 Ö29, Ö31	5	“ Bence fen bilgisinde çok soyut kavram var ve bu soyut kavramların somutlaştırılması için kullanılması faydalı olacaktır.”(Ö8) “ Derslerle bağdaştırılarak kullanım sağlanırsa

	Öğretilmesi zor konularda	Ö9	1	bilgi kalıcılığını arttırır. Bilgilerin derslerde daha çok soyut kaldığı anlarda kullanarak bir simülasyon olsun ya da bir modeli gösterim olsun derslerde kullanmalıyız.”(Ö10)
	Deney yapma	Ö15	1	” Fen derslerinde bazı konuların öğretilmesi zor olduğu için 3 boyutlu yazıcı kullanımına uygun birçok örnek tasarlanabilir.”(Ö9)
	Görselliği sağlamada	Ö2, Ö17	2	”... Fizik ile ilgili deneylerin yapımında kullanılabilir. Örn: Kuvvet ve hareket konusu vb.”(Ö15)
				” Bence Fen Bilimleri derslerinde görsellik çok önemlidir. 3 boyutlu yazıcı mutlaka kullanılmalıdır. Öğrenci derse daha çok ilgi duyacaktır.”(Ö17)
Model oluşturmaya yönelik öneri	Astronomi konularında	Ö5	1	” Herhangi bir şeklin ya da yapının 3 boyutlu hali ”gerçeğe” yani somut olarak veri eldesini ifade ettiğinden özellik ”Güneş, dünya, evren” ünitelerinde kullanılmalıdır.”(Ö5)
	Anlaşılması zor olan materyal temininde	Ö6	1	” Yapımı zor ve birbirleriyle sistemli bir şekilde çalışan materyallerin gerçek görüntüsüne yakın bir şekilde kalıcı öğrenmesini sağlayacağı için anlaşımı zor olan materyallerde kullanılmalıdır.”(Ö6)
	Model gösteriminde	Ö15, Ö16, Ö20, Ö21, Ö22, Ö25, Ö26, Ö31, Ö33	9	” 3 boyutlu yazmayı bilmiyorum. Fakat 3 boyutlu bir malzeme olabilir. Bunun için fen bilgisi dersinde kulak, dil, deri modelleri için kullanılabilir.”(Ö21)
Kullanıcılara yönelik öneri	Öğretmenlerin bilgi sahibi olması ve uygulaması	Ö23, Ö32	2	” Dersimizin bu tür etkinlik kullanımına uygun olduğunu düşünüyorum ve öğretmenlerin bu konuda bilgi sahibi olup uygulamasını öneriyorum bende dahil.”(Ö23)
	Öğrencilerin 3B yazıcı kullanması	Ö1, Ö14, Ö18	3	” Öğrencilere 3 boyutlu bir şekilde vermemiz gereken tüm materyaller kullanılmalıdır. Öğrenciler de sürece katılım sağlamalıdır.”(Ö1)

Tablo 5 incelendiğinde öğretmen adaylarının derslerde 3B yazıcı kullanılmasına yönelik önerilerinin; ihtiyaç karşılamaya yönelik, kullanım sıklığına yönelik, öğretim sürecinde kullanılmasına yönelik, model oluşturmaya yönelik ve kullanıcılara yönelik temalarında önerilerini sundukları görülmektedir. Dört öğretmen adayının (Ö11, Ö13, Ö24, Ö27) ifadesi herhangi bir temaya dahil edilemediği için analizden çıkarılmıştır

4. Sonuçlar, Tartışma ve Öneriler

Öğretmen adaylarının 3B yazıcı tanımlarına yönelik bulgular incelendiğinde; kullanım amacı teması altında, 3B çıktı almak, tasarım yapmak, görsellik kazandırmak kodlarında tanımladıkları görülmektedir. Teknoloji ürünü teması altında; bilgisayar desteği, görselleştirme aracı, yazma çizme aracı, 3B uygulama kodlarında tanımladıkları görülmektedir. Öğretmen adayları 3B yazıcıyı kullanım amacına yönelik özelliklerinden faydalanarak tanımlamışlardır. Bazı öğretmen adaylarının 3B yazıcıları; yazma-çizme aracı, simülasyon, hologram ve yazıların 3 boyutlu gösterimi olarak tanımladıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarının 3B yazıcıları kağıt üzerine çıktı yapan iki boyutlu yazıcılar, hologram ve simülasyon uygulamaları ile karıştırdıkları söylenebilir. Bu durum öğretmen adaylarının günümüz teknolojisi 3B yazıcılarla ilgili yeterli bilgiye sahip olmamaları ya da hologram ve simülasyon gibi uygulamaların temelde nasıl uygulamalar olduğu ve hangi amaçlarla kullanıldığı hakkında bilgi sahibi olmamaları, kağıt üzerine çıktı yapan iki boyutlu yazıcılarla karıştırdıkları şeklinde yorumlanabilir.

Öğretmen adaylarının 3B yazıcıların derslerde kullanılmasının katkılarına yönelik görüşleri incelendiğinde; 3B yazıcıları materyal temininde kolaylık sağlama temasında; eksik materyali üretme ve ulaştırılması zor nesnelere üretme olarak düşündükleri, 3B yazıcıları öğrenmeye katkı sağlama temasında;

kalıcı öğrenmeyi sağlama, anlamlı öğrenmeyi sağlama, verimli dersi sağlama, yanlış öğrenmeyi önleme ve tam öğrenmeyi sağlama olarak düşündükleri, 3B yazıcıları anlaşılabilirliği sağlama temasında; somutlaştırma, gerçeğe yakınlık sağlama, materyali gerçeğiyle bağdaştırma, anlaşılır olma, anlamayı kolaylaştırmayı sağlama ve çok yönlü görmeyi sağlama olarak düşündükleri, 3B yazıcıları motivasyonu sağlama temasında; ilgi arttırma, dikkat çekme, güdülemeyi sağlama, derse odaklama, merak uyandırma, 3B yazıcıları öğrenci katılımını teşvik etme temasında; aktif katılımı sağlama ve etkili sunumu arttırma olarak düşündükleri, 3B yazıcıları öğrenme ortamına katkı sağlama temasında; farklılık sağlama, görsellik sağlama ve etkili öğretim ortamı sağlama olarak düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının 3B yazıcıların derslerde kullanılmasının; dersler de kalıcı öğrenmeyi sağlaması, dersin işleniş sırasında eksik olan materyalin ders sırasında çıktısının alınmasını sağlaması, derslerdeki çoğu kavramların soyut olması sebebiyle somutlaştırması ve anlamayı kolaylaştırması, derse dikkat çekmeyi sağlaması ve ilgi arttırması, dersin işleniş sırasında farklılık sağlaması ve görsellik katarak etkili öğretimi sağlaması gibi avantajlarının farkında oldukları söylenebilir. Benzer şekilde Lütolf (2013), 3B yazıcıların eğitim ortamında eksik olan materyalin hızlı bir şekilde üretilmesini sağlayabileceğini ifade etmektedir. Öğretmen adaylarının bazılarının ise konu hakkında bilgisi olmadığı söylenebilir. 3B yazıcılar öğrenme ortamında materyal temini için öğretmenlere katkı sağlamaktadır. Ayrıca 3B yazıcılar öğrencilerin zihinsel aktiviteleri sonucu onlara kendi modellerini tasarlama ve yazdırma imkânı sunacağından bu teknoloji eğitim ortamlarında etkili bir şekilde kullanılabilir (Karaduman, 2017b). 3B yazıcıların öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerine etki edeceği düşünülmektedir (Eisenberg, 2013). Avinal (2019)'un yaptığı çalışmanın sonuçları, 3B yazıcı teknolojisiyle geliştirilen etkinliklerle konuların öğrenilmesinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı, öğrencilerin derse katılımını sağlaması ve derse ilgilerini arttırdığı yapılan bu çalışmada öğretmen adaylarının 3B yazıcıların avantajları ve öğrenme ortamlarında kullanımına yönelik görüşlerini desteklemektedir.

3B yazıcıların avantajları olduğu kadar dezavantajları da vardır. Öğretmen adayları 3B yazıcıların derslerde kullanılmasının maliyetli ve zaman alıcı olması, derslerde sürekli kullanımında öğrencilerin sıkılması, kullanacak kişilerin yeterli bilgiye sahip olmaması, okullardaki alt yapı problemleri ve bilgisayar ortamının yetersiz olması gibi dezavantajları belirtmişlerdir. Benzer şekilde Kuzu Demir vd., (2016) 3B yazıcıların eğitim ortamında kullanılabilmesi için okulların alt yapı imkanları ve bu teknolojiyi kullanabilecek kişilerin yeterli bilgisi olmamasını 3B yazıcıların dezavantajı olarak belirtmiştir. 3B yazıcıların eğitim ve öğretim ortamında kullanılabilmesi için bu teknolojiyi kullanabilecek kişilerin; teknik destek ve yazılım bilgisine sahip olması, okulların; yeterli donanımına sahip ve alt yapısının uygun olması gerekir (Özsoy ve Duman, 2017). Bazı öğretmen adayları derslerde 3B yazıcı kullanımının yararlı olacağını dezavantajı olmadığını belirtmişlerdir. Bu öğretmen adaylarının 3B yazıcıların dezavantajları hakkında bilgi sahibi olmadıkları sonucuna ulaşılabilir.

Öğretmen adaylarının 3B yazıcının derslerde kullanım amacına yönelik görüşleri incelendiğinde; öğrenmeyi kolaylaştırmak amaçlı temasında; soyut bilgileri somutlaştırma, kalıcı öğrenmeyi sağlama, kavram öğretimini sağlama ve algılamayı hızlandırma amaçlı kullanılabilmesini düşündükleri sonucuna ulaşılabilir. 3B yazıcıları farklı derslerde içeriği zenginleştirmek amaçlı temasında; biyoloji konuları, kimya, fizik konuları, fen bilimleri, sosyal bilgiler, tarih, coğrafya, matematik ve astronomi derslerinde kullanılmasını belirtmişlerdir. 3B yazıcılar fen bilimleri dersinde fizik, kimya ve biyoloji konularında soyut bilgi ve kavramları somutlaştırmayı sağlamaktadır (Güleryüz vd., 2019). Öğretmen adayları 3B yazıcıları 3B ürün oluşturma amaçlı temasında; model oluşturma, materyal temini ve 3B materyaller olarak düşündükleri; deney yapmak amaçlı temasında, deneysel konularda, yüksek maliyetli konularda ve tehlikeli deney gösteriminde kullanma olarak düşündükleri; görsellik sağlamak amaçlı temasında, görsel konularda, karmaşık şekilleri basitleştirme, şekilleri şema olarak gösterme olarak düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. 3B yazıcılar derslerde somutlaştırmayı sağlamak, kalıcı öğrenmeyi sağlamak, materyal temini sağlamak, öğrencilerin derse dikkatini çekerek motivasyonlarını arttırmak gibi sebeplerle kullanılabilir. Öğrenciler 3B yazıcılar aracılığıyla ders kapsamında veya günlük hayatta hayalini kurdukları ya da öğrendikleri soyut bilgileri somutlaştırma imkânı bulurlar. Böylece öğrencilerin derse olan ilgilerinin artması ile öğrenciler yeni fikir arayışı içinde bulunarak yaratıcı düşünme becerisini geliştirirler (Kuzu Demir vd., 2016). 3B yazıcılar ders kapsamında kullanılarak öğrencilerin teknolojiye gelişmeleri de takip etmesi sağlanabilir.

Öğretmen adaylarının Fen Bilgisi dersinde 3B yazıcı kullanımına yönelik önerileri incelendiğinde; 3B yazıcıları ihtiyaç karşılamaya yönelik öneri temasında materyal temini sağlamada, yapımı ve anlaşılması zor olan materyal temini sağlamada kullanılabilmesine yönelik olarak düşündükleri, kullanım sıklığına

yönelik öneri temasında yaygınlaştırılmalı ve her kazanımda kullanılmalı şeklinde düşündükleri, öğretim sürecinde kullanılmasına yönelik öneri temasında; soyut kavramı somutlaştırma, öğretilmesi zor konularda deney yapma ve görselliği sağlama olarak düşündükleri, model oluşturmaya yönelik öneri temasında; astronomi konularında kullanılmalı, anlaşılması zor olan materyal temininde ve model gösteriminde kullanılmalı olarak düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının kullanıcılara yönelik öneri temasında öğretmenlerin bilgi sahibi olması ve uygulaması, öğrencilerin 3B yazıcı kullanması şeklinde düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Fen bilgisi dersinin soyut kavramlar içermesi ve ders isleniş sırasındaki eksik materyalin hazırlanması açısından 3B yazıcıların kullanılmasının katkı sağlayacağı ve 3B yazıcıların Fen Bilgisi dersinde geniş bir kullanım alanına sahip olduğu söylenebilir. Bazı öğretmen adaylarının ise 3B yazıcıların Fen Bilgisi dersinde kullanımı hakkında bilgisi olmadığı söylenebilir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarıyla 3B yazıcılarla ilgili yapılan bu çalışma sonucunda; bazı öğretmen adaylarının 3B yazıcıyı, yazıcının kullanım amaçlarından faydalanarak tanımlayabildikleri, 3B yazıcıların öğretim sürecindeki avantaj ve dezavantajların farkında oldukları ve 3B yazıcıların öğretim sürecinde kullanılmasına yönelik mantıklı öneriler sundukları söylenebilir. Ancak bazı öğretmen adaylarının ise 3B yazıcılarla ilgili yeterli bilgiye sahip olmadığı, hologram ve simülasyon gibi uygulamalarla karıştırdıkları, 3B yazıcıların öğretim ortamlarındaki avantaj ve dezavantajlarının farkında olmadıkları söylenebilir. 3B yazıcıların öğretim sürecinde kullanılmasında öğretmen adaylarının da belirttiği gibi okullardaki alt yapı ve teknolojik yetersizliğin olması ve bu teknolojiyi kullanacak eğitimli kişilerin az olması derslerde kullanımı için dezavantaj oluşturmaktadır. 3B yazıcı teknolojisi donanımı ve yazılımını kullanacak olan bireylerin bu niteliklere sahip olmaması bu teknolojinin eğitim ortamında yaygın olarak kullanılmasını engellemektedir (Kuzu Demir, vd., 2016). Bu nedenle öğretmenlere, öğretmen adaylarına 3B yazıcıların öğretim sürecinde kullanılmasına yönelik aktif katılımlı eğitimler verilebilir. Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına 3B yazıcıları öğretim sürecinde kullanmalarını teşvik etmek için aktif katılımlı eğitimler oldukça önemlidir. Bennett ve Scholes (2001) öğretmen adaylarının meslek derslerinde teknolojiyi kullanma eğiliminde bulunmadıkları için öğretmenlik hayatında, öğrenme öğretme faaliyetlerinde derslerde uygulayamadıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının 3B yazıcı teknolojisini kullanma eğiliminde olmalarını sağlamak için onların bu teknolojiyi yeterince tanıyor ve kullanabiliyor olması önemlidir. Bununda hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimlerle sağlanabileceğine inanılmaktadır.

Kaynaklar

- Avinal, M. (2019). *Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin vücudumuzdaki sistemler ünitesinin öğretimine etkisinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Balcıoğlu, Y.S. (2014). *3 Boyutlu yazıcı ve sinemada kullanımı*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Yaşar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Bardakçı, S., Kılıçer, K., Akbulut, C., Çağlar, A. & Kocadağ Ünver, T. (2018). Üç boyutlu yazıcı ve öğretim sürecinde kullanımı. Editörler: Akkoyunlu, B., İşman, A. & Odabaşı, H.F. *Eğitim Teknolojileri Okumaları*(s.530-546).TOJET& Sakarya Üniversitesi.
- Bennett, L., and Scholes, R. (2001). Goals and attitudes related to technology use in a social studies method course. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 1(3), 373-385.
- Doğann, A. ve Uluay, G.(2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının 3d teknolojilerini öğrenme ve öğretme deneyimleri: Tinkercad Örneği. *Trakya Eğitim Dergisi*,10(3),980-994.
- Doğan, O ve Baloğlu, N. (2020). Üniversite öğrencilerinin endüstri 4.0 kavramsal farkındalık düzeyleri. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 13(1), 126-142.
- Eisenberg, M. (2013). 3D printing for children: What to build next? *International Journal of Child-Computer Interaction*, 1(1), 7-13.
- Güler Taşkıran, A. (2019). *Fen eğitiminde 3D yazıcıların kullanımının öğrencilerin tutumlarına ve görüşlerine etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Güleryüz, H., Dilber, R. & Erdoğan, İ. (2019). STEM uygulamalarında öğretmen adaylarının 3D yazıcı kullanımı hakkındaki görüşleri. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 1-8.
- Güneş, S., Yurdakul, M., Kalaycı, U., Uyanık, U. & Şentürk, S. (2020). 3 Boyutlu yazıcı kullanımının öğrencilerin ar-ge yeteneklerinin gelişimine etkisinin incelenmesi: Ostim Teknik Üniversitesi Meslek Yüksekokulunda örnek bir uygulama. *International Journal of 3D Printing Technologies and Dijital Industry*,4(1),1-11.

- Karaduman, H. (2017a). Soyuttan somuta sanaldan gerçeğe: Öğretmen adaylarının bakış açısıyla üç boyutlu yazıcılar. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,18(1),273-303.
- Karaduman, H. (2017b). Sosyal bilgiler eğitiminde 3 boyutlu yazıcıların kullanımı. *AJESI-Anadolu Journal Of Education Sciences International*,7(3),590-625.
- Kökhan, S. & Özcan, U. (2018). 3D yazıcıların eğitimde kullanımı. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergisi)*, 2(1), 81-85.
- 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.
- Küçüksoğak, S. (2019). *Üç boyutlu yazıcıların eğitimde kullanımı: Öğrenciler üzerine bir uygulama*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aksaray.
- Lütolf, G. (2013). Using 3D printers at school: The Experience of 3drucken.ch. Canessa, E., Fonda, C., & Zennaro, M. (Ed.), in *Low-Cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development* (s.149-159). ICTP Science Dissemination Unit
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar), Ankara.
- Özsoy, K. & Duman, B. (2017). Eklemeli imalat (3boyutlu baskı) teknolojilerinin eğitimde kullanılabilirliği. *International Journal Of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 1(1), 36-48.
- Yavuz, İ., Yuran, A.F. & İkinci, F. (2019, April). Makine mühendisliği eğitiminde 3D yazıcılar ile yardımcı materyal tasarımı ve uygulaması. 4th International Congress on 3D Printing (Additive Manufacturing) Technologies And Dijital Industr, Antalya.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2018). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (11. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, G., Yıldırım, S. & Çelik, E. (2018). Yeni bir bakış -3 boyutlu yazıcılar ve öğretimsel kullanımı: Bir içerik analizi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*,13(25).163-184.
- Yılmaz, F., Arar, M.E. & Koç, E. (2014). 3D baskı ile hızlı protip ve son ürün üretimi. *Metalurji Dergisi*,168,35-60.
- Yılmaz, A. & Algil, M. (2018). Matematik öğretim materyallerinin 3D yazıcılarla üretimi ve eğitimciye sağladığı katkılar. *Journal of Awareness*, 3(4), 41-52.
- Yüksel, A.O. (2015). *Okul öncesi dönemde 3 boyutlu tasarım ve üretimin çocukların bilişimine yönelik algılarına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.