

## Yeni Bir Bakış - 3 Boyutlu Yazıcılar ve Öğretimsel Kullanımı: Bir İçerik Analizi

Gürkan Yıldırım\*, Serkan Yıldırım\*\*, Embiya Çelik\*\*\*

Makale Geliş Tarihi: 09/04/2018

Makale Kabul Tarihi:18/06/2018

### Öz

Teknolojik yeniliklerin eğitime çok hızlı entegre olduğu günümüzde farklı teknolojilerin öğretimsel potansiyellerinin belirlenmesine yönelik birçok çalışma gerçekleştirilmektedir. Bu teknolojilerden biri de üç boyutlu (3B) yazdırma teknolojisidir. 3B yazıcılar nesnelerin üç boyutlu ve somut hallerinin ortaya konulmasında oldukça etkili araçlardır. Ayrıca teknolojinin gelişimiyle birlikte günlük yaşamda kullanılabilir hale gelmesi de eğitim ortamlarında kullanımı gündeme getirmiştir. Mevcut araştırma kapsamında da günümüzde üzerinde yapılan çalışmaların yoğunlaştığı 3B yazıcıların mevcut durumunun ve eğitim amaçlı kullanımının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç kapsamında mevcut durumu belirlemek için 2003-2017 yılları arasında Web of Science veritabanında 3B yazıcılara yönelik gerçekleştirilen çalışmalar incelenmiştir. Bunun yanı sıra eğitim alanında 3B yazıcılara yönelik çalışmaların incelenmesinde ERIC veritabanındaki çalışmalar da araştırmaya dahil edilmiştir. Araştırma kapsamında verilerden derinlemesine bilgi elde edebilmek için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Verilerin analizinde betimsel istatistikî yöntemlerden (yüzde ve frekans) de faydalanılmıştır. Gerçekleştirilen çalışma neticesinde son yıllarda 3B yazıcılara yönelik yapılan çalışmaların sayısında ilerleyen bir artışın olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra özellikle sağlık ve mühendislik alanlarında bu teknolojiden sıklıkla faydalandığı söylenebilir. Eğitim alanında ise beklenen düzeyde çalışmanın yapılmadığı görülmüştür. Bu durumun oluşmasında mevcut teknolojinin yeni olmasının önemli etkilerinin olduğu düşünülmektedir. Ancak ilerleyen yıllarda okullarda bu teknolojinin sıklıkla kullanılabileceği öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** 3b yazıcı, içerik analizi, 3b yazıcıların eğitimde kullanımı, 3b yazıcı uygulamaları

## A New Insight – 3D Printers and Their Instructional Use: A Content Analysis

### Abstract

In the current research, it is aimed to determine the current situation of the studies about the 3D printers in the literature and the status of the 3D printers in terms of educational utilization. The content analysis method was used in the study. According to the findings, it can be said that there is a progress in the positive direction from 2003 to 2017, in the studies carried out on the 3D printers. When studies on 3D printers are examined, it is noteworthy that many

\* Bayburt Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Bayburt, Türkiye, gyildirim@bayburt.edu.tr

\*\* Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Erzurum, Türkiye, serkanyildirim@atauni.edu.tr

\*\*\* Atatürk Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Bilgisayar Kullanımı Bölümü, Erzurum, Türkiye, embiya@atauni.edu.tr

*studies have been carried out especially in the field of health, medicine and engineering. When examining the work carried out on the 3D printers' utilization in the field of education in the WoS and ERIC databases, it has been seen that many studies are particularly oriented towards the development of material, environment or a product. In addition, very little of the studies have examined the instructional effects of 3D printers.*

**Keywords:** *3d printers, content analysis, using 3d printers in education, 3d printers' implementations*

## Giriş

Günümüz teknolojisinde birçok yenilikler yaşanmaktadır. Bu yenilikler her geçen yıl hızlı bir şekilde günlük hayatımızdaki yerini almaktadır. Mevcut yenilikler arasında son zamanlarda popüler olan konulardan biri de 3 boyutlu (3B) modelleme ve 3B yazıcılarıdır. Alanyazındaki çalışmalara yön veren ve güncel eğilimlerin belirlenmesine imkan tanıyan bazı raporlarda 3B yazıcı ve yazdırma teknolojilerinin içinde bulunduğumuz yıllarda yaygınlaşmaya başlayacağı ve bu alanda gerçekleştirilen çalışmaların gün geçtikçe artacağı vurgulanmaktadır (Johnson, Adams Becker & Freeman, 2013).

Son yıllarda 3B yazıcı ve yazdırma alanında birçok ülkede kayda değer çalışmaların olduğu söylenebilir. 3B yazıcılar esasında günümüzde yoğunlukla kullanılan x-y eksenlerinde yazdırma yapan 2 boyutlu yazıcılara bir alternatif olarak sunulan ve x-y-z eksenlerinde çıktı almaya imkân tanıyan cihazlardır (Aydın, Küçük ve Kenar, 2015; Yılmaz, Arar ve Koç, 2013). Çalışma mantığı olarak lazer veya mürekkep püskürtmeli yazıcılar gibi çalışsalar da 3B yazıcılar, üst üste yığınlar halinde ve katmanlı bir yapıda ürünlerin 3B çıktılarının alındığı araçlardır (Berman, 2012). Yani 3B yazıcıların genel kullanım amacının bilgisayar ortamındaki 3B modellerin somut çıktılarının alınmasının olduğu söylenebilir. Bu yazıcılar temel olarak bilgisayar ortamında hazırlanmış modellerin yığılmalı olarak yazılmasını sağlar. Yani her bir katman dilimlenerek üst üste yazma işlemi gerçekleştirilir (Demir vd., 2016).

3B yazıcıların mevcut gelişim süreci ve çalışma mantığı düşünüldüğünde bu yazıcılara yönelik yapılan çalışmaların artarak günlük hayatımızdaki yerini alması ve birçok alanda bu yeni teknolojiden faydalanılması kaçınılmaz görülmektedir. 3B yazıcılara yönelik çalışmaların yapılmaya başlanması yeni gibi görülse de bu teknolojinin tarihsel gelişimi incelendiğinde çalışmaların 1980'li yılların başına kadar dayandığı görülmektedir (Schubert, Van Langeveld & Donoso, 2014). Yani düşünüldüğünün aksine 3B yazıcılar çok yeni bir teknoloji değildir. Ancak günlük kullanım alanında yaygınlaşması biraz zaman almış ve 2000'li yılları bulmuştur. İlk piyasaya çıktığı zamanlarda pahalı bir teknoloji olan 3B yazıcılar, gün geçtikçe teknolojinin yaygınlaşması ile birlikte ev kullanıcılarına kadar ulaşmaya başlamış ve ücretleri makul düzeylere gerilemiştir (Çallı ve Taşkın, 2015). Bu durum da 3B yazıcıların farklı alanlarda denenmesine imkân tanımıştır. Gartner (2015) bu

teknolojilerin önümüzdeki yıllarda gittikçe gelişeceğini ve son kullanıcıya daha kolay ulaşabileceğini belirtmiştir. Hatta Kuneinen (2012), 2040'lı yıllarda her evde bir 3B yazıcının olabileceğini belirtmektedir. Yani ilerleyen yıllarda 3B yazıcıların günlük hayatın ayrılmaz bir parçası olacağı düşünülmektedir.

Günümüzde kullanımı artmaya başlayan 3B yazıcıların her yeni teknolojiye olduğu gibi alanyazında belirtilen bazı olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır. 3B yazıcılar genel olarak kullanım alanının geniş olması, zaman – maliyet açısından fayda sağlaması ve geometrik özgürlük sunması gibi özellikleri ile beğenilirken; hammadde sınırı, izinsiz üretim ve kötü amaçlı kullanım gibi özellikleri ile de eleştirilmektedir. Bu bağlamda alanyazında 3B yazıcılara yönelik ifade edilen olumlu ve olumsuz yönler genel olarak Şekil 1'de özetlenmektedir (Anthony, 2012; Berman, 2012; Campbell, Williams, Ivanova & Garrett., 2011; Çallı ve Taşkın, 2015; Demir ve ark., 2016; Eisenberg, 2013; Gross, Erkal, Lockwood, Chen & Spence, 2014; Mertz, 2013; Nusca, 2012; Ventola, 2014).

Olumlu Yönleri	Olumsuz Yönleri
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Çok geniş kullanım alanına sahip olması</li> <li>• Zaman ve maliyeten kazanç sağlaması</li> <li>• Geometrik özgürlük sağlaması</li> <li>• Çevre dostu yapıya sahip olması</li> <li>• Yedekleme imkanı sağlaması</li> <li>• Hızlı sonuç alma imkanı tanınması</li> <li>• Orijinale benzer sonuçlar alma imkanı sunması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ücretlerinden dolayı bireysel kullanımda yaygınlaşmamış olması</li> <li>• Hammadde kısıtının olması</li> <li>• Renk ve doku seçeneklerinin sınırlı olması</li> <li>• İzinsiz çoğaltma işlemlerinin artması</li> <li>• Toplu üretime nazaran daha pahalı olması</li> <li>• Kötü amaçlı kullanıma sebep olabilmesi (silah, tüfek vb. yapımı)</li> <li>• Orijinal boyutlarda ürün geliştirme zorluğu</li> </ul>

**Şekil 1.** 3B yazıcıların genel özellikleri

3B yazıcılar için hem olumlu bir durum hem de bir sınırlılık olarak belirtilen hammadde çeşitliliği bu yazıcıların çok farklı şekillerde ve alanlarda kullanılabilmesine imkân tanımaktadır. Günümüzde hammadde olarak kullanılacak malzeme listesi gün geçtikçe değişmektedir. Öyle ki giyim sektöründen yemek sektörüne kadar çok geniş bir alanda 3B yazıcıların etkisi kullanılan hammadde ile sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra yazıcıların sahip olduğu özellikler de bu alanların gelişmesi ve çeşitlenmesinde etkilidir. Çünkü her hammadde benzer özelliklerde sonuç vermemektedir. Hammaddeye uygun yazıcıların da kullanılması çok önemli görülmektedir. 3B yazıcılarda kullanılan hammaddeler oldukça çeşitlidir. Bu maddeler filamentler şeklinde yazıcılara yüklenir. 3B yazıcılar için kullanılan filamentlerin çeşitliliği arttıkça bu teknolojilerin kullanıldığı alanlar da sürekli değişmekte ve çeşitlenmektedir. Bu bağlamda 3B yazıcılarda kullanılan kaynak malzemelerin en çok kullanılanları Tablo 1'de özetlenmiştir (3dortgen.com; Olla, 2015; Ventola, 2014).

Tablo 1.  
3B Yazıcılarda Kullanılan Dolgu Malzemeleri ve Özellikleri

Filament Türü	Özellikleri
Pla (Polilaktik Asit)	Bir çeşit bioplastiktir. 180-220 °C arasında verimli işlem görür. Renk çeşitliliği çok fazladır. Geri dönüşüme uygun malzemelerden üretilebilirler.
ABS (Akrilonitril Bütadien Stiren)	Petrol bazlı bir plastik türüdür. 250 - 260 °C arasında verimli işlem görür. Isıtmalı platforma ihtiyaç duyar.
Pva (Polivinil Alkol)	Sıcak veya soğuk sıvıda çözünme özelliği olduğundan en iyi destek materyallerindendir. Ancak fiyatları ABS ve PLA'ya göre daha pahalıdır.
Ahşap	ABS ve PLA'ya benzer baskı süreçleri vardır. 175-250 °C arasında verimli işlem görür. Nesnelere ahşap görünümü ve kokusu vermede tercih edilir.
Bakır - Bronz ve Bambu	Nispeten daha pahalı olan bir teknolojidir. %30'luk karışımlar şeklinde elde edilir.
Naylon	Medikal alanda daha sık kullanılan dayanıklı materyallerdir. Isıtmalı platforma ihtiyaç duyar.
Pet - Petg	Kristalimsi ve renksiz bir malzemedir. 160-210 °C arasında verimli işlem görür.
Sıvı Reçine	Kuyumculuk, mimarlık ve dişçilik sektörlerinde sıklıkla tercih edilir. Ayrıntılı işlemlerde oldukça etkili olmasına rağmen fiyat olarak diğerlerine göre pahalıdır.
Seramik	Seramik ile üretilen malzemelerin imalatında kullanılan seramik tozundan oluşan malzemedir.
Gümüş	Gümüş ile üretilen malzemelerin imalatında kullanılan malzemedir. İki aşamalı üretime sahip olan gümüş materyalde ilk olarak ürünün 3 boyutlu modeli çıkarılır sonra gümüş kalıba dökülür.

<http://www.3dortgen.com/blog/3d-yazici-rehberi-2-3d-yazicilarda-kullanima-uygun-hammaddeler> (Erişim Tarihi: 12.01.2017)

3B yazıcıların normal gelişimleri göz önüne alındığında özellikle sağlık ve mühendislik alanlarında, sanatsal çalışmalarda, moda-giyim sanayinde, yemek sektöründe ve diğer birçok alanda 3B yazıcıların yaygın bir şekilde kullanıldığı söylenebilir (Demir ve ark., 2016). Ancak bu gelişimi ile eğitim alanında kullanımı arasında bir paralellik görünmemektedir. Yani sağlık ve mühendislik alanında gerçekleştirilen çalışmalara nazaran eğitim amaçlı 3B yazıcıların kullanımına yönelik yeterli çalışmaların gerçekleştirilmediği söylenebilir (Çallı ve Taşkın, 2015).

Alan yazında eğitim ortamlarında 3B yazıcıların kullanımının olumlu etkilerinin olabileceği belirtilmektedir. Bu bağlamda 3B yazıcıların öğrenenlerin somut öğrenme yaşantıları geliştirmelerinde, yaratıcı düşünme becerilerinin gelişmesinde ve eğlencere öğrenmelerinde etkili olabileceği düşünülmektedir (Eisenberg, 2013). Bu

bağlamda büyük bir potansiyele sahip olan 3B yazıcıların mevcut durumlarının ortaya çıkarılmasının ve araştırmaların genel eğilimlerinin belirlenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Mevcut araştırma kapsamında 3B yazıcılara yönelik çalışmaların alan yazındaki mevcut durumunun ve eğitim amaçlı kullanım durumlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularının cevapları aranmaya çalışılmaktadır.

- 3B yazıcılara yönelik gerçekleştirilen çalışmaların yıllara göre dağılımı nasıldır?
- 3B yazıcılara yönelik gerçekleştirilen çalışmaların bilim alanlarına göre dağılımı nasıldır?
- 3B yazıcılara yönelik gerçekleştirilen çalışmaların yayınlandığı ülkelere göre dağılımı nasıldır?
- 3B yazıcılara yönelik gerçekleştirilen çalışmaların Türkiye'deki durumu nasıldır?
- Eğitim alanında 3B yazıcıların kullanımını yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda genel eğilimler ne yöndedir?

## **Yöntem**

### **Araştırma Modeli**

3B yazıcıların alayazındaki mevcut durumunun ve eğitim amaçlı kullanımının belirlenmesinin amaçlandığı araştırma kapsamında içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi genellikle belirlenen bir metin içinde tanımlanan belirli karakterler baz alınarak sistematik sonuçlar üretilmesinde kullanılan bir yöntemdir (Stone, Dunphy, Marshall & Ogilvie, 1966). Ayrıca Cohen, Manion ve Morrison (2007) içerik analizinin metinlerden kuramsal sonuçlar üretilmesinde çok önemli bir yöntem olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda mevcut araştırma kapsamında da özellikle 3B yazıcılara yönelik gerçekleştirilen çalışmaların yayın yılı, yayınlandığı ülke ve yayınlandığı alan gibi özelliklerinin incelenmesi planlandığından ve eğitim alanındaki çalışmalar derinlemesine analiz edilmesi gerekliliğinden dolayı içerik analizi en uygun yöntem olarak görülmektedir.

### **Evren ve Örneklem**

Çalışmada amaca uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışma kapsamında Web of Science (WoS) veritabanında taranan dergilerde 2003-2017 yılları arasında dizinlenen çalışmalar incelenmiştir. Bu bağlamda 3B yazıcılar ve kullanımları ile ilgili WoS veritabanında 733 makale ve 33 bildiri veritabanında yer almaktadır. Ancak bu çalışmalar içinden 733 makale araştırmaya dahil edilmiştir. 733 makale içinde 11 tane doğrudan eğitim alanında olan makaleden içerik olarak ayrıntılı analize tabi tutulurken diğerleri yıl, alan ve ülke gibi bilgileri göz önünde bulundurularak sınıflandırılmıştır. Ayrıca eğitim alanındaki önemli veritabanlarından bir diğeri olan ERIC veritabanında da yer alan ve doğrudan eğitim alanıyla ilgili 37 makaleden tam metnine ulaşılabilen 32 makale de araştırmaya dahil edilmiştir. Ancak bu çalışmaların 5 tanesi WoS veritabanında da olduğundan dolayı ERIC veritabanından 27 çalışma

araştırmaya dahil edilerek toplamda eğitimle doğrudan alakalı olan 38 makale ayrıntılı olarak incelenmiştir.

### **Verilerin Toplanması**

Verilerin toplanmasında WoS ve ERIC veri tabanlarında “3D printer, 3D printers, 3D Technologies, 3 dimensional printers” anahtar kelimelerine göre arama yapılmıştır. Sonuçlar, indekslenen dergilerdeki tam metin makaleler ile sınırlandırılmıştır. Mevcut araştırma kapsamında veriler toplanırken Gökteş vd. (2012) tarafından geliştirilen Eğitim Teknolojileri Yayın Sınıflama Formu (ETYSF) araştırmaya uyarlanarak kullanılmıştır. Formun uyarlanması öncelikle ETYSF incelenmiş ve gerekli alanlar belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra alanda doktora derecesine sahip üç alan uzmanı tarafından gerekli düzenlemeler yapılmış ve kontrol edildikten sonra forma nihai hali verilmiştir. İlgili forma göre araştırmacıların içinde bulunduğu bir pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmada araştırmacılar ortak olarak 20 araştırmayı incelemiş ve %95 oranında tutarlılık düzeyi yakalanmıştır. Pilot çalışma neticesinde form son kez gözden geçirilerek araştırmada kullanılmıştır.

### **Verilerin Analizi**

Mevcut araştırmada içerik analizine tabi tutulan veriler betimsel istatistikî yöntemler kullanılarak çözümlenmiştir. Her bir araştırma sorusuna cevap olabilecek veriler bir arada gruplandırılarak eldeki verilerin frekansları ve bu frekanslara bağlı olarak yüzdeleri ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen sayısal veriler tablolar ve grafikler şeklinde özetlenmiştir.

### **Geçerlik ve Güvenirlik**

Çalışma kapsamında faydalanılan makalelerin incelenmesinde araştırmacılara yardımcı olması için bilgilendirici ve yönlendirici bir rehber kullanılmıştır. Araştırmanın İnanırcılığın sağlanması amacıyla belirlenen makaleler araştırmacılar tarafından %95’lik tutarlılık düzeyine ulaşıldıktan sonra paylaşarak incelenmiştir. Analiz sonunda her bir araştırmacı rastgele olarak seçilen diğer araştırmacıların incelemiş olduğu makaleleri tekrar incelemiş ve tutarlılık düzeyinin kontrolü sağlanmıştır. Teyid edilebilirlik düzeyini ortaya koymak için araştırmada kullanılan veri tabanları, seçilen araştırmaların kriterleri ve araştırmaların bulunmasında kullanılan anahtar kelimeler ortaya koyulmuştur.

### **Sınırlılıklar**

- Çalışma WoS ve ERIC veritabanları ile sınırlı tutulmuştur.
- Çalışmaya belirtilen veritabanlarındaki makale türünden çalışmalar dâhil edilmiştir.
- Çalışmaya tam metnine ulaşılabilen araştırmalar dâhil edilmiştir.
- Çalışma 2003-2017 yılları arasındaki çalışmalarla sınırlandırılmıştır.

### Bulgular ve Yorum

3B yazıcıların alan yazındaki mevcut durumunun ve eğitim amaçlı kullanımının belirlenmesinin amaçlandığı mevcut araştırma kapsamında ilgili veri tabanlarından elde edilen bulgular araştırma sorularına göre aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

#### 3B Yazıcılara Yönelik Gerçekleştirilen Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

Yeni bir teknoloji olarak görülen ve kullanımı yaygınlaşan 3B teknolojisinin yıllara göre dağılımları bahsi geçen teknolojinin gelişimi hakkında önemli bilgiler sunabilmektedir. Bu bağlamda mevcut çalışma kapsamında yıllara göre 3B yazıcılara yönelik gerçekleştirilmiş çalışmalar incelenmiş ve bulgular Tablo 2’de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 2.

3B Yazıcılara Yönelik Yapılan Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

Yayın yılı	Yayın Sayısı	%	Grafik
2017	238	32.603	
2016	224	30.685	
2015	145	19.863	
2014	53	7.260	
2013	27	3.699	
2012	16	2.192	
2011	5	0.685	
2010	5	0.685	
2009	3	0.411	
2008	5	0.685	
2007	2	0.274	
2006	3	0.411	
2005	2	0.274	
2003	2	0.274	

Tablo 2’de de görüldüğü üzere 3B yazıcılara yönelik 2000’li yılların başlarından beri çalışmalar yürütülmektedir. Ancak bu dönemde yapılan çalışmaların son yıllara göre oldukça az olduğu görülmüştür. Diğer bir ifade ile 3B yazıcılara yönelik alanyazının 2000’li yılların ilk çeyreği ile ortaya çıkmaya başladığı ifade edilebilir. 2003 yılından 2017 yılına kadar 3B yazıcılara yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda olumlu yönde bir ilerlemenin varlığından söz edilebilir. Bunun yanı sıra özellikle 2014 – 2015 ve 2015-2016 yılları arasında bu alanda yapılan çalışmalarda kayda değer bir artış olduğu görülmektedir. Ayrıca en çok çalışmanın 2017 yılı içerisinde gerçekleştirildiği de elde edilen bulgular arasındadır.

#### 3B Yazıcılara Yönelik Gerçekleştirilen Çalışmaların Bilim Alanlarına Göre Dağılımı

2003-2017 yılları arasında 3B yazıcılara yönelik çalışmalar incelenen veri

tabanlarındaki belirtildiği alan listeleri dikkate alınarak gruplandırılmıştır. Ancak bir çalışma birden fazla alanda değerlendirilebildiğinden dolayı toplam çalışma sayısı belirtilen sayıdan farklılık gösterebilmektedir. 3B yazıcılara yönelik yapılan çalışmaların alanlara göre dağılımı Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3.

*3B Yazıcılara Yönelik Yapılan Çalışmaların Alanlara Göre Dağılımı*

<b>Araştırma Alanları</b>	<b>Yayın Sayısı</b>	<b>%</b>
Sağlık – Tıp	293	25.411
Mühendislik	233	20.208
Malzeme Bilimi / Mühendisliği	148	12.836
Kimya	98	8.499
Bilim Teknolojisi	90	7.805
Fizik	85	7.372
Enstrümantasyon	41	3.555
Bilgisayar Bilimleri	37	3.209
Biyoloji	33	2.862
Diş Hekimliği	28	2.428
Robotik	13	1.127
Eğitim Bilimleri	11	0.954
Yemek Bilimleri Teknolojisi	6	0.520
Bilgi Bilimi – Kütüphanecilik	6	0.520
İşletme Ekonomisi	4	0.346
Spor Bilimleri	4	0.346
Veterinerlik	4	0.346
Jeoloji	3	0.260
Nükleer Bilim Teknolojisi	3	0.260
Bilim Felsefesi Tarihi	2	0.173
Görüntü Bilimi – Fotoğraf Teknolojisi	2	0.173
Matematik	2	0.173
Yönetim Bilimi	2	0.173
Su Kaynakları	2	0.173
Diğer	3	0.260
<b>Toplam</b>	<b>1153</b>	<b>% 100</b>

3B yazıcılara yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde sağlık bilimlerinden nükleer bilimlere, veterinerlikten mühendisliğe kadar çok geniş bir alan yelpazesinde bu teknolojinin kendine yer bulduğu görülmüştür. Ancak 3B yazıcılara yönelik özellikle sağlık ve tıp alanında birçok çalışmanın yapılmış olması dikkat çekicidir. Bunun yanı sıra mühendislik ve alt dallarında da 3B yazıcıların kullanımına yönelik çalışmaların oldukça fazla olduğu söylenebilir. Ayrıca kimya, fizik, bilim teknolojisi gibi fen bilimleri ile ilgili çeşitli alanlarda da 3B yazıcılar ile çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Ancak büyük bir potansiyele sahip olabileceği düşünülen eğitim




ve eğitimle ilgili alt alanlarda 3B yazıcıların çok fazla çalışılmadığı ve diğer alanlara göre oldukça geride olduğu söylenebilir.

### 3B Yazıcılara Yönelik Gerçekleştirilen Çalışmaların Yayınlandığı Ülkelere Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında 3B yazıcılara yönelik çalışmaların yayınlandığı ülkeler incelenmiş ve ülkelere göre yapılan çalışma sayıları Tablo 4'te sunulmuştur. Çalışmaların toplamda 51 farklı ülkede yayınlandığı görülmektedir. Ancak bu listede en fazla yayın yapılan ilk 20 de yer alan ülkelere yer verilmiştir.

Tablo 4.

3B Yazıcılara Yönelik Yapılan Çalışmaların Yayınlandığı Ülkelere Göre Dağılımı




	Yayınlanan Ülkeler	Yayın Sayısı	%	Grafik
1	ABD	195	21.984	
2	Güney Kore	74	8.343	
3	Çin Halk Cumhuriyeti	64	7.215	
4	Japonya	62	6.990	
5	İngiltere	52	5.862	
6	Almanya	51	5.750	
7	İtalya	42	4.735	
8	Avustralya	30	3.382	
9	Kanada	29	3.269	
10	İsveç	25	2.818	
11	İspanya	23	2.593	
12	Fransa	19	2.142	
13	Brezilya	15	1.691	
14	Singapur	15	1.691	
15	Polonya	13	1.466	
16	Malezya	12	1.353	
17	Türkiye	12	1.353	
18	Belçika	11	1.240	
19	Tayvan	11	1.240	
20	Avusturya	10	1.127	
21	Diğer Ülkeler	122	13.754	

3B yazıcılara yönelik gerçekleştirilen çalışmaların yaklaşık %21.9'unun ABD'de hizmet veren dergilerde yayınlandığı görülmüştür. Bu ülkeyi sırasıyla yaklaşık %8 ile Güney Kore ve %7.2 ile Çin Halk Cumhuriyeti izlemiştir. Ülkemiz ise bu 51 ülke arasında 12 çalışma (%1,353) ile 17. sırada yer almaktadır. İlk 20 de yer almayan geri kalan ülkelerin toplamında da 122 çalışma (%13,754) yayınlanmıştır.

### 3B Yazıcılara Yönelik Gerçekleştirilen Çalışmaların Türkiye'deki Durumu

Araştırma kapsamında 3B yazıcılara yönelik Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmalar incelenmiş ve yıllara göre yapılan çalışma sayıları Tablo 5'te sunulmuştur.






Tablo 5.  
3B Yazıcılara Yönelik Yapılan Çalışmaların Türkiye'de Yıllara Göre Dağılımı

Yayın Yılı	Yayın Sayısı	%	Grafik
2017	5	41.667	
2016	4	33.333	
2015	3	25.000	

Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde özellikle çalışmaların son yıllarda ağırlık kazanmaya başladığı görülmüştür. Bu bağlamda 2015 yılından önce WoS veri tabanında taranan dergilerde doğrudan Türkiye adresli çalışmalara rastlanmamaktadır. Bunun yanı sıra 3B yazıcıların dünyadaki gelişimi ile doğru orantılı olarak 2015'ten 2017'ye doğru gerçekleştirilen çalışmaların sayısında artış yaşanmaktadır.

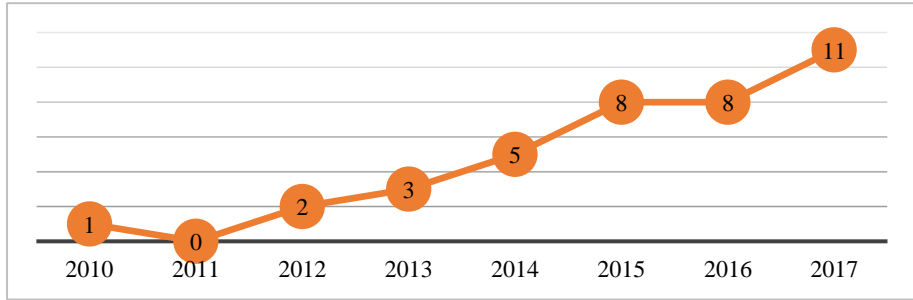
Yalnız ülkemizde dünya alanyazınından farklı olarak sağlık ve mühendislik alanında ağırlıklı çalışma yapmak yerine biraz daha geliştirme üzerine çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Ayrıca mevcut araştırmalar içinde doğrudan eğitim alanında hazırlanmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ülkemizdeki çalışmaların alanlara göre dağılımı Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6.  
Türkiye'de 3B Yazıcılara Yönelik Yapılan Çalışmaların Alanlara Göre Dağılımı

Araştırma Alanları	Yayın Sayısı	%	Grafik
Enstrümantasyon	3	25.000	
Bilim Teknolojisi Diğer Konular	3	25.000	
Malzeme Bilimi / Mühendisliği	2	16.667	
Mühendislik	2	16.667	
Fizik	2	16.667	

### Eğitim Alanında 3B Yazıcıların Kullanımına Yönelik Gerçekleştirilen Çalışmalarda Genel Eğilimler Ne Yöndedir?

3B yazıcıların eğitsel amaçlı kullanımına yönelik WoS ve ERIC veritabanındaki çalışmalar incelenmiştir. Eğitim alanındaki çalışmaların diğer alanlarda da olduğu gibi son yıllara doğru artan bir eğilim gösterdiği görülmektedir. Bu çalışmaların 3B yazıcıların tarihi kadar eski olmadığı ve özellikle teknolojinin gelişimine ve yaygınlaşmasına bağlı olarak son zamanlarda yoğunlaştığı görülmüştür. Özellikle 2010 yılından sonra gerçekleştirilmiş olan bu çalışmalarda 2012 yılından sonra önceki yıllara göre sürekli artan bir eğilimin varlığından söz edilebilir. Eğitim alanında gerçekleştirilen 3B yazıcılara yönelik çalışmaların yıllara göre dağılımları Grafik 1'de sunulmuştur.



Grafik 1. WoS ve ERIC veritabanındaki eğitim alanındaki çalışmaların yıllara göre dağılımı

Eğitim alanında gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde özellikle materyal geliştirme alanındaki çalışmaların oldukça çok olduğu belirlenmiştir. 3B yazıcıların doğrudan öğretimsel etkilerine yönelik çalışmaların yaklaşık % 34'ünü kapsadığı görülmektedir. Bununla beraber teknoloji tanıtımının yapıldığı çalışmalara da sıklıkla rastlanmaktadır. Eğitim alanında gerçekleştirilen çalışmaların genel durumları Tablo 7'de kısaca özetlenmiştir.

Tablo 7.

*Eğitim Alanında 3B Yazıcılara Yönelik Gerçekleştirilen Çalışmaların Konularına Göre Sınıflandırılması*

Araştırma Alanı	F	%	Grafik
Materyal Tasarımı ve Geliştirme	13	34.210	
Öğretimsel Etki	11	28.947	
Teknoloji Tanıtımı	11	28.947	
Laboratuvar Geliştirme	3	7.894	

3B yazıcılara yönelik doğrudan öğretimsel etkilerin incelendiği araştırmalarda özellikle nitel yöntemin tercih edildiği çalışmaların alanda daha hakim olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak sayıca küçük örneklem üzerine daha fazla odaklanılmıştır. Bunun yanı sıra örneklem düzeyi olarak genellikle lise düzeyindeki katılımcılar ile çalışmaların yürütüldüğü söylenebilir. Ayrıca örneklem seçiminde amaca uygun veya kolay ulaşılabilecek örneklemelerin daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Bu çalışmalarda t-testi, ANOVA gibi istatistiksel veri analizlerinin yanı sıra betimsel analizlere de sıklıkla başvurulmuştur. Mevcut araştırmalarda 3B yazıcıların öğrenenleri birçok yönden etkilediği görülmüştür. Ancak öğrenme çıktuları üzerine anlamlı etkilerden çok fazla bahsedilememiştir. Bu yönde gerçekleştirilen tam metnine erişilebilen bazı örnek çalışmalara sonuçları ile birlikte Tablo 8'de yer verilmiştir. Öğretimsel etkilerin incelendiği çalışmaların diğerlerinde de Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimiyle ilişkilendirilmiş ve bu bağlamda 3B yazıcıların sunabileceği muhtemel öğretimsel katkılar açıklanmaya çalışılmıştır.

Tablo 8.

*Öğretimsel Etkilerin İncelendiği Araştırmalar*

Çalışma	Yöntem	Örneklem Sayısı	Örneklem Düzeyi	Örneklem Seçim Yöntemi	Veri Toplama Aracı	Veri Analiz Yöntemi	Değişkenler	Sonuçlar
Çalışma 1 (Kwon, 2017)	Nicel	47	Lise	Amaca uygun	Ön test - Son test Anket	t-testi Betimsel analiz	Motivasyon İlgi Matematiksel Beceriler Gerçek Yaşam Becerileri	3B yazıcılar; • Öğrenenlerin ilgi ve motivasyonu artırarak öğrenmeye karşı daha istekli olmalarını sağlıyor. • Matematiksel becerileri artırıyor. • Gerçek yaşam deneyimleri üzerinde olumlu etki oluşturmuş.
Çalışma 2 (Barroso ve diğ., 2017)	Nitel	26	Öğretmen	Amaca uygun	Ölçek	Yorumlayıcı analiz		3B yazıcıların mühendislik becerilerinin gelişmesinde etkili olabileceği ve uzaysal ve dilsel becerilerin gelişebileceği vurgulanmış.
Çalışma 3 (Jo ve diğ., 2016)	Nitel	4	-	Amaca uygun	Görüşme	Betimsel analiz	Genel Görünüm Öğretmenin rahatlığı Öğrenme etkisi Nesnenin uygunluğu Materyallerin kalitesi	3B yazıcılar öğrencilerin hatırlamasını ve anlamasını kolaylaştırmış. Sınıfa canlılık ve eğlence getirmiş Öğretmenler önceleri öğrencilere sözel ifadelerden anlatımın çok zor olduğunu belirtmiş ve 3B yazıcıların bu boşluğu doldurduğunu söylemiş. Öğrenciler 3B yazıcılar aracılığıyla doğrudan zihinlerinde görüntüyü oluşturabilmiş. Öğrencilerin dikkatini geliştirmiş, kalıcılığı artırmış ve ders süresince konsantrasyonu sağlamış. Ancak tasarım

							zorluğu, maliyeti, üretimi ve sağlamlığı gibi sınırlılıklarının olduğu da unutulmamalı.
Çalışma 4 Nitel (Saorin ve diğ. 2017)	15	Lise	Amaca uygun	Anket	Betimsel analiz		Öğrencilerin daha iyi çalışmalarına imkan tanımış. Öğrencilerin heykel mimarisine yönelik ilgisini artırmış. Başarı yüzdelerini artırmış. Çalışmalarına daha çok yardım etmiş.
Çalışma 5 Nicel (Chien, 2017)	182	Lise	Kolay ulaşılabilir	Ölçek	ANOVA	Ürün yaratıcılığı Tahmin doğruluğu Öğrenme verimliliği	3d ürünler daha hatasız tasarlanabilmiş. Ancak öğrenciler tarafından tasarlanması zor bulunmuş. STEM uygulamaları ile entegre edilebilir. Öğrencileri problem çözme becerilerini geliştirmede cesaretlendirebilir. Öğrencilere performanslarını ve revizyonları test etmek için rehberlik edebilir. İşbirliğine dayalı öğrenme yaşantıları geliştirmede yardımcı olabilir. Bireylerin kendi geliştirdiği ekipmanı kullanmalarını sağlayabilir.  Öğrenme çıktılarında anlamlı bir farklılık oluşturmamış.

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

3B yazıcıların alanyazındaki mevcut durumunun ve eğitim amaçlı kullanımının belirlenmesinin amaçlandığı mevcut araştırma kapsamında 2003-2017 yılları arasında yayınlanmış araştırmalar incelenmiş ve ulaşılan sonuçlar aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

3B yazıcılara yönelik gerçekleştirilen çalışmaların son yıllarda artan bir ilerleme gösterdiği görülmektedir. Bu durumun oluşmasında özellikle 3B teknolojisinde yaşanan gelişmeler ve bu teknolojilerin nispeten önceki yıllara göre yaygınlaşmasının önemli bir etkisinin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca teknolojiden haberdar olan birey sayısının artması (Gartner, 2015; Johnson, Adams Becker, Estrada & Freeman, 2014) ve maliyetlerin ilk geliştirildiği zamanlara nazaran azalmış olması 3B yazıcıların kullanılmasına ve buna bağlı olarak gerçekleştirilen çalışmaların sayısının artmasına da olumlu yönde etkisi olduğu söylenebilir. Ancak Demir vd., (2016) ve Berman (2012) her ne kadar 3B yazıcıların zaman ve maliyet açısından ciddi avantajlar sağladığını belirtse de bireysel olarak düşünüldüğünde ev kullanımı için hala 3B yazıcıların pahalı olduğu ve ürün ortaya çıkarmada biraz daha yavaş olduğunu belirtmişlerdir. İlerleyen yıllarda bu durumun değişmesi ile gerçekleştirilen çalışmaların daha fazla artacağı düşünülmektedir.

3B yazıcıların çok geniş bir kullanım alanına sahip olduğu ve hemen hemen bütün bilim alanlarında kullanılabilecek bir potansiyeli olduğu mevcut araştırma neticesinde görülmüştür. Öyle ki veteriner biliminden pasta sanayine kadar birçok alanda bu yeni teknolojinin kullanımına yönelik araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Özellikle sağlık – tıp, mühendislik – materyal bilimleri ve fen bilimleri (fizik, kimya, vb.) gibi alanlarda diğer alanlara göre çok daha fazla kullanıldığı görülmüştür (Demir ve ark., 2016). Bu durumun oluşmasında 3B yazdırma teknolojisinin tanıdığı geometrik özgürlüğün etkili olduğu söylenebilir. Segerman (2012) ve Campbell vd., (2011) 3B yazıcıların sağladığı bu özgürlüğün özellikle sağlık, mühendislik ve uzay bilimleri gibi alanlarda yeni fırsatların oluşmasında etkili olduğunu belirtmiştir. Ancak doğrudan eğitim bilimleri ile ilgili çalışmaların diğer alanlara göre daha az olduğu da çalışmada elde edilen sonuçlar arasındadır. Bu durumun oluşmasında teknolojinin yeterli yaygınlığa ulaşmamış olmasının etkili olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra okullar ve kişisel kullanım için pahalı bir teknoloji olmasının da etkili olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde Berman (2012) günlük kullanım için pahalı olan 3B yazıcıların teknolojinin gelişimi ile birlikte her alanda daha sık kullanılabileceğini vurgulamaktadır.

3B yazıcılara yönelik gerçekleştirilen çalışmaların geniş bir coğrafî alana yayıldığı ve birçok ülkede bu çalışmalara rastlandığı görülmektedir. Bu araştırmaların özellikle gelişmişlik düzeyi yüksek ve yüksek teknolojik çalışmaların sıklıkla yürütüldüğü ABD, Güney Kore, Çin, Japonya, İngiltere ve Almanya gibi ülkelerde sıklıkla yayınlandığı söylenebilir. Bu durum teknoloji üretiminin ve uygulamalarının gelişmişlik düzeyi ve teknoloji üretim oranı ile benzerlik gösterdiği fikrini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca 3B yazıcılara yönelik çalışmaların sıklıkla yayınlandığı

ülkelerdeki dergilerin daha fazla takip edilmesi de yayınların buralarda yayınlanmasını etkilemiş olabilir. Ancak gelişmekte olan ülkelerde de bu alanda sınırlı sayıda da olsa çalışmaların yayınlandığı görülmektedir. Teknolojik gelişmeler ve kullanım durumu dikkate alındığında mevcut teknolojinin kısa sürede genele yayılmasının olası olduğu düşünülmektedir. Bu durum teknolojinin erişilebilir olma süresinin geç olması ve makul maliyetlerle erişimin sağlanmasının zaman alması ile açıklamak mümkün olabilir.

3B yazıcıların ülkemizdeki durumu incelendiğinde bu alanda çok çalışmanın yayınlandığı ülkelere göre yeterli sayıda yayına yer verilmediği söylenebilir. Araştırılan veritabanlarında ülkemizdeki çalışmaların özellikle 2015 yılından sonra yapılmaya başlandığı görülmüştür. Bu durumun oluşmasında 3B yazıcı teknolojisinin ülkemizde yeni erişilmeye başlamasının ve akademik camiada sınırlı sayıda kullanıma sahip olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca özellikle sağlık ve tıp alanında mevcut teknolojinin dünya geneline göre ülkemizde daha az tercih edilmiş olmasının da bu durum üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Buna ek olarak ülkemizde 3B teknolojilerini barındıran laboratuvarlarının sayısının çok sınırlı olması da gerçekleştirilen çalışmaların sayısında önemli etkiye sahip olabilir.

Eğitim alanında 3B yazıcılara yönelik çalışmalar incelendiğinde gerçekleştirilen çalışmaların büyük bir kısmında 3B materyal geliştirmeye odaklanıldığından bahsedilebilir (Blauch & Carroll, 2014; Lu, Su, Wang & Lu, 2017). Bu tür çalışmalar özellikle 3B teknolojilerinin potansiyellerinin belirlenmesinde oldukça önemli görülmektedir. Bunun yanı sıra alanyazın derleme ve mevcut teknolojinin olumlu-olumsuz yönlerinin belirtildiği araştırmalar da bulunmaktadır (Love & Roy, 2016; Martin, Bowden & Merrill, 2014). Yeni gelişen bir teknoloji olduğundan bu tür çalışmaların fazla olması normal olarak karşılanmaktadır. Tüm bu çalışmaların yanı sıra öğrencilerin başarı, ilgi, motivasyon, problem çözme vb. becerilerini ölçecek çalışmaların oldukça sınırlı olduğu söylenebilir. Bu durumun oluşmasında özellikle yapılan çalışmaların yeni olmasının, teknolojinin yaygın olarak sınıf ortamlarında kullanılmamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca 3B materyallerin hazırlanma ve yazım hızının yavaş olması da yaygınlaşma sürecini olumsuz yönde etkiliyor olabilir. Gerçekleştirilen çalışmaların daha çok geliştirme ve üretim şeklinde olması bu materyallerin ilerleyen zamanlarda öğretimsel olarak kullanılmasının önünü açacağı düşünülmektedir (Moreno Martinez, Leiva Olivencia & Lopez Meneses, 2016). Alanyazında da yenilikçi ve çok yönlü tasarımlar geliştirmede bu teknolojilerin etkili olduğu belirtilmiştir (Chien, 2017). Brown (2015) eğitim alanında öğrenenlerin çeşitli becerilerini (ilgi, başarı, motivasyon, problem çözme becerisi vb.) sergileyebileceği çalışmaların eğitim alanında oldukça etkili olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca Huleihil (2017) 3B yazıcıların öğrenme süreçlerini doğrudan etkileyebileceğini vurgulamaktadır. Gartner (2015) bireysel bazda 3B yazıcı kullanımının 5-10 yıl arasında gelişeceğini belirtirken, Eisenberg (2013) genç bireylerin kullanımı için 3B yazıcıların fiyatlarının makul olduğunu ve erişilebilirliğinin gün geçtikçe arttığını belirtmektedir. Bu durum muhtemelen eğitsel

amaçlı 3B yazıcıların kullanımını da olumlu yönde etkileyecektir. Zira gerçekleştirilen çalışmalarda 3B yazıcıların kullanımına yönelik dünya genelinde çeşitli laboratuvar kurma çabalarının olduğu görülmektedir (DeNisco, 2012). Ancak Jo (2016)'nun da belirttiği gibi 3B teknolojilerinin kullanılmasında sadece materyallerin yaygınlaşmasından ziyade tasarım yapmanın zorluğu, maliyeti ve üretim sınırlılıkları da dikkate alınmalıdır. Bunun yanı sıra 3B yazıcıların önümüzdeki yıllarda alanını genişleterek bu teknolojilere özellikle görme engelli bireylerin eğitiminde sıklıkla başvurulabileceği de düşünülmektedir (Jo vd., 2016). Bununla ilgili Jo (2016) gerçekleştirdiği çalışmada 3B yazıcıların görme engelli bireylere yönelik gerçekleştirilen eğitimlerde öğrenme ve öğretme etkinliklerini desteklediğini belirterek; ders süresince öğrencilerin dikkat ve konsantrasyonlarının artmasını sağlayarak kalıcılığı artırdığını belirtmektedir.

Öğretimsel etkilerin araştırıldığı çalışmaların artırılması alanda daha etkili olabilecektir. Bu sayede öğretim ortamlarında 3B yazıcıların potansiyel gücü ortaya çıkarılabilir. Bunun yanı sıra farklı disiplinlerde (mühendislik ve sağlık gibi) de 3B yazıcıların öğretimsel boyutu araştırılabilir. Ayrıca farklı örneklerde bu tür çalışmalar geliştirilerek genel eğilim belirlenebilir. Görme engelli öğretimine yönelik yapılan birkaç çalışma genişletilerek eğitiminde etkili tasarımlar geliştirilerek somut öğrenme yaşıntıları geliştirilebilir.

Mevcut araştırma kapsamında 3B yazıcılara yönelik çalışmalara ilerleyen yıllarda sıklıkla rastlanacağı söylenebilir. Bu bağlamda özellikle öğretim alanında çalışan uygulayıcıların bu teknolojinin öğretimsel yönüne odaklanmalarının daha isabetli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca disiplinler arası çalışmalar yapılarak 3B yazıcıların temel olası etkilerinin daha iyi ortaya konulabileceği öngörülebilir. Buna ek olarak 3B modeller ile gerçek 3B nesnelerin geliştirilmesine yönelik karşılaştırmalı çalışmalar yapılabilir. Ayrıca öğretimsel materyal tasarımı ilkeleri göz önüne alınarak 3B materyal geliştirme süreçleri irdelenerek bu teknolojilerin öğretimsel etkilerine yönelik değerlendirmelerde bulunulabilir.

### Kaynakça

- Anthony, S. (2012). The world's first 3D-printed gun, extremetech.com: <http://www.extremetech.com/extreme/133514-the-worlds-first-3d-printed-gun>
- Aydın, L., Küçük, S. ve Kenar, H. (2015). Doku ve organ biyo yazdırma amaçlı 3b biyo yazıcı tasarımı ve geliştirilmesi. *Vogue*, 15(18), 153-157.
- Barroso, L.R., Bicer, A., Capraro, M.M., Capraro, R.M., Foran, A.L., Grant, M.R., & Rice, D. (2017). Run! Spot. Run!: vocabulary development and the evolution of STEM disciplinary language for secondary teachers. *ZDM*, 49(2), 187-201.
- Blauch, D. N., & Carroll, F. A. (2014). 3D Printers Can Provide an Added Dimension for Teaching Structure–Energy Relationships.



- Brown, A. (2015). 3D Printing in instructional settings: Identifying a curricular hierarchy of activities. *TechTrends*, 59(5), 16-24.
- Berman, B. (2012). 3-D printing: The new industrial revolution. *Business Horizons*, 155- 162.
- Campbell, T., Williams, C., Ivanova, O., & Garrett, B. (2011). *Could 3D printing change the world? Technologies, potential, and implications of additive manufacturing*. Washintgon, DC: Atlantic Council.  
[http://www.atlanticcouncil.org/images/files/publication\\_pdfs/403/101711\\_ACUS\\_3DPrinting.PDF](http://www.atlanticcouncil.org/images/files/publication_pdfs/403/101711_ACUS_3DPrinting.PDF) (13.11.2017 tarihinde erişilmiştir.)
- Chien, Y.H. (2017). Developing a pre-engineering curriculum for 3d printing skills for high school technology education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 2941-2958.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed.). New York, NY: Routledge.
- Çallı, L. ve Taşkın, K. (2015). 3D yazıcı endüstrisinin oluşturacağı yeni pazarlar ve pazarlama uygulamaları. *ICEB 2015. Uluslararası Vizyon Üniversitesi, Gostivar, Makedonya*.
- Demir, E. B. K., Çaka, C., Tuğtekin, U., Demir, K., İslamoğlu, H. ve Kuzu, A. (2016). Üç boyutlu yazdırma teknolojilerinin eğitim alanında kullanımı: Türkiye'deki uygulamalar. *Ege Eğitim Dergisi*, 2(17), 481-503.
- DeNisco, A. (2012). Fab labs: Using technology to make (almost) anything!. *District Administration*, 48(11), 34-37.
- Eisenberg, M. (2013). 3D printing for children: What to build next? *International Journal of Child-Computer Interaction*, 1(1), 7-13.
- Gartner. (2015). Gartner's 2015 Hype Cycle for emerging technologies identifies the computing innovations that organizations should monitor. 12 Kasım 2017 tarihinde <http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217> adresinden ulaşılmıştır.
- Göktaş, Y., Küçük, S., Aydemir, M., Telli, E., Arpacık, Ö., Yıldırım, G. Ve Reisoğlu, İ. (2012). Türkiye'de eğitim teknolojileri araştırmalarındaki eğilimler: 2000-2009 dönemi makalelerinin içerik analizi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(1), 177-199.
- Gross B.C., Erkal J.L., Lockwood S.Y., Chen C., & Spence, D.M. (2014). Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. *Ann Chem*. 86(7), 3240–3253.
- Huleihil, M. (2017). 3D printing technology as innovative tool for math and geometry teaching applications. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 164, No. 1, p. 012023). IOP Publishing.
- Jo, W. (2016). Introduction of 3d printing technology in the classroom for visually impaired students. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 110(2), 115-121.

- Jo, W., Hee I.J., Harianto, R.A., So, J.H., Lee, H., Lee, H.J., & Moon, M. (2016). Introduction of 3D Printing Technology in the Classroom for Visually Impaired Students. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 110(2), 115-121.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Freeman, A., Ifenthaler, D., & Vardaxis, N. (2013). *Technology Outlook for Australian Tertiary Education 2013-2018: An NMC Horizon Project Regional Analysis*. New Media Consortium. 6101 West Courtyard Drive Building One Suite 100, Austin, TX 78730.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2014). *NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition*. Austin, TX: *The New Media Consortium*. 6101 West Courtyard Drive Building One Suite 100, Austin, TX 78730.
- Kuneinen, E. (2012). *Infographic: 3D printing and the future*. 3dprintingindustry: <http://3dprintingindustry.com/wp-content/uploads/2012/11/3D-Printing-in-the-Home-Farnell-Element14-Infographic-copy.jpg>
- Kwon, H. (2017). Effects of 3d printing and design software on students' overall performance. *Journal of STEM Education*, 18(4), 37-42.
- Love, T.S., & Roy, K. (2016). 3DpPrinting. What's the harm?. *Technology and Engineering Teacher*, 76(1), 36-37.
- Lu, M., Su, J., Wang, W., & Lu, J. (2017). Visualization of Kepler's laws of planetary motion. *Physics Education*, 52(2), 025006.
- Martin, R.L., Bowden, N.S., & Merrill, C. (2014). 3D printing in technology and engineering education. *Technology and engineering teacher*, 73(8), 30-35.
- Mertz, L. (2013). Dream it, design it, print it in 3-D: What can 3-D printing do for you? *IEE Pulse*, 4(6), 15-21.
- Moreno Martinez, N.M., Leiva Olivencia, J., & Lopez Meneses, E. (2016). Robotics, 3d modeling and augmented reality in education for development of multiple intelligences. *Aula de Encuentro*, 2(18), 158-183.
- Nusca, A. (2012). 3D printing: The hype, the hopes, the hurdles. <http://news.cnet.com:8301-11386-3-57549959-76/3d-printing-the-hype-the-hopes-the-hurdles/>
- Olla, P. (2015). Opening Pandora's 3D printed box. *Technology and Society Magazine*, 34(3), 74-80.
- Saorin, J.L., Carbonell-Carrera, C., Cantero, J.D.L.T., Meier, C., & Aleman, D.D. (2017). Three-dimensional interpretation of sculptural heritage with digital and tangible 3D printed replicas. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 16(4), 161-169.
- Schubert, C., Van Langeveld, M.C., & Donoso, L.A. (2014). Innovations in 3D printing: A 3D overview from optics to organs. *British Journal of Ophthalmology*, 98(2), 159-161.

- Segerman, H. (2012). 3D printing for mathematical visualisation. *The Mathematical Intelligencer*, 34(4), 56-62.
- Stone, P.J., Dunphy, D.C., & Smith, M.S. (1966). The general inquirer: A computer approach to content analysis. *The M.I.T. Press*, Massachusetts.
- Ventola, C.L. (2014). Medical applications for 3D printing: Current and projected uses. *Pharmacy and Therapeutics*, 39(10), 704.
- Yılmaz, F., Arar, M.E. ve Koç, E. (2013). 3D baskı ile hızlı prototip ve son ürün üretimi. *Metalurji Dergisi*, 168, 35-40.
- 3dortgen (2017). Çağan Kuyucu. <http://www.3dortgen.com/blog/3d-yazici-rehberi-2-3d-yazicilarda-kullanima-uygun-hammaddeler> (09.11.2017 tarihinde erişilmiştir.)

### Extended Abstract

The times when the 3D printers are used in the educational environments and when they gain a great potential and market share are getting closer. It is believed that the use of the 3D printers in educational environments can be effective in the development of concrete learning experiences of learners and in the development of their creative thinking skills and their being entertained while learning (Eisenberg, 2013). In this context, it is considered important to identify the current status of the 3D printers, which have a great potential, and to determine the general trend in educational uses. In the current research, it is aimed to determine the current situation of the studies about the 3D printers in the literature and the status of the 3D printers in terms of educational utilization. For this purpose, the answers of the following research questions are searched.

- How is the distribution of the studies on 3D printers by years?
- How is the distribution of the studies on 3D printers in terms of scientific fields?
- How is the distribution of the studies on 3D printers according to the countries where it is published?
- How is the situation of the studies on 3D printers in Turkey?
- How is the general situation of studies for the use of the 3D printers in the field of education?

The content analysis method was used in the scope of this study that aims to determine the current utilization and educational use statuses of the 3D printers. Content analysis is a method that is used to produce systematic results based on certain characters, generally being defined within a certain text (Stone, Dunphy, Marshall & Ogilvie, 1966).

Within the scope of the research, mainly Web of Science (WoS) content has been analyzed, and in the field of education, studies indexed in ERIC database between 2003 and 2017, have been examined. In the study, purposive sampling method was used. In this context, 733 articles about 3D printers and their use have been included in the research. Of the 733 articles, 38 are directly related to the field of education.

While the abovementioned 38 articles were subjected to detailed content analysis, the others have been classified according to the information such as year, field and country.

Within the scope of this research, "Educational Technology Publication Classification Form" (ETPCF) developed by Göktaş et al. (2012) has been adapted to the research. In the adaptation of the form, firstly ETPCF was examined and necessary areas were determined.

In the present study, the data subject to content analysis were analysed using descriptive statistics methods. The data that can be answered for each research question are grouped together and the frequencies of the obtained data and the percentages are found depending on these frequencies. The numerical data obtained are summarized in tables and graphs.

According to the findings, studies have been carried out for 3D printers since the early 2000s. However, studies conducted in this period have been seen to be relatively small compared to recent years. It can be said that there is a progress in the positive direction from 2003 to 2017, in the studies carried out on the 3D printers. In addition, there is a significant increase in the studies performed in this area, especially in the periods of 2014 - 2015 and 2015 - 2016. It is also among the findings that the largest number of studies were carried out in 2017.

According to the findings, when studies on 3D printers are examined, it is noteworthy that many studies have been carried out especially in the field of health and medicine. Besides, it can be said that the studies regarding the use of 3D printers are also quite extensive in engineering and its sub-branches. In addition, there are various studies on the 3D printers in various fields related to science such as chemistry, physics and science technology. However, it can be said that there are not many studies related to the 3D printers in the subfields of education and training that are thought to have a great potential and that the education field is far behind the other fields.

According to the findings, about 26.6% of studies on 3D printers were published in magazines operating in the USA. This country was followed by South Korea with a percentage of 10%, and by the People's Republic of China with 8.8%, respectively. Our country is in 17th place among these 51 countries with 12 studies (1.637%).

When the studies carried out in Turkey were analysed, it was observed that the studies have been gaining importance, particularly during the last period. In this context, in journals indexed in the WoS and ERIC databases, no studies directly addressed to Turkey before 2015 were found. Along with this, there is an increase in the number of studies carried out from 2015 to 2017 in line with the development of 3D printers throughout the world.

When examining the work carried out on the 3D printers' utilization in the field of education in the WoS and ERIC databases, it has been seen that many studies are particularly oriented towards the development of material, environment or a product. In addition, very little of the studies have examined the instructional effects of 3D printers. In these studies, the use of the present technology with the purpose of facilitating teaching was focused.

When the studies in the field of education regarding the 3D printers, the existence of the efforts of developing a material in most of the studies carried out can be emphasized (Blauch & Carroll, 2014; Lu, Su, Wang, & Lu, 2017). It is considered that such studies are particularly important in determining the potential of 3D technologies. In addition to this, there are also studies in which literature studies are compiled and the positive and negative aspects of the existing technology are pointed out (Love & Roy, 2016; Martin, Bowden & Merrill, 2014). Since this is a new developing technology, it is considered normal for such studies to be excessive. It is seen that the learners develop more original designs and their spatial perspective develops positively as the result of the educational use of 3D printers (Barroso et al., 2017).