ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/357435261

Fizik, Kimya Ve Biyoloji Öğretmenlerinin 3-Boyutlu Katı Model Tasarım Ve Kullanım İhtiyaçlarına Genel Bir Bakış

Article *in* International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry · December 2021

DOI: 10.46519/ij3dptdi.991955

CITATIONS
4

READS
397

3 authors:



Ayşegül Aslan
Trabzon University
42 PUBLICATIONS **128** CITATIONS
SEE PROFILE



Ümmü Gülsüm Durukan
Giresun University
67 PUBLICATIONS **387** CITATIONS
SEE PROFILE



Demet Batman
Trabzon University
21 PUBLICATIONS **51** CITATIONS
SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Ayşegül Aslan on 02 January 2022.

The user has requested enhancement of the downloaded file.



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

FİZİK, KİMYA VE BİYOLOJİ ÖĞRETMENLERİNİN 3-BOYUTLU KATI MODEL TASARIM VE KULLANIM İHTİYAÇLARINA GENEL BİR BAKIŞ

AN OVERVIEW OF THE 3D SOLID MODEL DESIGN AND USAGE NEEDS OF PHYSICS, CHEMISTRY, AND BIOLOGY TEACHERS

Yazarlar (Authors): Ayşegül Aslan*, Ümmü Gülsüm Durukan, Demet Batman

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): *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., 5(3): 515-534, (2021).*

DOI: 10.46519/ij3dptdi.991955

Araştırma Makale/ Research Article

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

FİZİK, KİMYA VE BİYOLOJİ ÖĞRETMENLERİNİN 3-BOYUTLU KATI MODEL TASARIM VE KULLANIM İHTİYAÇLARINA GENEL BİR BAKIŞ

Ayşegül Aslan[a]*, Ümmü Gülsüm Durukan[b], Demet Batman[c]

[a] Trabzon Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, TÜRKİYE
[b] Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, TÜRKİYE
[c] Bağımsız Araştırmacı, TÜRKİYE

* *Sorumlu Yazar: aysegulaslan@trabzon.edu.tr*

(**Geliş/Received:** 06.09.2021; **Düzeltme/Revised:** 17.10.2021; **Kabul/Accepted:** 30.11.2021)

ÖZ

Bu araştırma ile fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinin 3B katı model tasarımına ve tasarlayacakları modellerin öğretim süreçlerinde kullanımına yönelik ihtiyaçlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Durum çalışması yöntemi ile yürütülen bu araştırmanın örneklemini 16 farklı ilde görev yapan 27 fizik, 36 kimya ve 40 biyoloji olmak üzere toplamda 103 (66 kadın, 37 erkek) öğretmen oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak, araştırmacılar tarafından geliştirilen çevrimiçi "Fen Öğretiminde 3-Boyutlu Modellerin Tasarımı ve Kullanımı Formu" kullanılmıştır. Verilerin analizinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda; öğretmenlerin çoğunun (%86'sının), derslerinde hazır öğretim materyali veya modeli kullandığı, buna karşılık; %95'inin bu zamana kadar 3B baskı aracı ile kendilerinin geliştirdiği herhangi bir modeli derslerinde kullanmadıkları ve %97'sinin 3B katı model tasarlama deneyiminin olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, öğretmenlerin %83'ünün öğretim materyali olarak 3B katı model tasarlamak istediği tespit edilmiştir. Tüm bu sonuçlar, fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinin 3B katı model tasarlama ve kullanma deneyimlerinin yetersiz olduğunu fakat gereken desteğin verilmesi neticesinde bu sürecin aktif bir şekilde yürütülebileceğini göstermektedir. Bu kapsamda, üniversiteler ile Milli Eğitim Bakanlığı işbirliğinde gerçekleştirilecek proje çalışmalarının ve hizmet içi eğitim programlarının öğretmenlere dijital yetkinlik kazandırmada etkili olacağı, bu sayede 3B öğretim modellerinin öğretmenler tarafından geliştirilerek öğretim süreçlerinde kullanımının artacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: 3B Katı Model. 3B Model Tasarımı ve Baskı. Fizik Öğretmeni. Kimya Öğretmeni. Biyoloji Öğretmeni. İhtiyaç Analizi.

AN OVERVIEW OF THE 3D SOLID MODEL DESIGN AND USAGE NEEDS OF PHYSICS, CHEMISTRY, AND BIOLOGY TEACHERS

ABSTRACT

In this study was aimed to determine the needs of physics, chemistry and biology teachers for 3D solid model design and the use of these models in teaching processes. The study was carried out by case study method. The sample of the study consists of 103 teachers (66 females, 37 males), 27 of whom teach physics, 36 chemistry and 40 biology, and who work in 16 different cities. The online "Design and Use of 3-Dimensional Models in Science Teaching Form" developed by the researchers was used as a data collection tool. Content analysis was used in the analysis of the data. According to the findings obtained; most of the teachers (86%) used ready-made teaching materials or models in their lessons; On the other hand, it has been determined that 95% of them have not used any model they developed with the 3D printing tool in their classes and 97% of them have no experience in designing 3D solid models. It was determined that 83% of the teachers wanted to design 3D solid models as teaching materials. All these results show that physics, chemistry and biology teachers have insufficient experience in designing and using 3D solid models, but this process can be carried out actively as a result of providing the necessary support.

Keywords: 3D Solid Model. 3D Model Design and Printing. Physics Teacher. Chemistry Teacher. Biology Teacher. Needs Analysis.

1. GİRİŞ

Özellikle bilgisayarların modern yaşamın her alanına girmesiyle birlikte bireyler, 20-30 yıl öncesinde ihtiyaç duydukları becerilerden çok farklı beceriler kazanmak zorunda kalmıştır [1]. Bilgi İletişim Teknolojileri (BİT) alanındaki hızlı gelişmeler hem yeni cihaz ve uygulamaları ortaya çıkarmış hem de bu cihaz ve uygulamaların erişimine ve kullanımına önemli kolaylıklar sağlamıştır. Teknolojiye kolaylıkla erişim ve kullanım durumu da, gerek iş yaşamı gerekse günlük yaşam içerisinde birçok faaliyeti teknolojiye dayalı olarak yürütülebilecek şekle dönüştürmüştür. Bu dönüşüm ile, toplumların gelişebilmeleri için makinelerin yapamadığı, standart olmayan bir grup becerinin geliştirilmesi gerektiği ortaya konulmuştur [2], [3]. İlgili literatür incelendiğinde; öğrenci merkezli, birlikte çalışma fırsatı sunan, ortak bilgi yapılandırma ve üst-düzey düşünme becerilerini destekleyen, yapılandırmacı anlayışı temel alan ortamlar, 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilebileceği öğrenme ortamları olarak nitelendirilmektedir. Ayrıca, problem/proje temellilik ve BİT desteklilik bu öğrenme ortamlarında karşımıza çıkan iki temel özelliktir [4], [5], [6], [7]. Bu bağlamda Web 2.0 araçları, çevrimiçi bilgi kaynakları, bloglar, sosyal ağlar, baskı teknolojileri aynı zamanda da sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeye yönelik kullanılmaktadır.

1.1. 3B Baskı Teknolojileri ve Modeller

21. Yüzyıl becerilerinin geliştirilmesinde önemli bir potansiyel oluşturan, aynı zamanda hayatımızı kolaylaştırma ve dönüştürme özelliği taşıyan teknolojilerden birisi 3-boyutlu (3B) baskı teknolojileridir. 2010 yılından sonra 3B baskı teknolojilerinin yoğun bir şekilde kullanılmasının sebebi, farklı modellerde ve ölçülerde 3B yazıcıların üretilerek kurumsal ya da kişisel yazıcıların hayatımıza girmesi olabilir. 3B baskı teknolojileri ile 3B nesne üretim süreci Şekil 1'deki aşamaları içermektedir.



Şekil 1. 3B nesne katmansal üretim süreci ([54] aktaran [8])

Bir 3B nesnenin üretim süreci içerisindeki ilk işlem, üretilecek nesnenin 3B bilgisayar destekli tasarım modelini oluşturmaktır. AutoCAD, Solidworks, 3DsMax gibi bir bilgisayar destekli tasarım programı ile tasarlanmış çizimler veya 3B tarayıcı ile taranmış olan nesneler bu aşamada '.stl' (standard triangel language) uzantısına dönüştürülür. Ardından, ilgili yazılımlar ile dilimleme işlemi gerçekleştirilerek model katmanlarına ayrılır. Son aşamada da 3B nesneler, 3B yazıcılarda bulunan katmansal üretim süreci özelliği ile üretilir. 3B baskı teknolojileri ile üretilen parçalar ve ürünlerin tıp, uzay ve havacılık, otomotiv, dişçilik, askeri donanım, mimari, heykelcilik, kuyumculuk ve eğitim gibi birçok alanda kullanıldığı görülmektedir [9].

1.2. Eğitimde 3B Katı Modellerin Kullanımı

3B baskı teknolojilerinin yoğun kullanımı kapsamında "3B baskı teknolojileri eğitim sisteminde nerede ve nasıl kullanılabilir?" sorusuna yanıt vermek gerekmektedir. Ford ve Minshall [10] tarafından yapılan çalışmada, 3B baskı teknolojilerinin özellikle K-12 okul türlerinde, üniversitelerde, kütüphanelerde, uygulama alanlarında ve özel eğitim ortamlarında benimsendiği ortaya çıkmıştır. Bu aşamada "3B baskı teknolojisi eğitim sistemi içerisinde nasıl kullanılmıştır?" sorusuna beş farklı noktadan bakmak gerekmektedir [10]. Bunlar:

- Öğrencilere 3B baskı teknolojilerini öğretmek,
- Eğitimcilere 3B baskı teknolojileri hakkında bilgi vermek,
- Tasarım ve yaratıcılık becerilerini ve yöntemlerini öğretmek,
- Öğrenmeye yardımcı olan ürünler üretmek,
- Yardımcı teknolojiler oluşturmak

şeklinde sıralanabilir. Bu beş farklı noktaya dikkat çekilerek planlanacak bir süreç ile, eğitim-öğretim faaliyetlerinin günümüz dijital yeterliklerine uygun bir şekilde yürütülebileceği düşünülmektedir. 3B baskı teknolojilerinin eğitim sistemi içerisinde kullanımının öğrencilere sunabileceği katkılar çok yönlü düşünülebilir. Bunların ilki, 3B baskı teknolojisi ile üretilen modelin bireye gerçekçi etkileşim hissi sunmasıdır. 3B baskı teknolojisinin kullanımı ile üretilen somut modellerle, normal şartlar altında gözlem yapılmasının olanaksız, zor, yüksek maliyetli ya da tehlikeli olduğu pek çok durum, öğrenciler için elle tutulur, gözle görülür ve doğrudan etkileşilebilir bir hale dönüştürülmektedir [11], [12]. 3B yazıcı ile üretilen nesnelerin diğer fiziksel materyallerle kıyaslandığında ortaya çıkan üstünlüklerinden biri de, pek çok farklı şekilde kolayca parçalanabilir ve monte edilebilir biçimde üretilebilmesidir [13]. Bu özellik ile farklı öğrenme alanlarına ilişkin nesneler, yapboz mantığıyla söküp takabileceği bir biçime dönüşerek öğrencinin bireysel veya grup halinde, oyunlarla öğrenebilmesini desteklemektedir. 3B baskı teknolojisinin yaratabildiği bu oyunlaştırma olanaklarının özellikle 21.yy becerilerinin geliştirilmesine önemli katkılar sağlayabileceği öngörülmektedir. Bu sayede sosyal bilimler ve doğa bilimleri gibi alanlarda özellikle katmanlı/çok katlı yapı gösteren ya da farklı işlevsel bileşenlere sahip olan sistemlere ilişkin pek çok kavram daha eğlenceli ve çekici biçimde öğretilmesi sağlanacaktır. Ayrıca oluşturulacak materyaller, farklı çözüm yollarının denenebileceği biçimde parçalı olarak tasarlandığında, öğrencinin yaparak ve yaşayarak öğrenme süreci önemli ölçüde desteklenebilecektir. Blikstein ve diğerleri [14], 3B baskının, öğrencilerin modelleme yoluyla yöntemsel bilgi edinmelerine ve karşılaşılan sorunları çözmek için bilimsel ve tasarım odaklı ilkeleri nasıl kullanacaklarını öğrenmelerine yardımcı olabileceğini savunmaktadır. Bu noktada 3B baskı teknolojileri; meraklı ve sınırsız hayal gücüne sahip öğrenciler için fikirlerini ürüne dönüştürmeye [9] ve öğrencilerin üretkenliğini artırmaya yönelik teknolojiler [8], [15] olarak düşünülebilir.

3B baskı teknolojisi ve 21. yy becerileri ilişkisine günümüzün öğrenci yeterlilikleri üzerinden farklı bir bakış açısı getirilebilir. Bilgi çağının gerektirdiği bu yeni beceriler öğretim süreçlerini strateji, yöntem ve teknoloji gibi pek çok açıdan değiştirirken, öğretmen ve öğrenci rollerine de birtakım yenilikler getirmektedir. Bu kapsamda, 21. yy becerileri arasında sayılan 'Bilgi Teknolojileri'nin de öğretmenler tarafından etkili bir şekilde kullanımı; öğretmenlerin bilgi, beceri ve deneyimlerini bu teknolojileri kullanarak sergilemesi ve bu teknolojilere yönelik deneyimlerini model olma yoluyla öğrencilerine kazandırmaları beklenmektedir [16]. Ayrıca, 21. yy becerilerinin geliştirebilmesinde alışık olduğumuz öğretmen/tasarımcı merkezli materyal geliştirme anlayışından uzaklaşılması gerektiği düşünülmektedir. 3B baskı, üretim işinin çoğunu makinelerin yapmasına izin vererek materyal seti oluşturma sürecini neredeyse "indir ve baskı yap" kadar basit hale getirebilmektedir.

3B baskı teknolojileri günümüzde yalnızca öğretmenler için değil, öğrenciler için de sınıf içinde kullanılan diğer BİT kaynakları kadar erişilebilir durumdadır. Bu durum öğrenci merkezli öğrenme süreçleri içerisinde 3B baskı teknolojilerini öğrenciler tarafından etkin biçimde kullanılabilecek teknolojilerden biri haline getirmektedir [17]. Ayrıca, bu teknolojilerin öğretim süreci içerisinde kullanımı sayesinde, öğrenciler doğa olaylarını ve endüstriyel işlemleri anlayabilir, çözümleyebilir, parçalayıp yeniden birleştirebilir hatta bu süreçte daha önce keşfedilmeyen bağlantılar ya da çözüm yolları geliştirebilir [18]. Bu görüş temel alınarak, 3B katı modellerin farklı disiplinlerde özelde de fizik, kimya ve biyoloji öğretiminde kullanımına yönelik çalışmalar, 3B baskı teknolojilerinden faydalanmanın öğrenciler üzerindeki olumlu etkilerini destekler niteliktedir. Örneğin; Makino ve diğerleri [19] yapmış oldukları çalışmada, 3B baskı teknolojisini 10. sınıf kimya dersinde öğrencilere atomik yapıyı tanıtmak için kullanmış ve bunun öğretimde kullanılması ile öğrenci öğrenimi arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Novak ve Wisdom [20] yapmış oldukları çalışmada, 42 sınıf öğretmeni adayının 3B Baskı Bilimi Projesi kapsamında geliştirdikleri 3B tekneleri kullanarak yüzme veya batma olaylarını fen deneyinde modellemeleri sonucundaki deneyimlerini belirlemek istemişlerdir. Proje kapsamında işbirlikçi 3B baskı ve sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen uygulamalar sonrasında,

öğretmen adaylarının anlamlı düzeyde fen öğretimi kaygılarında düşüş olduğu, fen öğretim yeterliklerinde ise artış olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde, fizik dersinde 3B baskı teknolojileri kullanılarak üretilmiş polis düdükleri ile öğrencilerin ses frekansı konusunu kavradıkları tespit edilmiştir [21]. Bagley ve Galpin [22], yapmış oldukları çalışmada öğrenciler ile, 3B baskıyı kullanarak gerçek insan hücrelerinin somut 3B modellerini oluşturdukları bir laboratuvar etkinliği gerçekleştirmişlerdir. Bu fiziksel modellerin üretilmesi ile öğrencilerin moleküler ve hücresel biyolojinin görünmez dünyasına olan ilgilerinin arttığı belirlenmiştir. 3B baskı teknolojilerinin eğitimde kullanılması ile ilgili literatürdeki mevcut çalışmalar incelendiğinde, öğrencilere aşağıdaki katkıları sağladığı görülmüştür:

- 3B düşünebilme kabiliyetinin [9], [23], [24], analitik ve kritik düşünme becerilerinin [8], [23], [25], problem çözme becerisinin [9], [23], [26] ve tasarım becerisinin [9] kazandırılması,
- anlaşılması güç konuların veya soyut kavramların fiziksel nesneler haline getirilerek (somutlaştırarak) anlamlı öğrenmenin sağlanması [8], [12], [27], [28], [29], [30], [31],
- öğrencilere geri bildirim sağlaması [8], [29], [32],
- derse yönelik olumlu tutum geliştirme [33], derse ilgi gösterme [22], [27], [29], [31], [34] ve motive olma [25], [29], [31], [35], [36],
- öğrenme güçlüklerinin azalması [35] ve akademik başarılarının artması [33], [34],
- iş birliğine dayalı çalışmaların desteklenmesi [37],
- merak ve yaratıcılığın arttırılması [23], [30], [37], [38],
- görsel okuryazarlığı gibi çeşitli okuryazarlık yeterliklerinin geliştirilmesi [23], [24], [38],
- yaparak yaşayarak [39] ve eğlenerek öğrenmelerinin sağlanması [30], [36],
- derse aktif katılımlarının sağlanması [25], [31], [34], [36],
- öğrenilenlerin kalıcılığının artırılması [36].

Bu sonuçlar, 3B baskı teknolojilerinin aktif katılım ve müfredatlar arasında etkileşim yoluyla eğitimi iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir [40]. 3B yazıcılar ayrıca, 21. yy eğitiminde, öğrencilerin multidisipliner bir yaklaşımla yetiştirilmesine katkı sağlayarak nitelikli birey olmaları yolunda yön gösterici bir etkiye sahip olabilmektedir [34].

Türkiye'de Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2018 yılında yayımlanan 2023 Eğitim Vizyonu belgesinde; öğrencilerin üretim yapmasına, tasarlamasına, el becerilerinin geliştirilmesine, etkileşimli çalışmalarına, meslekleri tanımalarına odaklanılmış ve bu doğrultuda bilim, sanat, kültür ve spora yönelik "Tasarım-Beceri Atölyeleri"nin kurulmasına önem verileceği belirtilmiştir [41]. Yine, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 1 Şubat 2020 tarihinde "21. yüzyıl becerilerini öğrencilere kazandırma" amacı doğrultusunda "öğretmenlere yönelik mesleki eğitimde dijital dönüşüm atağı" başlığı altında çalışmalar başlatılmıştır [42]. Bu noktada, yenilikçi eğitim uygulamaları kapsamında 3B baskı teknolojilerinin kullanımı, Türkiye'de gerçekleştirilmesi planlanan "Dijital Dönüşüm" atağının bir adımı olarak düşünülmektedir [31].

Gerek 2023 Eğitim Vizyonu'ndaki dijital dönüşüme yönelik hedeflerin, gerekse de fizik, kimya ve biyoloji öğretim programlarının amaçlarının yerine getirilmesinde öğretmenlere önemli sorumluluklar düşmektedir. Bu amaçlara ulaşabilmek ve öğrenme sürecini düzenlemek için, öğretmenlerden 3B baskı teknolojilerini ders içeriklerine uygun biçimde entegre edebilecek öğretimsel yapıyı geliştirmeleri [8], [43] ve öğrenci gereksinimleri doğrultusunda uygun öğretim materyali ve/veya modeli ile öğrenme ortamlarını zenginleştirmeleri beklenebilir. Örneğin; öğretim sürecinde 3B model kullanmak isteyen bir öğretmen bu modeli üretebilmek için, hedeflenen nesneyi ve ona ilişkin kavramları modelleme yazılımları aracılığıyla dijital ortamlara aktararak 3B çıktısını alabilmelidir. Diğer bir deyişle, öğretmenlerin 21. yy becerilerini kullanabilecek düzeyde dijital yeterliliğe sahip olması beklenmektedir. Bu nedenle, öğretmenlere bu becerileri edinmelerini sağlayacak eğitimlerin düzenlenmesi gerekli görülmektedir. Bu eğitimler planlanmadan önce de öğretmenlerin mevcut yeterliklerinin ve eksiklerinin tespit edilmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda yürütülen araştırmanın amacı, Fen grubu (fizik, kimya ve biyoloji) öğretmenlerinin 3B katı model tasarımına, üretimine ve tasarlayacakları bu modellerin öğretim süreçlerinde kullanımına yönelik ihtiyaçlarının belirlenmesidir. Bu çalışmanın literatürde, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının 3B baskı teknolojileri ile ilgili görüşlerini belirlemeyi amaçlayan

sınırlı sayıda çalışmaya [12], [44] ek olarak, öğretmenlere ve öğretmen adaylarına 3B baskı teknolojileri ile ilgili uygun eğitim içeriğinin planlanmasına da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, Fen grubu (fizik, kimya ve biyoloji) öğretmenlerinin 3B katı model tasarımı, üretimi ve bu modellerin öğretim süreçlerinde kullanımına yönelik ihtiyaçları ve görüşleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırma, güncel olan bu olguyu kendi gerçek yaşam çerçevesinde çalışabilmek amacıyla, durum çalışması desenlerinden iç içe geçmiş çoklu durum deseni ile yürütülmüştür. Bu desende birden fazla durum söz konusudur ve ele alınan her bir durum, kendi içinde çeşitli alt birimlere ayrılarak çalışılabilir [45].

2.1. Çalışmanın Örneklemi

Araştırmanın evrenini Türkiye'de ortaöğretim kurumlarında görev yapan fizik, kimya ve biyoloji öğretmenleri oluşturmaktadır. Çalışmanın örneklemi, olasılıklı örnekleme tekniklerinden basit rastgele (seçkisiz) örnekleme yoluyla belirlenmiştir. Bu yöntem, evrendeki her birimin örneklemde yer alma şansının eşit ve bağımsız olması nedeniyle yansızlık kuralının uygulanabildiği örnekleme yöntemidir [46]. Bu kapsamda, İl Milli Eğitim Müdürlükleri'ne çevrimiçi form bağlantısı iletilmiş olup, 16 farklı ilde görev yapan öğretmenlerden dönüş alınmıştır. Bu illerde görev yapan 27 fizik, 36 kimya ve 40 biyoloji olmak üzere toplamda 103 (66 kadın, 37 erkek) öğretmen çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır.

2.2. Veri Toplama Aracı

Araştırmada öğretmenlerin ihtiyaçlarına yönelik verilerin ekonomik, hızlı ve detaylı şekilde toplanabilmesi amacıyla, veri toplama aracı olarak, araştırmacılar tarafından geliştirilen çevrimiçi "Fen (Fizik, Kimya, Biyoloji) Öğretiminde 3-Boyutlu Katı Modellerin Tasarımı ve Kullanımı Formu" kullanılmıştır. Bu formun geliştirilme sürecinde öncelikle, 3B katı model tasarımında ve üretiminde kullanılan programlar ile 3B yazıcılar hakkında çalışmalar yapılmıştır. Formun geçerliliği için fizik, kimya ve biyoloji eğitimi ile malzeme bilimi alanındaki uzmanların görüşleri alınmıştır. Fizik, kimya ve biyoloji eğitimi uzmanları doktora derecesine sahip olup öğretim materyalleri tasarlama, geliştirme ve öğrenme ortamında kullanma deneyimine sahiptirler. Malzeme bilimi alanındaki uzmanın ise, 3B baskı teknolojilerinin farklı alanlarda kullanımına yönelik deneyimi ve çalışmaları mevcuttur. Uzman görüşleri doğrultusunda, ihtiyaç analizi formunda yer alan bazı sorular detaylandırılarak forma son hali verilmiş ve öğretmenlere sunulmuştur.

Formun güvenirliği için, asıl uygulama öncesinde birkaç öğretmen ile bir ön uygulama çalışması yapılmıştır. Bu süreçte, öğretmenlerin anlaşılmadığını belirttiği ifadeler gözden geçilerek araştırmacılar tarafından gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Formun son hali, 3B katı modellerin eğitimde kullanım durumu ve öğretmenlerin bu modelleri kendi derslerinde kullanma durumu ile ilgili toplam 12 (6 açık uçlu, 6 çoktan seçmeli) sorudan oluşmaktadır. Çevrimiçi forma ait bağlantı (link) İl Milli Eğitim Müdürlükleri aracılığıyla öğretmenlerle paylaşıldıktan sonra, belli aralıklarla cevaplandırma süreci takip edilmiş ve daha fazla katılım sağlanmadığı tespit edildiğinde form paylaşıma kapatılarak veri toplama süreci sonlandırılmıştır.

2.3. Veri Analizi

Çevrimiçi ihtiyaç analizi formu 108 öğretmen tarafından doldurulmuştur. Çalışmanın güvenirliği açısından yeterli veri içermeyen veya çelişkili cevaplar içeren beş öğretmene ait form analiz süreci öncesinde elenmiştir. Kalan 103 formdaki veriler Excel dosyası formatında kaydedilmiştir. Kaydedilen bu veriler öncelikle her bir araştırmacı tarafından içerik analizi ile çözümlenmiştir. İçerik analizinde amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmak, birbirine benzeyen verileri kavram ve temalar altında bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği şekilde düzenlemektir [45]. Daha sonra, elde edilen verilerin karşılaştırılması amacıyla araştırmacılar bir araya gelmiş, her biri tarafından yapılan kodlamalar ve sınıflamalar tek tek incelenmiştir. Görüş ayrılığı ortaya çıkan durumlarda ise, araştırmacılar ilgili duruma bakış açılarını ifade etmiş, duruma ait kodlama veya sınıflama ile ilgili aralarında fikir birliğine varılmış ve analiz süreci tamamlanmıştır. Üç araştırmacı arasındaki uyum yüzdesi Miles ve Huberman [47]'ın uyum yüzdesi formülü ile (Uyum yüzdesi = [Görüş birliği/görüş ayrılığı + Görüş birliği]*100) hesaplanmış ve uyum yüzdesinin 0.96 olduğu belirlenmiştir.

Bulgular grafik ve çizelgeler yardımıyla frekans ve yüzdelik değerleri ile sunulmuştur. Kodlara ait yüzdelik değerler hesaplanırken; çalışmaya katılan toplam öğretmen sayısı açısından yüzdelikler ve branşlarda bulunan öğretmen sayısı için de branşlardaki yüzdelik değerler ayrı ayrı hesaplanarak yorumlanmıştır. Bulguların sunumunda öğretmenler, kimliklerinin gizli tutulması amacıyla kodlarla temsil edilmektedir. Çalışmaya katılan öğretmenler branşlarına göre; fizik öğretmenleri F1, F2, F3, …, F27; kimya öğretmenleri K1, K2, K3, …, K36 ve biyoloji öğretmenleri B1, B2, B3, …, B40 şeklinde kodlanmıştır. Ayrıca, öğretmenlerin görüşlerinden elde edilen temaların ve kodların geçerliğini arttırmak için, bulguların sunumunda örnek ifadelerden doğrudan alıntılara da yer verilmiştir.

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında elde edilen verilerin analizi sonucunda ulaşılan bulgular, "Fen (Fizik, Kimya, Biyoloji) Öğretiminde 3-Boyutlu Katı Modellerin Tasarımı ve Kullanımı Formu"nda yer alan sorular çerçevesinde sunulmuştur. Formda öncelikle öğretmenlerden, öğrencileri tarafından anlaşılması zor konuları belirtmeleri istenmiştir. Öğretmenlerin birinci soruya verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular Çizelge 1'de sergilenmektedir.

Çizelge 1. Öğretmenlere göre öğrencilerin anlamakta zorlandıkları konular

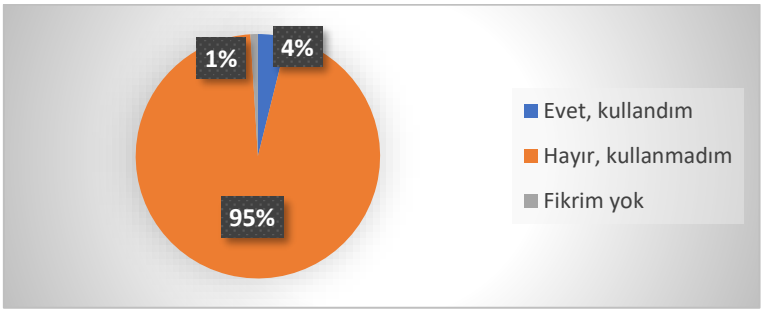
Fizik konuları		Kimya konuları		Biyoloji konuları	
Konu	f	Konu	f	Konu	f
Elektrik	7	Mol kavramı	18	Vücudumuzdaki sistemler	15
Optik	6	Kimyasal hesaplamalar	8	Genetik/kalıtım	13
Modern fizik	5	Gazlar	6	Hücre zarından madde geçişleri	9
Manyetizma	5	Kimyasal denge	5	Oksijenli/oksijensiz solunum	7
Dalgalar	3	Hibritleşme	4	Fotosentez	6
Mekanik	3	Çözünürlük dengesi	4	Protein sentezi	4
Atom altı parçacıklar	2	Organik kimya	3	Bitki yapısı	4
Kaldırma kuvveti	2	Kimyasal ve fiziksel bağlar	3	Organik ve inorganik bileşikler	4
Basit makineler	2	Asit baz dengesi	2	Hücre	4
Sağ el kuralı	2	Elektrokimya	2	Hücre bölünmeleri	3
Çembersel hareket	2	Elektroliz	2	Enzim	3
Radyoaktivite	2	Molekül geometrileri	2	Kemosentez	2
Denge	2	Atomun kuantum modeli	2	DNA replikasyonu	2
		Periyodik tablo	2		

Çizelge 1 incelendiğinde, öğretmenlerin; elektrik (f=7), optik (f=6), modern fizik (f=5), manyetizma (f=5) gibi fizik konularını; mol kavramı (f=18), kimyasal hesaplamalar (f=8), gazlar (f=6), kimyasal denge (f=5) gibi kimya konularını ve vücudumuzdaki sistemler (f=15), genetik/kalıtım (f=13), hücre zarından madde geçişleri (f=9), oksijenli/oksijensiz solunum (f=7), fotosentez (f=6) gibi biyoloji konularını, öğrenciler tarafından anlaşılması zor konular olarak belirttikleri görülmektedir. Formda yer alan ikinci soruda, öğretmenlerden öğretim sürecinde (derslerinde) kullandıkları hazır öğretim materyallerini ve/veya modellerini belirtmeleri istenmiştir. Öğretmenlerin bu soruya ait cevapları Çizelge 2'de özetlenmektedir.

Çizelge 2. Öğretmenlerin derslerinde kullandıkları hazır öğretim materyali ve modeller

	Öğretim materyalleri ve modeller	f	Öğretim materyalleri ve modeller	f
Fizik öğretmenleri	Deney malzemeleri	28	Sunum	5
	Düzgün geometrik cisimler	2	Video	1
	Çıkrık	1	STEM uygulamaları	1
	Vektör için kutu prizma	1	Simülasyon	1
	Sağ el kuralı ile ilgili model	1	Animasyon	1
	Makara	1	Deney	1
	EBA materyalleri	1		
Kimya öğretmenleri	Molekül modelleme kiti	25	Sunum	3
	Orbital modelleri/küreleri	12	Deney	2
	Periyodik tablo	7	Canlandırma	1
	3 boyutlu atom modelleri	3	Optik materyal	1
	Görseller	1		
Biyoloji öğretmenleri	İskelet modeli	17	Mikroskop	3
	Hücre modeli	14	Beyin modeli	2
	Kalbin yapısı	10	Görseller	2
	Böbreğin yapısı	8	Poster	2
	Göz modeli	8	Besin piramidi	1
	DNA modeli	6	Kulak modeli	1
	Çiçek modeli	5	Sunum	1
	Yaprak kesiti	5	Deney	1
	Kök kesiti	4	Animasyon	1
	Organlar	4	Gerçek nesneler	1
	İnsan modeli	3	3B materyal	1
	Bitki modelleri	3	Video	1

Öğretmenlere öğretim sürecinde kullandıkları hazır öğretim materyalleri ve modeller sorulduğunda; fizik öğretmenleri genellikle deney malzemelerini (f=28), kimya öğretmenleri genellikle molekül modelleme kitini (f=25) ve orbital modellerini (f=12), biyoloji öğretmenleri ise iskelet modeli (f=17), hücre modeli (f=14) gibi öğretim materyallerini ve modelleri kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bir fizik öğretmeni, yedi kimya öğretmeni ve altı biyoloji öğretmeni ise derslerinde hazır öğretim materyali ve/veya model kullanmadıklarını belirtmiştir. Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile hazırlanmış bir modeli derslerinde kullanma durumu ile ilgili açıklamalarına ilişkin analiz sonuçları ise Şekil 2'de görülmektedir.



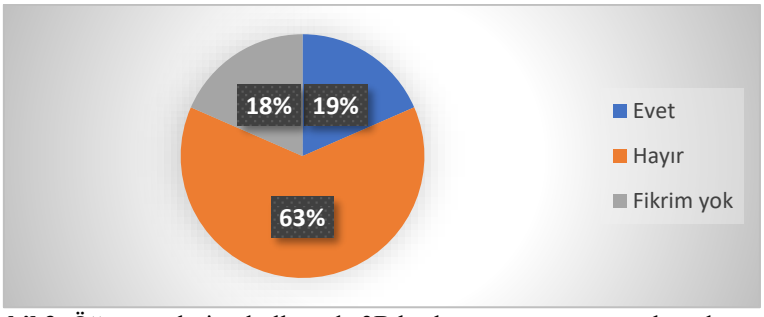
Şekil 2. Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile hazırlanmış bir modeli derslerinde kullanma durumu

Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile hazırlanmış bir modeli derslerinde kullanma durumuna ilişkin bulgular (Şekil 2), öğretmen branşları bazında Çizelge 3'te sunulmaktadır.

Çizelge 3. Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile hazırlanmış bir modeli derslerinde kullanma durumu

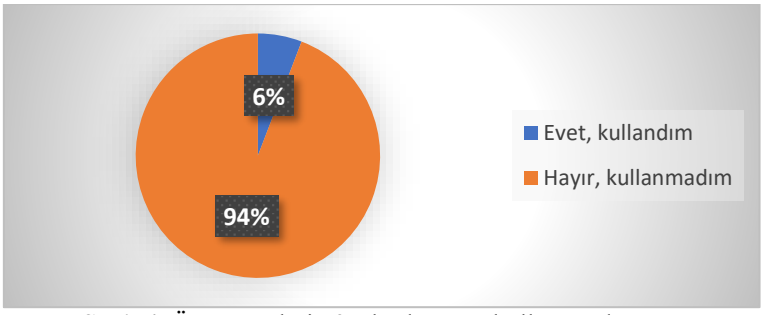
	Öğretmenler		Fizik Öğretmenleri		Kimya Öğretmenleri		Biyoloji Öğretmenleri	
	f_T	%	f_F	%	f_K	%	f_B	%
Evet, kullandım	4	4	1	4	2	6	1	3
Hayır, kullanmadım	98	95	25	92	34	94	39	97
Fikrim yok	1	1	1	4	-	-	-	-

Öğretmenlerin %95'i bu zamana kadar 3B baskı aracı ile hazırlanmış bir modeli derslerinde kullanmadıklarını açıklamışlardır. Derslerinde 3B baskı aracı ile hazırlanmış bir modeli kullanmadığını belirten öğretmenler branşları bazında incelendiğinde, fizik öğretmenlerinin %92'sinin, kimya öğretmenlerinin %94'ünün ve biyoloji öğretmenlerinin %97'sinin bu ifadeyi kullandıkları görülmüştür. Öğretmenlerin görev yaptıkları okullarda 3B baskı aracının mevcut olma durumuna ilişkin bulgular Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. Öğretmenlerin okullarında 3B baskı aracının mevcut olma durumu

Görev yaptığı okulda 3B baskı aracının bulunduğunu belirten öğretmen sayısı, çalışmaya katılan öğretmenlerin %19'unu oluşturmaktadır. Öğretmenlerin %63'ü ise, okullarında 3B baskı aracının bulunmadığı belirtmişlerdir. Formda yer alan beşinci soruda ise, öğretmenlerin bu zamana kadar 3B baskı aracı kullanma durumları sorulmuş ve ilgili bulgular Şekil 4'te sunulmuştur.



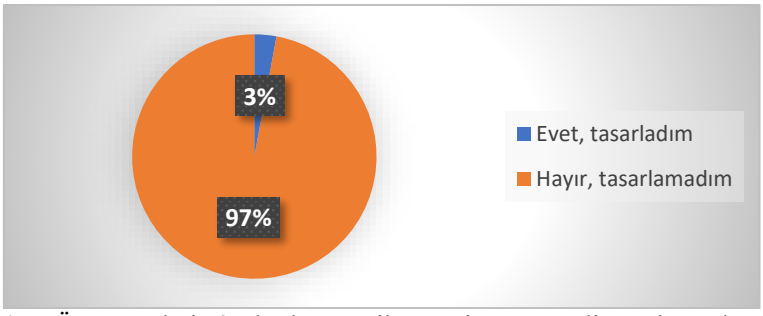
Şekil 4. Öğretmenlerin 3B baskı aracı kullanma durumu

Öğretmenlerin 3B baskı aracı kullanma durumuna ilişkin bulgular (Şekil 4), öğretmen branşları bazında Çizelge 4'te sunulmaktadır.

Çizelge 4. Öğretmenlerin 3B baskı aracı kullanma durumu

	Öğretmenler		Fizik Öğretmenleri		Kimya Öğretmenleri		Biyoloji Öğretmenleri	
	f_T	%	f_F	%	f_K	%	f_B	%
Evet, kullandım	6	6	2	7	1	3	3	8
Hayır, kullanmadım	97	94	25	93	35	97	37	92

Öğretmenlerin %6'sı 3B baskı aracını öğretim materyali/modeli üretimi (f=3) veya yarışma materyali üretimi (f=3) için kullandıklarını ifade etmişlerdir. Branşlar bağlamında irdelendiğinde, fizik öğretmenlerinin %7'sinin, kimya öğretmenlerinin %3'ünün ve biyoloji öğretmenlerinin %8'inin olumlu yanıt verdiği görülmektedir (Çizelge 4). Öğretmenlerin %94'ü ise, bu zamana kadar herhangi bir 3B baskı aracı kullanmadıklarını belirtmiştir. Formda yer alan bu soruya ek olarak, altınca soruda öğretmenlere 3B baskı aracı ile herhangi bir öğretim materyali tasarlayıp tasarlamadıkları sorulmuştur. Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile öğretim materyali tasarlama durumları ile ilgili bulgular Şekil 5'te sergilenmektedir.



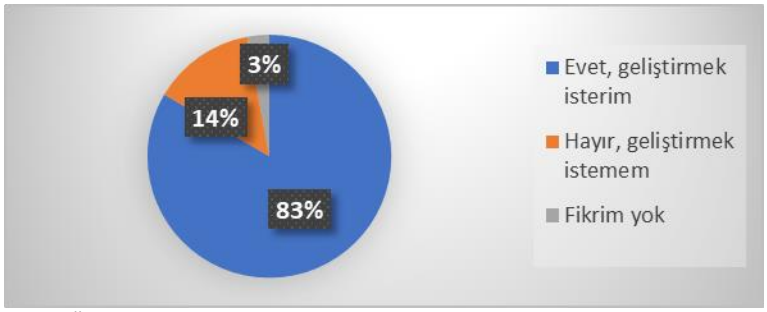
Şekil 5. Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile öğretim materyali tasarlama durumu

Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile öğretim materyali tasarlama durumuna ilişkin bulgular (Şekil 5), öğretmen branşları bazında Çizelge 5'te sunulmaktadır.

Çizelge 5. Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile öğretim materyali tasarlama durumu

	Öğretmenler		Fizik Öğretmenleri		Kimya Öğretmenleri		Biyoloji Öğretmenleri	
	f_T	%	f_F	%	f_K	%	f_B	%
Evet, tasarladım	3	3	1	4	1	3	1	3
Hayır, tasarlamadım	100	97	26	96	35	97	39	97

Öğretmenlerin %3'ü (branş bazında; fizik öğretmenlerinin %4'ü, kimya öğretmenlerinin %3'ü ve biyoloji öğretmenlerinin %3'ü) 3B baskı aracı ile periyodik tablo (f=1), hücre (f=1) ve elektrik (f=1) konularında öğretim materyali tasarımını yaptıkları belirtmişlerdir. Öğretmenlerin %97'lik kısmı ise 3B baskı aracı ile herhangi bir öğretim materyali tasarlama deneyimine sahip olmadığını ifade etmiştir. Formda yer alan yedinci soruda, öğretmenlerin 3B baskı aracı ile öğrencilerinin durumlarına özel öğretim materyali / modeli geliştirme istekleri sorulmuştur. Bu soruya yönelik bulgular Şekil 6'da sunulmuştur.



Şekil 6. Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile öğretim materyali geliştirme isteği

Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile öğretim materyali geliştirme isteğine ilişkin bulgular (Şekil 6), öğretmen branşları bazında Çizelge 6'da sunulmaktadır.

Çizelge 6. Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile öğretim materyali geliştirme isteği

	Öğretmenler		Fizik Öğretmenleri		Kimya Öğretmenleri		Biyoloji Öğretmenleri	
	f_T	%	f_F	%	f_K	%	f_B	%
Evet, geliştirmek isterim	86	83	20	74	32	89	34	84
Hayır, geliştirmek istemem	14	14	7	26	4	11	3	8
Fikrim yok	3	3	-	-	-	-	3	8

Öğretmenlerin %83'ünün 3B baskı aracı ile öğrencilerinin durumlarına özel, öğretim materyali geliştirmek istedikleri, %14'ünün ise geliştirmek istemedikleri Şekil 6'da görülmektedir. Branş bazında öğretmenlerin öğretim materyali geliştirme istekleri incelendiğinde, fizik öğretmenlerinin %74'ünün, kimya öğretmenlerinin %89'unun ve biyoloji öğretmenlerinin %84'ünün 3B baskı aracı ile öğretim

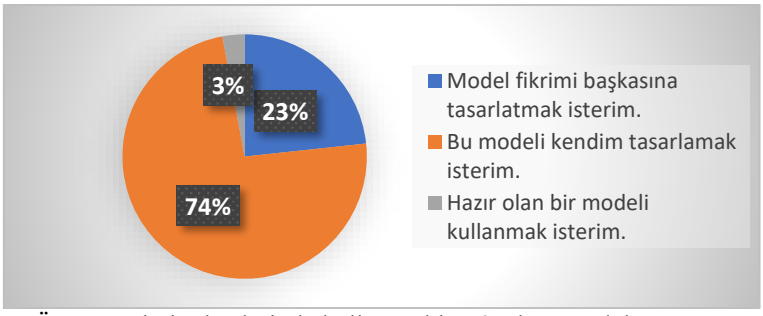
materyali geliştirmek istediği belirlenmiştir. Öğretmenlerin bu soruya yönelik düşüncelerinin gerekçeleri Çizelge 7'de sergilenmektedir.

Çizelge 7. Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile öğretim materyali geliştirme isteğine yönelik gerekçeleri

	Öğretmen açıklamaları	Öğretmen kodu	f
Evet, geliştirmek isterim; çünkü	Dersi daha etkili işlemek için	F11, F15, F19, K1, K2, K11, K29, B6, B10, B17, B21, B22, B33, B35, B39	15
	Öğrencilerin konuyu anlamalarına/ öğrenmelerine katkı sağlamak için	F1, F8, F9, K30, K31, K32, K33, K35, B5, B7, B9, B16, B25	13
	Mesleki gelişim	F7, F18, F22, K25, B14, B17, B22, B27, B30, B32, B33	11
	Konuyu somutlaştırmak için	F2, F14, F21, K9, K18, B3	6
	Kalıcı öğrenme sağlamak için	F16, F23, K4, K25, K32, B29	6
	Dersi zevkli/eğlenceli hale getirmek için	F16, K20, B6, B16	4
	Mevcut materyaller yetersiz kaldığı için	K5, K13, B11	3
	Derse olan ilgiyi arttırmak için	B5, B30	2
	Dersin işleyiş biçimine uygun olması için	B18, B19	2
	Öğrenme isteğini arttırmak için	K3	1
	3B düşünmelerini sağlamak için	F10	1
	Derse aktif katılımı sağlamak için	B17	1
	Deney malzemesi üretimi için	F20	1
	Açıklama yok	F4, F12, F17, F24, F25, F26, K6, K7, K12, K15, K16, K19, K21, K22, K23, K24, K27, K28, K34, K36, B1, B4, B8, B12, B15, B20, B23, B26, B28, B31, B36, B37, B38	33
Hayır, geliştirmek istemem; çünkü	Yeterli zamanım olmadığı için	F3, F5, F27, K14	4
	Model geliştirmeye ihtiyacım olmadığı için	F13, K17	2
	Hazır model kullanmak istediğim için	B13	1
	Açıklama yok	F6, K8, K10, K26, B2, B24, B34, B40,	8

Çizelge 7'de görüldüğü üzere; 3B baskı aracı ile öğretim materyali geliştirmek istediğini belirten öğretmenler bu isteklerinin gerekçelerini genellikle, dersini daha etkili işlemek (f=15) ve öğrencilerin konuyu anlamalarına/öğrenmelerine katkı sağlamak (f=13) şeklinde açıklamışlardır. Bu bağlamda, dersi daha etkili işlemek ve dersi zevkli/eğlenceli hale getirmek kodları için "Evet ders anlatımını etkili ve eğlenceli hale getirmek ve materyallerimi kendim üretmek için isterim (B6)", öğrencilerin konuyu anlamalarına/ öğrenmelerine katkı sağlamak kodu için "Öğrenmeyi daha kolay hale getirebilecek materyaller geliştirmek isterim (K30)", kalıcı öğrenme sağlamak kodu için "İsterim. Öğrencilerde görsel öğrenim daha kalıcıdır (F23)" ve mesleki gelişim kodu için "Olabilir. Yeni deneyimler ve kendi fikirlerimi üretmek adına güzel olur (F7)" şeklindeki açıklamalar, öğretmenlerin ifadelerinden örnek olarak verilebilir. 3B baskı aracı ile öğretim materyali geliştirmek istemeyen öğretmenler ise genellikle, yeterli zamanları olmadıklarını (f=4) ifade etmişlerdir. Bu öğretmenlerden K14 düşüncesini; "Ders yoğunluğum çok fazla olduğu için buna vakit ayırabileceğimi düşünmüyorum" şeklinde açıklamıştır.

Formda yer alan sekizinci soruda, öğretmenlerin derslerinde 3B katı model kullanmak istediklerinde bu modellerin tasarımı konusundaki tercihleri sorulmuştur. Öğretmenlerin tercihlerine yönelik cevaplarından elde edilen bulgular Şekil 7'de sunulmaktadır.



Şekil 7. Öğretmenlerin derslerinde kullanacakları 3B katı model tasarım tercihleri

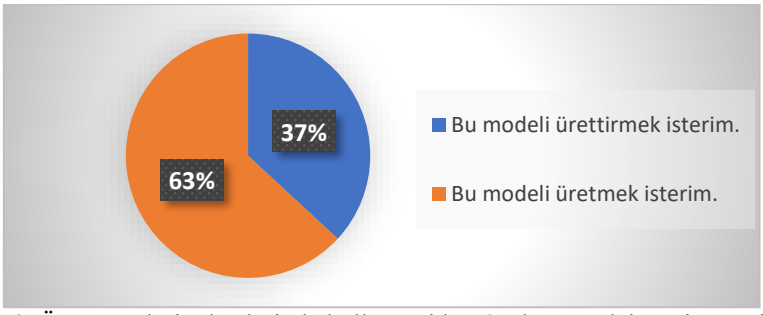
Öğretmenlerin derslerinde kullanacakları 3B katı model tasarım tercihlerine ilişkin bulgular (Şekil 7), öğretmen branşları bazında Çizelge 8'de sunulmaktadır.

Çizelge 8. Öğretmenlerin derslerinde kullanacakları 3B katı model tasarım tercihleri

	Öğretmenler		Fizik Öğretmenleri		Kimya Öğretmenleri		Biyoloji Öğretmenleri	
	f_T	%	f_F	%	f_K	%	f_B	%
Model fikrimi başkasına tasarlatmak isterim.	3	3	-	-	2	6	1	3
Bu modeli kendim tasarlamak isterim.	76	74	17	63	23	63	36	89
Hazır olan bir modeli kullanmak isterim.	24	23	10	37	11	31	3	8

Öğretmenlerin %74'ü derslerinde kullanacakları 3B katı modelleri kendisi tasarlamak isteyeceğini belirtirken, %3'ü model fikrini bir başkasına tasarlatmak isteyeceğini ifade etmiştir. Öğretmenlerin %23'ü ise hazır bir modeli kullanmak isteyeceğini belirtmiştir. Tasarım tercihleri branş bazında incelendiğinde; fizik öğretmenlerinin %63'ü modeli kendilerinin tasarlamak, %37'si ise hazır bir modeli kullanmak istediklerini belirtmiştir. Tasarım tercihlerini belirten kimya öğretmenlerinin %6'sı model fikrini başkasına tasarlatmak, %63'ü kendisinin tasarlamak, %31'i ise hazır bir modeli kullanmak istediklerini ifade etmiştir. Biyoloji öğretmenlerinin ise %3'ünün model fikrini başkasına tasarlatmak, %89'unun modeli kendisinin tasarlamak ve %8'inin hazır olan bir modeli kullanmak istediği tespit edilmiştir. Öte yandan, öğretmenlere 3B nesne tasarımı ile ilgili programlara ilişkin bilgi sahibi olma ve bunları kullanma durumları da sorulmuştur. Bu soruya çoğu (f=96) olumsuz cevap verirken; az sayıda öğretmen (f=7); Tringiverse, Fusion katia solid Works, MySQL, Tincercad, Sketch Book, Zbrash, 3Dshpr gibi programları duyduklarını fakat onları da kullanmadıklarını belirtmişlerdir.

Formda yer alan dokuzuncu soruda, öğretmenlerin derslerinde 3B katı model kullanmak istediklerinde bu modellerin üretimi konusundaki tercihleri sorulmuştur. Öğretmenlerin 3B katı model kullanımı için üretim tercihlerine yönelik bulgular Şekil 8'de sergilenmektedir.



Şekil 8. Öğretmenlerin derslerinde kullanacakları 3B katı model üretim tercihleri

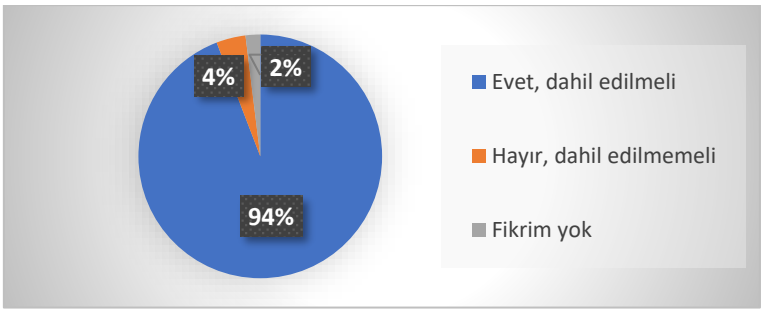
Öğretmenlerin derslerinde kullanacakları 3B katı model üretim tercihlerine ilişkin bulgular (Şekil 8), öğretmen branşları bazında Çizelge 9'da sunulmaktadır.

Çizelge 9. Öğretmenlerin derslerinde kullanacakları 3B katı model üretim tercihleri

	Öğretmenler		Fizik Öğretmenleri		Kimya Öğretmenleri		Biyoloji Öğretmenleri	
	f_T	%	f_F	%	f_K	%	f_B	%
Bu modeli ürettirmek isterim.	38	37	13	48	14	39	11	28
Bu modeli üretmek isterim.	65	63	14	52	22	61	29	72

Öğretmenlerin %63'ü derslerinde kullanacakları 3B katı modelleri kendisi üretmek istediğini, %37'si ise bu modelleri ürettirmek istediğini belirtmiştir. Öğretmenlerin üretim tercihleri branş bazında incelendiğinde; fizik öğretmenlerinin %48'inin modeli ürettirmek ve %52'sinin modeli üretmek istediği; kimya öğretmenlerinin %39'unun modeli ürettirmek ve %61'inin üretmek istediği, biyoloji öğretmenlerinin ise %28'inin modeli ürettirmek ve %72'sinin üretmek istediği belirlenmiştir. Ayrıca bu sorunun devamında öğretmenlere, daha önce 3B baskı aracını kullanmaya yönelik bir eğitim alıp almadıkları sorulmuştur. Öğretmenlerin tamamı (f=103) daha önce 3B baskı aracını kullanmak için herhangi bir eğitim (hizmet içi eğitim vb.) almadığını ifade etmiştir.

Formda yer alan onuncu soruda öğretmenlere, öğretim materyali/modeli tasarım ve üretim süreçlerine öğrencilerini dahil etme konusunda ne düşündükleri sorulmuştur. Öğrencilerini tasarım ve üretim sürecine dahil etme konusundaki öğretmen görüşlerine ait bulgular Şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile öğretim materyali geliştirme sürecine öğrencilerini dahil etme durumları

Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile öğretim materyali geliştirme sürecine öğrencilerini dahil etme durumlarına ilişkin bulgular (Şekil 9), öğretmen branşları bazında Çizelge 10'da sunulmaktadır.

Çizelge 10. Öğretmenlerin 3B baskı aracı ile öğretim materyali geliştirme sürecine öğrencilerini dahil etme durumları

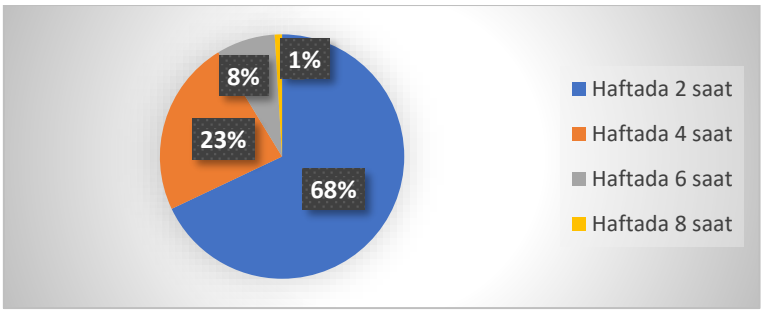
	Öğretmenler		Fizik Öğretmenleri		Kimya Öğretmenleri		Biyoloji Öğretmenleri	
	f_T	%	f_F	%	f_K	%	f_B	%
Evet, dahil edilmeli	97	94	26	96	32	89	39	97
Hayır, dahil edilmemeli	4	4	1	4	3	8	-	-
Fikrim yok	2	2	-	-	1	3	1	3

Öğretmenlerin %94'ünün öğretim materyalleri ve modelleri tasarlama sürecine öğrencilerini de dahil etmek istediği görülmüştür. Branş bazında incelendiğinde, fizik öğretmenlerinin %96'sının, kimya öğretmenlerinin %89'unun ve biyoloji öğretmenlerinin %97'sinin 3B baskı aracı ile öğretim materyali geliştirme sürecine öğrencilerini dahil etmek istedikleri belirlenmiştir. Öğretmenlerin bu konu hakkındaki açıklamaları ve gerekçeleri Çizelge 11'de özetlenmiştir.

Çizelge 11. Öğrencilerin 3B katı model tasarım ve üretim süreçlerine dahil edilme sebepleri

Öğretmenlerin açıklamaları		Öğretmen kodu	f
Evet, dahil etmek isterim; çünkü	Öğrenme/öğretim sürecini dinamikleştirir	F1, F5, F11, F26, K1, K4, K20, K21, K22, B1, B2, B3, B9, B11, B23, B30, B37	17
	Konuyu öğrenmelerinde etkili olabilir	F4, F7, F20, F27, K14, K33, B19, B28, B31, B34	10
	Öğrencilerin derse/konuya ilgisi artabilir	K3, K9, B12, B15, B17, B18	6
	Yaparak yaşayarak öğrenmeye katkı sağlayabilir	F10, F14, F16, K29, B16	5
	Kalıcı öğrenmeyi sağlayabilir	F14, K25, K31, B6, B10,	5
	Birlikte kullanışlı materyal tasarlanabilir	F12, F18, K2, K16, B36,	5
	Öğrencilerin derse karşı motivasyonları artabilir	F6, K18, B39	3
	Ders eğlenceli hale gelir	F22, B25	2
	Kişisel gelişimi destekleyebilir	F21, K15	2
	Konunun somutlaştırılmasını sağlar	K32, B29	2
	Bilişim ve teknoloji okuryazarlığını artırabilir	F15	1
	Konuya merak uyandırabilir	B7	1
	Öğretmeni motive eder	K9	1
	Açıklama yok	F1, F2, F9, F13, F17, F23, F24, F25, K5, K6, K8, K11, K12, K23, K24, K26, K27, K35, K36, B4, B5, B8, B13, B14, B20, B21, B24, B26, B27, B32, B35, B40	32
Hayır, dahil etmek istemem; çünkü	Açıklama yok	F3, K10, K28, B38	4

Öğretmenler, öğretim materyalleri ve modelleri tasarlama sürecine öğrencilerini de dahil etme konusundaki düşüncelerini genellikle; "Bazı modelleri sınıfta yapmak güzel olur, sonucu beklenirken konu anlatımı ve sürece dahil olma öğrenci için olumlu olur (B30)" ifadesindeki gibi öğrenme-öğretme sürecini dinamikleştireceği (f=17), "Öğrenci veya öğrenci grupları dahil edilirse konu veya konuların kavratılması daha rahat ve kalıcı olur (B34)" ifadesindeki gibi öğrencilerin konuyu öğrenmelerinde etkili olacağı (f=10) ve "Derse ilgileri artar. Onların da teknoloji bilgilerinden yararlanmak yararlı olabilir (K9)" ifadesindeki gibi öğrencilerin derse/konuya ilgilerini artırabileceği (f=6) "Öğrencilerin derslerde materyal ihtiyacı duyduğu konulara ağırlık veririm ve onların görüş ve önerileri ile onları da sürece dahil ederek daha kullanışlı materyaller tasarlayabilirim (K2)" ifadesindeki gibi birlikte, kullanışlı materyaller tasarlanabileceği (f=5) şeklinde açıklamışlardır. Formda yer alan on birinci soruda ise, öğretmenlerin 3B baskı aracını kullanmak ve tasarım yapmak için haftalık ne kadar vakit ayırabileceği sorulmuş ve bu soruya yönelik bulgular Şekil 10'da sunulmuştur.



Şekil 10. Öğretmenlerin 3B baskı aracını kullanmak ve tasarım yapmak için ayırabileceği vakit

3B baskı aracını kullanmak ve tasarım yapmak için öğretmenlerin, bir haftalık süre içerisinde genellikle (%68'i) 2 saat vakit ayırabileceği görülmektedir (Şekil 10). %23'ü ise bu süreç için haftada 4 saatini ayırabileceğini belirtmiştir. Öğretmenlerin 3B baskı aracını kullanmak ve tasarım yapmak için ayırabilecekleri vakit ile ilgili açıklamalarına ilişkin bulgular Çizelge 12'de sergilenmektedir.

Çizelge 12. Öğretmenlerin haftalık ayırabilecekleri vakit ile ilgili açıklamaları

Öğretmenlerin açıklamaları	Öğretmen kodu	f
Ders programının/iş yükünün yoğunluğu	F4, F6, F9, F13, F16, F21, F23, F26, F27, K1, K3, K5, K13, K14, K18, K25, K29, K30, K31, K33, B1, B3, B4, B6, B7, B8, B9, B11, B17, B18, B26, B28, B29, B30, B33	35
Sınırlı süre ayırabilme	F2, F3, F8, F12, F18, F24, F25, K2, K6, K7, K11, K15, K16, K17, K21, K22, K36, B10, B21, B23, B35, B36, B39	23
Yeterli bir süre düşüncesi	F1, F10, F11, F14, F20, K4, K12, K19, K20, K24, K26, K27, B12, B15, B19, B27, B38, B40	18
Aile hayatı	F5, F15, K8, K34, B5, B16, B31, B32	8
Deneyim eksikliği	F7, F19, K9, K32, B34	5
Yetersiz açıklama	K23, K35, B14, B20, B22, B25	6
Açıklama yapmamış	F17, F22, K10, K28, B2, B13, B24, B37	8

Öğretmenler bu sürece ayırabilecekleri süreye ilişkin nedenleri arasında genellikle, ders programının/iş yükünün yoğunluğu (f=35) gösterilmiştir. "Okul çok yoğun ve üniversite sınavı çok ön planda. Öğrenciler bilgiye en kısa sürede ulaşmak ve soruları en kısa sürede çözmek derdinde (F4)", "Yoğun ders saati ve müfredat tamamlama gayreti sebebiyle ders dışı faaliyetlere fazla zaman ayıramıyoruz (F6)" ve "Yıllık planlama ve konuların dağılımı açısından en uygun süre (K33)" ifadelerinde görüldüğü gibi öğretmenler mevcut öğretim sürecinin oldukça yoğun olduğunu ifade etmiştir. Sınırlı süre ayırabilme şeklinde (f=23) kodlanan öğretmen ifadelerine ise "Derslerden kalan zamanım (B35)" ve "Serbest zamanım o kadar (K22)" açıklamaları örnek olarak verilebilir. Deneyim eksikliği kodu altında yer alan öğretmenlerin haftada 6 saat süre ayırabileceklerini belirttikleri görülmüştür. K9 kodlu öğretmenin "O aracın nasıl çalıştığı konusunda bir bilgim yok ve böyle bir materyal tasarlamanın biraz çaba gerektireceğini düşünüyorum" şeklindeki ifadesi bu koda örnek olarak verilebilir.

Formda yer alan son soruda ise öğretmenlere, öğretim materyali tasarımı ve 3B baskı aracı ile bu tasarımının üretimini yaparak kendi öğretim materyallerini geliştirmenin, mesleki deneyimlerine etkisi hakkındaki düşünceleri sorulmuştur. Elde edilen bulgular Çizelge 13'te sunulmaktadır.

Çizelge 13. Mesleki deneyimleri konusunda öğretmenlerin görüşleri

Öğretmenlerin açıklamaları	Öğretmen kodu	f
Mesleki açıdan gelişim sağlamak için	F1, F2, F5, F6, F7, F8, F9, F16, F17 F21, F22, F23, K2, K3, K5, K7, K8, K9, K11, K12, K13, K17, K19, K25, K26, B4, B5, B8, B9, B10, B12, B14, B16, B17, B22, B25, B26, B27, B29, B33, B23	41
Dersin daha anlaşılır olmasını sağlamak için	F10, F12, F14, F18, K1, K2, K9, K14, K23, K24, K33, B1, B16, B18, B24, B30, B31	16
Dersin/öğrencinin ihtiyacına göre tasarım yapmak için	F24, F27, K6, K31, K36, B2, B6, B7, B24, B32, B34, B40	12
Etkili öğretim gerçekleştirilmesini sağlamak için	F9, K2, K15, K34, K35, B2, B9, B16	8
Konu hakimiyeti sağlamak/alan bilgisi eksiğini gidermek için	F11, F22, K8, K30, B7, B10, B15, B39	8
Kalıcı öğrenmeyi sağlamak için	F3, K27, K32, B28, B36	5
Dersi ilgi çekici hale getirmek için	F4, K9, K16, K21, K23, B20, B25, B28, B30,	
Hazır materyal havuzu oluşturmak için	F15, F20, F26, K9, B19	5
Yenilikleri takip etmek için	F7, F15, K16, K22, B16	5
Derse aktif katılımı sağlamak için	K32, B17, B35	3
Konuyu somutlaştırmak için	F14, K15, K20, B3	4
Yaratıcı düşünme becerisi geliştirmek için	K18, B3, B23, B28	4
Zaman olarak kazanç sağlamak için	F9, K6, B28,	3

Öğretmenlerin %90'ı kendi öğretim modellerini tasarlamanın mesleki deneyimlerine katkı sağlayacağını ifade etmiştir. Öğretmenlerin genellikle mesleki açıdan gelişim sağlamak (f=41), dersin daha anlaşılır olmasını sağlamak (f=16) ve dersin/öğrencinin ihtiyacına göre tasarım yapabilmek (f=12)

gibi açılardan bu sürecin kendilerine katkı sağlayacağını düşündükleri görülmüştür. Mesleki açıdan gelişim sağlamak kodu için; "Kendimi mesleki acıdan geliştirmiş olurum. Konuları öğrencilere anlatırken eksik kalan kısımları materyallerle tamamlayabilirim. Etkili öğretim gerçekleştirmiş olurum (K2)", dersin daha anlaşılır olmasını sağlamak kodu için; "Öğrenciye vermem gereken bilgiyi görsel olarak tasarlamak onların konuyu daha iyi anlamalarını kolaylaştıracaktır (F14)" ve dersin/öğrencinin ihtiyacına göre tasarım yapabilmek kodu için; "Kendim tasarladığımda hem buna hakim oluyorum hem de tam olarak neyi vermek istiyorsam ona göre bir tasarım yapma imkânı buluyorum (B7)" ifadeleri örnek olarak sunulabilir.

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, Fen grubu (fizik, kimya ve biyoloji) öğretmenlerinin 3B katı model tasarımına, üretimine ve tasarlayacakları bu modellerin öğretim süreçlerinde kullanımına yönelik ihtiyaçlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda elde edilen bulgulara göre; fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinin, öğrencilerinin anlamakta zorlandıkları birçok konu olduğunu ifade ettikleri (Çizelge 1), buna karşın derslerinde kullandıkları öğretim materyalleri ve modellerin sayısının ve çeşidinin çok sınırlı kaldığı söylenebilir. Hatta elde edilen bulgular, bazı öğretmenlerin derslerinde herhangi bir öğretim materyali veya model kullanmadıklarını göstermektedir (Çizelge 2). Diğer yandan, öğretmenlerin kullandıkları öğretim materyalleri ve modeller sorusu bağlamında; fizik öğretmenlerinin öğretim sürecinde daha çok deney malzemelerini, kimya öğretmenlerinin molekül modelleme kitini, biyoloji öğretmenlerinin ise iskelet ve hücre modelini kullandıkları belirlenmiştir. Ancak, Çizelge 1 ve Çizelge 2 birlikte incelendiğinde, öğretmenler tarafından kullanılan bu öğretim materyalleri ve modellerinin, öğrencilerin anlamakta zorlandıkları konuların öğretim sürecini desteklemediği görülmektedir. Hâlbuki öğretim programlarının amaç ve hedeflerine ulaşabilmek ve öğrencilerin anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebilmesini sağlamak için, öğrenci gereksinimleri doğrultusunda teknolojiyle bütünleşik, öğrenci merkezli öğrenme ortamlarının oluşturulması [48] ve öğrenci merkezli bu öğrenme ortamlarının 3B katı modeller ile zenginleştirerek öğrencilerin bilgi ve beceri gelişiminin desteklenmesi [8] sağlanabilir. 3B katı modeller ve öğretim materyallerinin öğretim sürecinde kullanımı sayesinde, öğrenciler tarafından anlaşılması güç olan konuların anlatılmasının da kolaylaşacağı söylenebilir [31]. Bununla birlikte, 3B katı modeller ve öğretim materyalleri fizik, kimya ve biyoloji konularındaki soyut bilgi ve kavramları somutlaştırmayı sağlamaktadır [12]. Bu sebeple, 3B katı modeller ve öğretim materyalleri; atomlar, moleküller, hücreler ve benzeri kavramların öğretiminde kullanılmıştır [39]. Ayrıca 3B baskı teknolojilerinin, yaparak yaşayarak öğrenme [39], disiplinler arası öğrenme [49], Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) eğitimi [25], [40], proje tabanlı eğitim [9], [31], işbirlikli öğrenme [20], [35] gibi kuram ve yaklaşımları desteklediği de literatürde görülmektedir.

Çalışmaya katılan öğretmenlerin önemli bir kısmı, 3B baskı aracı ile geliştirilmiş herhangi bir öğretim materyali ve/veya modelini derslerinde kullanmadığını belirtmiştir. Ayrıca, öğretmenlerin neredeyse tamamı, daha önce 3B baskı aracı ile öğretim materyali tasarlayıp üretmediğini belirtmiştir. Her ne kadar kimya öğretmenleri 3B baskı aracı ile hazırlanmış bir modeli derslerinde kullanma durumuna yönelik olarak, fizik ve biyoloji öğretmenlerine göre daha yüksek oranda (%6) olumlu yanıt vermiş olsa da (Çizelge 3), bu oranın da oldukça düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Bu noktada, fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerimizin 3B baskı teknolojileri ile ilgili deneyim eksiklikleri ön plana çıkmaktadır. Örneğin, Schelly ve diğerleri [40] çalışmalarında öğretmenlere dönük bir kurs tasarlayarak ve kurs içerisinde açık kaynaklı teknolojik ürünlerden faydalanarak 3 boyutlu yazıcı ile bu öğretim materyallerinin imalatını yapmışlardır. Öğretmenlerin bu kurstan edindikleri deneyimi, daha sonra girdikleri derslerde kendi sınıflarındaki öğretim süreçlerine entegre ettiklerini belirlemişlerdir. Ayrıca öğrencilerin, 3B öğrenme nesnelerini tasarlama ve yazdırma ile ilişkili olarak ortaya çıkan somut, fiziksel ödül nedeniyle aktif olarak derse katılmaları ve kavramsal veya soyut problemler üzerinde çalışmaları için oldukça motive olduklarını ifade etmişlerdir. Bu bağlamda, bu çalışmanın örnekleminde yer alan öğretmenlerin tamamının (f=103) daha önce 3B bası teknolojilerini kullanmak için herhangi bir eğitim almadıkları dikkate alındığında, 3B baskı teknolojilerini kullanma üzerine tasarlanacak bir eğitim ile öğretmenlerin öğrenme ortamını zenginleştirme konusunda oldukça önemli deneyimler kazanacakları söylenebilir. Ayrıca bu durum, 3B baskı teknolojilerini kullanımı konusunda yetersiz deneyime sahip öğretmenlerin zorlanabileceklerini göstermektedir. Literatürde bulunan çalışmalar, bu teknolojileri kullanabilecek

kişilerin yeterli bilgiye sahip olmamasının [8], [9], [44] ve öğretmenlerin teknolojik okuryazarlık durumları ile yeni teknolojilere yönelik tutumlarının [50] bu teknolojilerin öğrenme ortamında yaygın olarak kullanılmasını engellediğini ortaya koymaktadır.

Gerekli fırsatlar sunulursa öğretmenlerin %83'ünün 3B baskı aracı ile kendi öğretim materyali ve modelini geliştirmek istediği; %74'ünün derslerinde kullanacakları 3B katı modellerin tasarımını ve %63'ünün de 3B katı modellerin üretimini kendi yapmak istediği belirlenmiştir. Öğretmenlerin 3B materyal geliştirme ile bu materyalleri derslerinde kullanma istekleri branşlar bazında irdelendiğinde ise, kimya öğretmenlerinin fizik ve biyoloji öğretmenlerine göre daha istekli oldukları söylenebilir (Çizelge 6). Bu durumun; kimya dersine yönelik kavramların diğer kavramlara göre daha soyut olmasından ve bu nedenle, öğretmenlerin dersi somutlaştırma açısından 3B materyallerden destek almak istemelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca derste kullanma oranlarının da diğer öğretmenlere göre yüksek olması, bir ihtiyaç durumunun mevcut olması neticesinde bu bulguların ortaya çıktığını göstermektedir.

Tasarım ve üretme tercihleri incelendiğinde (Çizelge 8-9); ilgili modeli kendisinin tasarlaması ve üretmesi boyutunda biyoloji öğretmenlerinin, hazır olan modeli kullanma ve ürettirme boyutunda ise fizik öğretmenlerinin daha yüksek yüzdeliklere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, biyoloji öğretmenlerinin tasarım ve üretme boyutuna olan ilgilerinin fizik ve kimya öğretmenlerine göre daha fazla olduğu sonucuna varılabilir. Bununla birlikte öğretmenler, 3B baskı aracı ile öğretim modeli tasarımını ve üretimini yaparak kendi öğretim materyallerini geliştirmenin mesleki açıdan gelişim sağlamalarına imkân tanıyacağını düşünmektedirler. Bu bulgulara dayalı olarak fen grubu öğretmenlerinin derslerinde 3B katı modelleri kullanmaya, bu modelleri tasarlamaya ve üretmeye istekli oldukları söylenebilir. Ayrıca bu durum, öğretmenlerin konunun özellikleri ve öğrencilerin gereksinimleri doğrultusunda özgün öğretim materyali ve modeli geliştirmek için de gönüllü olduklarını göstermektedir. Bu isteğin altında, dersini daha etkili işlemek ya da öğrencilerin konuyu öğrenmelerine katkı sağlamak amaçlarının yattığı öğretmenlerin ifadelerinden görülebilir (Çizelge 7). Örneklemdeki öğretmenlerin önemli bir kısmının, bu sürece öğrencilerinin de dahil edilebileceğini düşündüklerinin tespit edilmesi (Şekil 9) de, bu düşünceyi desteklemektedir. Bu konuda öğretmenlerin görüşleri ile benzer şekilde (Çizelge 11), Avinal [34]'in öğretmen adayları ile yürüttüğü çalışmasında, adaylar 3B baskı teknolojilerinin öğrenme ortamlarında öğrencilerin derse katılımının sağlanması ve derse ilgilerinin arttırılması amaçlı kullanılabileceğini ifade etmiştir.

3B baskı teknolojilerinin sanal nesnelerden fiziksel nesnelere geçişi sağlayarak konu ve kavramların somutlaştırılmasında, aynı zamanda öğrenilen teorik bilgilerin uygulamalarının yapılması ile doğrulanmasında, bu süreçte olası kavram yanılgılarının farkına varılması ve giderilmesinde ve öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenme deneyimleri kazandırılmasında önemli katkılar sağlayabileceğini söylemek mümkündür [8]. Bununla birlikte, bu teknolojilerin öğrencilere; nesneleri üretme, tasarımları sırasında yaptıkları hataları belirleme, karşılaştıkları problemleri çözme ve tasarım fikirlerini hayata geçirme aşamalarında faydalı olabileceği düşünülmektedir [25]. 3B baskı teknolojileri kullanılarak üretilen fiziksel nesneler öğrencilere; yaptıkları tasarımları inceleme, tasarımlarını deneme ve mevcut tasarımlarını çeşitli düzenlemelerle geliştirme olanağı da sunmaktadır [32]. Tasarım ve üretim becerileri, bireylere kazandırılması gereken önemli beceriler arasındadır [51]. Birçok araştırmacı çağın gereksinimlerine ayak uydurabilen ve bu becerilere sahip olan bireyleri yetiştirmek için öğrenme ortamlarının üretim ve uygulama odaklı olması gerektiğini savunmaktadır [52]. Bu bağlamda, öğretmen ve öğrenciler, örneğin proje tabanlı öğrenme etkinliklerinde [9] veya STEM içerikli çalışmalarda [25], konuya veya problem durumuna uygun modellerin tasarım ve üretim sürecinde 3B baskı teknolojilerini kullanabilir ve böylece öğrencilerin 21. yy. becerilerinin gelişmesi desteklenebilir. Trust ve Maloy [23] çalışmasında, 21. yy becerisi olarak adlandırılan 3B modelleme becerisi, yaratıcılık, teknoloji okuryazarlığı, problem çözme, kendi kendine öğrenebilme ve kritik düşünme gibi öğrenci becerilerinin gelişmesinde 3B baskı teknolojilerinin öğretim sürecinde kullanılmasının etkili olduğunu tespit etmiştir. Atasoy, Yüksel ve Özdemir [26]'in çalışmasında ise, öğretmenler 3B baskı teknolojilerinin kullanımını içeren etkinliklerin, öğrencilerinin işbirliği içerisinde çalışma, problem çözme, iletişim, sorumluluk alma ve lider olma gibi pek çok beceriyi kazanmalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, 3B

baskı teknolojilerinin kullanımını içeren etkinlikler, Ar-Ge ve üretim kültürünün öğretim ortamlarında yerleşmesine ve öğrencilerin inovasyon faaliyetlerinde aktif roller almalarına olanak sağlayacaktır [25].

Öğretmenlerin önemli bir kısmı kendi öğretim materyalleri ve modellerini geliştirmek için 3B baskı teknolojilerinin kullanımına ayırabileceği sürenin; iş yükünün yoğunluğu, yeterli zamana sahip olamama ve aile hayatı gibi gerekçelerle (Çizelge 12), haftada iki saat olduğunu belirtmiştir. Bu durum, öğretmenlerin 3B baskı teknolojilerinin kullanımı konusunda karşılaşabilecekleri zorluklardan biri olarak değerlendirilebilir. Öğretmenlerin bu teknolojilere ulaşım durumu da bu teknolojilerin öğrenme ortamında kullanımını engelleyen bir başka faktör olarak nitelendirilebilir. Bu çalışmada öğretmenlerin yalnızca %19'unun okullarında 3B baskı aracının bulunduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, literatürde mevcut olan çalışmalarda okulların bu teknolojilere yönelik yeterli donanıma sahip olmadığı ve alt yapı problemlerinin bulunduğu tespit edilmiştir [8], [9]. Bu engelleri ortadan kaldırabilmek için gerekli çözümler üretilebilirse; öğretmenlere ve öğrencilere kısa sürede ve istedikleri boyut, stil ve renklere sahip, dayanıklı materyaller üretme olanağı sunabilen [53] 3B baskı teknolojileri, eğitim ortamlarında etkin bir şekilde kullanılabilir. Bu noktada eğitimcilere düşen görev, bu teknolojiyi ders içeriklerine uygun biçimde entegre edebilecek öğretimsel yapıyı geliştirmeleri ve öğretim faaliyetlerini tasarlamalarıdır [8], [43]. Özellikle öğrenci gereksinimlerini karşılayabilecek nitelikte öğretim materyali ve/veya modeli geliştirilmesi sürecinde, öğretmenler 3B baskı teknolojilerinden faydalanabilirler. Bu bağlamda, öğretmenlerin 3B baskı teknolojileri ve öğretim sürecinde sağlayacağı avantajlara yönelik farkındalıkları da önem arz edecek bir başka durumdur.

Bu araştırma kapsamında ulaşılan ve yukarıda ifade edilen tüm sonuçlardan yola çıkılarak aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- Öğrenme ortamları içerisinde gerekli öğretimsel yapıyı hazırlarken 3B baskı teknolojilerini kullanacak olan bireyler öğretmenlerdir. Bu nedenle, öğretmenlerin bu teknolojileri hazırladıkları öğretimsel yapı içerisinde etkin olarak kullanabilmeleri için konu ile ilgili yeterince deneyim sahibi olmaları önemlidir. Dolayısıyla, lisans öğrenimleri sürecinde öğretmen adaylarının aldıkları öğretim teknolojileri ve/veya materyal tasarımı ile ilgili derslerde 3B baskı teknolojileri tanıtılabilir. Bu dersler içerisinde 3B katı modelleri kullanarak kendi öğretim materyallerini nasıl tasarlayabilecekleri, çıktı alabilecekleri ve bu materyalleri öğretim sürecinde nasıl kullanabilecekleri konularında deneyim kazanmaları sağlanabilir.
- Öğrenci gereksinimlerine uygun olarak tasarlanmış ve üretilmiş 3B katı modellerin pandemi gibi durumlarda zorunlu hale gelen uzaktan eğitim süreçlerinde öğretmenler tarafından deney kitleri ve küçük baskı modeller şeklindeki kullanımının, öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmesine fırsat sunup konuyu derinlemesine anlamasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, laboratuvarların yetersiz ve laboratuvar uygulamalarının az olması sebebiyle yapılamayan deneyler yerine, tasarlanan deney kitleri ve küçük baskı modelleri kullanılarak uygulamalı öğretim sürecinin iyileştirilmesi ve zenginleştirilmesi sağlanabilir.

AÇIKLAMALAR

Bu çalışmanın bir kısmı 7-10 Temmuz 2021 tarihleri arasında düzenlenen VIIIth International Eurasian Educational Research Congress'te sözlü bildiri olarak sunulmuş ve bildiri özeti özet kitapçığında yer almıştır. Araştırma için Trabzon Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'ndan 14.09.2021 tarihinde E-81614018-000-748 sayılı kararıyla onay alınmıştır.

KAYNAKLAR

1. Gürültü, E., Aslan, M., Alcı, B., "Ortaöğretim öğretmenlerinin 21. yüzyıl becerileri kullanım yeterlikleri", Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 35, Sayı 4, Sayfa 780-798. 2020.

2. Akgündüz, D., Ertepınar, H., "STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?" İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, 2015.

3. Rotherham, A. J., Willingham, D. T., "21st century skills: Not new, but a worthy challenge", American Educator, Vol 17, Issue 1, Pages 17-20, 2010.

4. Bell, S., “Project-based learning for the 21st century: Skills for the future”, The Clearing House, Vol 83, Issue 2, Pages 39-43, 2010.

5. Bellanca, J., Brandt, R., “21st century skills: Rethinking how students learn”, Solution Tree Press, Bloomington, 2010.

6. Saavedra, A. R., Opfer, V. D., “Learning 21st-century skills requires 21st-century teaching”, Phi Delta Kappan, Vol 94, Issue 2, Pages 8-13, 2012.

7. van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., de Haan, J., “The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review Alexander”, Computers in Human Behavior, Vol 72, Pages 577-588, 2017.

8. Kuzu Demir, E. B., Çaka, C., Tuğtekin, U., Demir, K., İslamoğlu, H., Kuzu, A., “Üç boyutlu yazdırma teknolojilerinin eğitim alanında kullanımı: Türkiye’deki uygulamalar”, Ege Eğitim Dergisi, Cilt 17, Sayı 2, Sayfa 481-503, 2016. DOI: 10.12984/egeefd.280754

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

10. Ford, S., Minshall, T., “Where and how 3D printing is used in teaching and education”, Additive Manufacturing, Vol 25, Pages 131-150, 2019. https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.028

11. Bardakçı, S., Kılıçer, K., Akbulut, C., Çağlar, A., Kocadağ Ünver, T., “Üç boyutlu yazıcı ve öğretim sürecinde kullanımı”, In Akkoyunlu, B., İşman, A., Odabaşı, H. F. Editors, Eğitim Teknolojileri Okumaları, Pages 530-551, 2018.

12. Güleryüz, H., Dilber, R., 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.

13. TWI., “What are the advantages and disadvantages of 3D printing?” https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-3d-printing/pros-and-cons, February 18, 2021.

14. Blikstein, P., Kabayadondo, Z., Martin, A., Fields, D., “An assessment instrument of technological literacies in Makerspaces and Fablabs”, Journal of Engineering Education, Vol 106, Issue 1, Pages 149-175, 2017.

15. Lipson, H., Kurman, M., “Fabricated: The new world of 3D printing”. John Wiley & Sons, Inc, Indianapolis, 2013.

16. Orhan-Göksun, D., “Öğretmen adaylarının 21. yüzyıl öğrenen becerileri ve 21. yüzyıl öğreten becerileri arasındaki ilişki”, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 2016.

17. Güleryüz, H., “3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının 21. yüzyıl öğrenen becerileri, Stem farkındalık ve Stem öğretmen öz yeterliğine etkisi”, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2020.

18. Çopur, S., “3D Yazıcı kalem teknolojisinin geometri derslerinde kullanımının etkililiğinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, 2019.

19. Makino, M., Suzuki, K., Takamatsu, K., Shiratori, A., Saito, A., Sakai, K., Furukawa, H., “3D printing of police whistles for STEM education”, Microsyst. Technol, Vol 24, Pages 745-748, 2017.

20. Novak, E., Wisdom, S., “Effects of 3D printing project-based learning on preservice elementary teachers’ science attitudes, science content knowledge, and anxiety about teaching science”, Journal of Science Education and Technology, Vol 27, Pages 412-432, 2018.

21. Chery, D., Mburu, S., Ward, J., Fontecchio, A., “Integration of the Arts and Technology in GK-12 Science Courses”, in: 2015 IEEE Front. Educ. Conf., Pages 1-4, El Paso, USA, 2015. doi:10.1109/FIE.2015.7344165.

22. Bagley, J. R., Galpin, A. J., "Three-dimensional printing of human skeletal muscle cells: An interdisciplinary approach for studying biological systems", Biochem Mol Biol Education, Vol 43, Issue 6, Pages 403-407, 2015.

23. Trust, T., Maloy, R. W.. "Why 3D print? The 21st-century skills students develop while engaging in 3D printing projects", Computers in the Schools, Vol 34, Issue 4, Pages 253-266, 2017.

24. Verner, I., Merksamer, A., "Digital design and 3D printing in technology teacher education", Procedia CIRP, Vol 36, Pages 182-186, 2015.

25. Güneş, S., Yurdakul, M., Kalaycı, U., Uyanık, U., Şentürk, S., "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, Cilt 4, Sayı 1, Sayfa 1-11, 2020.

26. Atasoy, B., Yüksel, A. O., Özdemir, S., "3B tasarım uygulamalarının uzamsal beceriye etkisi: Hackidhon örneği", Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 39, Sayı 1, Sayfa 341-371, 2019.

27. Peels, J., "3D printing in education: How can 3D printing help students?" https://3dprint.com/165585/3d-printing-in-education/, May 23, 2021.

28. Horowitz, S. S., Schultz, P. H., "Printing space: Using 3D printing of digital terrain models in geosciences education and research", Journal of Geoscience Education, Vol 62, Issue 1, Pages 138-145, 2014.

29. Minetola, P., Iuliano, L., Bassoli, E., Gatto, A., "Impact of additive manufacturing on engineering education–evidence from Italy", Rapid Prototyping Journal, Vol 21, Issue 5, Pages 535-555, 2015.

30. Eisenberg, M., "3D printing for children: What to build next?", International Journal of Child-Computer Interaction, Vol 1, Issue 1, Pages 7-13, 2013.

31. Özsoy, K., "Üç boyutlu (3B) yazıcı teknolojisinin eğitimde uygulanabilirliği: Senirkent MYO örneği", Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt 7, Sayı 2, Sayfa 111-123, 2019. doi: 10.29130/dubited.436015

32. Kostakis, V., Papachristou, M., "Commons-based peer production and digital fabrication: The case of a RepRap-based, Lego-built 3D printing-milling machine", Telematics and Informatics, Vol 31, Cilt 3, Pages 434–443, 2014. doi:10.1016/j.tele.2013.09.006

33. Çoklar, A., Çekirge, E., "3B tasarımların fiziksel materyallerle desteklenmesinin akademik başarı, ders tutum ve motivasyonuna etkisi", Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 2, Sayı 2, Sayfa 181-193, 2020.

34. Avinal, M., "Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin vücudumuzdaki sistemler ünitesinin öğretimine etkisinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, 2019.

35. Tu, J. C., Chiang, Y. H., "The influence of design strategy of peer learning on 3-D software learning", Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, Vol 12, Issue 5, Pages 1263-1271, 2016.

36. Jo, W., Hee I.J., Harianto, R.A., So, J.H., Lee, H., Lee, H.J., Moon, M., "Introduction of 3D printing technology in the classroom for visually ımpaired students", Journal of Visual Impairment & Blindness, Vol 110, Issue 2, Pages 115-121, 2016.

37. Yüksel, A., Çetin, E., Berikan, B., "3D tasarım öğrenme deneyiminin süreç değerlendirmesi ve eğitsel çıktılarının keşfedilmesi", Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, Cilt 9, Sayı 1, Sayfa 21-49, 2019. doi: 10.17943/etku.419386

38. Kostakis, V., Niaros, V., Giotitsas, C., "Open source 3D printing as a means of learning: An educational experiment in two high schools in Greece", Telematics and informatics, Vol 32, Issue 1, Pages 118-128, 2015.

39. Papp, I., Tornai, R., & Zichar, M., "What 3D technologies can bring to education: the impacts of acquiring a 3D printer". In 7th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), Pages 257- 262, Wroclaw, 2016.

40. Schelly, C., Anzalone, G., Wijnen, B., Pearce, J. M., "Open-source 3-D printing technologies for education: Bringing additive manufacturing to the classroom", Journal of Visual Languages & Computing, Vol 28, Pages 226-237, 2015.

41. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), "2023 eğitim vizyonu". http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf March 5, 2021.

42. Aktaş, Y., Kasap, S., "MEB'den öğretmen eğitiminde 'dijital' dönüşüm dönemi". https://www.aa.com.tr/tr/egitim/mebden-ogretmen-egitiminde-dijital-donusum-donemi-/1720983, December 22, 2020.

43. Brown, A., "3D Printing in instructional settings: Identifying a curricular hierarchy of activities", TechTrends, Vol 59, Issue 5, Pages 16-24, 2015.

44. Karagöz, B., & Şahin Çakır, Ç., "Fen bilgisi öğretmen adaylarının 3 boyutlu yazıcılar hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi", Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi, Cilt 8, Sayı 2, Sayfa 303-317, 2020.

45. Yıldırım. A. & Şimşek, H. "Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (11.baskı)", Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2018.

46. Canbazoğlu Bilici, S. "Örnekleme yöntemleri", H. Özmen ve O. Karamustafaoğlu (Eds.), "Eğitimde araştırma yöntemleri (ss. 56-82)", Pegem Akademi Yayınları, Ankara, 2019.

47. Miles M. B., Huberman A. M., "Qualitative data analysis", Sage Publications, Thousand Oaks, 1994.

48. Lacey, G., "3D printing brings designs to life", Tech Directions, Vol 70, Issue 2, Pages 17-26, 2010.

49. Smith, S., Tillman, D., "Digital fabrication playground: hands-on experimentation with design technologies to enrich learning". In D. Rutledge & D. Slykhuis (Eds.), Proceedings of SITE 2015--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, Pages 133-136, Las Vegas, 2015.

50. Bull, G., Haj-Hariri, H., Atkins, R., Moran, P., "An educational framework for digital manufacturing in schools", 3D Printing and Additive Manufacturing, Vol 2, Issue 2, Pages 42-49, 2015.

51. Özdemir, S., Çetin, E., Çelik, A., Berikan, B., Yüksel, A.O., "Furnushing new generations with productive ICT skills to make them the maker of their own future", Journal of Education and Future, Vol 11, Issue 1, Pages 137-158, 2017.

52. Resnick, M., Silverman, B., "Some reflections on designing construction kits for kids", In Proceedings of the 2005 Conference on Interaction Design and Children, Pages 117-122, ACM, 2005.

53. Berman, B., "3-D printing: The new industrial revolution". Business Horizons, Pages 155-162, 2012.

54. Campbell, T., Williams, C., Ivanova, O., Garrett, B., "Could 3D printing change the World". Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing", Atlantic Council, Washington, 2011.

View publication stats