



ULUSLARARASI 3B YAZICI TEKNOLOJİLERİ
VE DİJİTAL ENDÜSTRİ DERGİSİ

INTERNATIONAL JOURNAL OF 3D PRINTING
TECHNOLOGIES AND DIGITAL INDUSTRY

ISSN:2602-3350 (Online)

URL: <https://dergipark.org.tr/ij3dptdi>

ÖĞRETMENLERİN 3B YAZICI ÖĞRENME VE UYGULAMA DENEYİMLERİ

3D PRINTER LEARNING AND APPLYING EXPERIENCES OF TEACHERS

Yazarlar (Authors): Esra ŞAHBAZ , Hasan GÖKÇE , Hilal KARABULUT 

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Şahbaz E., Gökçe H., Karabulut H., “Öğretmenlerin 3B Yazıcı Öğrenme ve Uygulama Deneyimleri” *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 8(1): 59-70, (2024).

DOI: 10.46519/ij3dptdi.1004949

Araştırma Makale/ Research Article

Erişim Linki: (To link to this article): <https://dergipark.org.tr/en/pub/ij3dptdi/archive>

ÖĞRETMENLERİN 3B YAZICI ÖĞRENME VE UYGULAMA DENEYİMLERİ

Esra ŞAHBAZ^{ID^a}, Hasan GÖKÇE^{ID^a}, Hilal KARABULUT^{ID^{a*}}

^aMEB, Türkiye

* Sorumlu Yazar: hilalcoskun88@gmail.com

(Geliş/Received: 01.06.23; Düzeltme/Revised: 07.08.23; Kabul/Accepted: 15.08.23)

ÖZ

Bu araştırmada, öğretmenlerin 3B yazıcı öğrenme ve uygulama deneyimlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırmada, nitel araştırma desenlerinden olgu bilim tercih edilmiştir. Araştırma, İç Anadolu bölgesinin bir ilinde görev yapan ve 3B yazıcı eğitimi almış 6 öğretmen ile yürütülmüştür. Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden birisi olan ölçüt örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Örnekleme belirleme ölçütü ise öğretmenlerin 3B yazıcı eğitimi almış olmaları şeklinde belirlenmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak görüşme formu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Araştırmada veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. Analizler sonucunda elde edilen kod, kategori ve temalar belirlenerek bulgular tablolar halinde gösterilmiş ve tablo altında katılımcılara ilişkin doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Araştırma sonuçları, öğretmenlerin 3B yazıcı eğitimleri ile birlikte 3B yazıcıların çalışma prensiplerini anladıklarını, bu eğitimlerle birlikte 3B yazıcıları derslere entegre edebileceklerini göstermiştir. Ayrıca, öğretmenler 3B yazıcılar ile ilgili verilen eğitimlerin branş bazlı olması, birebir deneyime izin vermesi ve küçük gruplarla yürütülmesi gerektiği şeklinde de önerilerde bulunmuşlardır.

Anahtar Kelimeler: 3D Yazıcı, Öğrenme ve Uygulama, Olgu Bilim.

3D PRINTER LEARNING AND APPLYING EXPERIENCES OF TEACHERS

ABSTRACT

This research aimed to reveal teachers' 3D printer learning and applying experiences. In the research, phenomenology, one of the qualitative research designs, was preferred. The research was conducted with 6 teachers who worked in a province of the Central Anatolia region and received 3D printer training. Criterion sampling method, one of the purposeful sampling methods, was preferred in determining the participants. The criterion for determining the sample was that the teachers had received 3D printing training. An interview form was used as a data collection tool in the research. Semi-structured interview questions were prepared by the researchers. In the research, data were analyzed by content analysis. The codes, categories and themes obtained as a result of the analysis were determined and the findings were shown in tables and direct quotes from the participants were included under the table. Research results showed that teachers understood the working principles of 3D printers through 3D printer training and that they could integrate 3D printers into lessons with these trainings. In addition, teachers also made suggestions that the trainings on 3D printers should be branch-based, allow one-to-one experience, and be conducted in small groups.

Keywords: 3D Printing, Learning and Applying, Phenomenology.

1. GİRİŞ

1.1. 3B yazıcı nedir?

Geçmişten günümüze teknolojinin sürekli olarak değişim ve gelişim gösterdiği bilinmektedir. Teknoloji ilerledikçe insanlar yeni buluşlar ve tasarımlar ortaya koymaktadır. Bunlardan birisi de hayatımızda önemli bir yeri olan üç boyutlu (3B) yazıcılardır. Toplumun değişmesinde 3B yazıcılarının nasıl bir etkisi olacağı tam olarak bilinmemektedir fakat ekonomik, sosyal ve teknik olarak bir devrim yarattığı söylenebilir [1].

Bilgisayarda yer alan üç boyutlu verilerin somut nesnelere dönüştürüldüğü makineler 3B yazıcılar olarak isimlendirilir. Bu yazıcılar geleneksel üretim süreçleriyle üretilmesi zor olan geometrik ürünlerin elde edilmesine imkân tanır [2]. 3B yazıcı teknolojisi, düşük maliyetli, çeşitli özelliklere sahip ve hafif ürünlerin üretimine olanak sağlayan bir teknolojiyi içerir [3]. Bu teknoloji dişli gibi basit ürünleri bir saatten kısa sürede oluşturabilir. Bununla birlikte serbest hareketli parçaları olan nesnelere de üretebilir [4]. 3B baskı, dijital bir modelden gerçek bir nesne oluşturmanın kısa yoludur [1]. 3 boyutlu baskı, yazıcı aracılığıyla bilgisayarda bulunan programlar yardımıyla tasarlanan verileri herhangi bir araç-gereç kullanılmadan makineye ileterek ve katman katman malzemeleri ekleyerek üç boyutlu fiziksel parçaların üretiminin yapılmasıdır [5]. 3B yazıcılar, lazer veya mürekkep püskürtmeli geleneksel yazıcılara benzer biçimde çalışır fakat çok renkli mürekkepler yerine yavaşça yerleşen toz kullanarak ürün elde eder. Bütün 3B yazıcılar ortaya çıkacak üründeki her katmanın nasıl oluşturulacağını belirlemek amacıyla 3B CAD yazılımını kullanırlar. Yazıcı öncelikle sıvı reçine tabakasını ince bir şekilde dağıtır ve bu tabakanın sertleşmesi için lazer kullanır. Son olarak kimyasal banyo ile fazla reçine temizlenir [4].

1.2. 3B Yazıcıların Tarihçesi

3B yazıcılarının tarihsel gelişimi şu şekilde özetlenmiştir [6]: İlk olarak 1984 yılında Charles Hull SLA teknolojisini kullanarak 3B yazıcısını geliştirmiştir. 1986 yılında ise Charles Hull bir firma kurarak ilk ticari 3B yazıcısını üretmiştir. Kurulan bu firma tarafından 1988 yılında SLA 250 adındaki ilk model tanıtılmıştır. Yine aynı yılda SLS ve FDM teknolojileri keşfedilmiştir. 1993 yılında

da Massachusetts Institute of Technology (MIT) iki boyutlu yazıcılarda kullanılan püskürtme yönteminden hareketle 3 Dimensional Printing (3DP) teknolojisini bulmuştur. Ayrıca aynı yıl içerisinde ilk renkli baskı yapılmış ve 1995 yılında 3B yazıcılar satışa çıkmaya başlamıştır. 1996 yılında 3B yazıcıların çeşitli modelleri piyasaya sürülmeye ve ilk defa üç boyutlu yazıcı kelimesi kullanılmaya başlanmıştır. 2007 yılında RepRap isiminde açık kaynak kodlu 3 boyutlu yazıcılar çıkmıştır. 2008 yılında kendi parçalarının %50'sini üretebilen RepRap ilk versiyonunu tamamladı. Buna ek olarak Object Geometries firması aynı anda farklı malzemeleri kullanabilen Connex500 adlı modeli geliştirmiştir. 2009 yılında ev tipi 3 boyutlu yazıcıların satışı artmaya başlamıştır. 2011 yılında Southampton Üniversitesi dünyadaki ilk 3D baskılı uçağını tasarlamıştır. 2012 yılında 3B yazıcı teknolojisi kullanılarak kişiselleştirilmiş z komplikasyona sahip eklem protezi üretilmiştir. 2014 yılında ilk kez uzayda üç boyutlu yazıcı kullanılmıştır. 2015 yılında NASA, 3 boyutlu yazıcı ile uzayda üretim yapmaya başlamıştır. 2016 yılında ise Adidas ve New Balance gibi büyük firmalar 3B yazıcılarla ayakkabı üretimi yapmaya başlamıştır [6].

1.3. 3B Yazıcıların Çeşitleri

3B yazıcılar katmanlı üretim yöntemiyle baskılarını katmanlar halinde oluşturmaktadır. Üretim sürecinde birçok farklı teknik mevcuttur. Bu farklı teknikler 3B yazıcıların çeşitlere ayrılmasına neden olmuştur [7].

Stereolithography (SLA): Charles Hull'un 3B baskıyı bulduğunda kullandığı bir fotopolimerizasyon yöntemidir [8]. Eritilen materyal lazer ile istenilen şekle getirilerek bir nesne elde edilir. SLA, olağanüstü pürüzsüzlükte baskılar üretir [9].

Selective Laser Sintering (SLS): En ekonomik yöntemlerden birisidir. Eritilen özel toz lazer kullanılarak istenilen nesneye dönüştürülür [9]. Bu yöntemin bir yararı, sinterlenmemiş tozun olduğu gibi kalması, basılan yapıya destek sağlaması ve diğer ürünler için yeniden kullanılabilmesidir [8].

Fused Deposition Modelling (FDM): Scott Crump, bu yöntemi 1980'lerin sonunda icat etti. Yazıcı, birbiriyle kaynaşan katmanlar halinde bir erimiş termoplastik akışı çıkarır.

Katmanlama, model bitene kadar devam eder. Bu, en ucuz alternatiflerden biridir ve tipik olarak kütüphanelerde kullanılan türdendir [8].

Three Dimensional Printing (3DP): Bu yöntem geleneksel mürekkep yazıcıların çalışma şekline benzerlik göstermekle birlikte aralarındaki tek fark 2 boyutlu yerine 3 boyutlu üretim gerçekleştirmesidir [10].

MakerBot: Açık kaynaklı RepRap sistemlerine dayanan MakerBot 2012 yılında piyasada yer almaya başlamıştır. Açık kaynak kodlu yazılıma sahip ve evde kullanım amacıyla üretilmiştir [11].

1.4. 3B Yazıcıların Günümüzdeki Kullanım Alanları

3B yazıcılar ilk üretildiği zamanlarda çok yüksek maliyette olmasına rağmen özellikle prototip geliştirme sürecinde sanayi alanında sıklıkla kullanılmıştır [12]. İlerleyen zamanlarda ise 3B yazıcıların birçok alanda kullanıldığı görülmektedir. Bunlar; endüstriyel imalat, tekstil, inşaat, mimarlık, mühendislik, otomotiv, havacılık, uzay, tıp, gıda, mücevher, ayakkabı, giyim ve eğitim gibi çok çeşitli alanlardır [1], [3], [13]. Son yıllarda ise genellikle tıp alanında yapay organ üretiminde, canlı hücrelerden yapay doku üretiminde, savunma sanayisinde savaş uçaklarının üretiminde, bazı gıdaların üretiminde kullanılmaktadır [14]. 3B yazıcıların masa üstü türleri günümüzde evlerde de kullanılabilir hale gelmiştir. Yazılım maliyetinin düşmesi yazıcıların insanların daha kolay ulaşabileceği alanlarda kullanımını sağlamıştır. Böylece evlerde ve eğitim ortamlarında kullanılmaya başlanmış ve insanlara teknolojik alanda yeni fırsatlar sunulmuştur [15].

1.5. 3B Yazıcıların Eğitimde Kullanımı

Eğitim sistemimiz öğrencilerden var olan bilgileri kullanarak yeni bilgiler üretmelerini ve bu ürettikleri bilgiler ile günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözmelerini istemektedir. Öğrencilerden yalnızca okur-yazar olmaları değil aynı zamanda verimli ve üretken bireyler olmaları da beklenmektedir [16]. 3B yazıcıların zaman içerisinde hızlı gelişimi ve kolay ulaşılabilir olması eğitim alanında kullanılabilirliğini artırmıştır. 3B yazıcıların erişilebilirlik, uygun fiyat ve öğrenme potansiyeli gibi özelliklerinin olması bu teknoloji hakkında hiçbir bilgisi olmayan

öğrencilerde dahi ilgi uyandırmıştır [17]. Ancak bu ilgiye rağmen 3B yazıcılar eğitim alanında yoğun bir şekilde kullanılmamaktadır. Bunun sebebi olarak öğrencilerin gerekli donanım ve bilgiye sahip olmama ve öğrenme sürecinde kullanımının maliyetli olması gösterilmektedir [18]. 3B yazıcı teknolojileri öğrencilerin problem çözmelerine ve yeni bir ürün ortaya çıkarmalarına katkı sunar. Öğretmenler derslerinde bu teknolojiyi öğrencilerin farklı yeteneklerini keşfetmeye ve çok boyutlu düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik kullanmayı tercih edebilirler [19]. Eğitim için stratejik bir önemi olan 3B yazıcılar ilköğretimden üniversiteye kadar özellikle teknik ve mekanik derslerde öğrencilerin çeşitli gelişim alanlarına katkı sağlar. Bu teknoloji öğrencinin hayal gücünü geliştirir ve onlara yeni öğrenme fırsatları sunar [20], [3]. 3B yazıcılar öğrencilerdeki eleştirel düşünme, mantık ve mantık kullanarak problem çözme ve somut nesne üretme becerilerini geliştirmeye yardımcı olur [20], [3]. 3B yazıcı kullanımının öğrencilerin somut öğrenme yaşantılarını ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirirken dersin eğlenceli hale gelmesini sağladığı söylenebilir [12]. 3B yazıcılar ile farklı duyu organlarına hitap eden çeşitli materyaller üretilerek eğitsel açıdan tam ve kalıcı öğrenme sağlanmış olur [13]. 3 boyutlu yazıcılar ile elde edilen nesnelere fen bilimleri dersinde de var olan gözle görülemeyecek kadar büyük veya küçük (güneşin katmanları, dünya, hücre modeli, kromozom yapısı) kavramları somutlaştırmaya imkân sağlar [7]. Özellikle FeTeMM etkinlikleri öğrencilerin çalışmaları ve yeni fikirler üretmeleri açısından motivasyonlarını artırırken 3B yazıcıların kullanılmasıyla da öğrencilerin tasarladıkları modellere dokunabilmeleri onlara farklı deneyimler kazandırır [21].

1.6. Alanyazın İncelemesi

Kuzu Demir vd. [13], 3B yazıcıları tanıtmışlar, eğitim ile ilişkisini açıklayarak Türkiye’de bu teknolojinin nasıl kullanıldığına yer vermişlerdir. Çalışmalarında 3B yazıcıların eğitimde kullanılmasına ilişkin önerilerde bulunmuşlar ve gelecek çalışmalar için kuramsal temel oluşturmayı amaçlamışlardır.

STEM uygulamalarında 3B yazıcıların kullanımına ilişkin fen bilimleri öğretmen adaylarının görüşlerini belirlenmesinin

amaçlandığı çalışmada [20], öğretmen adaylarının 3B yazıcıları materyal olarak destek sağlayan, bilgiyi somutlaştıran, öğrenmeyi kolaylaştıran ve 21. yüzyıl becerilerini içeren bir teknoloji olarak gördükleri belirlenmiştir. Schelly vd. [22], 3B yazıcı teknolojisinin nasıl uygulanabileceğini görmek ve özellikle bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarında eğitim müfredatını iyileştirmek amacıyla bir atölye çalışması gerçekleştirilmiştir. Novak & Wisdom [23], 3B teknolojisinin öğretmen adaylarını aktif, işbirlikçi, probleme dayalı öğrenmeye dahil etmenin bir yolu olarak bir fen bilgisi öğretmeni yetiştirme programında nasıl tanıtılabileceğini ve mevcut bir fen müfredatına nasıl entegre edilebileceğini açıklamışlardır. Öğretmen adayları için ilköğretim fen bilgisi sınıfında gelecekteki öğrencilerine uygulayabilecekleri bir ders modeli tasarlamışlar ve proje sonunda öğretmen adayları, 3B teknolojisinin yüksek kullanılabilirliğini, kullanım kolaylığını, tasarım ve düşünme becerilerini, bilime ve bilimi öğretmeye yönelik tutumlarını geliştirdiğine yönelik düşüncelerini bildirmişlerdir. Holzmann vd. [24], lise öğretmenlerinin 3B teknolojilerini sınıfta kullanmaya yönelik davranışsal niyetlerini araştırmışlardır. Sonuçlar, performans beklentisi, kolaylaştırıcı koşullar, kaygı ve teknoloji kullanımına yönelik tutumun yeni teknolojinin benimsenmesini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Beklentilerin aksine, rahatlık beklentisi ve sosyal etki davranışsal niyeti etkilememektedir. Dolayısıyla bu çalışma, bireysel benimseme süreçlerinde yeni bir teknolojiyi kullanmaya yönelik kaygı ve tutumun öneminin daha fazla araştırılması gerektiğinin altını çizerek önceki bilgilere katkıda bulunmaktadır. Ford & Minshall [25], 3B teknolojisinin eğitim alanında nerede ve nasıl kullanılacağına dair literatür taraması yaparak sentezlemiştir. Okullarda, üniversitelerde, kütüphanelerde ve özel eğitim ortamlarında 3B baskı uygulamalarının araştırılmasıyla altı kullanım kategorisi belirlenmiş ve tanımlanmıştır: (1) öğrencilere 3B baskıyı öğretmek, (2) eğitimcilere 3B baskıyı öğretmek, (3) öğretim sırasında bir destek teknolojisi oluşturmak, (4) öğrenmeye yardımcı olan eserler üretmek, (5) yardımcı teknolojiler oluşturmak ve (6) sosyal yardım faaliyetlerini desteklemek. Bu altı kategorinin her birinde 3B baskı tabanlı

öğretim uygulamalarına dair kanıtlar bulunmasına rağmen, uygulama henüz olgunlaşmamış ve gelecekteki araştırma ve eğitim politikası için önerilerde bulunulmuştur. Kökhan & Özcan [3], 3B yazıcıların eğitimde kullanılmasını ve diğer kullanılabileceği alanları irdelemişlerdir. 3B yazıcıların eğitim sürecinde ve eğitim sonrasında birçok avantajlar getireceği öngörülmüş fakat yaygın olmaması nedeniyle eğitimde daha etkili bir şekilde kullanılması için çeşitli yollar aranması gerektiği önerilmiştir. Özsoy & Duman [26], 3B yazıcıların tanıtımı ve eğitimde kullanılması üzerine bir çalışma yapmışlardır. 3B yazıcıların eğitimde ve diğer alanlarda kullanılmasıyla öğrencilerin daha teknik, donanımlı ve becerili olacaklarını ve ülkenin sanayi strateji hedeflerine ulaşmada pozitif yönde yönlendireceklerini düşündüklerini belirtmişlerdir. Karagöz & Şahin Çakır [19] fen bilgisi öğretmen adaylarının 3B yazıcılar hakkındaki görüşlerini almışlardır. Öğretmen adayları, 3B yazıcıları için okullarda alt yapı ve teknolojik yetersizliğin olması, 3B yazıcıları kullanacak eğitimcilerin az olması ve bu teknolojilerin maliyetli olması şeklinde görüş bildirdikleri tespit edilmiştir. 3B yazıcıların eğitim alanında kullanılmasına yönelik öğretmenlere aktif katılımı eğitimler verilmesi yönünde önerilerde bulunmuşlardır. Yıldırım [27], çalışmalarında 3B yazıcıların eğitimde kullanımına yönelik öğretmenlerin görüşleri alınmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin, 3B yazıcı teknolojisini beğendiği ve etkilendiği görülmüştür. Eğitimde özellikle Fen ve Matematik bilim dallarında 3B yazıcıların önemli bir yeri olduğu ve öğretim amaçlı kullanıldığından son derece faydası olacağı belirtilmiştir. Yıldırım [28], ortaokul öğrencilerinin 3B programlar ve 3B yazıcılar hakkındaki deneyimleri ve görüşlerini belirlemeyi hedeflemiştir. Öğrenciler tarafından 3B yazıcıların beğenildiği tespit edilmiştir. 3B yazıcıların kolay çizim yapma, hızlı prototip geliştirme, anlamayı kolaylaştırma ve etkili öğrenme ortamları oluşturmada önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Arslan & Erdoğan [29], gerçekleştirdikleri çalışmada 3B yazıcı etkinliklerinin öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi öz-yeterlikleri ve bu etkinliklere yönelik görüşleri üzerindeki etkileri belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda 3B yazıcı etkinliklerinin öğretmen adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi

(TPAB) öz yeterliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının 3B yazıcıların beceri geliştirmeye yardımcı olduğunu ve öğrenme, öğretme sürecine katkı sağladığını düşündükleri belirlenmiştir. Bununla birlikte öğretmen adayları 3B nesnelere; öğrenmeyi kolaylaştırmada, soyut kavramları somutlaştırmada, öğrenmenin kalıcı olmasını sağlamada, dersleri eğlenceli hale getirmede, yaratıcı düşünme, özgün materyal oluşturma ve tasarım becerilerini geliştirmede faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada Doğru ve Özsevegç [38], 3 boyutlu materyallerin kullanımının fen eğitiminde hücre bölünmeleri üzerinde etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonuçları 3 boyutlu materyallerin öğrenme üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Akyol vd. [14], öğretmen ve üstün yetenekli öğrencilerin 3B yazıcı kullanımının eğitsel katkılarına yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Sonuçta 3B teknolojilerinin öğrencilerin bilgi ve becerilerini geliştirdiği, proje tasarlarken ve üretirken bu teknolojileri kullandıkları ve bu teknolojilerin proje üretmede öğrencileri motive ettiği belirlenmiştir. Bir başka çalışmada Aslan vd. [34] çalışmalarında 103 fizik, kimya ve biyoloji öğretmenin 3B kullanım deneyimleri üzerinde bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçları katılımcıların 3B model tasarlamak istediklerini ancak daha önce 3B model tasarlayarak bu modeli derslerinde kullanmadıklarını göstermektedir. Ek olarak araştırmacılar katılımcıların %97'sinin 3B model tasarlama deneyiminin olmadığı belirlenmiştir. Gülerüz [36], öğretmen adayları ile Robotik kodlama ve 3B yazıcı uygulamalarında STEM temelli inovatif düşünme becerileri ve dijital teknolojiye yönelik tutumlarını incelemiştir. Öğretmen adaylarının yapılan etkinliklerde olumlu tutum sergilediği sonucuna ulaşmıştır.

Aslan ve Çelik ise [39] 3 boyutlu baskı teknolojilerinin eğitim alanlarında uygulanmasına yönelik yerli ve yabancı çalışmaları taramıştır. Çalışma sonuçları eğitim ile 3B baskı teknolojisinin her yaş ve alana uyarlanabilir olduğunu ve disiplinler arası çalışmalarda büyük kolaylık sağladığını göstermektedir.

Aslan [40], öğretmen adaylarının erken çocukluk eğitiminde 3 boyutlu baskı teknolojisi kullanımına ilişkin görüşlerini incelemiş ve katılımcıların ilgili teknolojiye

ilişkin yüzeysel bilgiye sahip olduğunu işaret etmektedir.

1.7. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Mevcut araştırma ile öğretmenlerin 3B yazıcı öğrenme ve uygulama deneyimlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Öğretmenlerin 3B yazıcılar hakkındaki öğrenme deneyimlerinden çıkan sonuçların ileride yapılacak eğitimleri planlama açısından rehberlik edeceği düşünülmektedir. Ayrıca öğretmen görüşleri doğrultusunda 3B yazıcı uygulama deneyimlerinden çıkan sonuçların ise öğretmenlere 3B yazıcı kullanımı noktasında ne gibi zorluklarla karşılaştıkları, derste nasıl kullandıkları ve eğitime entegrasyonu noktasında yol göstereceği düşünülmektedir. Bununla birlikte bu çalışma 3B yazıcı eğitimi almış öğretmen ile yürütülmesi noktasında önceki araştırmalardan farklılık göstermektedir. Ek olarak bu çalışmanın katılımcıları daha önce 3B yazıcı eğitimi almış ve bir materyal tasarlanması sürecinde aktif rol almıştır.

Bu doğrultuda araştırma sorusu “öğretmenlerin 3B yazıcı öğrenme ve uygulama deneyimlerine ilişkin görüşleri nasıldır?” şeklinde belirlenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Deseni

Araştırmada, nitel araştırma desenlerinden olgubilim tercih edilmiştir. Patton'a [30] göre olgu bilim deseni, bireylerin tecrübelerine ilişkin durumu nasıl betimledikleri ve deneyimledikleri ile ilgilidir. Mevcut araştırmada ise öğretmenlerin 3B yazıcı öğrenme ve uygulama deneyimleri incelenmeye çalışıldığı için olgu bilim deseni ile yürütülmüştür. Bu araştırmaya ait olguda ele alınan durum ise 3B yazıcı öğrenme ve uygulama deneyimidir.

2.2. Katılımcılar

Araştırma, İç Anadolu bölgesinin bir ilinde bulunan 3B yazıcı eğitimi almış altı öğretmen ile yürütülmüştür. Nitel araştırmalarda örneklem sayısının belirlenmesinde göz önüne alınması gereken kriterlerden biri araştırmanın odağıdır. Araştırmanın odağına göre bir veya birkaç durumun incelenmesi ya da farklı özellikleri taşıyan grubun tek başına incelenmesi gerekebilmektedir [33]. Bu araştırmada 3B yazıcı eğitimi almış olan

öğretmenlerin deneyimlerine odaklanılmıştır. Bu sebeple cinsiyet, mesleki kıdem, görev bölgesi, branş ve öğrenim durumu gibi kriterlere göre farklı özelliklere sahip katılımcılara ulaşılmaya çalışılmış ve 3B yazıcı eğitimi almış bir grup olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden birisi olan ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme, daha önceden belirlenmiş belirli kriterleri karşılayan durumların çalışması

olarak ifade edilmektedir [31]. Mevcut araştırmada ise katılımcı öğretmenlerin belirlenmesindeki ölçüt, öğretmenlerin 3B yazıcı eğitimi almış olmalarıdır. Katılımcı öğretmenlerin gizliliğinin sağlanması adına kadın öğretmenler K1, K2 ve K3; erkek öğretmenler ise E1, E2 ve E3 şeklinde kodlanmıştır. Katılımcıların demografik bilgileri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Katılımcılara ilişkin demografik bilgiler

Öğretmen	Cinsiyet	Mesleki Kıdem	Görev Bölgesi	Branş	Öğrenim Durumu	3B Yazıcılara İlişkin Aldığı Eğitimler
E1	Erkek	9	Merkez	Teknoloji ve Tasarım	Lisans	3B yazıcı ile tasarım ve üretim kursu
K1	Kadın	12	İlçe	Fen bilimleri	Doktora	3B yazıcı ile tasarım kursu
K2	Kadın	11	Merkez	Fen bilimleri	Y. Lisans	3B yazıcı tanıtımı eğitimi
E2	Erkek	8	Merkez	Bilişim teknolojileri	Lisans	3 boyutlu tasarım ve baskı eğitimi (Online)
E3	Erkek	6	İlçe	İlköğretim	Lisans	Tasarım ve beceri atölye eğitmenliği kursu
K3	Kadın	5	Köy	Fen bilimleri	Y. Lisans	Online eğitim

Çizelge 1 incelendiğinde katılımcıların üç kadın ve üç erkek öğretmenlerden oluştuğu görülmektedir. Bu öğretmenlerden üç tanesi il merkezinde, iki tanesi ilçe merkezinde ve bir tanesi köyde görev yapmaktadır. Ayrıca, öğretmenlerin mesleki kıdemlerinin beş ve 12 yıl arasında değiştiği görülmektedir. Katılımcıların 3B yazıcılara ilişkin temel düzeydeki eğitimleri aldıkları da görülmektedir.

2.3. Veri Toplama Aracı

Araştırmada veri toplama aracı olarak görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmacılar literatür taraması yapılmış [20-35] ve yarı yapılandırılmış görüşme soruları araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Taslak görüşme soruları bir alan uzmanı tarafından incelenmiş ve görüşme sorularına son şekli verilmiştir. Uzman görüşü sonrasında soru sayısında değişiklik olmamıştır. Görüşmeler online olarak Google form aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Nihai yarı yapılandırılmış görüşme formu iki ana bölüme ayrılmıştır. İlk bölümde katılımcılara ilişkin demografik bilgiler bulunurken (altı soru) ikinci bölümde katılımcıların 3B yazıcı öğrenme ve uygulama deneyimlerine ilişkin sorular (altı soru) bulunmaktadır.

2.4. Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmada geçerlik ve güvenilirlik sağlanması adına önlemler alınmıştır. Araştırmada iç geçerlilik sağlanması adına veri toplama, analiz ve sonuçların yazımında uzman incelenmesine sunulmuştur. Dış geçerlilik sağlanmasında amaçlı örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Ayrıca araştırmanın güvenilirliğinin sağlanmasında güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Araştırmacılar arası güvenilirlik hesaplanmış ve Miles & Huberman [32] Görüş Birliği/(Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı) formülü ile güvenilirlik değeri %86 olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın geçerlilik ve güvenilirliğini artırmak amacıyla katılımcı görüşlerinden direkt alıntı yapılmış ve katılımcılar K1 (Katılımcı 1), K2,... şeklinde ifade edilmiştir.

2.5. Verilerin Analizi

Araştırmada veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. İçerik analizi, birbirine benzer verileri belli kavram ve tema çerçevesinde birleştirerek verilerin anlaşılır olarak düzenlenip yorumlanmasını sağlamaktadır [30]. Katılımcı görüşleri metin dosyası haline getirilerek kodlar oluşturulmuştur. Bu kodlar belirli kategoriler altında sıralanmıştır. Kategoriler ise “3B yazıcı öğrenme ve uygulama deneyimleri” isimli araştırmanın teması çatısında toplanmıştır. Kod, kategori ve temaların belirlenmesi süreci iki farklı

araştırmacı tarafından yapılmıştır. Ayrıca kod, kategori ve temaların belirlenmesi sürecinde uzman görüşleri de alınmıştır. Ardından bu veriler tablolar halinde gösterilmiş ve tablo altında katılımcılara ilişkin doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

3. BULGULAR

Bu çalışma kapsamında 3B yazıcılar ile ilgili eğitim almış öğretmenlerin 3B yazıcılara ilişkin görüşleri incelenmiştir. Bu kapsamda 6 katılımcı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen bulgular alt başlıklar halinde sıralanmıştır.

3.1. 3B Eğitimi Alma Sebepleri

Katılımcıların 3B yazıcı eğitimi alma sebeplerine ilişkin veriler Çizelge 2'de yer almaktadır.

Çizelge 2 Katılımcıların 3B eğitimi alma sebepleri

Tema	Kategori	Katılımcı
Kişisel sebepler	Kişisel ilgi	K1, K2, K3
	Bilgi sahibi olmak	E2
	Kişisel gelişim	E1, E3
Eğitsel sebepler	Derslerimde etkili kullanmak	K1, E2, E3
	Faydalı olmak	E1
	Çağın gereklerine uymak	E1
	Teknolojiye ayak uydurmak	E3

Çizelge 2 incelendiğinde katılımcıların eğitim almalarının temel sebebinin kişisel ilgi ($f=3$) ve 3B yazıcıları derslerinde etkili kullanma olduğu ($f=3$) görülmüştür. Bununla birlikte iki katılımcı kişisel gelişimlerine katkı sağlamak amacıyla 3B yazıcı eğitimi aldıklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte katılımcılar teknolojiye ve çağın gereklerine uyum sağlamak, öğrencilere faydalı olmak ve konu ile ilgili ayrıntılı bilgi almak amacıyla eğitim aldıklarını belirtmişlerdir. Aşağıda örnek bir katılımcı görüşü yer almaktadır.

E2: "3B hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olmak ve derslerimde etkili kullanmak için."

3.2. 3B Yazıcı Eğitimlerine İlişkin Görüşler

Katılımcıların aldıkları eğitimlere ilişkin görüşleri Çizelge 3'te yer almaktadır.

Çizelge 3. Katılımcıların 3B yazıcı eğitimlerine ilişkin görüşleri

Tema	Kategori	Katılımcı
Pozitif	Temel eğitim alma	K1, K2, E2, E3
	Faydalı	E2, E3, K3
	İstenilen kalite	E3, K3
	Derslerde kullanabilme	E3
	Ayrıntılı bilgi sabini olma	E2
	Baskı tekniklerini öğrenme	E2
	Ham madde kullanımı	K1
	Teorik-pratik uyumu	E3
	Örnek projelerin gösterilmesi	K3
	İyi düzenlenmiş olması	K3
Negatif	Deneyim yetersizliği	E2, K3
	Basit bir tanıtım eğitimi	K2
	Detaya yer verilmemişti	K2
	Plansızlık	E1
	Denetlenebilirdi	K2
	Meslek lisesine yönelik	K1
	Gösteri tarzında olması	K1
	Yüzeyseldi	K1
Verim alamadım	K1	

Çizelge 3 incelendiğinde katılımcıların aldıkları eğitime ilişkin görüşlerinin iki tema altında toplandığı görülecektir. Bu temalar "Olumlu eleştiri" ve "Olumsuz eleştiri" şeklindedir. Olumlu eleştiri teması altında 10 ifade yer almaktadır. Katılımcılar temel eğitimi aldıklarını ($f=4$), eğitimi faydalı bulduklarını ($f=3$), eğitimin kaliteli olduğunu ($f=2$) ve çok sayıda proje örneği gördükleri için eğitimlerin etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Çizelge 3 incelendiğinde olumsuz eleştiride bulunduğu görülmektedir. Katılımcılar eğitimlerin birebir deneyim yaşamalarına izin vermemesi ($f=2$), eğitimin basit olması, yeterince detaylandırılmamış olması, iyi planlanmamış ve denetlenmemiş olmaması sebebiyle eleştirmişlerdir. Aşağıda bu duruma örnek bir katılımcı görüşü yer almaktadır.

K3: "Almış olduğum eğitimler gayet verimliydi. Eğitim sırasında kullanılan programın bilgisayara yüklenmesi sürecinden itibaren anlatılmaya başlandı. Eğitimde öğretilenleri direkt kendi bilgisayarımızda uygulayabildik ve bu şekilde verimli bir eğitim oldu."

3.3. 3B Yazıcı Eğitimlerin Olası Katkıları

Katılımcıların 3B yazıcı eğitimi sonrasında elde ettikleri kazanımlara ilişkin veriler Çizelge 4'te yer almaktadır.

Çizelge 4. 3B yazıcı eğitimlerin katılımcılara olası katkıları

Tema	Kategori	Katılımcı
Katkı	Derse entegre edilebilme	E2, E3
	Parça üretimini öğrenme	K1
	3B yazıcıları tanıma	K2
	Çalışma prensibini tanıma	E1
	3B yazıcı ile robotik kodlamanın birleştirilmesi	K3

Çizelge 4 incelendiğinde katılımcılar elde ettikleri kazanımların başında öğrendikleri yeni bilgileri derse entegre edebileceklerini ($f=2$), üretim sürecini anlamlandırdıklarını, 3B yazıcıları daha iyi tanıdıklarını, 3B yazıcıların çalışma prensiplerini anladıklarını ve 3B yazıcı eğitimini robotik kodlama ile ilişkilendirebildiklerini ifade etmişlerdir. Aşağıda örnek bir katılımcı görüşü yer almaktadır.

K2: "Evet katkı sağladı. Eğitim sayesinde okulumda veya başka bir yerde görmediğim 3B yazıcı ile tanışma fırsatı buldum."

3.4. 3B Yazıcı Eğitimini Etkili Kullanımı

Katılımcıların aldıkları 3B yazıcı eğitimini okul ve sınıflarına yansıtma düzeylerine ilişkin görüşleri Çizelge 5'te yer almaktadır.

Çizelge 5. 3B yazıcı eğitimini etkili kullanımına ilişkin katılımcı görüşleri

Tema	Kategori	Katılımcı
3B Yazıcıların etkili kullanımı	Baskı alma	E1
	Öğrencilere aktarma	E2
	Matematik materyalleri tasarlama	E3
	Robotik kodlama ile ilişkilendirme	K3
Kullanamama	Teknik imkansızlıklar	K1, K2, E3

Çizelge 5 incelendiğinde katılımcıların aldıkları eğitimlerin 3B baskı alma noktasında, öğrencilere bilgi aktarmada, materyal tasarlamada ve robotik kodlama ile ilişkilendirme etkili olabileceğini, ancak okullarında teknik alt yapının yetersiz olmaması sebebiyle bu tür uygulamalar yapmakta zorluk çektiklerini ifade etmişlerdir. Aşağıda örnek bir katılımcı görüşü yer almaktadır.

E1: "Düşünüyorum. 8. Sınıf konularımız içerisinde 3B yazıcılar çalışma prensipleri baskı nasıl alınır uygulamalı olarak anlatılmaktadır. Öğrenciler Bilgisayar Destekli Tasarım konusunda yapmış oldukları

tasarlarını 3B yazıcılar ile baskılar almaktayız."

3.5. 3B Yazıcı Eğitime İlişkin Öneriler

Katılımcıların 3B yazıcı eğitime ilişkin önerileri Çizelge 6'da yer almaktadır.

Çizelge 6. Katılımcıların 3B yazıcı eğitime ilişkin önerileri

Tema	Kategori	Katılımcı
Eğitimlere ilişkin öneriler	Yüz yüze eğitim	E2, K3
	Planlı hizmet içi eğitim	E1
	Denetim	E1
	Birebir deneyim	K1
	Eğitim sayısının artması	K2
	Eğitim süresinin uzatılması	E3
	Branş bazlı eğitim	E3
	Küçük gruplarla yürütülebilir	E1

Çizelge 6 incelendiğinde katılımcıların 3B yazıcılara ilişkin sekiz öneride bulunduğu görülmektedir. Katılımcılar eğitimlerin yüz yüze yapılması gerektiğini ($f=2$), bu eğitimlerin planlı, düzenli, denetimli, branş bazlı, birebir deneyime izin veren ve küçük gruplarla yürütülmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte katılımcılar eğitim süresinin daha uzun olması ve eğitim sayısının artırılmasının gerekliliğini vurgulamışlardır. Aşağıda örnek bir katılımcı görüşü yer almaktadır.

E3: "Bu eğitimler daha uzun sürebilir. Bu eğitimlere katılımcı seçilirken branş bazlı eğitimlerde verilebilirdi. Yani matematik branşım olduğu için bütün matematik öğrenmeleri ile bu kursu almak daha etkili olabilirdi. Hem zümreler arası 3B yazıcıların derste kullanımına ilişkin beyin fırtınası yapabiliydik ve tartışma ortamı olabilirdi"

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Katılımcıların kişisel ilgi, derslerinde 3B yazıcı teknolojisini etkili kullanma, kişisel gelişimlerine katkı, teknolojiye ve çağın gereklerine uyum sağlamak, öğrencilere faydalı olmak ve konu ile ilgili ayrıntılı bilgi almak gibi farklı gerekçelerle 3B yazıcı teknolojisine ilişkin eğitim aldıkları görülmüştür. Ayrıca katılımcılardan olumlu görüş belirtenlerin; temel eğitimi aldıkları, eğitimi faydalı bulduklarını, eğitimin kaliteli olduğunu, teorik ve uygulamalı etkinlikler bulunduğunu ve çok sayıda proje örneği

gördükleri için eğitimlerin etkili olduğunu belirttikleri görülmüştür. Olumsuz görüş belirtenlerin ise eğitimlerde birebir deneyim yaşayamamaları, eğitimin basit olması, yeterince detaylandırılmamış olması, iyi planlanmamış ve denetlenmemiş olmaması sebebiyle eleştirdikleri görülmüştür. Benzer şekilde Gülyüz vd. [20], STEM uygulamalarında 3B yazıcıların kullanımı ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerine başvurmuş ve 3B yazıcıların bilgiyi somutlaştırdığı, öğrenmeyi kolaylaştırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Katılımcıların elde ettikleri kazanımların başında öğrendikleri yeni bilgileri derse entegre edebileceklerini, üretim sürecini anlamlandırdıklarını, 3B yazıcıları daha iyi tanıdıklarını, 3B yazıcıların çalışma prensiplerini anladıklarını ve 3B yazıcı eğitimini robotik kodlama ile ilişkilendirebildiklerini sonuçlarına ulaşılmıştır. Alan yazında Gülyüz [36], öğretmen adaylarına STEM temelli etkinliklerde bilişimsel üretim becerileri kazandırmada robotik-kodlama ve 3B tasarım etkinliklerinin yürütülmesinin ve öğretmen adaylarıyla disiplinler arası uygulamalar yürütülmesinin önemli olduğunu ifade etmektedir.

Bununla birlikte katılımcıların aldıkları eğitimlerin 3B baskı alma noktasında, öğrencilere bilgi aktarmada, materyal tasarlamada ve robotik kodlama ile ilişkilendirme noktasında etkili olabileceğini, ancak okullarında teknik alt yapının yetersiz olması sebebiyle bu tür uygulamalar yapmakta zorluk çektiklerini ifade etmektedirler. Novak & Wisdom [23], öğretmen adaylarının 3B teknolojisinin yüksek kullanılabilirliğini, kullanım kolaylığını, tasarım ve düşünme becerilerini, bilime ve bilimi öğretmeye yönelik tutumlarını geliştirdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Karagöz & Şahin Çakır [19], 3B yazıcılara yönelik okullarda alt yapı problemlerinin verimliliği etkileyebileceği yönünde dezavantajların bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Katılımcılar eğitimlerin yüz yüze yapılması gerektiğini, bu eğitimlerin planlı, düzenli, denetimli, branş bazlı, birebir deneyime izin veren ve küçük gruplarla yürütülmesi gerektiğini şeklinde önerilerde bulunmuşlardır. Bununla birlikte katılımcılar eğitim süresinin

daha uzun olması ve eğitim sayısının artırılmasının gerekliliğini vurgulamışlardır. Karagöz & Şahin Çakır [19], öğretmen adaylarının 3B yazıcıların kullanılmasına yönelik öğretmenlerin bu konuda bilgi sahibi olması gerektiğini ve uygulamalar yapılması yönünde önerilere yer verilmiştir.

5. ÖNERİLER

1. Bu çalışma ile 3B yazıcı eğitimi almış öğretmenlerin görüşleri incelenmiştir. İleriki çalışmalarda 3B yazıcılara ilişkin öğrenci deneyimleri de incelenebilir.

2. Bu çalışmada nitel araştırma deseni tercih edilmiştir. İleriki çalışmalarda karma araştırma deseni de tercih edilerek nitel ve nicel veriler toplanabilir.

3. Bu çalışmada sadece görüşme formu kullanılmıştır. İleriki çalışmalarda veri toplama aracı olarak gözlemler de tercih edilebilir.

4. Araştırma sonucunda öğretmenlerin mesleki anlamda kendilerini geliştirmek istedikleri bu nedenle de 3B yazıcı eğitimi almak istedikleri, eğitim alan öğretmenlerin derslere entegre ettikleri ve kullandıkları görülmüştür. İleriki yıllarda öğretmen eğitiminde lisans ve lisansüstü seviyelerde seçmeli ders olarak eklenebilir.

5. Öğretmenlerin 3B yazıcı ve robotik kodlamayı birlikte kullanmak istedikleri ancak okullardaki teknik malzeme eksikliğinden dolayı gerçekleştiremedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu sebeple okullarda 3B yazıcılar ve robotik kodlama araçlarındaki eksikliklerin giderilmesi ve malzeme sayılarının düzenli kontrol edilerek bakımlarının yapılması önerilir.

6. Doğru (2023) [37], yapay zekanın eğitimde kullanımına dikkat çekmiştir. Bu konuda 3B yazıcılarda basılacak materyallerin tasarımının yapay zeka desteği ile oluşturulması önerilmektedir.

ETİK KURUL İZİN BİLGİSİ

Bu araştırma, Erciyes Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler 2023/290 tarih ve başvuru nolu izni ile yürütülmüştür.

KAYNAKÇA

1. Olla, P. "Opening pandora's 3D printed box." IEEE Technology and Society Magazine, Vol. 34, Issue 3, Pages 74-80.
2. Çelebi, N., ve Taşçı, T., "Sanayi 4.0 ve bulut bilişim", K. Çetinkaya, P. Demircioğlu, K. Özsoy & B. Duman (Eds.), Sanayi 4.0 teknolojik alanları ve uygulamaları, Sayfa 253-260, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara, 2019.
3. Kökhan, S. ve Özcan, U., "3D yazıcıların eğitimde kullanımı", Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi), Cilt 2, Sayı 1, Sayfa 81-85, 2018.
4. Berman, B., "3-D printing: The new industrial revolution", Business horizons, Vol. 55, Issue 2, Pages 155-162, 2012.
5. Yılmaz, F., Arar, M. E. ve Koç, E., "3D baskı ile hızlı prototip ve son ürün üretimi", Metalurji Dergisi, Cilt 168, Sayfa 35-40, 2013.
6. Akbaba, A. İ., "Endüstri 4.0 ve 3 boyutlu yazıcılar. İmaj Yayınevi, Ankara, 2019.
7. Halaç, H., ve Bozdoğan, A. E., "3 boyutlu yazıcıların fen eğitiminde kullanılması" 5. Uluslararası İnsan, Toplum ve Spor Bilimleri Sempozyumu", Sayfa 71-77, Antalya, 2019.
8. Prince, J. D., "3D printing: an industrial revolution", Journal of Electronic Resources in Medical Libraries, Vol. 11, Issue 1, Pages 39-45, 2014.
9. Deutsch, S., "Industrial materials and methods", A. K. France, Make: 3D printing, Pages 97-99, Maker Media, 2014.
10. Balcıoğlu, Y. S., "3 boyutlu yazıcı ve sinemada kullanımı", Yüksek Lisans tezi, Yaşar Üniversitesi, İzmir, 2014.
11. Hausman, K. K. & Horne, R., "3D printing for dummies", John Wiley & Sons, 2014.
12. Eisenberg, M., "3D printing for children: What to build next?", International Journal of Child-Computer Interaction, Vol. 1, Issue 1, Pages 7-13, 2013.
13. Kuzu Demir, E. B., Çaka, C., Tuğtekin, U., Demir, K., İslamoğlu, H. ve Kuzu, A., "Üç boyutlu yazdırma teknolojilerinin eğitim alanında kullanımı: Türkiye'deki uygulamalar", Ege Eğitim Dergisi, Cilt 17, Sayı 2, Sayfa 481-503, 2016.
14. Akyol, C., Uygur, M., and Yanpar Yelken, T., "3D printers as an educational tool in gifted education: effective use, problems and suggestions", Journal for the Education of Gifted Young Scientists, Vol. 10, Issue 2, Pages 173-205. 2022.
15. Gürel, T. A., "Fen eğitiminde 3d yazıcıların kullanımının öğrencilerin tutumlarına ve görüşlerine etkisi", Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2019.
16. Yüksel, A. O., "Okul öncesi dönemde üç boyutlu tasarım ve üretimin çocukların bilişime yönelik algılarına etkisi", Yüksek Lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2015.
17. Dickson, B., Weber, J., Kotsopoulos, D., Boyd, T., Jiwani, S., and Roach, B., "The role of productive failure in 3D printing in a middle school setting", International Journal of Technology and Design Education, Vol. 31, Pages 489-502, 2021.
18. Sönmez, S., Kesen, U., ve Dalgıç, C., "3 boyutlu yazıcılar". 6. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu, Sayfa 471-481, İstanbul, 2018.
19. Karagöz, B., ve Şahin Çakır, Ç., "Fen bilgisi öğretmen adaylarının 3 boyutlu yazıcılar hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi", Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi, Cilt 8, Sayı 2, 303-317, 2020.
20. Güleriyüz, H., Dilber, R., ve Erdoğan, İ., "STEM uygulamalarında öğretmen adaylarının 3D yazıcı kullanımı hakkındaki görüşleri", Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 5, Sayı 2, Sayfa 1-8, 2019.
21. Brown, A., "3D printing in instructional settings: Identifying a curricular hierarchy of activities", TechTrends, Vol. 59, Issue 5, Pages 16-24, 2015.
22. Schelly, C., Anzalone, G., Wijnen, B., and Pearce, J. M., "Open-source 3-D printing technologies for education: bringing additive manufacturing to the classroom", Journal of Visual Languages & Computing, Cilt 28, Sayfa 226-237. 2015.
23. Novak, E., and Wisdom, S., "Using 3D printing in science for elementary teachers", Active learning in college science: The case for evidence-based practice, Pages 729-739, 2020.
24. Holzmann, P., Schwarz, E. J., and Audretsch, D. B., "Understanding the determinants of novel technology adoption among teachers: the case of

3D printing”, The Journal of Technology Transfer, Vol. 45, Pages 259-275, 2020.

25. Ford, S., and Minshall, T. H. W. “Where and how 3D printing is used in teaching and Education”, Additive Manufacturing, Vol. 25, Pages 131-150, 2019.

26. Özsoy, K., ve Duman, B., “Eklemeli imalat (3 boyutlu baskı) teknolojilerinin eğitimde kullanılabilirliği”, International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, Cilt 1, Sayı 1, Sayfa 36-48, 2017.

27. Yıldırım G., “Teachers' opinions on instructional use of 3D printers: A case study”, International Online Journal of Educational Sciences, Vol. 10, Issue 4, Pages 304-320, 2018a.

28. Yıldırım G., “Opinions of secondary school students on 3d modelling programs and 3D printers according to using experiences”, Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET, Vol. 17, Issue 4, Pages 19-31, 2018b.

29. Arslan, A., ve Erdoğan, I. “Use of 3D printers for teacher training and sample activities”, International Journal of Progressive Education, Vol. 17, Issue 3, Pages 343-360, 2021.

30. Patton, M.Q., “Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri”, Pegem Akademi, Ankara, 2014.

31. Yıldırım, A., ve Şimşek, H., “Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. (9.Baskı)”, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2013.

32. Miles, M. B., and Huberman, A. M., “Qualitative data analysis: An expanded sourcebook qualitative data analysis (2nd Ed.)”, Sage Publications, London, 1994.

33. Yıldırım, A., ve Şimşek, H., “Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. (10. Baskı)”, Ankara:SeçkinYayıncılık, 2016.

34. Aslan A., Durukan Ü.G., Batman D., “Fizik, Kimya ve Biyoloji Öğretmenlerinin 3-Boyutlu Katı Model Tasarım ve Kullanım İhtiyaçlarına Genel Bir Bakış” Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind., Vol. 5, Issue 3, Pages 515-534, 2021.

35. Yıldırım, K., & Keşan, C., “Matematik Öğrenme Sürecinde Üç Boyutlu Yazıcı Kullanımına İlişkin Öğrenci Görüşlerinin İncelenmesi”, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, Sayı 53, Sayfa 558-586, 2022.

36. Gülerüz, H., “STEM based innovative thinking skills and attitudes towards digital technology in robotic coding and 3D printer applications.” OPUS Journal of Society Research, Vol. 20, Issue Human Behavior and Social Institutions, 812-824, 2023.

37. Doğru, S., ChatGPT-Science Education and Instruction Reshapes Management. Online Science Education Journal, Cilt 8, Sayı 1, Sayfa 12-21, 2023.

38. Doğru, M. S., Özsevgeç, L. C. “Comparison of Effects of Computer-Based Instructional Support on Academic Achievement of University Students Regarding Meiosis.” The American Biology Teacher, Vol. 85, Issue 5, Pages 259-264

39. Aslan A., Çelik Y. “A Literature Review on 3D Printing Technologies In Education.” International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, Vol. 6, Issue 3, Pages 592-613.

40. Aslan A., “Integrating 3d Printing In Pre-School Education: Perceptions From Pre-School Teachers And Prospective Teachers.” International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, Vol.7, Issue 3, Pages 428-440.

EK1. GÖRÜŞME FORMU

Merhabalar,

Öğretmenlerin 3B yazıcı öğrenme ve uygulama deneyimlerine ilişkin görüşleri yönelik bir araştırma yapılmaktadır. Bu araştırmada elde edilen veriler sadece bu araştırmada kullanılacak ve kişisel bilgiler tamamen gizli tutulacaktır. Bu araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz için teşekkür ederim.

Demografik Sorular

1. Cinsiyetiniz: Kadın () Erkek ()
2. Meslekte kaçınıcı yılınızı çalışıyorsunuz?
3. Görev yaptığınız okulun bağlı olduğu yer: Merkez () İlçe () Köy ()
4. Branşınız:.....
5. Öğrenim durumunuz: Ön Lisans () Lisans () Y. Lisans () Doktora ()
6. 3B yazıcı ile ne tür eğitimler aldınız? :.....

Görüşme Soruları

1. 3B yazıcı ile ilgili eğitime (lere) katılma sebebiniz nedir? Açıklar mısınız?
2. Aldığınız eğitimlerde yürütülen 3B yazıcılarla etkinliklerine yönelik görüşleriniz nelerdir? Açıklar mısınız?
Sonda:
 - a. Size göre bu eğitimlerde olumlu gördüğünüz yönler nelerdir?
 - b. Size göre bu eğitimlerde olumsuz gördüğünüz yönler nelerdir?
 - c. Bu eğitimlere yönelik önerileriniz neler olabilir?
3. 3B yazıcı ile ilgili verilen eğitim (lere) sürecine yönelik görüşleriniz nelerdir? Açıklar mısınız?
4. 3B yazıcı eğitiminin size katkı sağladığını düşünüyor musunuz? Evet ise bu katkıları açıklar mısınız?
5. 3B yazıcı eğitiminde herhangi bir zorlukla karşılaştınız mı? Karşılaştıysanız lütfen açıklar mısınız?
6. Öğretmenlik mesleğinizde 3D yazıcıları öğretimde etkili olarak kullandığınızı düşünüyor musunuz? Neden?