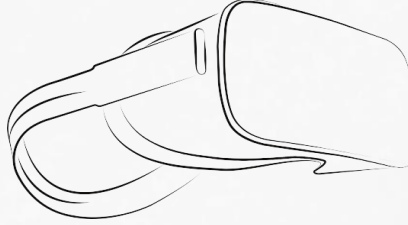




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

# ENDÜSTRİ VE EĞİTİMDE AR, VR VE 3B BASKI:

## Kapsamlı Bir Sektörel Analiz Raporu



*Sanal ve Artırılmış Gerçeklik İşlerinde İstihdam Projesi  
TREESP1.3FoW/P-03/85*

Bu yayın Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilerek oluşturulmuştur. İçerik tamamıyla Gazi Üniversitesi Sorumluluđu altındadır ve Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti'nin görüşlerini yansıtmak zorunda değildir.



T.C. ÇALIŞMA VE  
SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIğI



AKADEMİSYENLER  
BİRLİĞİ DERNEĞİ

## Önsöz

"Endüstri ve Eğitimde Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik ve Üç Boyutlu Baskı: Kapsamlı Bir Sektörel Analiz Raporu" başlığı altında sunulan bu çalışma, "Cinsiyet Eşitliği Odağında Geleceğin İnsana Yakışır İşleri Yaklaşımının Desteklenmesi Operasyonu" çerçevesinde, Gazi Üniversitesi'nin yürütücülüğünde ve Akademisyenler Birliği Derneği'nin ortaklığında gerçekleştirilen TREESP1.3FoW/P-03/85 sözleşme numaralı "Sanal ve Artırılmış Gerçeklik İşlerinde İstihdam" (Employment at Virtual and Augmented Reality Jobs) isimli Avrupa Birliği projesinin bir parçası olarak hazırlanmıştır. Bu çalışma, Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik alanlarında istihdam olanaklarını derinlemesine incelemekte ve bu yeni ve dinamik sektörlerde cinsiyet eşitliğini ve insana yakışır iş koşullarını teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

Projenin önemli çıktılarından olan bu araştırma raporu, sanal ve artırılmış gerçeklik ile üç boyutlu (3B) baskı teknolojilerinin sektörel uygulamaları, eğitimdeki yerleri ve iş piyasasındaki etkilerini içeren kapsamlı bir analizi ve sonuçlarını içermektedir. Raporda özellikle, bu teknolojilerin eğitim ve iş dünyasındaki uygulamalarına odaklanılarak, sektördeki beceri eksikliklerinin gidermesi ve yenilik kapasitesinin artırılması için çözüm yolları araştırılmıştır.

Rapor kapsamında "Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik ve 3B Baskı Yeterlik Algısı Anketi" gerçekleştirilmiştir. Bu anketle katılımcıların bu teknolojiler hakkındaki farkındalıkları, eğitim ve kariyer gelişim planları ile sektörel dağılımlarına yönelik veri toplanmıştır. Anket sonuçları, bu teknoloji alanlarına yönelik eğitim ve kariyer gelişimi için stratejik önerilerin geliştirilmesine önemli katkılarda bulunmuştur.

Bu raporda sanal ve artırılmış gerçeklik ile 3B baskı teknolojilerinin eğitim ve iş dünyasındaki giderek artan önemine değinilmiş ve bu alanlardaki yetkinlik ve farkındalık seviyelerini tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında katılımcıların bu teknolojilere yönelik algı düzeyi, motivasyon düzeyi ve bu alanlardaki uzmanlık gelişimi için gereksinimler tespit edilmiştir. Bu sayede eğitim ve iş dünyasında bu becerilerin nasıl daha iyi entegre edilebileceğine

dair kapsamlı bir yaklaşım sunulmuştur. Raporu da kamu ve eğitim kurumlarının teknolojik becerilerin kazanımını teşvik etme rolü vurgulanıştır. Raporu da sunulan analizler politika yapıcılara ve eğitim kurumlarına için yol gösterici niteliktedir.

Raporun sektörel uygulamalara akademik bir bakış sunması beklenmektedir. Detaylı analizler aracılığıyla odaklanılan teknolojilerin endüstri ve eğitim alanlarındaki uygulamalarının anlaşılması, bu teknolojilerin pratik kullanımı ve gelecekteki potansiyelleri hakkında derinlemesine bilgi sunulmaktadır. Bu sayede geleceğin iş gücüne yönelik eğitim programları ve müfredatlarının şekillendirilmesi için kritik bilgiler sağlanması beklenmektedir. Raporun cinsiyet eşitliği ve insana yakışır iş koşulları konusundaki vurgusu, iş dünyasındaki eşitsizliklere karşı duyarlılık oluşturmayı ve bu konuda stratejiler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Raporu da sektörel ihtiyaçlara göre değişen bilgi düzeyleri ve uzmanlık seviyeleri ele alınarak eğitimcilere, öğrencilere ve iş dünyasındaki profesyonellere bu teknolojilere dayalı yeniliklerin nasıl teşvik edilebileceği ve yetkinliklerin nasıl artırılacağı konusunda rehberlik sağlanması beklenmektedir.

Son olarak, bu çalışmanın gerçekleştirilmesindeki kritik katkıları için Akademisyenler Birliği Derneğine, projenin tüm iştirakçi kurumlarına, araştırmamanın her aşamasında emek veren araştırmacılara ve anket çalışmamıza değerli görüşleriyle katkıda bulunan tüm katılımcılara teşekkürlerimizi sunmak isteriz. Ayrıca, projenin finansmanında büyük bir rol oynayan Avrupa Birliği ve T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Avrupa Birliği ve Mali Destek Başkanlığına teşekkürlerimizi sunarız. Bu projenin operasyonel faydalanıcısı olan Türkiye İş Kurumu'na da verdikleri destek için şükranlarımızı ifade ederiz. Bu birliktelik, sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojileri ile 3B baskı alanındaki araştırmalarımızın derinleştirilmesine ve bu teknolojilerin eğitim ve iş dünyasında entegre edilmesine önemli katkılar sağlamıştır.

**Doç. Dr. Murat DÖRTERLER**

Proje Koordinatörü

Gazi Üniversitesi

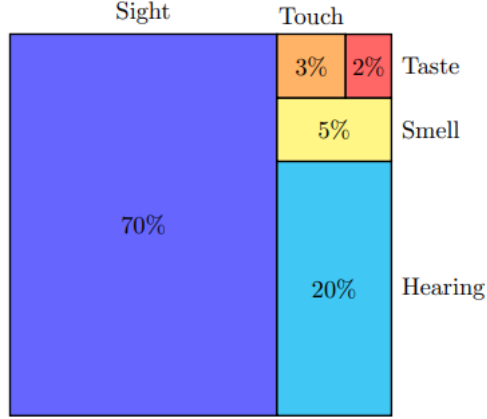
## İÇİNDEKİLER

Önsöz.....	2
1. Giriş.....	7
2. AR, VR ve 3B-RP Teknolojilerine Genel Bakış .....	9
2.1 Tarihi Gelişim.....	9
2.1.1 Sanal gerçeklik (Virtual Reality – VR).....	9
2.1.2 Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality – AR) .....	11
2.1.3 3B Hızlı Prototipleme (3D Rapid Prototyping – 3D-RP) .....	13
2.2. Teknolojinin Güncel Durumu .....	15
2.2.1. Sanal Gerçeklik.....	15
2.2.2. Artırılmış Gerçeklik .....	16
2.2.3. 3B Baskı .....	17
2.3 Teknoloji Trendleri ve Gelecek Tahminleri .....	18
2.3.1. VR.....	18
2.3.2. AR.....	19
2.3.3. 3B Baskı .....	19
3. AR, VR ve 3D-RP Teknolojilerinin Sektörel Kullanımı.....	21
3.1. AR, VR ve 3D-RP Teknolojilerin Geliştiği Ülkeler.....	24
3.1.1. Gelişmiş Ülkelerde sektörel uygulama örnekleri .....	27
3.2. Türkiye’de AR, VR ve 3B Baskı’nın durumu.....	30
3.2.1 Türkiye’de Sektörel Uygulama Örnekleri.....	31
4. Sanal Gerçeklik (VR), Arttırılmış Gerçeklik (AR) ve 3B Baskı Yeterlik Algısı Anketi.....	36
4.1 Demografik Profil ve Sektörel Dağılım.....	37
4.2 Anket Soruları .....	41
4.2.1. AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerine ne kadar aşinasınız? .....	42

4.2.2. AR, VR veya 3B Baskı konusunda herhangi bir resmi eğitim veya öğretim aldınız mı? .....	44
4.2.3. Eğitim müfredatınızda AR, VR ve 3B Baskı ne ölçüde ele alındı? .....	45
4.2.5. Hiç AR, VR veya 3B Baskı içeren bir proje üzerinde çalıştınız mı? .....	48
4.2.6. AR, VR ve 3B Baskı uygulamalarından en çok hangilerine aşinasınız? .....	49
4.2.7. AR, VR ve 3B Baskı becerilerinin imalat sektöründeki kariyeriniz için ne kadar önemli olduğunu düşünüyorsunuz? .....	51
4.2.8. AR, VR ve 3B Baskı hakkında bilgi edinirken veya bunları kullanırken ne gibi engellerle karşılaştınız? .....	52
4.2.9. AR, VR ve 3B Baskı alanlarında becerilerinizi geliştirmenize yardımcı olacak ek kaynaklar veya destekler nelerdir? .....	53
4.2.10. AR, VR ve 3B Baskı konularında daha fazla eğitim veya öğretimle ilgilenir misiniz? .....	55
4.2.11. Sizce AR, VR ve 3B Baskı becerileri istihdam fırsatlarınızı ne kadar önemli ölçüde etkileyebilir? .....	56
4.2.12. Sektördeki AR, VR ve 3B Baskı alanlarındaki son gelişmeleri takip ediyor musunuz? .....	57
4.2.13. AR, VR ve 3B Baskı'nın sektörün geleceğini şekillendirmedeki rolünü nasıl görüyorsunuz? .....	59
4.2.14. AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerinin teşvik edilmesinde devlet ve eğitim kurumları nasıl bir rol oynamalı? .....	60
4.2.15. AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerini öğrenmek ve kullanmakla ilgili kişisel hedefleriniz nelerdir? .....	62
4.3. Sonuç ve Değerlendirme .....	63
5. Beceri Açığının Kapatılması .....	65
5.1 Beceri Açığının Tanımlanması .....	65
5.2. Beceri Açığının Giderilmesi .....	66

5.2.1. Beceri Açığının Giderilmesine yönelik müfredat geliştirme .....	68
5.2.2. Endüstri-Eğitim İş Birliği Önerisi .....	69
6. Sonuçlar, Gelecek Tahminleri ve Öneriler .....	72
6.1. Bulguların Özeti .....	72
6.2. Çalışmaların Kısıtları .....	73
6.3. Gelecek Tahminleri .....	74
6.4 Öneriler .....	75
Kaynakça .....	78

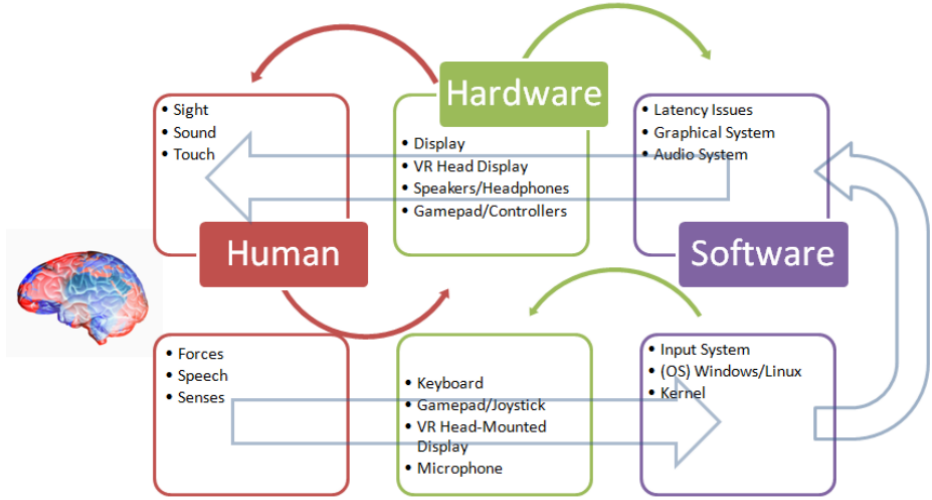
## 1. Giriş



Şekil 1.1: İnsanın beş duyu organını kullanma oranı [1].

Yapılan çalışmalara göre insan 5 duyu organını farklı oranlarda kullanmaktadır. Bu bağlamda bakıldığında görme duyusu insanın çevresini algılamak için kullandığı en temel duydur [1]. Bundan dolayı herhangi bir iletişim aracı kullanılırken ya da bu araştırmanın konusu olan sanal-gerçek ortam etkileşimleri üzerine çalışmalar yaparken görsel ortamların kullanılması büyük önem arz etmektedir. Çalışmanın devamında da görüleceği üzere, görsel ve işitsel veriler çevreyi algılarken kullandığımız duyu spektrumunun %90'nını karşıladığı için yapılan çalışmalar en az görme ve işitme duyularını içeren arayüzler kullanarak sanal-gerçek ortam bağlantısı yapmaktadır.

Görsel ve işitsel arayüzler gerek ayrı bir ortam olarak (VR) gerekse var olan ortamın üzerine yansıtılarak (AR) kullanıcıya sunulur ve bir etkileşim ortamı oluşturur. Gerçek dünyada yer alan olay, obje vb. hem fiziksel hem de kurgusal olgular sanal ortamlara taşınabilir, bu ortamlarda kopyaları ya da dijital ikizleri yaratılabilir. Bu sanal ortamda elde edilen veriler ya da modeller çeşitli şekillerde gerçek dünyaya aktarılabilir. Sanal ortamda oluşturulan objelerin gerçek dünyaya aktırılması sırasında kullanılacak bir diğer yöntem de 3B Baskıdır.



Şekil 1.2: İnsan-makine arası etkileşim [2]

Şekil 1.2'de insan zihninin bir makine ile etkileşimi sırasında geçirdiği aşamalar görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere insan duyu organları ile algıladığı şeyleri makine etkileşiminde harekete geçirirken bir arayüze (joystick, klavye, ekran vb.) ihtiyaç duymaktadır. Bu arayüz sonucunda tepki almayı bekler. Teknoloji ile hayatımıza giren VR, AR ve 3B Baskı teknolojileri bu etkileşim arayüzünü genişletmek ve çift yönlü olan makine-insan etkileşim alanını zenginleştirmek için geliştirilmiştir.

Bu çalışma içerisindeki akış AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerinin tanımlanması, geçmişi, dünya çapındaki durumu, sektörel kullanım ve sektörel anlamda gelecek tahminlerinin ardından, ilgili alandaki beceri açığı ve yeterlik algısına yönelik anket çalışması, anketin yorumlanması ve devamında sonuçlar şeklinde devam etmektedir.

## **2. AR, VR ve 3B-RP Teknolojilerine Genel Bakış**

### **2.1 Tarihi Gelişim**

#### **2.1.1 Sanal gerçeklik (Virtual Reality – VR)**

Sanal gerçeklik (Virtual Reality - VR) kavramı ilk başta sanatsal yaklaşım olarak izleyicinin sanatın içerisinde yer almasıyla başlamıştır. Bu bağlamdaki sanat eserleri kapsamında formülasyonları Fransız oyun yazarı Antoni Artaud “Avan-Garte” isimli oyununda illüzyon ve gerçek dünyayı bir olarak ortaya koyarak oluşturmuştur (1914-1939) [3].

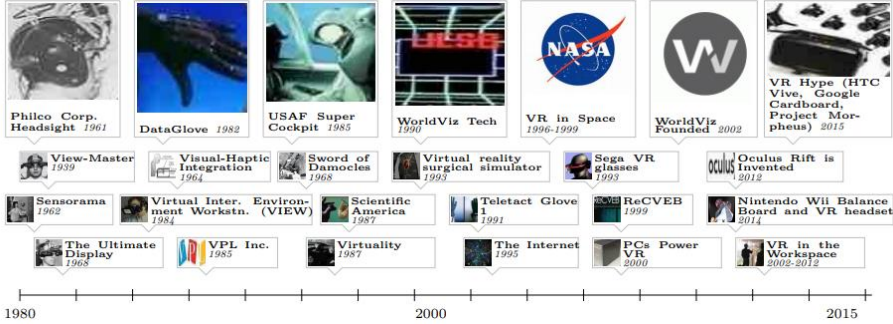
Daha sonra mekanik aksamaların eklenmesi ile eğilence sektörünün dışına çıkmıştır. 1920'lerin başında Edwin Link tarafından ilk uçuş simülatörü geliştirilmiştir. Bu cihazlar pilot eğitiminde kullanılmıştır. 1939 yılında View-Master ile sanal turizm ortaya çıkmış ve daha sonrasında oyuncak olarak da satışına başlanmıştır. Morton Heiling tarafından geliştirilen Sensorama ise bugün gördüğümüz 7D Sinema vb. isimlerle satılan teatral deneyimlerin atası olarak karşımıza çıkmaktadır. Sanal gerçekliğe yönelik olarak ilk patent ise 1962 yılında alınmıştır [2].



Şekil 2.1: (a) 1956 - Sensorama isimli bu makine görsel, işitsel, dokunsal ve kokusal duyu organlarını aynı anda uyarabilen ilk ticari VR ekipman örneği [5]. (b) 1939 - Viewmaster [4]. (c) 1968 - Sword of Damocles ilk VR ve AR örneklerinden birisi olan kafaya takılan ekrandır. [6].

Teknolojik açıdan günümüz anlamındaki VR 1960'lara kadar dayanmaktadır. Bu alandaki ilk çalışmalar Ivan Sutherland ve Myron Krueger tarafından yapılmıştır. Özellikle teknolojik alandaki gelişmeler VR'in kullanımını ciddi manada değiştirmiştir [7]. Bugün bildiğimiz anlamda VR kavramı ilk başta konsept olarak 1987 yılında Star Trek: The Next Generation dizisiyle hayatımıza girmiştir [8]. 1990'larda kullanıcılara sunulan VR gözlükler hem pahalı olmalarından hem de vaat ettiği şeyleri yerine getirememelerinden dolayı zaman içerisinde popülaritesini kaybetmiştir [2]. Teknolojinin ilerlemesi ile bu alan da tekrar canlanmış ve ulaşılabilir bir ekipman olarak hayatımızda yerini almaya başlamıştır. Şekil 2.2'de de görüleceği üzere 2015 ve

sonrasında teknoloji tekrar ilgi odağı olarak yüksek araştırma sayılarına ulaşmıştır.



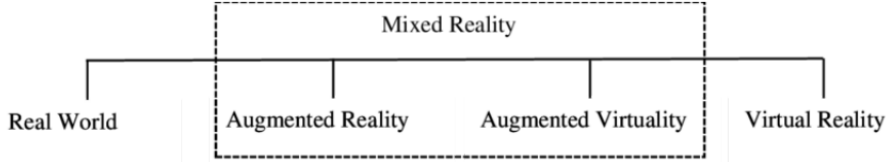
Şekil 2.2: VR dünyasındaki önemli kilometre taşları [4,9].

VR ortamlarının görsel zenginliği iletişim kurmada metinden daha etkili olmasını sağlamaktadır. Bunun yanında ses ile birleştiğinde daha zengin bir anlatım sunmaktadır. Bunun yanında VR ile 3 boyutlu dünya içerisinde sanal olarak bir etkileşim içerisinde olmamız gerek gerçekçi gerekse de gerçek dışı deneyimler aktarabilmek açısından önemli bir ortam oluşturmaktadır. [2]. VR ile elde edilebilen zengin anlatım psikoloji [4], tıp [9], fizik tedavi [10], otizm [11], kültür [12] gibi alanların yanı sıra liderlik becerileri [13] gibi alanlarda da kullanılmasına sebep olmuştur. Bir ürün olarak VR teknolojisinin de günlük hayatımıza dahil olması tarih olarak çok eskiye dayanmaktadır. Çalışmanın kalanında bu teknolojiden Sanal Gerçeklik ya da VR olarak bahsedilecektir.

### 2.1.2 Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality – AR)

Azuma'nın yaptığı tanıma göre artırılmış gerçeklik sanal ortam ile gerçek ortamın zenginleştirilmesi olarak tanımlanmıştır [14]. Altınpulluk ise artırılmış gerçekliği gerçek ortamların sanal objeler ile bilgisayar ortamında zenginleştirilmesi olarak tanımlamıştır [15]. VR ve AR arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılması için Milgram ve Kishino şekil 2.3'te yer alan grafiği oluşturmuştur. Yaptıkları çalışmada Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik arasında Karışım gerçeklik olarak tanımlamış ve bunu da Artırılmış Gerçeklik ve

Artırılmış Sanallık olarak iki parçaya bölmüştür. Tanım gereği bu çalışmada bahsi geçen AR teknolojisi artırılmış gerçeklik olan, gerçek üzerine sanal detaylar ile zenginleştirilmiş, gerçeğe sanaldan daha yakın olan içeriği kapsamaktadır.



Şekil 2.3: Gerçek dünya VR ve AR karşılaştırması [16].

Ludwig ve Reimann'ın tanımına göre AR uygulamaları VR'dan farklı olarak cep telefonu, tablet, kafaya takılan ekran gibi herhangi bir kamera ve ekran barındıran cihaz ile kullanılabilir [17]. Ancak fikir olarak 1901 L. Frank Baum tarafından dile getirilmiştir. The Master Key isimli romanında karakterin kafasının önünde yer alan ekranda bakılan kişinin iyi, kötü, aptal vb. durumlarını belirten baş harfleri görüntülenmekte, bu sayede karakter baktığı kişi hakkında anında bilgi sahibi olabilmektedir [18].

Bir önceki bölümde bahsedilen Sensorama, Sword of Democles gibi makineler VR örneği kabul edilmekle beraber, AR'a geçiş aşamaları için de önemli bir adım sayılmaktadır [19,20]. Terim olarak artırılmış gerçeklik (Augmented Reality) ilk kez Boing Company'de çalışan Thomas Caudell ve David Mizell tarafından kullanılmıştır. Uçakların kablolaması sırasında kafaya takılan kabloların doğru yerlere bağlanmaları için işaretleme yapan bir cihaz geliştirmişlerdir [21]. Feiner ve arkadaşları Üniversite kampüsü içerisinde tur yapmaya yarayan bir alet geliştirmişlerdir. Kafaya giyilen 3D ekran ve elde taşınan 2D ekran ile kullanıcının işaretlediği yer ile ilgili görüntü ve bilgileri yansıtacak şekilde çalışmaktadır [22].

Mobil olarak kullanılabilen ilk AR cihazı, ARQuake isimli bir Birinci Şahıs Nişancı (FPS) oyunudur. Quake isimli FPS oyununun değiştirilmiş bir versiyonudur ve bu özelliği ile ilk AR oyun olma özelliğini taşımaktadır. 2012

yılında Google bir “Project Glass” isimli bir akıllı gözlük geliştirerek sesle kontrol, göz hareketi ile kontrol, video kaydetme, fotoğraf çekme gibi özelliklerinin yanı sıra internette gezinme gibi özellikleri de AR ortamında kullanmak imkanı sunmuştur [22].

2013 yılında Volkswagen MARTA (Mobile Augmented Reality Technical Assistance) isimli cihazını çıkartarak, montaj hatlarında kolaylık sağlamayı amaçlamıştır [22]. 2015 yılında Microsoft kendisinin ürettiği ve Windows10 işletim sistemi ile çalışan “HoloLens” isimli karışmış gerçeklik (Mixed Reality) cihazını çıkartmıştır [23]. Kennedy Space Center Florida’da ziyaretçilerin Mars’ta gezmesini ve objeler ile etkileşime geçmesini sağlayan bir AR uygulaması kullanmaktadır [24].

Günümüzde cep telefonlarının çok yaygın olması ile gerek mobil oyunlar gerekse harita uygulamaları gibi uygulamalar ile AR teknolojisini sıkça kullanmaktayız. Önceden ulaşılmaz görülen bu özellikler teknolojinin ilerlemesi ile hayatımızın bir parçası haline gelmiş durumdadır. Apple, Google, Microsoft, Meta gibi şirketlerin bu alanla büyük yatırımlar yapması, teknolojinin hayatımıza yerleşik hale gelmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Çalışmanın kalanında bu teknolojiden Artırılmış Gerçeklik ya da AR olarak bahsedilecektir.

### **2.1.3 3B Hızlı Prototipleme (3D Rapid Prototyping – 3D-RP)**

Teknolojideki ilerleme üretim yöntemlerine de büyük ölçülerde yansımakta ve bu süreçlerde değişiklik yaratmaktadır. Bu çalışmanın konusu olan Hızlı Prototipleme (Rapid Prototyping - RP) teknolojik gelişmenin alandaki yansımalarından birisidir. Yazılımların gelişmesi ile ilk başta “ustalık” ile üretilen kağıt üzerine yapılan teknik çizimler zaman içerisinde bilgisayar ortamında yapılmaya, sayfa sınırlarından parça boyutlarından bağımsız olarak hazırlanabilmeye başladı. Bu sayede çok daha fazla parça aynı anda 3B ortamda hazırlanarak analiz edilebilmeye, birlikte çalışmaları kolay anlaşılıp müdahale edilebilmeye başlanmıştır.

Ancak tasarım hızı ve kapasitesin artmasına rağmen üretim süreci başlarda geleneksel yöntemler ile yapılmaya devam etmektedir. Üretim sürecindeki en

çok zaman alan aşamalardan biri olan prototipleme ise en önemli engellerden birisidir. Seri üretime geçilmeden önce yapılacak prototipleme aşaması, hızlanan tasarım sürecine ayak uydurmamaktaydı. Bu açıktan dolayı zaman içerisinde hızlı prototipleme yöntemleri önemli bir ihtiyaç haline gelmişti. Bu çalışmanın konusuna bağlı olarak AR ve VR ortam aracılığı ile bir kademe daha hızlanan tasarım sürecinin üretimden önceki kaçınılmaz parçası hızlı prototiplemeye değinilecektir.

Hızlı prototipleme, temel olarak bilgisayar ortamında matematiksel olarak tanımlanmış modellerin katı model olarak gerçek dünyaya aktarılması sürecidir. Bu alandaki en büyük etken masaüstü 3B yazıcıların son kullanıcıya uygun bir şekilde ulaştırılabilmesinden dolayı amatör amaçlı makineler ve Arduino temelli hazır kitler olmuştur. Bu ekipmanlar sayesinde hızlı prototipleme teknolojisi yalnızca ticari amaçla değil hobiciler tarafından da yaygınca kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Hızlı prototipleme başta hobicilerin kullandığı makineler olmak üzere FDM (Fused Deposition Modelling) teknolojisine dayanmaktadır [25].

1984 yılında Chuck Hull Stereolithography Aparatus (SLA) patenti ile 3D yazıcıların temeli atılmıştır, bu süreçte STL dosya formatı oluşmuştur. 1986 yılında Carl Deckard, Joe Beaman ve Paul Forderhase Chuck Hull'un patentini geliştirerek Laser Sintering (SLS) teknolojinin patentini almıştır. 1988 yılında Crump Fused Deposition Modelling (FDM) patentini almıştır. Bu teknoloji herhangi bir toz ya da lazer içermediğinden çok daha kolay ve temiz bir yöntem olarak sektörde güncel olarak da en büyük Pazar payına sahiptir. 1993 yılında Electron Beam Melting (EBM) patenti alınmıştır. 2005 yılında Mcor Technologies isimli şirket Paper3D laminated printing denen bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntem renklerin kullanıldığı bir eklemeli imalat yöntemidir. 2005 yılında RepRap tarafından kendi parçalarının büyük çoğunluğunu üreterek kendi kendini kopyalayabilen 3D yazıcı geliştirilmiş ve bu teknolojiyi açık kaynak kodlu olarak yayınlamıştır [25].

Hızlı prototipleme ile ortaya çıkan en önemli özellik parçanın üretiminde kullanılan hammadde miktarının %35'e kadar azaltılması [26] ve imalat sonucunda ortaya çıkan atıkların %98'e kadarının geri dönüştürülmesi olarak

nitelendirilebilir [27]. Bundaki en temel neden geleneksel üretim metotlarının bütünden parçaya talaş kaldırarak ilerlerken, hızlı prototipleme yöntemlerinin katmanlar halinde parçayı oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Bu sayede yalnızca ana parça ve gerekli olan destek yapıları üretilmektedir.

Bunun yanı sıra teknolojinin ilerlemesi ile bilgisayar kontrollü talaş kaldıran ekipmanlar ortaya çıkmış ve çok çeşitli başlıklar ile önceden imkansız olan geometriler hızlı ve yüksek hassasiyetle işleyebilmeye başlanmıştır. Fakat bu durumda bile özellikle amorf yapıları karmaşık yüzeylerin üretilmesi için yetersiz kalmaktadır. Hızlı prototipleme yöntemleri katmanlı çalışma metotlarından dolayı, doğrudan üretim, amorf yapıların üretilmesi ya da tek parça üretilmesi gibi geleneksel yöntemler ile zor olan üretimlerin önünü açmıştır [28]. Çalışmanın geri kalanında bu teknolojiye 3B Baskı ya da 3D-RP olarak söz edilecektir.

## **2.2. Teknolojinin Güncel Durumu**

### **2.2.1. Sanal Gerçeklik**

Teknolojinin gelişmesi ile bahsi geçen teknolojilerin kullanım kapasiteleri de zaman içerisinde artmaktadır. Artık sanal gerçeklik yerine sanal çevre (virtual environment) teriminin daha çok kullanıldığı görülmektedir []. VR ekipmanlarının dış dünya ile görsel teması kesiyor olması dünyadan koparmaya yönelik bir ortam oluşturmasına karşın yapılan çalışmalarda VR ortamında bulunan bir bireye dışarıdan gıda takviyesinde bulunulması VR deneyimini artırdığı ve hislerin daha gerçekçi ve yoğun yaşanıldığı gözlemlenmiştir [29]. Günümüzdeki gelişmeler de VR teknolojisini dünyevi bağlardan koparacak şekilde değil de onlarla çalışarak bir sanal ortamda 5 duyu organını da kullanmaya yönelik olacak şekilde evrilmişlerdir. Hatta bu evrim zamanla sanal ve gerçek ortamların birleşerek bir bütün olması şeklinde ilerlemiş ve VR kavramı başlı başına bir terim olarak literatüre yerleşmiştir.

### 2.2.2. Artırılmış Gerçeklik

Kipper ve Rampolla bir AR cihazının temel olarak sahip olması gereken donanımları hesaplamaları yapacak bir bilgisayar/mobil cihaz, görselleri oluşturacak bir çeşit ekran, kamera, çeşitli sensörler, internet bağlantısı ve işaretçi olarak tanımlamıştır [30]. Bu sayılan donanım özelliklerinin büyük çoğunluğu VR teknolojileri için de geçerlidir.

Sanal ortam bir işlemci tarafından işlendikten sonra gerçek dünya üzerine yansıtılmalıdır. Bu durumda akla gelen en yaygın çözüm gözlük benzeri bir araç olsa da yukarıda bahsedildiği üzere yalnızca bir cep telefonu da AR teknolojisinin kullanılması için yeterlidir. Yansıtma işleminin gerçekleşmesi için işlemcinin içinde bulunan gerçek ortama dair bilgiye ihtiyacı vardır. Bu bilgiyi ağırlıklı olarak kameradan alır. AR teknolojisinin kritik özelliklerinden birisi, sanal dünyayı gerçek dünya üzerine tutarlı ve gecikmesiz aktarabilmesidir. Bunun sağlanması için kameraya ek olarak çeşitli konum, ivme vb. sensörler ile daha tutarlı ve hassas yerleştirme sağlanmaktadır. İşaretçiler ise sanal ve gerçek dünya arasında etkileşime geçilebilmesini, sanal dünyada yer alan objeler ile interaktif iletişim kurulabilmesini sağlamaktadır.

Alanın bu çalışma konusu ile alakası ise günümüz teknolojisinin getirdiği yüksek işlem gücü ve yazılımlar sayesinde AR ve VR ortamında 3 boyutlu olarak gerçek zamanlı modelleme yapılabilmesidir. Unity, Unreal Engine, Blender, 3ds Max, Sketch Up gibi uygulamalar bahsi geçen yazılımlara örnek olarak verilebilir. Bunun yanında ise Unity3D, Papervision3D, Away3D, Sandy3D gibi yazılımlar ise doğrudan AR ortamında kullanılabilen 3 boyutlu yazılım motoruna örnek olarak verilebilir [32].

Tablo 2.1: AR için popüler yazılım geliştirme kitleleri [31].

SDK	Lisans	Platform	2D	3D	Coğrafi Konum	Bulut Desteği
ARToolKit	-	Android, iOS, Linux, Windows, MacOS and Smart Glasses	Var	Yok	Yok	Yok
Vuforia	-	Android, iOS, UWP and Unity Editor	Var	Var	Yok	Var
EasyAR	-	Android, iOS, UWP, Windows, Mac and Unity Editor	Var	Yok	Yok	Yok
NyART.Kit	-	Android, iOS	Var	Yok	Yok	Yok
Wikitude	Ücretli	Android, iOS, Smart Glasses	Var	Var		
Kudan	Ücretli	Android, iOS, Unity Editor.	Var	Var	Yok	Yok
Layar	Ücretli	Android, iOS, BlackBerry	Var	Var	Var	Yok

Günümüzde hızlı bir şekilde AR uygulamaları geliştirmek için hazır kitleler sunulmaktadır. (software development kits SDK) Bu kitlelerden bazıları açık kaynak kodlu iken bazıları lisanslı olarak sunulmaktadır. Tablo 2.1’de bu kitlelerden en bilinenler verilmiştir. ARToolKit bunlar arasındaki en popüleridir [32] ve Hirokazu Kato tarafından 1999 yılında Human Interface Technology Laboratory’de geliştirilmiştir [33].

### 2.2.3. 3B Baskı

Güncel olarak 3B baskı teknolojisi, CAD ortamında oluşturulmuş model dosyası ile başlamaktadır. 3B olarak hazırlanan bu model dosyası yazıcının dilimleme programı adı verilen programlarına yüklenir. Program içerisinde

yazdırma işlemine yönelik çeşitli parametreler girildikten sonra modeli katmanlar halinde parçalara böler. Bu katmanlı yapı daha sonra dilimleyici tarafından G kodlarına çevrilerek yazıcının anlayabileceği formata dönüştürülür. Yazıcı baskı işlemini g koduna göre katmanlar halinde üst üste inşa ederek gerçekleştirir. Bu imalat sürecine eklemeli imalat (Additive Manufacturing – AM) olarak isimlendirilmektedir.

Eklemeli imalat sürecinde günümüzde en yaygın olarak kullanılan metot FDM yönteminin benzeri olan Fused Filament Fabrication (FFF) metodudur. Bu metot 1980'lerde Scott Crump tarafından geliştirilen FDM metodudur, Stratasys tarafından 1990'larda geliştirilip ticarileştirilmesi ile ortaya çıkmıştır [34]. Bu teknoloji ile 100-300 mikron arası katman kalınlığında ve birden fazla nozzle'a sahip yazıcılar ile aynı anda farklı renklerde üretim imkanları mevcuttur. Bu özellik özellikle boşluklu yapıların ya da köprü formlarının çok olduğu modellerde kullanılan destek yapılarının farklı malzemelerden üretilerek, desteklerin uzaklaştırılması/arındırılması daha kolay ürün elde edebilme imkanı sağlamaktadır. [25].

2012'ye kadar eklemeli imalat yöntemi ulaşılabilirlik açısından acrylonitrile butadiene styrene (ABS) ve polylactic acid (PLA) iki temel malzeme ile sınırlanmıştı [35]. Ancak son gelişmeler seramik, gıda malzemeleri, metalik malzemeler, yapı malzemeleri, selüloz, ahşap biyomalzemeler, akıllı malzemeler, kompozitler gibi çok farklı malzemelerin de imal edilebilmesine olanak sağlamıştır. Bu malzemelerin pek çoğu kendi forumlarında eklemeli imalat ile üretilemez olmasına karşın, farklı polimer ve kompozitler ile karıştırılarak eklemeli imalat ile üretilebilir hale getirilmiştir [36]. Biyomedikal ve havacılık gibi sektörler metal eklemeli imalat yöntemleri ticari olarak kullanmaya başlamış olsalar da bu imalat yöntemi büyük boyutlu uygulamalarda sınırlı kalmış durumdadır [37].

## **2.3 Teknoloji Trendleri ve Gelecek Tahminleri**

### **2.3.1. VR**

Çalışmalar VR'in geleceği konusunda büyük potansiyel vaat edecek şekilde gelişmeler göstermektedir. Protez uzuvların kontrolü konusunda yapılan çalışmalar bunlara bir örnektir [38]. Sanal gerçeklik ortamında gerçekleştirilen sanal ameliyatlara, sektörel olarak başka bir örnek teşkil etmektedir [39]. Ancak VR ortamında yapılan çalışmaların baş dönmesi, zaman-mekan algısında bozulma, dikkat eksikliği, panik, yönelim bozukluğu, nöbet geçirme, mide bulantısı, uyuşukluk ve yorgunluğa yatkınlık gibi yan etkileri gözlemlenmiştir [40]. Gelecek güncellemelerde bu sorunlarında çözülmesi ya da azaltılması beklenmektedir.

### **2.3.2. AR**

Mikro işlemcilerin güçlenmesi, enerji ihtiyaçları ile üretim maliyetlerinin düşmesi ulaşılabilirliği önemli ölçüde artırmıştır. Bu ulaşılabilirlik çipleri gündelik hayatın bir parçası haline getirerek neredeyse kullandığımız her ürünün "akıllı" versiyonlarının türemesine neden olmuştur. Bu Akıllı cihazlar bulut teknolojileri ve internet ile aslında birer AR uygulamasının potansiyel parçaları haline gelmişlerdir. Özellikle cep telefonlarının yaygınlaşması ile AR teknolojilerini kullanmak ve ulaşmak kolaylaşmıştır.

Altaki bölümlerde bahsedildiği üzere AR teknolojisinin pazar payı büyük bir hızla genişlemektedir. Özellikle üretim, eğitim ve sağlık sektörlerinde çalışmalar yapılmasına rağmen oyun sektörü halen bu teknolojinin ana gelir kalemini oluşturmaktadır. Gelecekte teknolojinin diğer sektörlerde de yaygınlaşarak pazar payını artırması ve sektörel bazda ilerlemenin, oyun odaklı gelişmeleri geride bırakması beklenmektedir.

### **2.3.3. 3B Baskı**

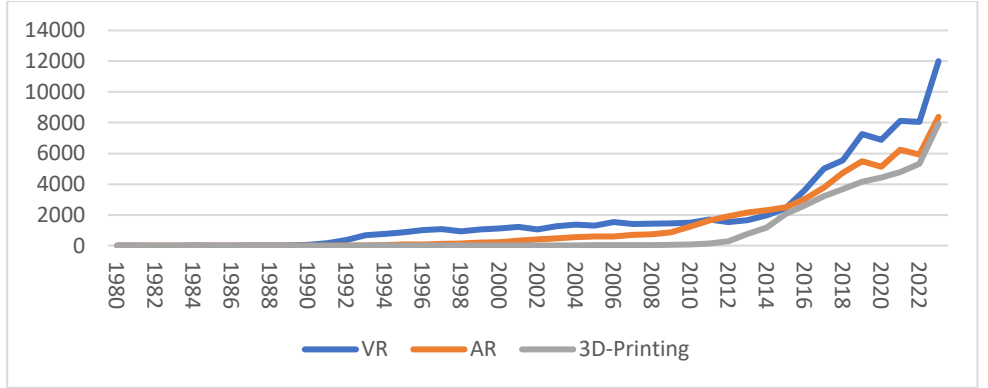
Hızlı prototipleme teknolojilerinin gelişmesi yalnızca prototip üretim sürecini kısaltmamıştır. Aynı zamanda kalıplanarak ya da el işçiliği ile üretilmesi gereken parçaların doğrudan üretimine de imkan vermesinden dolayı, düşük adetli ya da özgün işlerin üretim maliyetlerini de düşürmüştür. Kişiye özel üretim yapan gerek hediyelik vb. gerekse de protez üretiminin önünü açmıştır.

Kişiyeye özel üretim konusuna en çok ihtiyaç duyulan sektörlerden biriside medikal sektördür. Eksik uzuvların yerinin doldurulabilmesi adına kişiyeye özel protezler önemli bir kilometre taşıdır. Protez üretimine güzel bir örnek Alman para-cycling şampiyonu Danise Schinler'dir. Schinler 2016 Rio Paralympic Games'te tamamen 3B baskı ile üretilmiş protez bacağı ile yarışmıştır [41]. Gelecekte protez ürünlerinin büyük çoğunluğunun 3B Baskı teknolojileriile üretilmesi beklenmektedir.

Bunun yanında gelişen malzeme teknolojileri ile 3B Baskı teknolojisinin de önü açılmaktadır. İlk zamanlarda fotopolimerler ile çalışan 3B Baskı teknolojisi, termoset ve termoplastik ürünlerle evlere girebilmeye başlamış, günümüzde ise metal, kompozit, beton gibi çok çeşitli malzemeler ile de çalışabilir hale gelmiştir. Kullanılabilir malzeme kapasitesinin artması ve buna bağlı olarak da 3B baskı teknolojisinin üretim süreçlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmesi kaçınılmazdır.

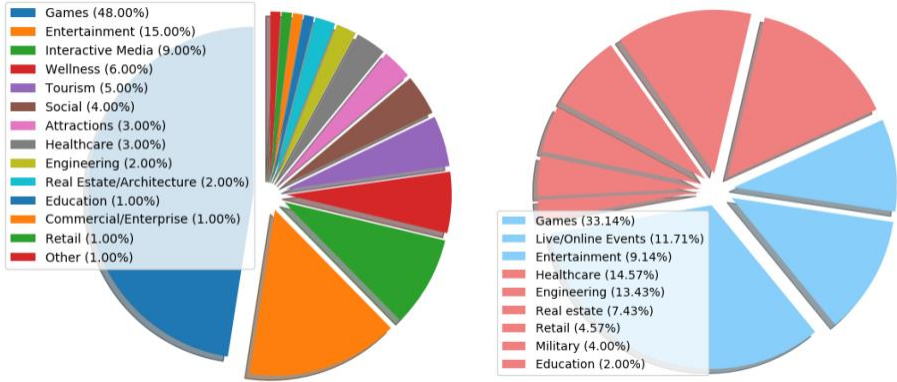
### 3. AR, VR ve 3D-RP Teknolojilerinin Sektörel Kullanımı

Teknolojik gelişmeler bu teknolojilerin de zaman içerisinde gelişmesine ve yaygınlaşmasına sebep olmaktadır. Aşağıda başlıklarında VR, AR ve 3B Baskı kelimeleri geçen akademik çalışmaların yıllara göre dağılımı Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1: 1990-2023 yılları arasında yeni yayınlanan başlıklarında VR, AR ve 3D-Printing geçen akademik çalışmaların sayısı (Google Scholar 07.02.2024)

Görüldüğü üzere bu alanlarda yapılan çalışma yıllar geçtikçe çok büyük bir ivme ile devam etmiş ve henüz yavaşlama evresine gelmemiştir. Hatta nerdeyse her yıl bir önceki yıldan daha fazla çalışma yapılmaktadır. Buna verilerden yola çıkarak ilgili sektörlerde olacak gelişmelerin önlerinin açık olduğu yorumu yapılabilir. Şekil 3.2'de verilen Pazar payı grafiklerinde de görüldüğü üzere Pazar payı hızla büyümeye devam etmekte, yoğun olarak kullanılan eğlence sektöründen çıkararak profesyonel alandaki kullanımının artacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 3.2: Dünya çapında VR gelirleri: 2018 yılındaki toplam 4,8 milyon dolar VR yazılımı gelirleri (sol) [118]. 2025 ten 2030 yılına kadar 30-35 arası olması tahmin edilen VR yazılım gelirleri dağılımı (sağ). Mavi dilimler B2B kırmızı dilimler B2C sektörlerini ifade etmektedir [42].

Şekil 3.2'de eğitim sektöründe kullanılan VR ve AR teknolojilerinin artması ön görülmüştür. Yapılan çalışmalar da göstermiştir ki bu teknolojiler kullanılarak eğitim alan bireylerde birden fazla duyunun aynı anda kullanılması öğrenme sürecini önemli ölçüde hızlandırmaktadır [43]. Şu anda var olmayan yeni öğrenim tekniklerinin önünü de açarak eğitimde yeni tekniklerin ve daha başarılı eğitim yöntemlerinin gelişmesini sağlayacağı öngörülmektedir [44]. Bunun yansısı AR gibi yenilikçi teknolojiler kullanılarak yapılan eğitimlerde öğrencilerin tatmin olma düzeylerinin de önemli ölçüde yükseldiği gözlemlenmiştir [45].

Şekil 3.2'de VR teknolojilerindeki en büyük pazar payı artışının sağlık sektöründe olması beklenmektedir. Yapılan çalışmalarda CT tarayıcılarından alınan verilerin pahalı takip cihazları ile görselleştirmeleri yerine anlık olarak AR uygulamaları görselleştirme ve verileri takip etme imkanları ile operasyonların kolaylaştırılabileceği gösterilmiştir [46]. Keza bahsi geçen navigasyon cihazları kullanımı zor ve pahalı cihazlar olmasına karşın operasyonlar sırasında insan hatasını önemli ölçülerde azaltmaktadır. Bu cihazlar yerine kullanılacak AR cihazlarının özellikle karmaşık damar yolu

operasyonlarında 3D ve anlık olarak veri aktarabilmesi operasyon sürecini önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır [47,48].

Şekil 3.2’de sağlıktan sonra en büyük pazar payı büyümesi mühendislik alanında beklenmektedir. Bu alanda yapılan ve montaj süreçlerini kolaylaştırması adına yapılan çalışmalar insan hatasını önemli ölçüde düşürerek kayda değer bir gelecek vaat etmektedir [24,49]. Bunun yanında otomotiv sektöründe görmeye alıştığımız baş üstü göstergeler de birer AR teknolojisidir ve hız, navigasyon, trafik ve çevre bilgileri gibi verileri canlı olarak gerçek dünya üzerine yansıtılmaktadır [50]. Zaman içerisinde bu göstergelerin de gelişerek daha fazla veriyi anlaşılır şekilde vermesi, yalnızca bir gösterge olmaktan çıkarak tüm ön camı kaplayacak araçlar olmaları beklenmektedir.

		It is a qualitative evaluation that involves both the material costs and the operational costs.	how accessible the technology is for the average user	devices constrain in terms of the shape complexity	indicates how the reproduced products are perceived by generic CH users.	indicates how accurate the replica will be, in terms of geometrical accuracy
		Cost	Ease of use	Geometric Freedom	Material Adequacy to CH	Precision
subtractive techniques	2.5D CNC Carving 6-Axis CNC Carving	low/medium high	low very low	low medium	high high	high high
additive techniques	FDM LOM Metal Sintering Plastic Sintering Photopolymerization	very low/medium medium very high very high high	medium/high medium low medium medium/high	medium low very high very high medium	low medium medium medium low	medium/high medium medium/high medium/high high/very high

Şekil 3.3: Eklemlerli imalat yöntemlerinin geleneksel imalat yöntemleri ile kıyaslanması [51].

Şekil 3.3’te görüldüğü üzere hızlı prototipleme yöntemleri bazı özellikleri açısından günümüz talaş kaldırmalı üretim yöntemlerini geçmiş durumdadır. Her iki yaklaşımın da üstün ve zayıf yönleri olmakla beraber hızlı prototipleme alanında yoğun olarak yapılan çalışmalar bu teknolojiyi de büyük bir ivme ile yukarı taşımaktadır. Gelecek süreçte eklemlerli imalat yöntemlerinin üretim hızlarını artması ve alım/üretim maliyetlerinin daha da düşmesi ile geleneksel üretim metodlarına doğrudan rakip olması beklenmektedir. 2009 yılında ASTM

Committee F42 eklemeli imalat yöntemlerinin geleneksel yöntemlere göre üstünlüğünü gösteren bir rapor yayınlamıştır [52].

Eklemeli imalat metotları, sanal ortam modelleme ile birleştiğinde, tasarımı yapılan ürünlerin sanal olarak gerçek dünyada görüntülenmesi, çalıştırılması ve etkileşime girmesi yepyeni bir tasarım kapısı açtığı gibi, bu tasarımların ulaşılabilir eklemeli imalat yöntemleri ile bir araya gelmesi alışık olduğumuzdan çok farklı bir ürün yaşam döngüsünü karşımıza çıkartmaktadır. Bunun yanında AR ve VR teknolojilerine destekleyici araçlar olarak da kullanılabilir. Öğrenme sürecinde 3B Baskı ile üretilmiş modeller ile öğrencilerin dokunma duyularını tetikleyerek daha kalıcı öğrenin başarısı üzerine yapılmış çalışmalar mevcuttur [53]. Bu çalışmalar AR, VR ve 3B baskı teknolojilerinin birlikte kullanılması ile sunulan deneyimin çok daha kapsayıcı olacağını açıkça göstermektedir.

Önümüzdeki süreçte teknolojinin ulaşılabilirliğinin artması, dolayısı ile tasarım ve üretim süreçlerinin büyük şirketler yerine ev ortamına düşmesi beklenmektedir. Bu süreçte thingiverse, grabcad gibi paylaşım platformlarının popülerliğinin daha da artması ön görülmektedir. Tasarım paylaşımları ile artık yalnızca bilgi değil, objeler de küresel çapta gönderilebilir değiştirilebilir hale gelerek farklı bir sanayi devriminin öncüsü olması tahmin edilmektedir.

### **3.1. AR, VR ve 3D-RP Teknolojilerin Geliştiği Ülkeler**

Avrupa için VR ve AR teknolojisi ağırlıklı olarak oyun ve eğitim endüstrilerinde kullanılmaktadır. Bunun yanında emlak ve turizm gibi sektörlerde sanal gezilerin ya da mimari yapıların dijital olarak sunulduğu örnekler görülmektedir. Tıp alanında cerrahi simülasyon ve ameliyat pratiklerinin yapıldığı uygulamalar yine teknolojinin aktif kullanıldığı alanlardan sayılabilir. Mühendislik alanlarında ise görselleştirme amaçlı kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

3D-RP ile üretim konusunda ise en fazla örnek başta havacılık ve uzay sektörleri olmak üzere otomotiv sektöründe karşımıza çıkmaktadır. Bunun ana sebeplerinden birisinin bahsi geçen sektörlerde çalışan firmaların yeni

teknolojiye ayırdıkları daha büyük bütçeler ile güncel teknolojik nimetlerden faydalanmaları ve sektörlerin ihtiyaç duyduğu yüksek teknoloji ürünler için yenilikçi üretim yöntemlerine ihtiyaç duymaları gösterilebilir.

Başta Almanya ve İngiltere olmak üzere Avrupa'da 3B Baskı ve VR, AR konularında verilen kurs sayısının fazla olması, bazı üniversitelerde bu konular hakkında bölümlerin bulunması sektörün o ülkelerde ilerlemesini tetiklemiştir. Özellikle bu alanda Londra önemli bir merkez haline gelmiş durumdadır.

İngiltere sağlık alanında rehabilitasyon ve tedavi süreçlerinde bu teknolojiyi ağırlıklı olarak kullanırken, Almanya'nın özellikle otomotiv sektörü için görselleştirme ve üretim amaçları ile bu teknolojileri kullandığı görülmektedir. İngiltere, eğitim alanında AR ve VR teknolojilerini aktif olarak entegre etmektedir. Örneğin, üniversiteler ve teknoloji şirketleri, tıp eğitimi için daldırıcı öğrenme deneyimleri oluşturmak için iş birliği yapmaktadır. İngiltere'de çeşitli yenilik programları altında AR ve VR dahil olmak üzere dijital teknolojilere yapılan yatırımlar önemlidir.

Alman otomotiv şirketleri tarafından araç tasarımı, çalışan eğitimi ve satış süreçlerinde AR ve VR kullanılmaktadır. Örneğin, Volkswagen tarafından servis eğitimlerinde AR kullanılmış, BMW ise araç tasarımında bu teknolojilerden faydalanmıştır. Almanya'da mühendislik ve imalat alanlarında AR ve VR'a yönelik araştırma ve geliştirme çalışmalarına güçlü bir vurgu yapılmakta, bu teknolojilerin ilerlemesi için çeşitli araştırma enstitüleri ve endüstri ortaklarıyla birlikte çeşitli projeler yürütülmektedir.

Fransa'da kültürel ve tarihi deneyimlerin zenginleştirilmesinde AR ve VR kullanımı, özellikle yenilikçi bir yaklaşımla benimsenmiştir. Birçok müze ve tarihi yer, AR teknolojisini kullanmaya başlamıştır. Ayrıca, Fransız moda endüstrisi de sanal denemeler ve alışveriş deneyimlerini geliştirmek için VR ve AR teknolojilerini keşfetmekte, bu da Fransa'nın moda alanındaki güçlü mirasını yeni teknolojilerle birleştirmektedir.

Fransa'da özellikle, havacılık ve sağlık sektörlerinde 3D baskı teknolojilerinin kullanımı artmaktadır. Fransız şirketleri, özelleştirilmiş tıbbi implantlar ve hafif havacılık parçaları üretiminde 3D baskı teknolojilerini etkin bir şekilde kullanmaktadır. Bu teknolojiler, üretim süreçlerini hızlandırmakta ve maliyetleri düşürmekte, aynı zamanda daha karmaşık ve özelleştirilmiş tasarımların üretilmesine olanak tanımaktadır. Fransa'nın bu alandaki yenilikçi yaklaşımı, ülkenin teknolojik gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır.

İsveç, Mojang ve DICE gibi önde gelen oyun şirketlerine ev sahipliği yapmasıyla tanınır ve bu, ülkenin oyun geliştirme ve oyuncu deneyimlerini geliştirmede VR (Sanal Gerçeklik) teknolojisini yoğun bir şekilde keşfetmesine katkıda bulunmaktadır. İsveç'teki oyun geliştiriciler, VR'yi daha sürükleyici ve etkileşimli oyun deneyimleri yaratmak için kullanılmaktadır. Ayrıca, AR (Artırılmış Gerçeklik) ve VR teknolojileri, özellikle ruh sağlığı tedavileri ve rehabilitasyon gibi terapötik amaçlar için kullanılmasına yönelik artan bir ilgi gösterilmektedir. Bu teknolojiler, hastalara alternatif tedavi yöntemleri sunarak, geleneksel tedavi yöntemlerine yenilikçi bir yaklaşım getirmektedir.

İtalya ise, zengin kültürel mirasını korumak ve tanıtmak için AR ve VR teknolojilerini kullanmaktadır. Ülke genelindeki tarihi yerler, sanal turlar ve sanat eserleri ile tarihi eserlerin zenginleştirilmiş deneyimlerini sunan AR uygulamaları geliştirilmiştir. Bu uygulamalar, ziyaretçilere tarihi ve kültürel mekanları keşfetme imkanı sunarken, aynı zamanda eğitici ve etkileşimli bir deneyim sağlamaktadır.

Otomotiv ve endüstriyel tasarım alanında ise, İtalyan otomotiv sektöründeki şirketler, tasarım ve prototipleme süreçlerine AR ve VR teknolojilerini dahil etmektedir. Bu teknolojiler, araç tasarımlarının daha verimli ve etkili bir şekilde geliştirilmesine olanak tanıyor, aynı zamanda mühendisler ve tasarımcılar için daha interaktif ve gerçekçi bir çalışma ortamı sağlamaktadır. Bu yaklaşım, İtalya'nın otomotiv sektöründeki yenilikçilik ve tasarım mükemmelliği geleneğini desteklemekte ve güçlendirmektedir.

İngiltere ve Almanya gibi Avrupa'nın önde gelen ülkelerinde, 3B baskı teknolojisinin kullanımı önemli gelişmeler göstermektedir. İngiltere'de, özellikle

havacılık, otomotiv ve sağlık sektörlerinde 3B baskı teknolojisinin kullanımı artmıştır. Örneğin, havacılık sektöründe, uçak parçalarının hafif ve daha verimli üretimi için 3B baskı teknolojileri kullanılmaktadır. Sağlık alanında ise, özelleştirilmiş tıbbi cihazların ve protezlerin üretiminde 3B baskı teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Almanya'da ise, mühendislik ve imalat sektörlerinde 3B baskı teknolojisinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Otomotiv sektöründe, prototip üretimi ve karmaşık parçaların üretiminde 3B baskı teknolojileri etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca, Alman araştırma enstitüleri ve üniversiteler, 3B baskı teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulama alanlarının genişletilmesi konusunda önemli çalışmalar yapmaktadır.

Dolayısı ile bu ilerlemeler Avrupa için VR ve 3D-RP alanlarında önemli bir ilerleme kat edilmesine ve diğer ülkelere kıyasla sektörel olarak teknolojilerin tutulmasına sebep olmuştur.

### **3.1.1. Gelişmiş Ülkelerde sektörel uygulama örnekleri**

VR, AR ve 3B Baskı teknolojilerinin farklı sektörlerde kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bu teknolojiler kimi sektörlerde teorik bir kavram iken kimisinde aktif kullanılan bir iş ya da eğitim aracı olarak görülmektedir. Pazarın hızla büyümesinden dolayı her geçen gün bu teknolojilerin kullanıldığı sektörler artmaktadır.

VR teknolojisinin kullanıldığı alanlara ordu [54], eğitim [55,56], sağlık [56-58], eğlence [59,60], moda [60,61], tarih [12], yönetim [13], mühendislik [62], spor [63], medya [60], bilimsel görselleştirme [64], iletişim [65], inşaat [66], film [59,60], yazılım [67,68], oyun [69,70], psikoloji [71], dışçılık [72] gibi sektörler örnek verilebilir.

AR teknolojisinin kullanıldığı alanlara eğitim [43,44,74-76], sağlık [46,47], reklamcılık [33,77], bakım ve onarım [24,49,50], mimarlık ve dekorasyon [78] gibi sektörler örnek olarak verilebilir.

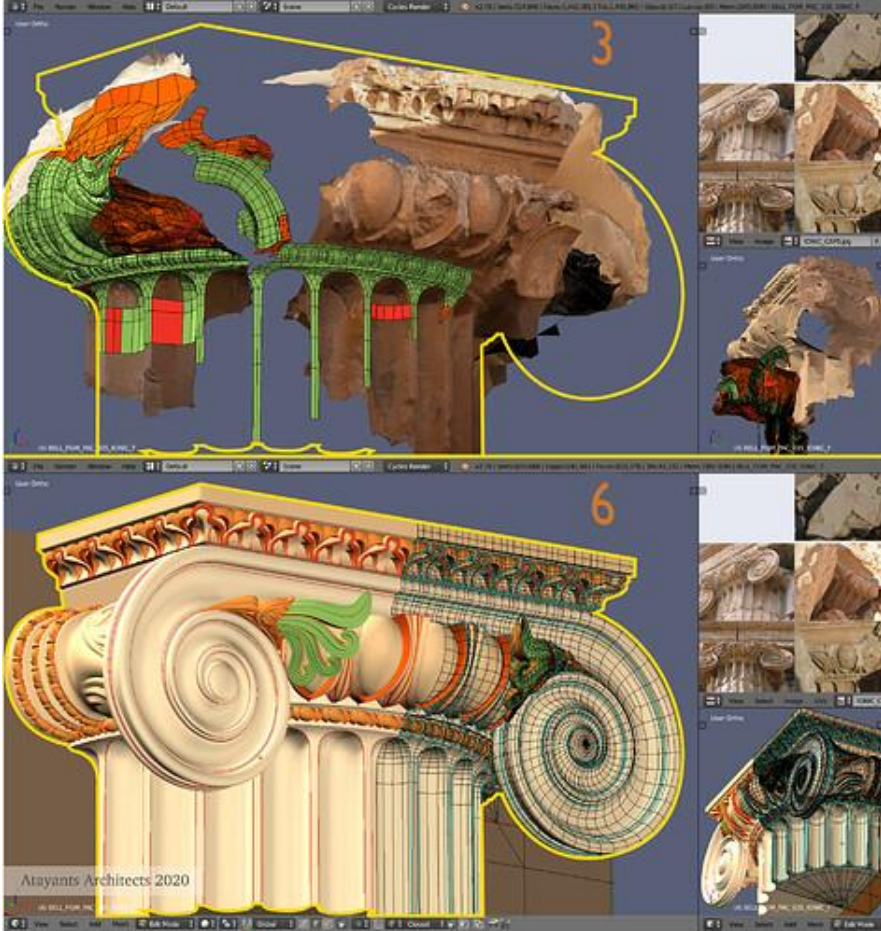
Sanat eserlerinin korunmasına ve aynı anda başka yerlerde sergilenmesine yönelik olarak da 3B baskı teknolojisinin kullanıldığı çalışmalar görülmektedir

[63]. Ek olarak hasarlı sanat eserlerinin eksik parçalarının da eserin taranması ve eksiklerin dijital ortamda tamamlanması ardından eklemeli imalat yöntemleri tamamlandığı çalışmalar mevcuttur [79,80]. Arkeolojik kazı alanlarından toplanan fotoğraflar üzerinden 3B veri oluşturularak sanal ortamda harabelerin kullanıldığı hallerini gezme imkanı sunmanın yanında bazı eserleri çimento esaslı baskı yöntemleri ile yeniden üretildiği çalışmalar da mevcuttur [81]. Bu tip çalışmalar Palmyra'da bulunan Bel tapınağının Londra'da kopyasının yapılması ile başlamıştır [25].



*Şekil 3.4: Suriye Palmyra'da bulunan Bel Tapınağının dijital olarak yeniden yapılması [82].*

2015 yılında yıkılan Bel tapınağı yıkıntıların taranması ve dijital ortamda tekrar yapılması ile sanal olarak gezilebilir hale gelmiştir. Bu verilerden yola çıkılarak çimento esaslı 3B Baskı yöntemleri ile tekrar modellenen tapınak Londra'da sergilenmektedir. Bu özelliği ile benzer restorasyon çalışmalarına öncü olan tapınak üzerinde detay çalışmaları devam etmektedir [83].



Şekil3.5: Suriye Palırmı'nda bulunan Bel Tapınağının restorasyonu [83].

Kompozit malzemelerin 3B yazıcılar ile basılabilmesi ile de bu teknolojinin yüksek teknoloji olarak kullanım alanı yüksek miktarda gelişmiştir. Kompozit olarak 3D baskı yöntemlerinin kullanıldığı sektörler otomotiv, denizcilik ve havacılık sektörleri [84,85], sağlık [86-88], meta materyal üretimi [89,90], özel amaçlı malzemelerin üretimi [85,91] örnek olarak verilebilir.

### 3.2. Türkiye’de AR, VR ve 3B Baskı’nın durumu

Türkiye için 3B Baskı teknolojisinin kullanımı daha eskiye dayanmaktadır. Bu alanda yaklaşık 20 yıllık geçmişe sahip olan Türkiye, 3B Baskı olarak ilk medikal implant uygulamasını 2003 yılında gerçekleştirmiştir. Günümüzde tıbbi alanda implant uygulamaları yalnızca GATA hastanesinde kurulan özel bir bölüm altında, ağırlıklı olarak kafatası, göğüs, çene gibi kemik yapıların kaza ya da silah yaralanmaları sonucu hasar alması durumunda yapılmaktadır. Bu bağlamda implant tedavilerin çoğunda yeterli imkan bulunmadığından Türkiye ithal olarak hizmet almaktadır.

3D-RP teknolojileri Türkiye için ağırlıklı olarak hobiciler üzerinden ilerlemektedir. Sektörel anlamda kullanımı az olsa da hobicilik anlamında seri üretime geçmiş firmalar mevcuttur. Sadece baskı hizmetinin yanında Microzey, Uzaras gibi yerli filament üretici firmalarda mevcuttur. Bunun yanında özel amaçlı 3D-RP teknolojilerine sahip Başaran Teknoloji ve Tusaş gibi firmalar da Türkiye’deki büyük oyuncular olarak sayılabilir.

VR teknolojisi ise dünya pazarına benzer şekilde büyük ölçekte oyun sektörü tarafından yönetilmektedir. VR teknolojisi, Türkiye’de özellikle eğitim, eğlence ve emlak sektörlerinde popülerdir. Eğitim alanında, VR simülasyonları tıp ve mühendislik gibi alanlarda pratik eğitim aracı olarak kullanılırken, emlak sektöründe potansiyel alıcılara uzaktan mülk gezintisi yapma imkanı sunulmaktadır. Bunun yanında binaların ve işletmelerin görselleştirilmesi ve sunum hazırlanmasında da kullanıldığı görülmektedir.

Türkiye’de AR teknolojisi, özellikle eğitim, perakende ve pazarlama alanlarında kullanılmaktadır. Eğitim sektöründe, AR uygulamaları öğrencilere interaktif ve görsel bir öğrenme deneyimi sunarken, perakende ve pazarlama sektörlerinde ise müşteri deneyimini zenginleştirmek için kullanılmaktadır.

Bu gelişmeleri destekleyecek nitelikte, bazı üniversitelerde yeni 3D-RP ve VR, AR laboratuvarları kurulmakta ve bu alanlarda dersler açılmaktadır. Eğitimdeki yönelim değişimi mezun kalitesi ve bilgi birikimini etkileyeceği gibi ülkedeki teknolojinin benimsenme seviyesini de artıracaktır. Özellikle savunma ve uzay

sanayisine büyük miktarda yatırım yapan Türkiye'nin, gelecekte bu teknolojilerin üzerine daha da eğilerek kullanımını artırması beklenmektedir.

Bu teknolojilerin kullanımının artması, Türkiye'nin dijital dönüşüm sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, yerel girişimciler ve şirketler bu alanlarda yenilikçi çözümler geliştirerek uluslararası pazarda rekabet edebilir hale gelmeye başlamışlardır. Önümüzdeki yıllarda AR, VR ve 3B baskının daha da yaygınlaşması ve çeşitli sektörlerde daha fazla kullanılması beklenmektedir.

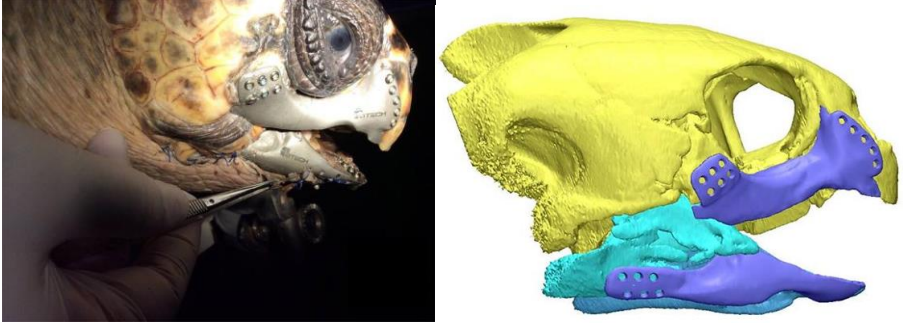
### **3.2.1 Türkiye'de Sektörel Uygulama Örnekleri**

Türkiye'de ticari olarak 3B baskı hizmeti veren firmalar mevcuttur. Bu firmaların kapasitesi değişmekle beraber güncel teknolojilerin pek çoğu Türkiye içerisinde bulunmaktadır. Metal, biopolimer, fotopolimer, 3B metal döküm, impac jet vb. teknolojilerin ek olarak 4x2x1 metre baskı ölçülerine endüstriyel çözümler içeren 3B baskı hizmetleri Türkiye de mevcuttur [92]. Yerli firmalarımızdan olan Başaran Yenilikçi Teknolojiler, Tulga ile ortaklık kurarak 4 adet 3B baskı ile üretilmiş araç prototipini görücüye çıkartmıştır [93].



Şekil 3.6: Başaran Teknoloji ve Tulga ortaklığı ile 3B baskı teknolojileri kullanılarak üretilen yerli araç prototipleri [93].

Sağlık sektörü için yine Türkiye içerisinde yapılan yapay dokuların 3B baskı yöntemleri ile üretilmesine yönelik [94], hasar alan kemiklerin 3B baskı yöntemleri ile üretilmiş yapay kemik iskelesi kullanılarak tedavi edilmesi [95,96], kişiye özel protezlerin üretilmesi gibi çalışmalar mevcuttur.



Şekil 3.7: Medikal sektörde faaliyet gösteren BTech firmasının kaplumbağa çenesi için ürettiği protez [97,98]

Sanal ortamların endüstriyel olarak kullanılması da yine sektörün talep ettiği yeniliklerden birisidir. Bu bağlamda fabrikaların sanal ortama aktarılması, iş güvenliği eğitimlerinin sanal ortamda verilmesi, sanal ortamda montaj ve süreç proseslerinin öğretilmesi/çalışılması gibi çözümler karşımıza çıkmaktadır. Bu çözümleri Türkiye de sunan firmaların başında ise ROT Studio gelmektedir [99]. Yapılan çalışmalarda iş güvenliği eğitimleri ve montaj süreçlerinin incelenmesi güvenli VR ortamlarında yapılabilmektedir.



Şekil 3.8: ROT Studio'nun montaj hattı sunumunda kullanmak için VR ortamında hazırladığı interaktif fabrika örneği [99].

Türkiye’de bulunan bazı turistik bölgelerin sanal olarak gezilebilmesi için de uygulamalar yapılmaktadır. 360tr.com çeşitli bölgelerin havadan 360 derece fotoğraflarını paylaşarak bölgeleri VR ortamında görebilmeyi mümkün kılmaktadır [100]. 3dmekeanlar.com ise benzer bir uygulamayı ağırlıklı olarak cami, han, müze vb. turistik mekanlar için yapmaktadır [101]. 360 VR Türkiye kanalı ise amatör olarak gezdiği turistik bölgeleri VR gözlük ile izlenebilir olarak Youtube aracılığı ile yayınlamaktadır. Bunun yanında Otosan gibi firmalar çalışarak VR ortama uygun olarak hazırlanmış iş sağlığı ve güvenliği videoları gibi sektörel kullanıma uygun çalışmalar da yapmaktadır. [102]. Benzer gezi videolarını yapan farklı Türk Youtube Kanalları da bulmak mümkündür.

Sanal ortamların iletişimdeki gücü önceki bölümlerde bahsedilmiştir. Bu iletişim yöntemini kullanmak için T.C. İletişim Bakanlığı 15 Temmuz Darbe Girişiminin 4. Yıl dönümünde olayları anlatan bir VR videosu hazırlayarak resmi kanallarından yayınlamıştır. Bu özelliği ile bakanlıkların kullandığı ilk VR içeriği olma özelliğine sahiptir [103]. Güncel olarak T.C. Kültür ve Turizm bakanlığı müze ve ören yerlerini sanal ortamda gezilebilir şekilde sanalmuze.gov.tr adresi üzerinden ücretsiz olarak kullanıma sunmaktadır [104].

Bunun yanında 2000’lerde Türkiye’de popüler bir konsept olan internet kafeler bilgisayarların evlere girmesi ile yerlerini Playstation kafelere bırakmıştır. Ancak günümüzde bu teknolojilerin de yaygınlaşması ile artık VR kafe konseptlerinin olduğu görülmektedir. Özellikle büyük şehirlerde 8-10 kişi ekipler halinde oyunlar oynanabilen VR kafeler mevcuttur.

AR konusunda ise Türkiye 2023 yılında Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Ön Lisans Programı’nı İstanbul Cerrahpaşa Üniversitesinde açarak önemli bir adım atmıştır [105]. AR teknolojisini sektörel uygulamaya çevirmek üzerine yapılan çalışmalarda ise en çok çalışmanın eğitim alanında yapıldığı, devamında ise mühendislik uygulamalarının olduğu görülmüştür [106].

2022 yılında Ankara’da Türkiye’nin ilk AR müzesi açılmıştır. Müzenin telefon uygulaması ile, müze içerisinde gezerken eserlerin AR olarak etkileşime

girdiği bir deneyim sunulmaktadır [107]. Karabük Üniversitesi altı ortaklı bir proje ile geriatric bireylerde ilk yardım eğitimini AR kullanarak vermek üzere çalışmalar yapmaktadır [108].

## **4. Sanal Gerçeklik (VR), Arttırılmış Gerçeklik (AR) ve 3B Baskı Yeterlik Algısı Anketi**

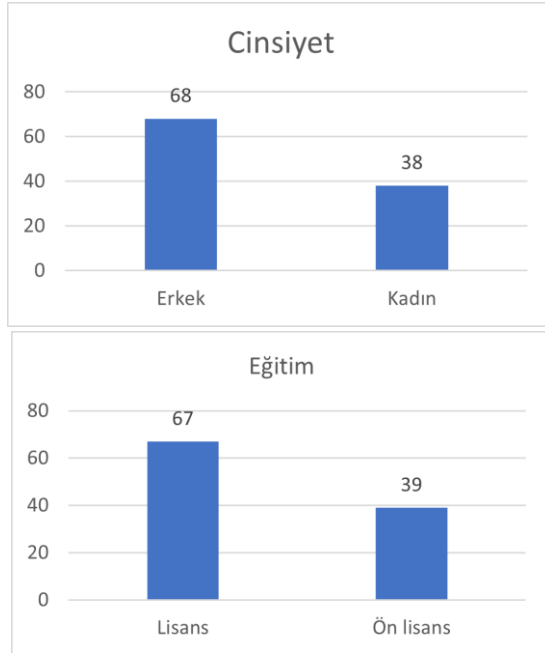
Bu bölümde "Sanal Gerçeklik (VR), Arttırılmış Gerçeklik (AR) ve 3B Baskı Yeterlik Algısı Anketi" sonuçları derinlemesine incelenmektedir. Anket, mesleki eğitim ve öğretim yüksekokullarındaki öğrenci ve profesyonellerin, bu üç çağdaş teknoloji alanındaki yeterlik algılarını ve bu becerilerin mesleki gelişimleri üzerindeki etkisini değerlendirmek üzere tasarlanmıştır. Toplam 106 katılımcıyla yürütülen bu çalışmanın amacı, VR, AR ve 3B Baskı teknolojilerinin eğitim ve iş dünyasındaki potansiyel rolünü ortaya koymak, bu teknolojilere yönelik bilgi düzeyleri ve beceri eksiklikleri ile bu teknolojilerin istihdam üzerindeki etkilerini anlamak ve analiz etmektir.

Katılımcıların demografik bilgileri, teknolojik becerilere yönelik tutumları ve bu becerilerin kariyer olanakları üzerindeki potansiyel etkileri hakkında değerli veriler sunan 15 soruluk anket, sektörel dağılım ve ilgili alanlardaki bilgi düzeylerine de ışık tutmaktadır. Anketin sonuçları, bu yeni ve dinamik teknoloji alanlarına yönelik eğitim ve kariyer gelişim planlarını, eğitimdeki yerini ve sektördeki önemini belirleme amacını gütmektedir.

Elde edilen bulgular, katılımcıların VR, AR ve 3B Baskı teknolojilerine yönelik algılarını, öğrenme motivasyonlarını ve bu alanlardaki uzmanlık gelişimi için gereken desteği ortaya koyarak, eğitim ve iş dünyasında bu becerilerin nasıl daha iyi entegre edilebileceğine dair kapsamlı bir anlayış sağlamaktadır. Devlet ve eğitim kurumlarının bu teknolojik beceri setlerini teşvik etme rolünü de içeren analizimiz, politika yapımcılar ve eğitim kurumları için stratejik öneriler sunmayı hedeflemektedir. Bu inceleme, AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerinin eğitim ve iş dünyasında giderek artan önemini vurgulayarak, sektördeki beceri boşluklarını kapatma ve inovasyon kapasitesini genişletme yollarını araştırmaktadır.

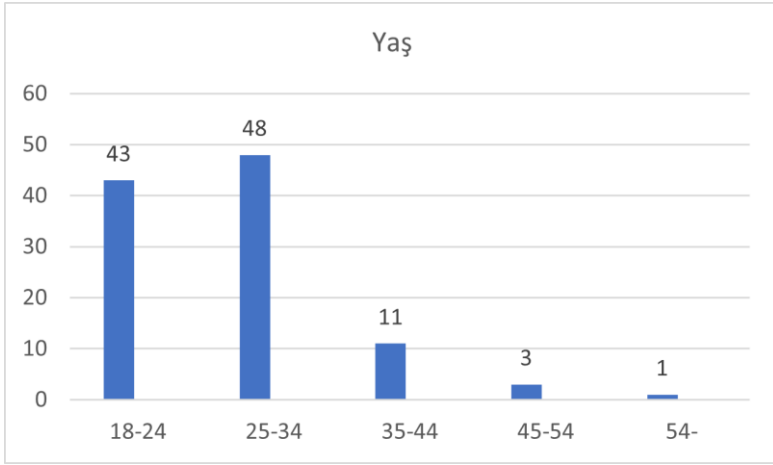
#### 4.1 Demografik Profil ve Sektörel Dağılım

Anket sorularında demografik yapının belirlenmesi için (*cinsiyet, yaş, eğitim durumu ve sektör*) 4 adet soru sorulmuştur. Yaş sınıfları anketin hedef kitlesi olan yetişkinlere göre ve farklı yetişkin gruplarına uygun (*genç yetişkin, yetişkin, orta yaş vb.*) olacak şekilde belirlenmiştir. Eğitim durumu anketin hedef kitlesine uygun olarak yalnızca lisans ve ön lisans olarak seçenekleri ile belirlenmiştir. Sektör seçiminde projenin alt kırılımlarında verilen sektörler verilmiş, ek olarak diğer seçeneği konularak alan dışı kalan sektörlerin de işaretlenebilmesi sağlanmıştır.



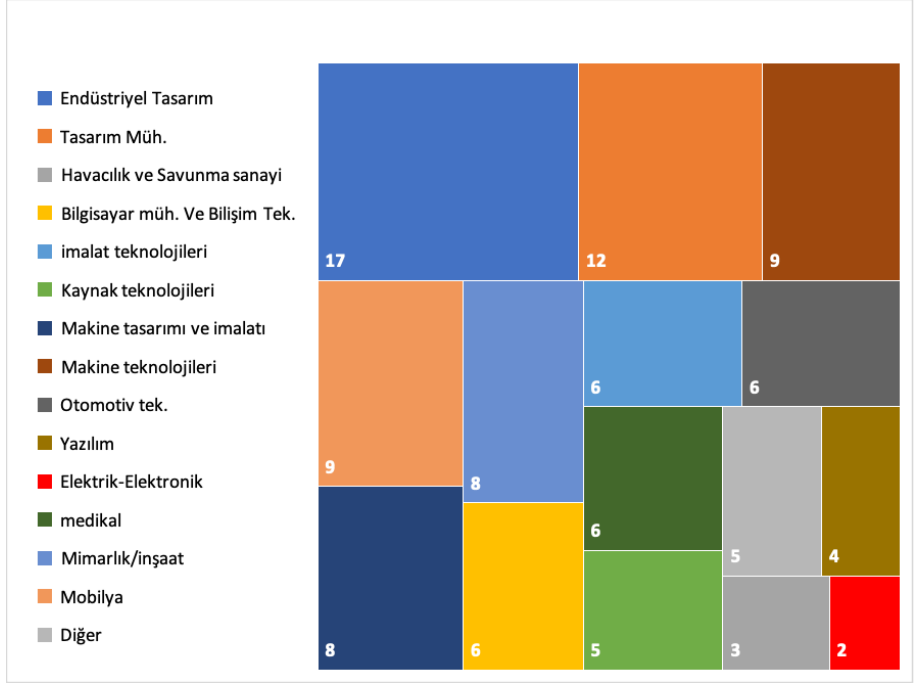
Şekil 4.1: Ankete katılanların demografik yapısı.

Ankete katılanların %64'ü erkek (68 kişi), %36'sı kadındır (38 kişi). Ankete katılanların %63'ü lisans mezunu (67 kişi), %37'si ön lisans mezunudur. (39 kişi).



Şekil 4.2: Anketi dolduranların yaş dağılımı

Yapılan ankette en büyük yaş grubu %45 ile 25-34 yaş aralığındadır (48 kişi). Bu grubu %40 ile 18-24 yaş aralığındaki katılımcılar (43 kişi) takip etmektedir. Diğer yaş grupları oldukça az temsil edilmiştir; 35-44 yaş grubundan 11, 45-54 yaş grubundan 3 ve 54 yaş üstü grubundan sadece 1 kişi anketi doldurmuştur.

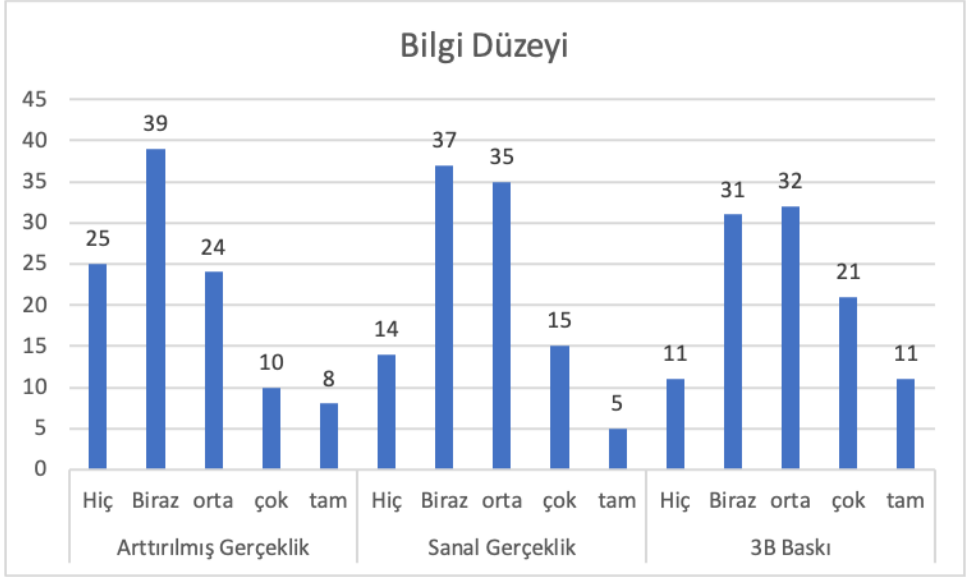


Şekil 4.3: Anketi dolduranların sektörel dağılımı

Katılımcıların çoğunluğu Endüstriyel Tasarım (%16, 17 kişi) ve Makine Teknolojileri (%17, 9 kişi) sektörlerinde çalışmaktadır. Havacılık ve Savunma Sanayi (%11, 12 kişi) ve Mobilya (%15, 8 kişi) da diğer öne çıkan sektörlerdir. Diğer kategorisinde 9 kişi yer almakta ve bu dağılım, sektörler arası çeşitliliği göstermektedir.

Arttırılmış Gerçeklik alanında katılımcıların %35'i bu alanda "çok" bilgiye sahipken, %35'i "biraz" bilgi düzeyinde işaretlemeleri yapmıştır. "Tam" bilgi düzeyinde olanların oranı ise sadece %5'tir. Sanal Gerçeklik alanında "Hiç" bilgiye sahip olanların oranı %24, "biraz" bilgiye sahip olanların oranı %38, "orta" düzeyde bilgiye sahip olanların oranı %23. "Çok" ve "tam" bilgi düzeyindeki kişilerin oranları sırasıyla %10 ve %1'dir. 3B Baskı alanında "biraz" ve "orta" bilgi düzeyindeki katılımcıların oranları sırasıyla %30 ve %31.

"Çok" bilgi düzeyinde olanların oranı %20 iken "tam" bilgiye sahip olanlar %4'tür.



Şekil 4.4: Ankete katılanların AR, VR ve 3B Baskı alanlarındaki bilgi düzeyi

Anket verilerine göre, 3B Baskı teknolojisi, katılımcılar arasında diğer iki teknolojiye göre daha yaygın ve iyi anlaşılmiş bir durumda görülmektedir. Katılımcıların çoğu "biraz", "orta" ve "çok" bilgi seviyesine sahiptir, bu da 3B baskının hem endüstriyel tasarım hem de üretim süreçlerinde geniş bir kabul gördüğünü ve kullanıldığını göstermektedir. Özellikle, prototipleme ve ürün geliştirmede kullanımının yaygınlığı, bu teknolojinin katı bir şekilde oturmuş durumda olduğunu işaret etmektedir.

Arttırılmış Gerçeklik alanında, özellikle havacılık ve savunma gibi yüksek teknoloji gerektiren sektörlerde iyi bir bilgi düzeyine sahip kullanıcıların ankete katıldığı tespit edilmiştir. Bu sonuç arttırılmış gerçekliğin karmaşık iş süreçlerinde, özellikle eğitim ve onarım gibi alanlarda, kullanımının önemine işaret etmektedir. Katılımcıların büyük bir kısmının "çok" ya da "biraz" bilgi

düzeyine sahip olması, arttırılmış gerçekliğin pratik uygulamalarının farkında olduklarını ve bu teknolojiye olan ilginin arttığını göstermektedir.

Sanal Gerçeklik ise görece daha az anlaşılmiş bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Katılımcılar arasında "hiç" bilgiye sahip olanların yüksek oranda olması, bu teknolojinin diğer 3B Baskı ve Arttırılmış Gerçeklik teknolojilerine göre daha az yaygın olduğunu göstermektedir. Ancak, sanal gerçekliğin eğitim, simülasyon ve eğlence sektörlerinde potansiyel uygulamaları düşünüldüğünde, bu teknolojinin gelecekte daha geniş bir kabul görebileceğini ve bilgi düzeylerinin artabileceğini öngörülmektedir.

Sonuç olarak, 3B Baskı, mevcut durumda en olgun ve yaygın kullanıma sahip teknoloji olarak öne çıkarken, arttırılmış gerçeklik belirli sektörlerde güçlü bir ilgi ve uygulama alanı bulunmaktadır. Sanal gerçeklik ise, diğer iki teknolojiye göre daha az yaygın olmakla birlikte, büyüme ve gelişme potansiyeli taşıyan bir alan olarak dikkat çekmektedir. Her üç teknoloji de kendi sektörlerinde benzersiz avantajlar ve uygulamalar sunmakta ve bu alanlardaki bilgi ve uzmanlık düzeyleri zamanla ve sektörel ihtiyaçlara göre değişiklik göstermektedir.

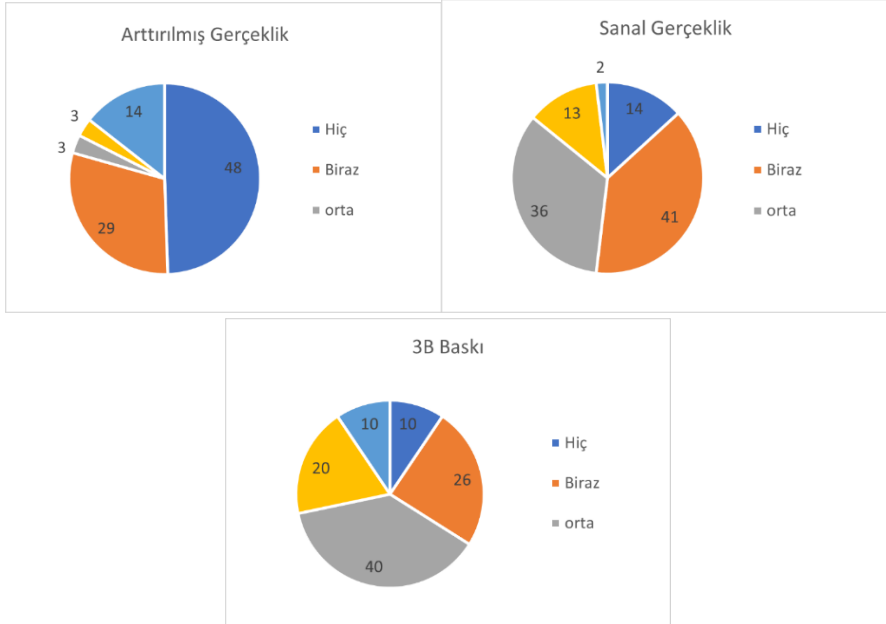
#### **4.2 Anket Soruları**

Ankette katılımcılara AR, VR ve 3B baskı teknolojilerinin her birinden 15 soru yönlendirilmiştir. Katılımcılara AR, VR ve 3B baskı konusunda bilgi, eğitim, eğitim kapsamı, beceri düzeyi, geçmiş iş deneyimi gibi sorular "hiç" ve "tam" aralığına denk gelecek şekilde 5 şık sayısı ile sorulmuştur. Sorularda ilgili alandaki genel bilgi düzeyine ek olarak, bu alanda alınan eğitim, eğitimdeki detay ve kullanılan kaynak yeterliliklerinin de ölçülmesi amaçlanmıştır. Devamında bu alanlardaki güncel haberlerin takibi, istihdam imkanları konusundaki düşünceleri ve devlet kurumlarının bu alana yönelik destekleri hakkında sorular ile sektörün günümüz ve geleceğine dair düşünceleri hakkında bilgi toplamak amaçlanmıştır.

Soruların yönlendirici olmaması, amaçlanan verinin doğru ölçülmesi açısından ölçme değerlendirme uzmanlarından destek alınmıştır. Bu bölümde

3. Derece alt başlıklarda sorulan sorular ve toplanan veriler ışığında ulaşılan yorumlar detaylı bir şekilde verilmektedir.

#### 4.2.1. AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerine ne kadar aşinasınız?



Şekil 4.5: AR, VR ve 3B baskı teknolojilerine aşinalık düzeyi

Anket verilerine göre, katılımcıların Arttırılmış Gerçeklik (AR) teknolojisine aşinalığı konusunda katılımcıların %21,7'si hiçbir bilgiye sahip olmadığını, %45,3'ü biraz bilgiye sahip olduğunu, %27,4'ü orta düzeyde bilgiye sahip olduğunu, %2,8'i çok bilgiye sahip olduğunu ve yine %2,8'i tam olarak bilgiye sahip olduğunu belirtmiştir. Bu veriler, katılımcıların çoğunun AR teknolojisine bir dereceye kadar aşina olduğunu, ancak genel olarak derin bir bilgi veya tam anlayışa sahip olmadıklarını göstermektedir.

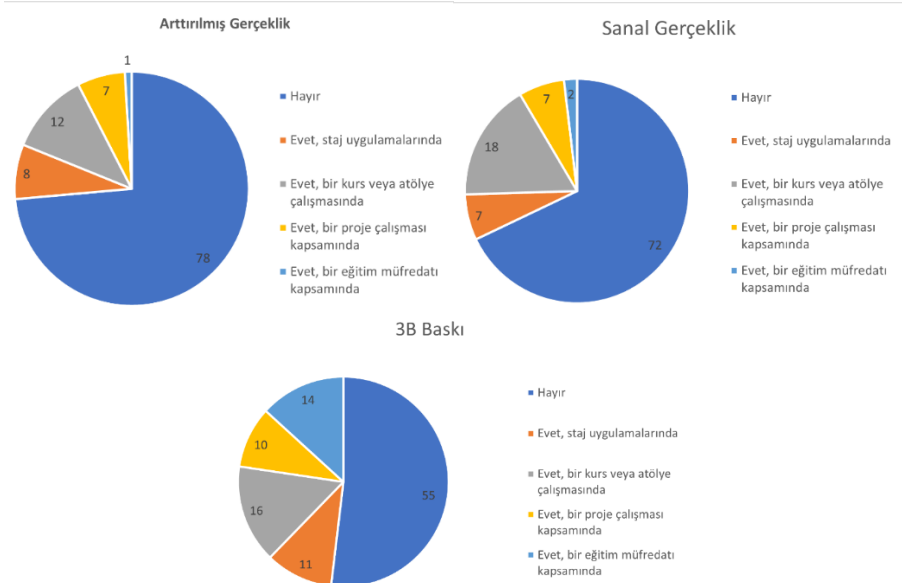
Sanal Gerçeklik (VR) teknolojisine aşinalıkta katılımcıların %13,2'si hiçbir bilgiye sahip olmadığını, %38,7'si biraz bilgiye sahip olduğunu, %34'ü orta

düzye bilgiye sahip olduğunu, %12,3'ü çok bilgiye sahip olduğunu ve %1,9'u tam olarak bilgiye sahip olduğunu ifade etmiştir. VR, katılımcılar arasında nispeten yüksek bir aşinalık düzeyine sahip ve önemli bir yüzdesi orta veya daha yüksek bir bilgi düzeyine sahiptir.

3B Baskı teknolojisinde ise, %9,4'ü hiçbir bilgiye sahip olmadığını, %24,5'i biraz bilgiye sahip olduğunu, %37,7'si orta düzeyde bilgiye sahip olduğunu, %18,9'u çok bilgiye sahip olduğunu ve %9,4'ü tam olarak bilgiye sahip olduğunu belirtmiştir. Bu oranlar, 3B Baskı teknolojisine olan aşinalığın oldukça yüksek olduğunu ve katılımcılar arasında bu teknolojiye yönelik önemli bir bilgi birikiminin bulunduğunu göstermektedir.

Bu yorumlar, katılımcıların teknolojik becerilerinin ve bilgi düzeylerinin, özellikle Sanal Gerçeklik ve 3B Baskı teknolojilerinde oldukça yüksek olduğunu, Arttırılmış Gerçeklik teknolojisinde ise daha az uzmanlık seviyesine sahip olduklarını göstermektedir. Sanal Gerçeklik ve 3B Baskı'nın yüksek oranda "orta" ve üzeri bilgiye sahip olması, bu teknolojilerin eğitimde, endüstride ve tüketici elektroniğinde daha geniş bir kullanım alanına sahip olduğunu ve katılımcıların bu alanlarda daha fazla deneyim kazandıklarını işaret edebilir. Öte yandan, Arttırılmış Gerçeklik'in daha niş bir alanda kalması, bu teknolojinin uygulamalarının daha sınırlı veya özel olduğunu düşündürebilir. Bu bulgular, özellikle Sanal Gerçeklik ve 3B Baskı teknolojilerinin eğitimde ve mesleki gelişimde önemli bir yer tutabileceğini ve ileride bu teknolojilere olan talebin ve bilgi düzeyinin artabileceğini göstermektedir.

#### 4.2.2. AR, VR veya 3B Baskı konusunda herhangi bir resmi eğitim veya öğretim aldınız mı?



Şekil 4.6: AR, VR veya 3B Baskı konusunda geçmiş eğitim bilgisi

Anket verileri, Arttırılmış Gerçeklik (AR), Sanal Gerçeklik (VR) ve 3B Baskı teknolojilerinde resmi eğitim veya öğretim alımını değerlendirmektedir. AR teknolojisi konusunda, katılımcıların %73,6'sı herhangi bir resmi eğitim almadıklarını belirtmiştir. Sadece %7,5'i bir kurs veya atölye çalışmasına katıldığını, %11,3'ü staj uygulamalarında deneyim kazandığını, %6,6'sı bir proje çalışmasında yer aldığını ve %0,9'u eğitim müfredatı kapsamında bu teknolojiyi öğrendiğini ifade etmiştir.

VR teknolojisinde, %67,9 katılımcı resmi bir eğitim almadığını belirtirken, %6,6'sı bir kurs veya atölye çalışmasına katıldığını, %17'si staj uygulamalarında bu teknolojiyle çalıştığını, %6,6'sı bir proje çalışmasında tecrübe edindiğini ve %1,9'u eğitim müfredatı içinde VR teknolojisini öğrendiğini bildirmiştir.

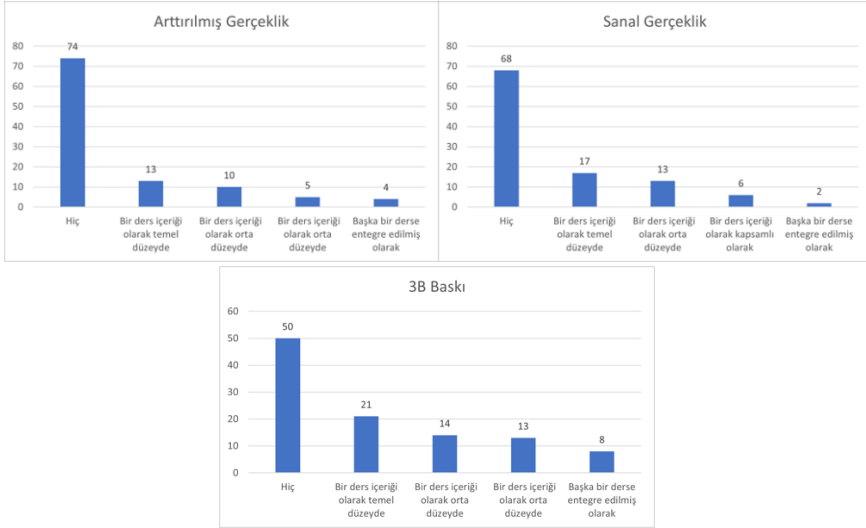
3B Baskı alanında ise, katılımcıların %51,9'u herhangi bir resmi eğitim almadıklarını ifade ederken, %10,4'ü bir kurs veya atölye çalışmasına, %15,1'i staj uygulamalarına, %9,4'ü bir proje çalışmasına katıldığını ve %13,2'si eğitim müfredatı kapsamında 3B Baskı teknolojisi öğrenimi gördüğünü belirtmiştir.

Bu verilere dayanarak, 3B Baskı teknolojisi katılımcılar arasında en yüksek resmi eğitim oranına sahiptir. AR ve VR teknolojilerine göre daha fazla katılımcı 3B Baskı teknolojisi konusunda eğitim almış ve bu alanda resmi öğretim veya öğrenim yollarını tercih etmiştir. VR ve AR teknolojilerinin daha az resmi eğitim oranlarına sahip olması, bu alanlarda resmi eğitim programlarının erişilebilirliğinin daha düşük olabileceğini veya katılımcıların bu teknolojileri bağımsız veya resmi olmayan yollarla öğrenmeye daha meyilli olabileceklerini gösteriyor. Bu, eğitim sağlayıcıları için, AR ve VR öğretim programlarını geliştirme ve genişletme konusunda bir fırsat olarak değerlendirilebilir.

#### **4.2.3. Eğitim müfredatınızda AR, VR ve 3B Baskı ne ölçüde ele alındı?**

Anket sonuçları, Arttırılmış Gerçeklik (AR), Sanal Gerçeklik (VR) ve 3B Baskı teknolojilerinin eğitim müfredatlarında nasıl ele alındığını değerlendirmektedir. Bu sonuçlara göre Arttırılmış Gerçeklik (AR) konusunda, katılımcıların %69,8'i herhangi bir müfredat içerisinde bu konuda eğitim almadıklarını belirtmiştir. Yaklaşık %12,3'ü temel düzeyde, %9,4'ü orta düzeyde ve %4,7'si kapsamlı olarak bir ders içeriğinde AR ile ilgili eğitim aldığını ifade etmiştir. Başka bir derse entegre edilmiş şekilde AR eğitimi alanların oranı ise %3,8'dir.

Sanal Gerçeklik (VR) için, katılımcıların %64,2'si müfredatta bu konuya yer verilmediğini bildirmiştir. %16'sı temel düzeyde, %12,3'ü orta düzeyde ve %5,7'si kapsamlı olarak ders içeriğinde VR eğitimi aldığını belirtmiştir. Entegre edilmiş bir ders kapsamında VR eğitimi alanların oranı ise %1,9 olarak belirlenmiştir.

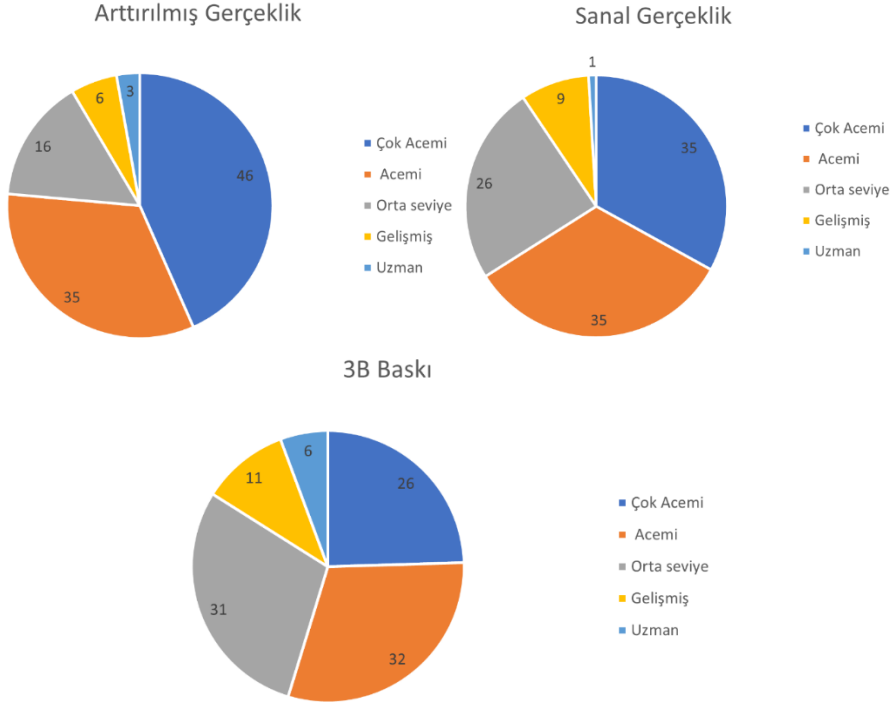


Şekil 4.7: Eğitim müfredatında AR, VR ve 3B Baskı teknolojileri detayı

3B Baskı teknolojisi açısından, katılımcıların %47,2'si müfredatta bu konuda eğitim almadıklarını, %19,8'i temel düzeyde, %13,2'si orta düzeyde ve %12,3'ü kapsamlı olarak 3B Baskı eğitimi aldıklarını belirtmiştir. Diğer derslere entegre edilmiş şekilde 3B Baskı eğitimi alanların oranı ise %7,5'tir.

Bu veriler ışığında, 3B Baskı teknolojisinin eğitim müfredatlarında diğer iki teknolojiye göre daha fazla yer bulunduğu ve daha kapsamlı bir şekilde ele alındığı görülmektedir. AR ve VR eğitimlerinin daha az yaygın olduğu anlaşılmakta, bu da bu alanlarda eğitim içeriklerinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu teknolojilerin eğitimdeki varlığının artırılması, öğrencilerin iş dünyasının gereksinimlerine daha iyi hazırlanmalarına yardımcı olabilir.

#### 4.2.4. AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerini kullanma konusundaki beceri seviyenizi değerlendiriniz.



Şekil 4.8: AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerini kullanma becerisi

Arttırılmış Gerçeklik alanında katılımcıların %43,4'ü kendilerini "Çok Acemi" olarak tanımlarken, %33'ü "Acemi", %15,1'i "Orta seviye", %5,7'si "Gelişmiş" ve %2,8'i "Uzman" olarak değerlendirmiştir.

Sanal Gerçeklik konusunda %33'ü "Çok Acemi" ve yine %33'ü "Acemi" olduğunu belirtmiştir. "Orta seviye" beceriye sahip olduğunu söyleyenlerin oranı %24,5 iken, %8,5'i "Gelişmiş" ve %0,9'u "Uzman" seviyesinde olduğunu ifade etmiştir.

3B Baskı teknolojisinde ise, katılımcıların %24,5'i "Çok Acemi", %30,2'si "Acemi", %29,2'si "Orta seviye", %10,4'ü "Gelişmiş" ve %5,7'si "Uzman" olarak kendini tanımlamıştır.

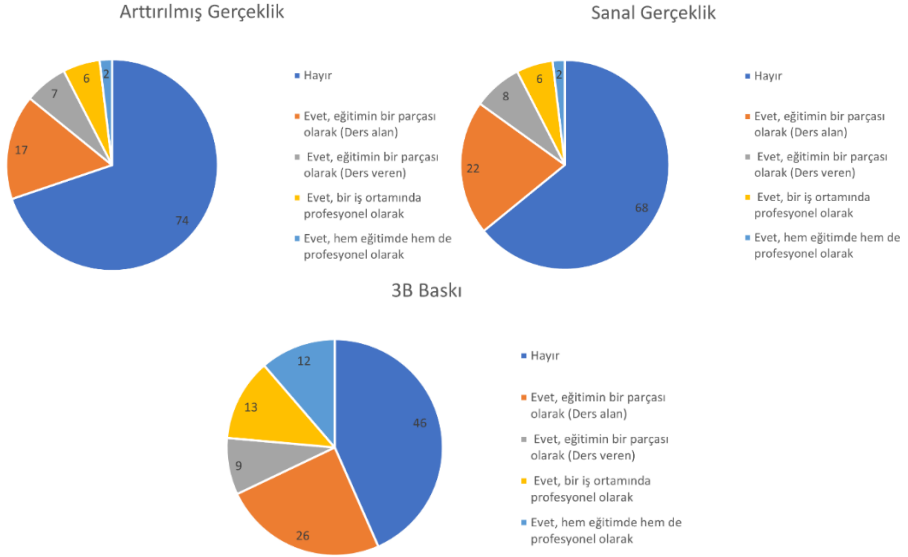
Bu veriler, 3B Baskı teknolojisinin diğerlerine kıyasla katılımcılar arasında daha yüksek beceri seviyelerine sahip olduğunu göstermektedir. AR ve VR teknolojilerinde, katılımcıların büyük bir kısmı daha düşük beceri seviyelerinde yer alırken, 3B Baskı'da daha fazla kişinin orta ve üst düzey becerilere sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, 3B Baskı teknolojisinin katılımcılar tarafından daha yaygın kullanıldığına ve bu alanda daha fazla deneyim kazanıldığına gösterebilecek niteliktedir. Sanal ve artırılmış gerçeklikteki daha düşük beceri seviyeleri, bu teknolojilerin kullanımının henüz yaygınlaşmadığını veya bu alanlarda daha fazla eğitim ve pratik fırsatına ihtiyaç duyulduğunu gösteriyor şeklinde yorumlanabilir.

#### **4.2.5. Hiç AR, VR veya 3B Baskı içeren bir proje üzerinde çalıştınız mı?**

Arttırılmış Gerçeklik (AR) teknolojisiyle ilgili, katılımcıların %69,8'i hiç proje deneyimine sahip olmadığını belirtmiştir. Eğitimin bir parçası olarak ders alanlar %16, eğitim ve profesyonel ortamda deneyim kazananlar %5,7 ve eğitimin bir parçası olarak ders verenler %1,9 olmuştur.

Sanal Gerçeklik (VR) teknolojisinde, katılımcıların %64,2'si herhangi bir proje deneyimine sahip olmadığını ifade etmiş. Ders alanlar %20,7, profesyonel ortamda çalışanlar %7,5 ve hem eğitimde hem de profesyonel olarak deneyim sahibi olanlar %5,7'dir. Ders verenlerin oranı %1,9 olarak kaydedilmiştir.

3B Baskı teknolojisi konusunda ise, %43,4 katılımcı herhangi bir proje deneyimine sahip olmadığını, %24,5'i eğitim kapsamında ders alan, %8,5'i profesyonel ortamda çalışan ve %12,3'ü hem eğitimde hem de profesyonel ortamda deneyim kazanan olarak belirtmiştir. Ders verenler ise %11,3'lük bir kesimi oluşturmuştur.



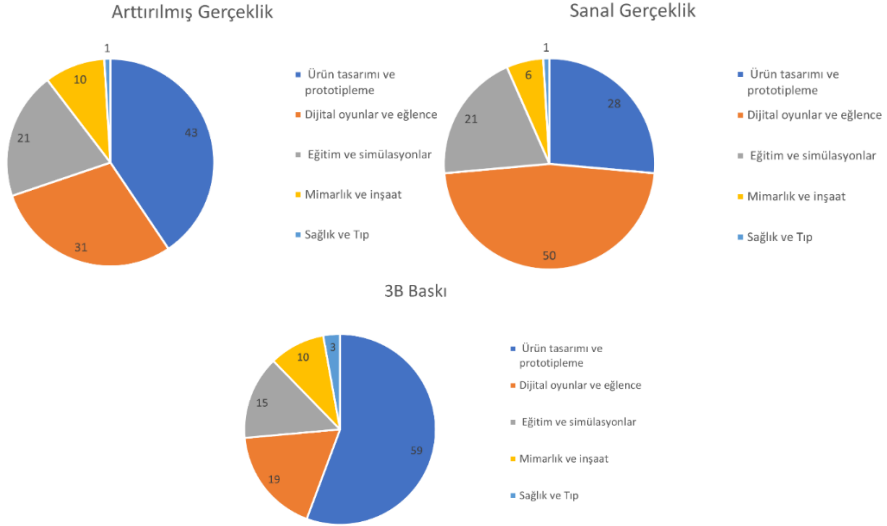
Şekil 4.9: AR, VR ve 3B Baskı alanlarında çalışma oranları

Bu verilere göre, 3B Baskı teknolojisiyle ilgili proje deneyimi olan katılımcıların oranı AR ve VR'a kıyasla daha yüksektir. Bu durum, 3B Baskı teknolojisinin eğitim ve iş dünyasında daha yaygın bir şekilde kullanıldığını ve bu alanda daha fazla pratik uygulama fırsatı sunulduğunu göstermektedir. AR ve VR teknolojilerinde proje deneyimi daha az yaygınken, 3B Baskıda hem eğitimde hem de iş ortamında deneyim kazanma oranlarının yüksek olması, bu teknolojinin çok yönlü kullanımına işaret etmektedir.

#### 4.2.6. AR, VR ve 3B Baskı uygulamalarından en çok hangilerine aşinasınız?

Arttırılmış Gerçeklik (AR) alanında, katılımcıların %40,6'sı ürün tasarımı ve prototipleme alanında en aşına olduklarını belirtmiş, %29,2'si dijital oyunlar ve eğlence, %19,8'i eğitim ve simülasyonlar, %9,4'ü mimarlık ve inşaat ve %0,9'u sağlık ve tıp alanlarında deneyime sahip olduklarını ifade etmiştir (Şekil 4.10).

Sanal Gerçeklik (VR) konusunda ise, katılımcıların %47,2'si dijital oyunlar ve eğlence alanında en çok deneyime sahip olduklarını, %26,4'ü ürün tasarımı ve prototipleme, %19,8'i eğitim ve simülasyonlar, %5,7'si mimarlık ve inşaat ve %0,9'u sağlık ve tıp alanında aşına olduklarını bildirmiştir.



Şekil 4.10: AR, VR ve 3B Baskı teknolojileri tanınırlık oranı

3B Baskı teknolojisiyle ilgili olarak, %55,7 katılımcı ürün tasarımı ve prototipleme alanında en aşına olduklarını, %17,9'u dijital oyunlar ve eğlence, %14,2'si eğitim ve simülasyonlar, %9,4'ü mimarlık ve inşaat ve %2,8'i sağlık ve tıp alanlarında deneyimli olduklarını belirtmiştir.

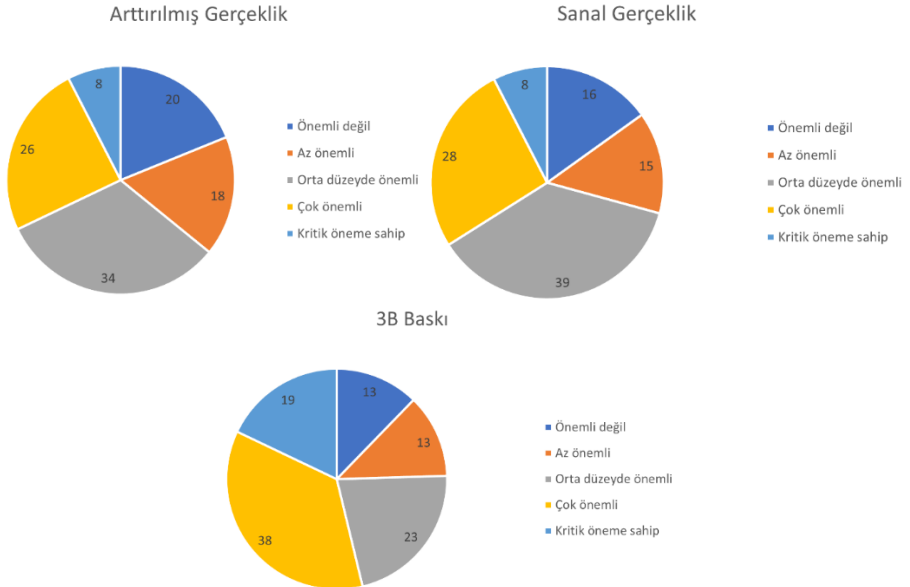
Bu verilere göre, 3B Baskı, katılımcılar arasında ürün tasarımı ve prototipleme alanında yüksek düzeyde aşinalıkla öne çıkmaktadır. AR ve VR teknolojilerinde de ürün tasarımı ve prototipleme ile eğitim ve simülasyonlar önemli uygulama alanları olarak karşımıza çıkmakta, ancak VR özellikle dijital oyunlar ve eğlence alanında daha yüksek bir aşinalık düzeyine sahiptir. Sağlık ve tıp alanında ise, her üç teknolojiye de aşinalık düzeyleri göreceli olarak daha düşük kalmıştır. Bu bulgular, teknolojilerin eğitim ve profesyonel

gelişimde nasıl entegre edilebileceği konusunda yol gösterici bilgi niteliği taşımaktadır.

#### 4.2.7. AR, VR ve 3B Baskı becerilerinin imalat sektöründeki kariyeriniz için ne kadar önemli olduğunu düşünüyorsunuz?

Arttırılmış Gerçeklik (AR) için, katılımcıların %18,9'u becerilerin önemli olmadığını düşünürken, %17 "Az önemli", %32,1 "Orta düzeyde önemli", %24,5 "Çok önemli" ve %7,5 "Kritik öneme sahip" olarak değerlendirmiştir (Şekil 4.11).

Sanal Gerçeklik (VR) alanında, %15,1 önemsiz bulurken, %14,2 "Az önemli", %36,8 "Orta düzeyde önemli", %26,4 "Çok önemli" ve %7,5 "Kritik öneme sahip" olarak görüş bildirmiştir.



Şekil 4.11: AR, VR ve 3B Baskı becerilerinin imalat sektörü kariyerindeki önemi

3B Baskı teknolojisi konusunda ise, %12,3 katılımcı önemli olmadığını belirtmiş, %12,3 "Az önemli", %21,7 "Orta düzeyde önemli", %35,8 "Çok önemli" ve %17,9 "Kritik öneme sahip" olduğunu düşünmektedir.

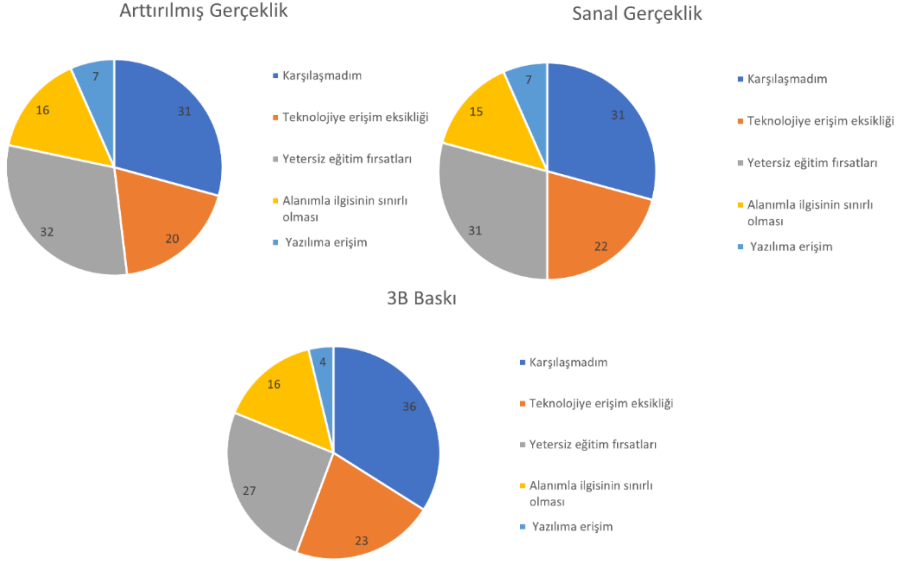
Bu verilere göre, 3B Baskı becerileri, katılımcılar arasında imalat sektörü için en yüksek öneme sahip olarak değerlendirilmiştir. "Çok önemli" ve "Kritik öneme sahip" olarak değerlendirenlerin oranı, AR ve VR'a göre daha yüksektir. Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik de önemli olarak kabul edilmekle birlikte, 3B Baskı becerilerinin imalat sektöründe kariyer yolu için daha belirleyici olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar, özellikle 3B baskının sektördeki teknolojik ilerlemeler ve yenilikçi üretim süreçleriyle daha yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

#### **4.2.8. AR, VR ve 3B Baskı hakkında bilgi edinirken veya bunları kullanırken ne gibi engellerle karşılaştınız?**

Arttırılmış Gerçeklik (AR) konusunda, katılımcıların %29,2'si herhangi bir engelle karşılaşmadığını belirtirken, %18,9'u teknolojiye erişim eksikliği, %30,2'si yetersiz eğitim fırsatları, %15,1'i alanın karmaşıklığı ve %6,6'sı yazılıma erişim engelleriyle karşılaştığını ifade etmiştir (Şekil 4.12).

Sanal Gerçeklik (VR) teknolojisi için, katılımcıların %29,2'si bir engelle karşılaşmadıklarını, %20,8'i teknolojiye erişim eksikliği, %29,2'si yetersiz eğitim fırsatları, %14,2'si alanın karmaşıklığı ve %6,6'sı yazılıma erişim sorunları yaşadıklarını bildirmiştir.

3B Baskı teknolojisinde ise, katılımcıların %34'ü herhangi bir engelle karşılaşmadıklarını, %21,7'si teknolojiye erişim eksikliği, %25,5'i yetersiz eğitim fırsatları, %15,1'i alanın karmaşıklığı ve %3,8'i yazılıma erişim engelleriyle yüz yüze geldiklerini belirtmiştir.



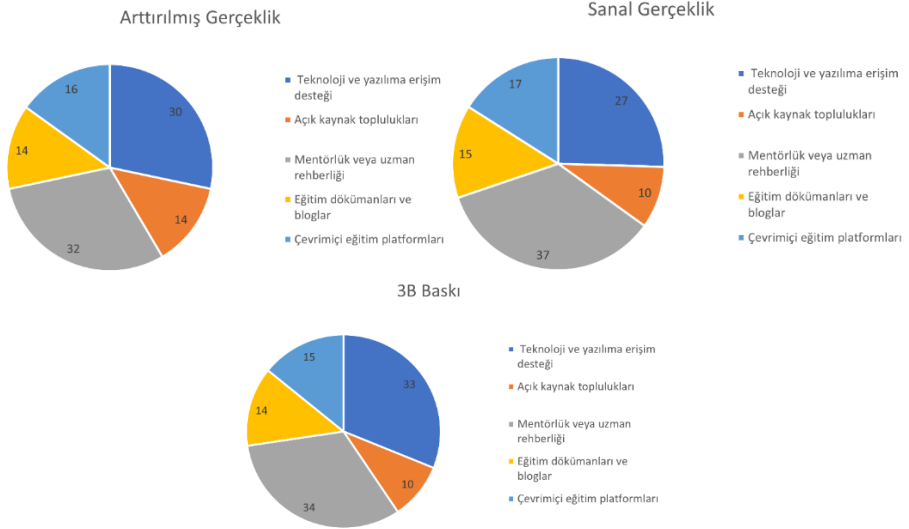
Şekil 4.12: AR, VR ve 3B Baskı konusunda bilgi edinmede engeller

Bu verilere göre, her üç teknoloji alanında da yetersiz eğitim fırsatları ve teknolojiye erişim eksikliği en yaygın engeller olarak öne çıkmaktadır. Ancak, 3B Baskı teknolojisinde katılımcıların daha azının bu engellerle karşılaştığı ve daha büyük bir yüzdenin herhangi bir engelle karşılaşmadığını ifade ettiği görülmektedir. Sanal Gerçeklikte yetersiz eğitim fırsatlarının ve teknolojiye erişim eksikliğinin diğer iki teknolojiye göre biraz daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar, ilgili teknolojilerin kullanımı ve öğrenimi için daha fazla kaynak ve destek sağlanması gerektiğini göstermektedir.

#### 4.2.9. AR, VR ve 3B Baskı alanlarında becerilerinizi geliştirmenize yardımcı olacak ek kaynaklar veya destekler nelerdir?

Arttırılmış Gerçeklik (AR) teknolojisi için, katılımcıların %28,3'ü teknoloji ve yazılıma erişim desteğini önemli bir kaynak olarak görmekte, %13,2'si açık kaynak topluluklarının yardımcı olduğunu, %30,2'si mentorluk veya uzman rehberliğinin önemli olduğunu, %13,2'si eğitim dokümanları ve blogların

faydalı olduğunu ve %15,1'i çevrimiçi eğitim platformlarının yararlı olduğunu belirtmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13: AR, VR ve 3B baskı becerilerini geliştirecek ek kaynaklar

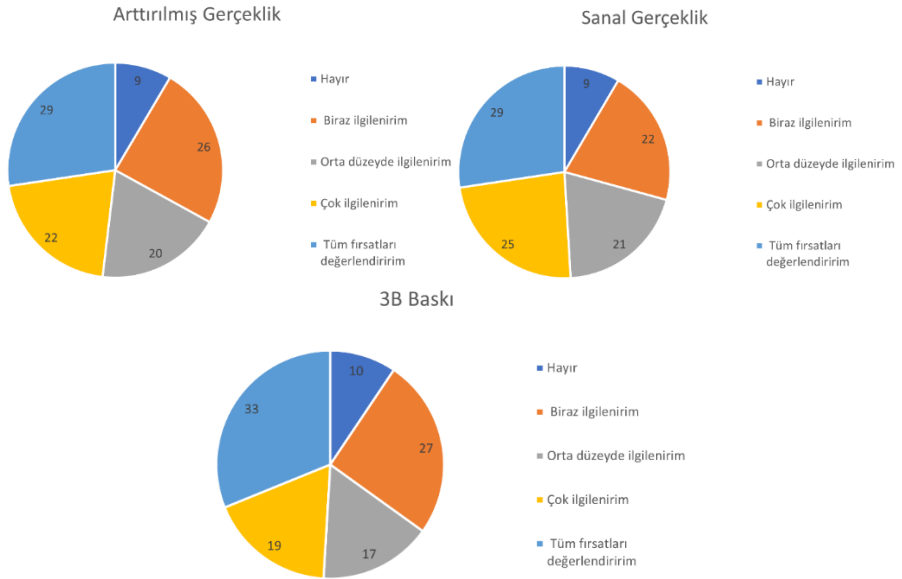
Sanal Gerçeklik (VR) teknolojisinde, %25,5 katılımcı teknoloji ve yazılıma erişim desteğini, %9,4'ü açık kaynak topluluklarını, %34,9'u mentorluk veya uzman rehberliğini, %14,2'si eğitim dokümanları ve blogları ve %16 çevrimiçi eğitim platformlarını önemli kaynaklar olarak değerlendirmiştir.

3B Baskı teknolojisi konusunda ise, %31,1 katılımcı teknoloji ve yazılıma erişim desteğini, %9,4'ü açık kaynak topluluklarını, %32,1'i mentorluk veya uzman rehberliğini, %13,2'si eğitim dokümanları ve blogları ve %14,2'si çevrimiçi eğitim platformlarını önemli kaynaklar olarak görmüştür.

Bu sonuçlar gösteriyor ki, her üç teknoloji alanında da mentorluk veya uzman rehberliği ve teknolojiye erişim desteği, katılımcılar tarafından becerilerini geliştirmek için en önemli kaynaklar olarak görülmektedir. Açık kaynak toplulukları ve çevrimiçi eğitim platformları da önemli destekler olarak kabul edilirken, eğitim dokümanları ve bloglar daha az önemli olarak algılanmış. Bu

bilgiler, eğitim sağlayıcılarının ve teknoloji geliştiricilerinin, kullanıcıların beceri gelişimini desteklemek için hangi alanlara odaklanmaları gerektiği konusunda öngörü oluşturmaktadır.

#### 4.2.10. AR, VR ve 3B Baskı konularında daha fazla eğitim veya öğretimle ilgilenir misiniz?



Şekil 4.14: AR, VR ve 3B Baskı konularında geleceğe dönük eğitim eğilimi

Arttırılmış Gerçeklik (AR) konusunda daha fazla eğitim veya öğretim alma konusunda, %8,5'i hiç ilgilenmediklerini, %24,5'i biraz ilgilendiklerini, %18,9'u orta düzeyde ilgilendiklerini, %20,8'i çok ilgilendiklerini ve %27,4'ü mevcut tüm fırsatları değerlendireceklerini belirtmiştir (Şekil 4.14).

Sanal Gerçeklik (VR) alanında, %27,4 katılımcı ilgilendiğini, %8,5'i biraz ilgilendiğini, %20,8'i orta düzeyde ilgilendiğini, %19,8'i çok ilgilendiğini ve %23,6'sı tüm eğitim fırsatlarını değerlendirmeye açık olduğunu ifade etmiştir.

3B Baskı teknolojisine gelince, %9,4'ü ilgisiz olduğunu, %25,5'i biraz ilgilendiğini, %16'ı orta düzeyde ilgilendiğini, %17,9'u çok ilgilendiğini ve %31,1'i tüm fırsatları değerlendirebileceğini söylemiştir.

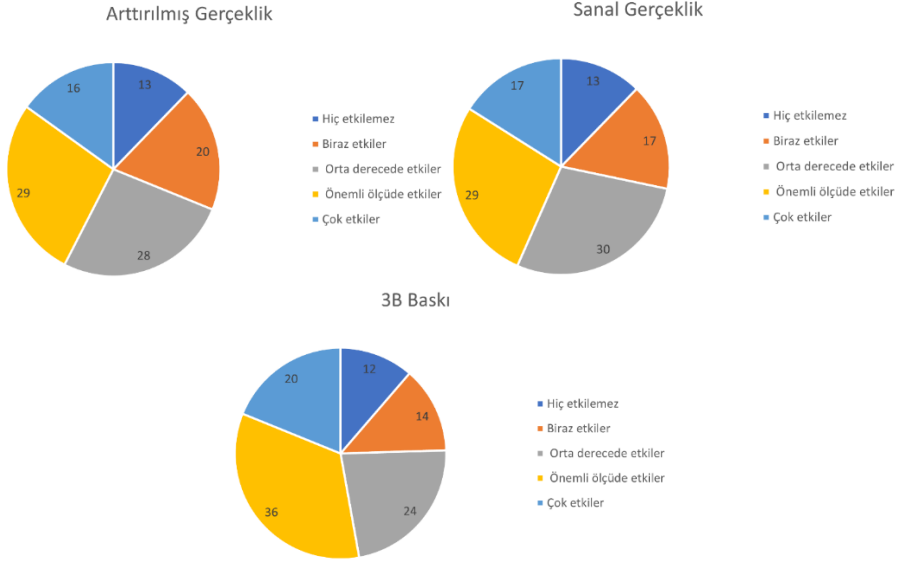
Bu verilere göre, 3B Baskı teknolojisi eğitim ve öğretim fırsatlarına en açık alan olarak öne çıkarken, Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik de katılımcıların önemli bir kısmının ilgisini çekmektedir. Özellikle 3B Baskı alanında, katılımcıların üçte birinden fazlası mevcut tüm eğitim fırsatlarını değerlendirmeye istekli olduğunu belirtmiştir, bu da bu teknolojinin eğitim ve profesyonel gelişimde önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik alanlarında da benzer bir eğilim gözlemlense de, bu teknolojilerde eğitim fırsatlarına olan ilgi biraz daha düşük seviyelerde kalmıştır. Bu bilgiler, eğitim sağlayıcıları ve kurs düzenleyen kuruluşlar için, ilgi çekici ve erişilebilir eğitim programları tasarlama konusunda yol gösterici olabilir.

#### **4.2.11. Sizce AR, VR ve 3B Baskı becerileri istihdam fırsatlarınızı ne kadar önemli ölçüde etkileyebilir?**

Arttırılmış Gerçeklik (AR) becerilerinin istihdam fırsatlarına etkisi konusunda, katılımcıların %12,3'ü "Hiç etkilemez" dediği, %18,9'u "Biraz etkiler", %26,4'ü "Orta derecede etkiler", %27,4'ü "Önemli ölçüde etkiler" ve %15,1'i "Çok etkiler" şeklinde yanıt vermiştir (Şekil 4.15).

Sanal Gerçeklik (VR) becerilerinin etkisiyle ilgili olarak, %12,3 katılımcı "Hiç etkilemez" dediği, %16 "Biraz etkiler", %28,3'ü "Orta derecede etkiler", %27,4'ü "Önemli ölçüde etkiler" ve %16'sı "Çok etkiler" şeklinde düşündüğünü ifade etmiştir.

3B Baskı becerilerinin ise, %11,3 katılımcı tarafından "Hiç etkilemez" olduğu düşünülürken, %13,2'si "Biraz etkiler", %22,6'sı "Orta derecede etkiler", %34'ü "Önemli ölçüde etkiler" ve %18,9'u "Çok etkiler" şeklinde cevaplanmıştır.



Şekil 4.15: AR, VR ve 3B Baskı becerilerinin istihdama etkisi

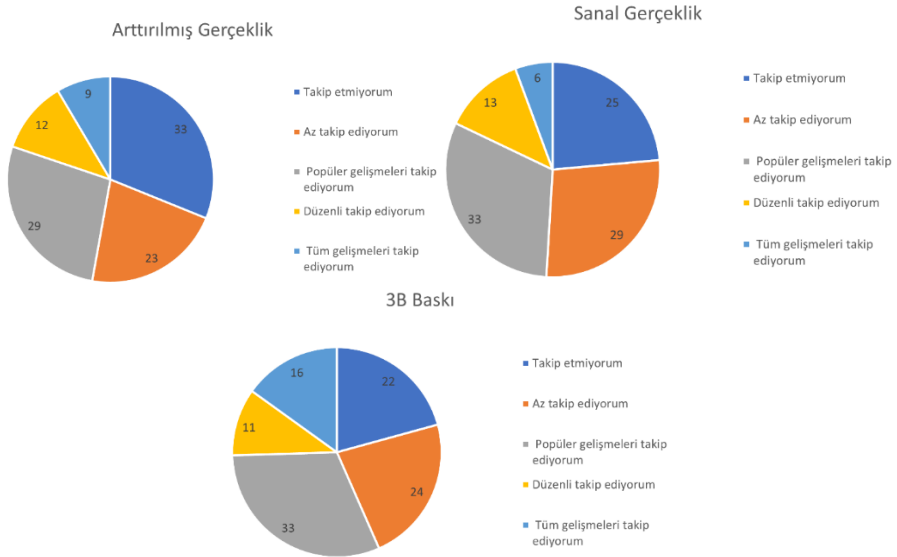
Bu veriler ışığında, 3B Baskı becerilerinin istihdam fırsatlarını etkileme konusunda en yüksek oranda önemli olduğu kabul edilmektedir. Özellikle "Önemli ölçüde etkiler" ve "Çok etkiler" kategorilerinin yüksek oranları, 3B Baskı becerilerinin imalat ve tasarım gibi alanlarda iş bulma şansını artırabileceğini göstermektedir. AR ve VR becerileri de istihdam üzerinde olumlu bir etkiye sahip olarak değerlendirilmiş, ancak 3B Baskı kadar belirgin bir etki oranına sahip olmadığı görülmüştür. Bu bilgiler, teknoloji eğitimi ve kariyer gelişimi programlarının bu becerilere odaklanması gerektiğinin önemini vurgulamaktadır.

#### 4.2.12. Sektördeki AR, VR ve 3B Baskı alanlarındaki son gelişmeleri takip ediyormusunuz?

Artırılmış Gerçeklik (AR) alanındaki son gelişmeleri, %31,1 katılımcı hiç takip etmediğini, %21,7'si az takip ettiğini, %27,4'ü popüler gelişmeleri takip ettiğini,

%11,3'ü düzenli takip ettiğini ve %8,5'i tüm gelişmeleri takip ettiğini belirtmiştir (Şekil 4.16).

Sanal Gerçeklik (VR) konusundaki gelişmeleri ise, %23,6 katılımcı hiç takip etmediğini, %27,4'ü az takip ettiğini, %31,1'i popüler gelişmeleri takip ettiğini, %12,3'ü düzenli takip ettiğini ve %5,7'si tüm gelişmeleri takip ettiğini ifade etmiştir.



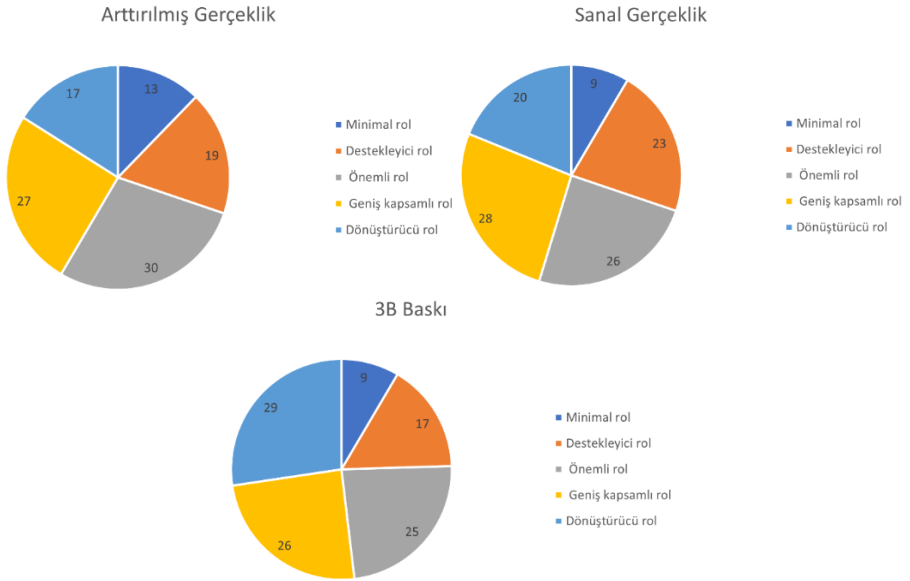
Şekil 4.16: AR,VR ve 3B Baskı sektörlerindeki gelişmeleri takip oranı

3B Baskı teknolojisindeki son gelişmeleri, %20,8 katılımcı hiç takip etmediğini, %22,6'sı az takip ettiğini, %31,1'i popüler gelişmeleri takip ettiğini, %10,4'ü düzenli takip ettiğini ve %15,1'i tüm gelişmeleri takip ettiğini belirtmiştir.

Bu veriler ışığında, popüler gelişmeleri takip etme konusunda 3B Baskı ve Sanal Gerçeklik alanları öne çıkarken, Arttırılmış Gerçeklik bu iki teknolojiye kıyasla daha düşük oranlarda düzenli ve tam takip edilmektedir. Ayrıca, her üç teknoloji alanında da katılımcıların önemli bir kısmı sektördeki son gelişmeleri en azından popüler düzeyde takip etmeye ilgi gösterdiğini belirtmiştir. Bu

durum, teknoloji alanlarında sürekli bir yenilik ve bilgi güncellemesi ihtiyacının altını çizmekte ve bu alanlarda faaliyet gösteren bireylerin veya şirketlerin eğitim ve bilgi kaynaklarına erişimlerinin önemini vurgulamaktadır.

#### 4.2.13. AR, VR ve 3B Baskı'nın sektörün geleceğini şekillendirmedeki rolünü nasıl görüyorsunuz?



Şekil 4.17: AR, VR ve 3B Baskının gelecekteki rolü

Arttırılmış Gerçeklik (AR) teknolojisinin, sektörün geleceğinde %12,3'lük bir kesim tarafından minimal bir rol oynayacağı düşünülürken, %17,9'u destekleyici bir rol, %28,3'ü önemli bir rol, %25,5'i geniş kapsamlı bir rol ve %16'sı dönüştürücü bir rol üstleneceğini ifade etmiştir (Şekil 4.17).

Sanal Gerçeklik (VR) teknolojisinin ise, %16 katılımcı tarafından minimal bir rol oynayacağı düşünülürken, %21,7'si destekleyici bir rol, %24,5'i önemli bir rol, %26,4'ü geniş kapsamlı bir rol ve %18,9'u dönüştürücü bir rol üstleneceğini belirtmiştir.

3B Baskı teknolojisi konusunda ise, %8,5 katılımcı minimal bir rol, %16 destekleyici bir rol, %23,6 önemli bir rol, %24,5 geniş kapsamlı bir rol ve %27,4 dönüştürücü bir rol oynayacağını düşünmektedir.

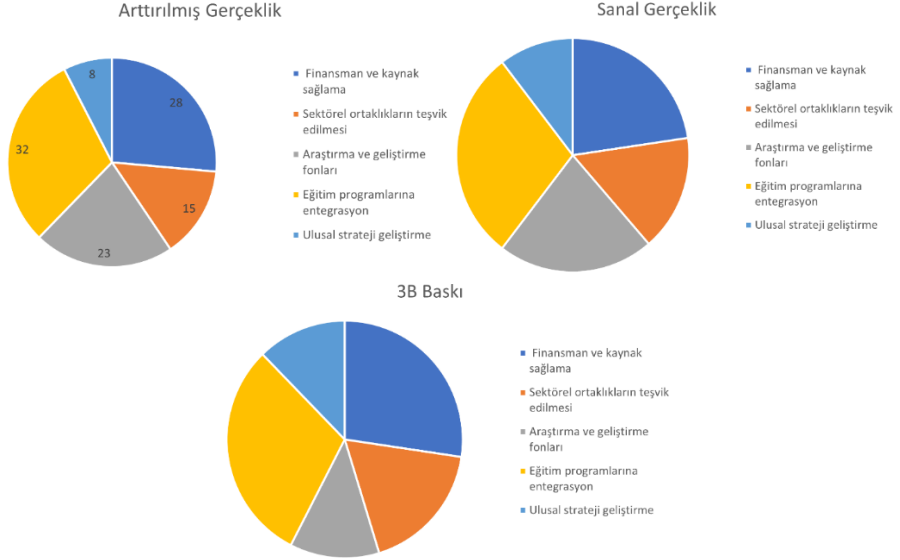
Bu verilere göre, 3B Baskı teknolojisinin sektörün geleceğini şekillendirmede en etkili rolü oynayacağına inanılmaktadır. Özellikle dönüştürücü rol kategorisinde en yüksek yüzdeyi elde etmesi, bu teknolojinin endüstri üzerinde önemli ve dönüştürücü etkiler yapacağı beklentisini göstermektedir. Hem AR hem de VR için, katılımcıların önemli bir kısmı bu teknolojilerin de sektör üzerinde önemli ve geniş kapsamlı etkiler yapacağını düşünüyor olsa da, 3B Baskıya kıyasla biraz daha az dönüştürücü bir etkiye sahip olacaklarına inanılıyor. Bu sonuçlar, teknoloji odaklı iş kollarının gelecekteki stratejilerini planlarken dikkate alınması gereken önemli görüşler olarak değerlendirilebilir.

#### **4.2.14. AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerinin teşvik edilmesinde devlet ve eğitim kurumları nasıl bir rol oynamalı?**

Arttırılmış Gerçeklik (AR) teknolojileri için katılımcıların %26,4'ü finansman ve kaynak sağlamanın önemli olduğunu düşünürken, %14,2'si sektörel ortaklıkları teşvik etmenin, %21,7'si araştırma ve geliştirme fonlarının, %30,2'si eğitim programlarına entegrasyonun ve %7,5'i ulusal strateji geliştirmenin önemli olduğunu belirtmiştir (Şekil 4.18).

Sanal Gerçeklik (VR) teknolojileri için katılımcıların %22,6'sı finansman ve kaynak sağlamanın, %16,0'sı sektörel ortaklıkları teşvik etmenin, %21,7'si araştırma ve geliştirme fonlarının, %29,2'si eğitim programlarına entegrasyonun ve %10,4'ü ulusal strateji geliştirmenin önemli olduğunu ifade etmiştir.

## Endüstri ve Eğitimde AR, VR ve 3B Baskı: Kapsamlı Bir Sektörel Analiz Raporu

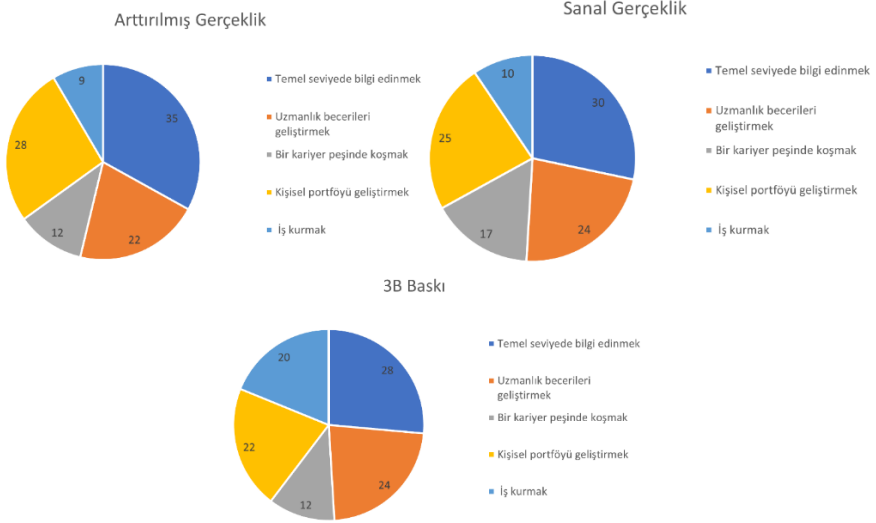


Şekil 4.18: AR, VR ve 3B Baskının devlet tarafından teşvikleri

3B Baskı teknolojileri konusunda ise katılımcıların %27,4'ü finansman ve kaynak sağlamanın, %17,9'u sektörel ortaklıkları teşvik etmenin, %12,3'ü araştırma ve geliştirme fonlarının, %30,2'si eğitim programlarına entegrasyonun ve %12,3'ü ulusal strateji geliştirmenin rolünü önemli bulmuştur.

Bu veriler ışığında, tüm teknoloji alanlarında eğitim programlarına entegrasyonun ve finansman sağlamanın öne çıkan faktörler olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle eğitim programlarına entegrasyon, AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerinin yaygınlaştırılması ve bu alandaki uzmanlık gelişiminin teşvik edilmesi için en önemli rol olarak görülmektedir. Ulusal strateji geliştirmenin daha düşük yüzdelere sahip olması, bu konudaki politika ve yönlendirmelerin daha fazla dikkat ve kaynak gerektirdiğini göstermektedir. Bu bulgular, ilgili teknolojilerin gelişimine yönelik politika yapımcılar ve eğitim kurumları için değerli içgörüler sunmaktadır.

#### 4.2.15. AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerini öğrenmek ve kullanmakla ilgili kişisel hedefleriniz nelerdir?



Şekil 4.19: AR, VR ve 3B Baskı teknolojileri için kişisel hedefler

Anket sonuçları, Arttırılmış Gerçeklik (AR), Sanal Gerçeklik (VR) ve 3B Baskı teknolojilerini öğrenme ve kullanma ile ilgili kişisel hedefler üzerine katılımcıların değerlendirmelerini yansıtmaktadır. AR teknolojisiyle ilgili olarak, katılımcıların yaklaşık üçte biri temel bilgi edinmeyi hedeflerken, beşte birinden biraz daha azı uzmanlık becerilerini geliştirmeyi önemsiyor. Bir kariyer peşinde koşmayı hedefleyenlerin oranı %11 civarında, kişisel portföy geliştirmeyi hedefleyenlerin oranı ise %26 dolayında. İş kurma amacındaki kişilerin oranı %8,49 gibi daha düşük bir yüzdeyi temsil etmektedir (Şekil 4.19).

VR alanında ise, katılımcıların yaklaşık %28'i temel bilgi edinmeye yönelik bir ilgi gösterirken, %22,64'ü daha derinlemesine teknik beceriler kazanmayı amaçlamaktadır. Bir kariyer yolunu takip etme niyeti %16'lık bir kesim

tarafından belirtilmiştir. Kişisel portföy geliştirme %23,58 oranında bir ilgi görürken, iş kurma hedefi bu alanda da %9,43 gibi bir oranla değerlendirilmiştir.

3B Baskı teknolojisi konusunda, temel bilgi edinme ve uzmanlık becerileri geliştirme konusundaki ilgi oranları neredeyse eşit dağılmış durumdadır; her ikisi de %22'nin üzerindedir. Kariyer geliştirme yönünde bir hedefe sahip olanlar %11 civarında iken, kişisel portföyünü geliştirmek isteyenlerin oranı %20'ye yakındır. Özellikle 3B Baskı teknolojisiyle iş kurmayı hedefleyenlerin oranı %18,87 ile dikkate değer bir yükselik gösteriyor ve diğer teknolojilere kıyasla daha fazla kişi tarafından bu yönde bir niyet belirtilmiştir.

Genel olarak, katılımcılar her üç teknoloji alanında da eğitim ve kişisel gelişime önem vermektedirler. Ancak, 3B Baskı teknolojisi iş kurma potansiyeli açısından diğerlerinden daha fazla ilgi çekiyor. Sanal Gerçeklikte ise uzmanlık becerilerinin geliştirilmesine yönelik bir eğilim göze çarpmaktadır. Bu sonuçlar, ilgili teknoloji alanlarında eğitim ve kariyer gelişimi için olanakların genişletilmesinin önemini vurgulamaktadır.

#### **4.3. Sonuç ve Değerlendirme**

Bu anketin sonuçları, Arttırılmış Gerçeklik (AR), Sanal Gerçeklik (VR) ve 3B Baskı teknolojileriyle ilgili çeşitli perspektifler sunmakta ve bu alanlarda yetkinlik ve farkındalık seviyelerini ortaya koymaktadır. Anket katılımcılarının demografik dağılımından, sektörel dağılıma, ilgi alanlarından kariyer hedeflerine kadar geniş bir yelpazede bilgi sağlamaktadır. Genel olarak, 3B Baskı teknolojisinin, katılımcılar tarafından AR ve VR'a göre daha olumlu bir perspektifle değerlendirildiği görülmektedir.

Ankete katılan bireyler, 3B Baskı becerilerinin kariyer fırsatlarına etkisini, AR ve VR teknolojilerine göre daha fazla vurgulamışlardır. Bu, muhtemelen 3B baskının imalat ve endüstriyel tasarımda daha belirgin bir şekilde kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, 3B Baskı alanında iş kurma potansiyeli de daha yüksek olarak algılanmıştır, bu da girişimcilik ve yenilikçiliğin bu teknolojiyle daha sık ilişkilendirildiğini göstermektedir.

Eğitim ve öğretimle ilgili hedefler açısından, katılımcılar genellikle AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerinde temel bilgiler edinmeyi ve uzmanlık becerilerini geliştirmeyi önemsemektedirler. Özellikle, teknoloji ve yazılıma erişim desteği ile eğitim programlarına entegrasyon, sektördeki yetkinliğin artırılmasında kritik faktörler olarak öne çıkmaktadır.

Sektördeki son gelişmeleri takip etme eğilimleri, katılımcıların bu teknolojilere yönelik sürekli güncellenen bir bilgi ihtiyacını ve bir yenilikçilik ruhunu yansıtmaktadır. Her üç teknoloji için de özellikle popüler gelişmeler ve eğitim programlarına entegrasyon, önemli kaynaklar olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, Sanal Gerçeklikte uzmanlık becerilerini geliştirme hedefi, bu teknolojinin uzmanlık gerektiren alanlarda daha fazla uygulama fırsatı sunduğunu gösterebilmektedir.

Sonuç olarak, ankette elde edilen bulgular, AR, VR ve 3B Baskı teknolojilerinin eğitimde ve iş dünyasında giderek daha fazla önem kazandığını ve bu alandaki becerilerin, bireylerin kariyer yollarında önemli bir rol oynayacağını gösteriyor. Eğitim kurumları ve işverenler için, bu teknolojilerin öğretim programlarına ve iş pratiklerine entegre edilmesi, rekabet avantajı sağlama ve inovasyon kapasitesini artırma açısından kritik önem taşımaktadır. Teknolojiye erişim ve kaliteli eğitim fırsatlarının artırılması, sektörün bu yeni ve heyecan verici alanlarda ilerlemesini destekleyecek temel adımlardır.

## 5. Beceri Açığının Kapatılması

### 5.1 Beceri Açığının Tanımlanması

Araştırma raporu kapsamında gerçekleştirilen anket sonuçları doğrultusunda katılımcıların alan ile alakalı cevapları incelendiğinde, 3B Baskı teknolojisinin istihdam fırsatları üzerine yapılan yorumlar, bu teknolojilerin istihdam imkanlarında yüksek etkisi ve gelecekteki dönüştürücü rolünün altını çizmektedir. Bu sonuçlar yorumlandığında 3B baskı alanında firmaların bilgili eleman aradıkları, bu bağlamda deneyime sahip insanların daha kolay iş bulacakları düşünülmektedir. Dolayısıyla bu alandaki beceri açığının önemini göstermektedir. Bu beceri açığını kapatmak için kişiler kendi alanları ile alakalı 3B teknolojileri konusunda kendilerini geliştirmelidir sonucuna ulaşılabilir.

İmalat ve tasarım gibi endüstrilerde 3B Baskı becerilerine olan talep, beceri açığının potansiyelini yansıtmaktadır. Bu durum, ilgili alandaki işverenlerin ihtiyaçlarına göre yenilikçi teknolojilere ortam hazırlamasının önemli olduğunu, beraberinde ise işçilerin de bu yeni teknolojilere hazırlıklı olarak iş arayışında bulunması gerektiği göstermektedir.

Diğer yandan, Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik teknolojilerinde de beceri açıkları olduğu görülmektedir. Özellikle, AR ve VR teknolojilerinin istihdam üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu, ancak anket sonuçlarına göre 3B Baskı kadar belirgin bir etkiye sahip olmadığı belirtilmektedir.

Bu, AR ve VR becerilerine olan talebin arttığını, ancak halen yeterli beceri düzeyinde uzmanların eksik olduğunu düşündürebilir. Hem işverenler hem de işçiler açısından AR ve VR teknolojileri piyasada önemli bir etkiye sahip değildir şeklinde yorumlanabilir. Bu konuda 3B Baskı teknolojilerinin AR ve VR teknolojilerine kıyasla daha önce endüstrileşmiş ve gündelik kullanıma girmiş olmasının büyük önemi vardır.

Sonuç olarak, tüm bu teknoloji alanlarına gelecekte yoğun bir yönelim olacağı ancak beceri açıklarının olduğu ve bu alanlardaki profesyonellerin daha fazla

eğitim ve deneyim kazanması gerektiği görülmektedir. Eğitim programlarına daha fazla entegrasyon ve finansman sağlanması, bu beceri açığını kapatmada önemli bir adım olarak beklenmektedir. Ayrıca, ulusal stratejilerin geliştirilmesi ve politika yapıcıların bu alandaki gereksinimleri ve potansiyeli daha iyi anlaması da önemlidir. Anket sonuçlarına bakıldığında bu alanlardaki destekleyici hizmetlere ve finans kaynaklarına verilmesi gereken önem görülmektedir. Bu destekler olduğu sürece sektörlerin teknolojiyi benimseme süresinin de önemli ölçüde kısalması beklenmektedir.

Beceri açığının kapatılması konusunda piyasanın hazır olduğu 3B baskı teknolojiye öncelik vermek orta ve uzun vadeli planlar doğru bir tercih olarak değerlendirilebilir. Bu alanda çalışan firmaların sayısının çokluğu, harcanan eğitim giderlerinden daha kolay karşılık alınmasını sağlayabilir. Devamında AR ve VR gibi teknolojilere yatırım yapılması, bu teknolojilerin olgunlaşma ve benimseme süreleri açısından daha doğru bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

## 5.2. Beceri Açığının Giderilmesi

Tespit edilen beceri açıklarının giderilmesi için, ankette sorulan 15 soru esas alınarak aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir. Bu öneriler ile piyasanın daha rekabetçi hale gelmesi, dolayısı ile hem işverenlerin hem de işçilerin daha iyi koşullar ve daha iyi teknolojiler için sürekli kendilerini geliştirmeleri amaçlanmıştır. Özellikle endüstri ve eğitim iş birliğinin sağlanması bu beceri açığının kapatılması ve harcanan emeğin kalıcı olabilmesi için büyük önem arz etmektedir.

- *Eğitim Programlarının Geliştirilmesi:* İlgili alanlarda eğitim programlarının geliştirilmesi ve mevcut programların güncellenmesinin önemli olduğu görülmektedir. 3B Baskı, Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik gibi teknoloji alanlarında uzmanlaşmış eğitim kursları ve sertifikasyon programları oluşturulabilir. Anket sonuçlarına göre öncelikli olarak 3B Baskı alanına yönelmesi makul bir tercih olabilir.

- **Erişim ve Katılımın Artırılması:** Teknoloji eğitimine erişimi artırmak için çeşitli platformlar ve kaynaklar sağlanabilir. Online eğitim platformları, açık ders kaynakları ve uzaktan eğitim programları, bu alandaki beceri açığını azaltmak için faydalı olabilir. Türkiye içerisinde yer alan Belmek ya da Beltek gibi meslek edindirme kursları içerisinde ücretsiz olarak sunulacak eğitimler alana katkı sağlayabilir.
- **Endüstri İş Birlikleri ve Staj Programları:** Endüstri iş birlikleri ve staj programları, öğrencilerin ve profesyonellerin gerçek dünya deneyimi kazanmalarına ve güncel becerileri öğrenmelerine olanak tanımaktadır. Bu tür programlar, özellikle 3B Baskı, Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik gibi yenilikçi teknoloji alanlarında etkili olabilir. Eğitim düzenlemesi sırasında destek alınan kurum ve kuruluşların bağlantılı olduğu işletmelerde öğrencilere staj imkanı tanınması, çalışma olanaklarının sunulması eğitimin kalıcı hale getirilmesi için önemli bir adımdır.

**Mentorluk ve Rehberlik:** Deneyimli profesyonellerin yeni gelenlere mentorluk yapması ve rehberlik etmesi, beceri açığının kapatılmasında önemli bir rol oynayabilir. Bu şekilde, daha deneyimli kişilerin bilgi ve deneyimlerini aktarması sağlanabilir. Bu sayede eğitimde yardım alınan uzman ya da deneyim sahibi kişilerin sayısı da artırılmış olacağından, sürdürülebilir bir eğitim sistemi altyapısı oluşturulabilir.

- **Kamu-Piyasa İş Birliği:** Kamu kurumları ve özel sektör arasında iş birliği, eğitim programlarının ihtiyaçlarına uygun olarak şekillendirilmesine ve beceri açıklarının giderilmesine yardımcı olabilir. Bu, teknoloji alanlarının gerçek ihtiyaçlarına uygun olarak eğitim programlarının ve kaynakların geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Önceki bölümlerde bahsedilen İletişim Bakanlığının yaptığı çalışmalarda görevlendirilmek üzere önce eğitim kursları açılır ve burada eğitim alan kişiler bakanlıkta staj imkanı bulabilirse, kamu tüm eğitim-öğretim süreci içerisinde bir paydaş olarak yer alabilir.

### 5.2.1. Beceri Açığının Giderilmesine yönelik müfredat geliştirme

İlgili alanlardaki beceri açığının giderilmesi için aşağıda verilen temel konu başlıkları çerçevesinde müfredatlar geliştirilebilir. Bu konu başlıkları teknolojileri çok temel düzeyde ele alan başlıklar olduğu için teknolojiye hiç aşına olmayan ya da az aşına olan katılımcılar için uygun olarak belirlenmiştir. Bu temel eğitimin ardından alana özgü detay eğitimler verilmesi, beceri açığının giderilmesi için atılması gerekli adımdır.

#### Arttırılmış Gerçeklik (AR):

1. Arttırılmış Gerçeklik Temelleri: AR teknolojilerinin temel prensipleri, farklı AR cihazları ve platformları hakkında bilgi verilmelidir.
2. AR Yazılım Geliştirme: ARKit, ARCore gibi AR geliştirme platformları ve SDK'ları ile AR uygulama geliştirme örnekleri yapılmalıdır.
3. Nesne Tanıma ve Takip: Nesne tanıma, takip ve yerleştirme teknikleriyle ilgili temel bilgiler verilmelidir.
4. İçerik Oluşturma ve Görselleştirme: Arttırılmış gerçeklik içeriği oluşturma, animasyon ve görselleştirme teknikleri ile ilgili örnekler yapılmalıdır.
5. Endüstriyel Uygulamalar ve İş Modelleri: AR'nin endüstriyel kullanım alanları, iş süreçleri ve AR tabanlı iş modelleri hakkında bilgiler verilmeli ve mümkünse örnek uygulamalar yapılarak içerik pekiştirilmelidir.

#### Sanal Gerçeklik (VR):

1. Sanal Gerçeklik Temelleri: VR donanımı, gözlükler, kontrol cihazları ve temel VR etkileşim prensipleri hakkında bilgilendirme yapılmalıdır.
2. 3B Modelleme ve Dünya Oluşturma: Unity, Unreal Engine gibi oyun motorlarında 3B dünya oluşturma ve modelleme hakkında bilgilendirme yapılmalı ve ardından örnek uygulamalar ile bilgilerin pekişmesi sağlanmalıdır.
3. Görselleştirme ve İleri Düzey Etkileşim: Sanal ortamlarda görselleştirme teknikleri, etkileşim tasarımı ve kullanıcı arayüzü geliştirme konusunda örnekler yapılmalıdır.

4. Sanal Gerçeklik Uygulamaları: Eğitim, eğlence, sağlık, simülasyon ve diğer endüstriyel uygulamalarda VR kullanımı hakkında bilgilendirmeler yapılmalı. Mümkün olduğu durumlarda uygulamalar yapılarak eğitimler pekiştirilmelidir.
5. VR Oyun Geliştirme: Oyun tasarımı, mekanikleri ve VR platformlarında oyun geliştirme süreçleri üzerine uygulamalar yapılmalıdır.

### **3B Baskı (3D-RP):**

1. Temel 3B Baskı Teknolojileri: FDM, SLA, SLS gibi farklı 3B baskı tekniklerinin temel prensipleri ve çalışma mantığı hakkında bilgilendirmeler ve teknolojilerden bahsedilmelidir.
2. 3B Modelleme Yazılımları: Solidworks, Autodesk Fusion 360, Tinkercad, Blender gibi 3B modelleme yazılımlarının kullanımı ve temel tasarım prensipleri üzerine modelleme eğitimleri verilmelidir.
3. Malzeme Bilimi ve Seçimi: Farklı 3B baskı malzemelerinin özellikleri, avantajları ve dezavantajları hakkında bilgi verilmeli, malzeme seçiminin neler dikkate alınarak yapıldığı konusunda örneklemelerde bulunulmalıdır.
4. İleri Düzey 3B Baskı Uygulamaları: Karmaşık parçaların tasarımı, destek yapıları, hızlandırıcı teknikler gibi ileri düzey 3B baskı uygulamaları yapılmalıdır.
5. Endüstriyel Uygulamalar ve Prototipleme: 3B baskının endüstriyel uygulamaları, prototipleme süreçleri ve üretimdeki rolü üzerine bilgilendirme yapılmalı, mümkünse teknolojiyi kullanan işletmelere ziyarete gidilmelidir.

### **5.2.2. Endüstri-Eğitim İş Birliği Önerisi**

Yapılan eğitim uygulamaları endüstriyel anlamda bir karşılık bulamazsa harcanan emek ve paranın karşılığının alınması da mümkün olmayacaktır. Bu yüzden eğitim organizasyonlarını endüstriyel iş birlikleri ile desteklemek, teknolojinin piyasada yer etmesi, sektörel anlamda benimsenmesi ve geleceğe yönelik imkan/yatırımların oluşması açısından önemlidir. Raporun

önceki bölümlerinde öncelikli iş birliği konularına değinilmiştir. Bu iş birliğinin geliştirilmesi için aşağıdaki öneriler yapılabilir.

- **Staj ve İşyeri Deneyimi Programları:** Eğitim kurumları, öğrencilere staj ve işyeri deneyimi fırsatları sunarak, öğrencilerin teorik bilgilerini pratik uygulamalarda kullanmalarına olanak tanıyabilir. İhtiyaç duyulan işe yönelik eğitim ve staj uygulamalarının beraber açılması, verilen eğitimin kalıcı olabilmesi ve sektörel ihtiyaçları doğrudan karşılayabilmesi için önemlidir.
- **Danışmanlık ve Mentorluk Programları:** Endüstri profesyonelleri, eğitim kurumlarıyla işbirliği yaparak öğrencilere danışmanlık ve mentorluk yapabilirler. Yukarıda bahsedildiği gibi programdan mezun olanlara öncülük etmesi hem sürdürülebilir bir eğitim döngüsü oluşturur hem de öğrencilerin kariyerlerini planlamalarına, endüstri içindeki en son trendleri ve gereksinimleri anlamalarına yardımcı olur.
- **Proje Tabanlı İşbirlikleri:** Eğitim kurumları ve endüstri kuruluşları, öğrencilerin gerçek dünya projelerinde çalışabilecekleri işbirlikleri oluşturabilirler. Bu projeler, öğrencilerin gerçek dünya sorunlarını çözmelerine ve endüstriyel ortamlarda nasıl çalışacaklarını öğrenmelerine olanak tanır.
- **Uzman Seminer ve Etkinlikler:** Endüstri profesyonelleri, eğitim kurumlarına davet edilerek öğrencilere seminerler ve etkinlikler düzenleyebilirler. Bu etkinlikler, öğrencilerin endüstriyel trendleri, en iyi uygulamaları ve gelecekteki kariyer fırsatlarını daha yakından tanımalarına yardımcı olabilir.
- **Proje Yarışmaları:** Eğitim kurumları ve endüstri kuruluşları, öğrencilere yönelik proje yarışmaları düzenleyerek yenilikçi fikirleri teşvik edebilirler. Bu etkinlikler, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmelerine ve endüstri içindeki pratik sorunlara çözüm bulmalarına olanak tanır. Etkinliklere davet edilecek sektör temsilcileri hem işlerine uygun potansiyel yetenekleri görebilir hem de

yarışmaya sponsor olarak, yarışma konusunu kendi sahip oldukları bir sorunun çözüümü olacak şekilde düzenleyebilirler.

- Araştırma ve Geliştirme Ortaklıkları: Eğitim kurumları ve endüstri kuruluşları arasında araştırma ve geliştirme projeleri için ortaklıklar kurulabilir. Bu projeler, yeni teknolojilerin ve ürünlerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir ve öğrencilerin akademik bilgilerini endüstriyel uygulamalara dönüştürmelerine yardımcı olabilir.

## 6. Sonuçlar, Gelecek Tahminleri ve Öneriler

### 6.1. Bulguların Özeti

Yapılan çalışma sonuçları incelendiğinde: VR, AR ve 3B Baskı gibi uygulamaların fikir olgunlaştırma / tasarım ve gerçekleştirme aşamalarındaki boşluğu daralttığı, dolayısı ile fikirden ürüne ya da fikirden çözüme geçiş sürecinde işlem basamaklarını azalttığı gözlemlenmektedir. Daha tasarım aşamasında iken yapılan 3 boyutlu görselleştirmeler ve montajlar, ürünün üretim ve kullanım sürecinde oluşabilecek sorunların önceden görülmesi ve çözülmesi için önem arz etmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen görselleştirme yöntemleri yalnızca ürün tasarım sürecinde değil aynı zamanda öğrenme sürecinde de pozitif etkileri olan yöntemlerdir. Çalışma içerisinde önceden de bahsedildiği gibi eğitimde bu araçların kullanılması öğrenme sürecini hızlandırmakta, kalıcı öğrenmeyi kolaylaştırmakta ve öğrencilerin aktif katılımını desteklemektedir. Çalışma kapsamında yapılan anketlerde de bu durumlar gözlemlenmektedir.

Sonuç olarak hem sanal hem fiziksel ortamda çalışabilen bu teknikler büyük bir hızla gelişmektedir. Bu gelişmeler neticesinde endüstriyel kullanım amacı ile daha çok tercih edilmesinin yansırı ulaşılabilir teknolojiler haline gelerek gündelik kullanımımıza da dahil olmaktadır. Önümüzdeki süreçte çalışma ortamlarının riskini azaltması, hataları engellemesi, iletişimi kolaylaştırması ve fiziki dünyada yer alan hayatımızı zenginleştirilmesi kaçınılmaz bir sonuçtur.

Gerek yapılan araştırmalar gerekse çalışmada yapılan anket sonucuna göre insanların bu alanlara ilgisi de gün geçtikçe artmaktadır. Bunun yanında sektörel olarak da firmaların bu alanlara yöneleceği, dolayısı ile alan bilgisi yüksek olan bireylerin işverenler tarafından tercih edilme ihtimallerinin yüksek olması, yine anket sonuçlarına göre yapılabilecek bir öngörüdür.

## 6.2. Çalışmaların Kısıtları

Bilgisayar gücünün artmasıyla görsel olarak hazırlanan detaylar da artmaya başlamıştır. Ancak günümüz teknolojisi ile bile eş zamanlı olarak her türlü detayı görselleştirmemiz mümkün değildir. Bilgisayar oyunlarında kullanılan render alınmış dokunun 2D görüntünün yüzeye yansıtılması ile çok daha yüksek detaylar içeren illüzyonlar oluşturmak mümkün olsa da, VR gibi aktif ortamlarda yakından bakıldığında çok net bir şekilde göze batmaktadır [2]. Dolayısı ile günümüzdeki donanım gücü halen daha sanal dünyaları gerçeği ile aynı detayda yapmak için yeterli değildir.

Ayrıca bu teknolojilerin genel kullanıcı kitlesine erişebilmesi için “uygun” fiyatlı olmaları gereklidir. Ancak fiyatlarının teknoloji ilerledikçe hızla düşmesine rağmen halen daha sağladığı faydaya kıyasla fiyatları insanların gözünde “yüksek” olarak nitelendirilmektedir [2].

Sanal ortamlarda insanların bir araya gelmesi ise başlı başına ek bir problem ortaya çıkarmaktadır. Sanal dünyada insanların gerçeğe yakınlığı konusunda objelerin gerçeğine yakınlığı konusundan daha seçici davranmaktayız. Bir insanın gerçek manada ten rengi, fiziki özelliklerin, konuşma tarzı, yüz ifadeleri vb. özelliklerini sanal ortama aktarmak başlı başına ayrı bir zorluk derecesine sahiptir [109].

Yapılan çalışmalar gerçek zamanlı olarak VR ortamında uzak mesafelerden çalışmanın mümkün olduğunu [110-112] gösterse de veri akışı sırasındaki gecikmeler özellikle cerrahi operasyonlar [1133] gibi kritik işlemler hem sadece görsel algıya indirgenmekte hem de bu gecikmelerden önemli miktarda etkilenmektedir. Üstelik bu veri akışındaki gecikme başka algıları kontrol eden paketlerde (işitme, dokunma, koklama, tatma) de olabileceği için [114,115] insanın doğal senkronunu bozarak yönelim ve algı bozukluğuna sebep olabilmektedir.

Her ne kadar kontrolcüler, tuşlar ya da el hareketlerini takip eden sensörler vasıtası ile makine-insan arası iletişim kursak da bu süreç insanın doğasında olan kadar organik bir şekilde işlememektedir. Bu sorun sanal gerçeklik ile ilgili

uygulamaların önündeki en büyük engeldir. Sanal ortamda yapılan hareketlere, malzemelere bağlı olarak farklı direnç, hissiyat ve zorlukların gerçek dünyaya doğru aktarılabilmesi özellikle cerrahi alanda bu uygulamalar ile eğitim alan insanlar için ciddi bir sorundur [14].

### 6.3. Gelecek Tahminleri

Teknolojinin hızla ilerleyen dünyasında VR, AR ve 3B Baskı gibi yenilikçi teknolojilerin önemi ve etkisi giderek artmaktadır. Bu teknolojiler, tüketici pazarından endüstriyel uygulamalara kadar geniş bir yelpazede kullanım alanları bulmakta ve hayatımızın birçok yönünü dönüştürme potansiyeline sahiptir. Eğitimden mesleki gelişime, endüstriyel uygulamalardan yenilikçi kariyer yollarına kadar, bu teknolojilerin sunduğu olanaklar, toplumumuzun ve iş dünyamızın geleceğini şekillendirmede önemli bir rol oynamaktadır. VR, AR ve 3B Baskı teknolojilerinin gelecekteki gelişimi, yaygınlaşması ve bu teknolojilerin çeşitli alanlardaki potansiyel etkileri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik ve 3B Baskı gibi teknolojilerin ilerlemeye devam etmesi ve daha yaygın hale gelmesi beklenmektedir. Bu teknolojilerin hem tüketici pazarında hem de endüstriyel uygulamalarda daha geniş bir kullanım alanı bulması beklenmektedir.

Özellikle 3B Baskı teknolojisinin eğitim ve mesleki gelişimde önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Bu teknolojilerin okullarda ve iş yerlerinde daha fazla entegrasyonu ve kullanımıyla birlikte, öğrencilerin ve profesyonellerin bu alanlardaki bilgi ve becerilerini geliştirmeleri beklenmektedir.

3B Baskı teknolojisinin özellikle endüstriyel uygulamalarda daha yaygın bir şekilde kullanılması beklenmektedir. Özellikle imalat, tasarım ve prototipleme gibi alanlarda 3B Baskı teknolojisinin kullanımının artması beklenmektedir.

Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik ve 3B Baskı gibi teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte, bu alanlarda yeni ve alternatif mesleklerin ortaya çıkması beklenmektedir. Özellikle bu teknolojilerin uzmanlarına olan talebin

artmasıyla birlikte, bu alanda çalışanların kariyer olanaklarının genişlemesi beklenmektedir.

Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik gibi teknolojilerin eğitim ve öğrenim yöntemlerinde daha fazla kullanılmasıyla birlikte, geleneksel sınıf ortamlarının ve eğitim materyallerinin dijitalleşmesi beklenmektedir. Bu durumun da öğrencilere daha etkili ve etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunması dolayısı ile farklı ve güncel eğitim tekniklerinin oluşması beklenmektedir.

Teknoloji alanları arasındaki sınırların giderek bulanıklaşmasıyla birlikte, Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik ve 3B Baskı gibi teknolojilerin farklı sektörler arasında daha fazla entegrasyon görmesi beklenmektedir. Örneğin, sağlık, eğitim, perakende ve eğlence gibi farklı sektörlerde bu teknolojilerin kullanımının artması beklenmektedir.

Bu öngörüler, teknoloji alanlarındaki gelişmelerin ve bu teknolojilerin toplum ve endüstri üzerindeki etkilerinin gelecekte daha da artacağını göstermektedir. Bu nedenle, bu teknolojilere olan talebin artmasıyla birlikte, bu alandaki eğitim, araştırma ve endüstriyel uygulamaların daha da genişleyeceği tahmin edilmektedir.

#### **6.4. Öneriler**

Tüm eksiklerine rağmen VR, AR ve 3D-RP teknolojileri hızla gelişmekte ve insan yaşamının kaçınılmaz bir parçası olmaktadır. Şu anda sahip olduğu problemleri aşmak için bir sürü çalışma yapılmaktadır. Görsel ve işitsel algıları her ne kadar iyi kopyalasadık da dokunsal duyulara da özellikle sektörel uygulamalarda sıkça ihtiyaç duymaktayız. Bu dokunsal duyuları da taklit edebilecek, çeşitli direnç ve basınç oluşturacak ekipmanlar [16] sürekli olarak geliştirilmektedir. Bu ekipmanların artması, teknolojilerin rafine hale gelmesi uygulamaların kapasitesini artıracak ve makine-insan arası kurulan iletişim ağrını güçlendirecektir. Bu alanda yapılacak çalışmalar, ilgili teknolojilerde bir sonraki aşamaya geçmemizi sağlayacak adımlar olacaktır. Bu adımlarla alakalı geleceğe dönük öngörüler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Önemümüzdeki süreçte hem VR hem de AR'nin tüketici pazarlarında daha yaygın hale gelmesi beklenmektedir. Küresel AR ve VR pazarının önemli ölçüde büyümesi ve 2025 yılına kadar 45 milyar dolarlık bir pazar büyüklüğüne ulaşması öngörülmektedir [116]. VR ve AR donanımlarında, daha hafif, kablosuz kulaklıklar ve daha uzun pil ömrüne sahip, daha güçlü yazılım kapasiteleri gibi sürekli iyileştirmeler beklenmektedir. Bu evrim kullanıcı deneyimini ve erişilebilirliği artıracaktır [117].
- AR ve VR'nin sağlık sektöründe dönüştürücü bir etkisi olması beklenmektedir. Halihazırda cerrahi simülasyonlar, hasta rehabilitasyonu ve tıp profesyonellerinin eğitiminde kullanılmaya başlanan bu teknolojiler, gelecekte daha güvenli ve verimli eğitim ortamları sunabilecektir.
- Eğitimde VR ve AR kullanımının artması beklenmektedir ve bu teknolojiler, sürükleyici öğrenme deneyimleri sağlamaktadır. Özellikle AR'nin perakende sektörüne daha fazla entegre olması beklenmektedir. Perakende sektöründeki AR uygulamaları, tüketicilere ürünleri gerçek dünya ayarlarında görselleştirmelerini sağlayabilir, alışveriş deneyimini iyileştirebilir ve potansiyel olarak satışları artırabilir.
- Uzaktan çalışmanın yükselişiyle birlikte, VR ve AR, daha etkileşimli ve işbirlikçi sanal çalışma alanları oluşturmada önemli bir rol oynayabilir.
- Eğlence ve oyun endüstrilerinin VR ve AR için önemli itici güçler olmaya devam etmesi beklenmektedir. Bu teknolojilerin sürükleyici doğası, Unity Technologies gibi şirketlerin raporlarında vurgulandığı gibi, içerik tüketimi için yeni yollar sunmaktadır.
- 3D olarak yapılan görselleştirmeler teknoloji geçtikçe daha büyük, daha detaylı ve gerçek dünya ile eş zamanlı olarak hareket edebilir hale gelecektir. Bunun yanında 3D baskı yöntemlerinin de gelişmesi

ile aynı hızda prototiplemenin gerçekleşmesi, sanal dünyada oluşturulan objelerin gelişen malzeme teknolojileri ile evde üretilebilir hale gelmesi kaçınılmaz bir devrimi beraberinde getirecektir.

- Bahsi geçen devrimin gerçekleşebilmesi için kolay, sağlıklı, hızlı ve dayanıklı olarak ev şartlarında basit ekipmanlar ile üretilebilir malzemelerin ve üretim yöntemlerinin gelişmesi 3D prototipleme için gerekli olan aşamalardandır. Sektörel gücü elde tutmak için pek çok firmanın bu alanlar yatırım yaptığı da görülmektedir. Değişen malzeme ihtiyaçları üzerine yapılan çalışmaların daha da artması beklenmektedir.
- Yakın gelecekte sanal ve gerçek ortamların bağlantısı olan 3D yazıcıların, bu ortamlara bütünleşmiş çalışmasını sağlayacak çalışmalar olması beklenmektedir. Bu alanda bütünleşmeyi sağlayan firmaların hızla ilerleme kat edeceği ve yakın gelecekte sektörde önemli firmalar arasında yer alacağı öngörülmektedir.

Temelde en büyük sorun olan ekonomik engellerin de süreç içinde gelişen teknolojiler ve geri dönüşüm süreçleri ile çözülmesi beklenmektedir. Yapılan araştırmalarda da görüldüğü üzere 3B baskı sektöründe en büyük ilerleme, masaüstü yazıcılar ile hobicilerin kullanımına girmesinden sonra gerçekleşmiştir. Dolayısı ile endüstriyel amaçların dışında ulaşılabilen teknolojilerin ilerleme hızları da artacaktır. VR ve AR'da ise donanım fiyatlarının nispeten ucuzlaması teknolojilere ilgiyi arttırmıştır. Bu teknolojilerin maliyetlerini düşürmek üzere yapılan çalışmalar da yine sektöre önderlik edecek nitelikte olacaktır. Bununla birlikte özellikle VR ve AR teknolojilerinin kullanım alanlarına dair farkındalığı arttırmaya yönelik çalışmalar bu teknolojilerin yaygınlaşmasını sağlayacaktır. Bu projenin en önemli çıktılarından birisi budur.

VR, AR ve 3B Baskı teknolojilerindeki ilerlemelere rağmen, gizlilik endişeleri, VR'de hareket hastalığı ve dijital bölünme gibi zorluklar uzmanlar tarafından tartışılmaktadır. Bu teknolojilerin kullanımı etrafında etik değerlendirmeler giderek daha önemli hale gelmektedir.

## Kaynakça

- [1] Heilig, M. L. (1992). El cine del futuro: the cinema of the future. *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, 1(3), 279-294.
- [2] Kenwright, B. (2019). Virtual reality: Where have we been? where are we now? and where are we going?. doi:10.20944/preprints201907.0130.v1
- [3] Artaud, A. (1958). The theater and its double, volume 127. Grove Press.
- [4] Kohl, H. (1983). Video games and formal education. *Video Games and Human Development, Research Agenda for the 80s. Cambridge, MA: Harvard Graduate School of Education*, 2(4).
- [5] Jones, S., & Dawkins, S. (2018). The sensorama revisited: evaluating the application of multi-sensory input on the sense of presence in 360-degree immersive film in virtual reality. *Augmented Reality and Virtual Reality: Empowering Human, Place and Business*, 183-197.
- [6] Boas, Y. A. G. V. (2013, August). Overview of virtual reality technologies. In *Interactive Multimedia Conference* (Vol. 2013). sn.
- [7] Sutherland, I. E. (1965, May). The ultimate display. In *Proceedings of the IFIP Congress* (Vol. 2, No. 506-508, pp. 506-508).
- [8] Smith, D. (2014). Engineer envisions sci-fi as reality. *Arkansas Online*, 5, 413-418. URL: <http://www.arkansasonline.com/news/2014/nov/24/engineer-envisions-sci-fi-as-reality-20/> (Accessed Online: 27/06/2017)
- [9] Kiili, K., Devlin, K., Perttula, A., Tuomi, P., & Lindstedt, A. (2015). Using video games to combine learning and assessment in mathematics education. *International Journal of Serious Games*, 2(4).
- [10] Plante, T. G., Cage, C., Clements, S., & Stover, A. (2006). Psychological benefits of exercise paired with virtual reality: Outdoor exercise energizes whereas indoor virtual exercise relaxes. *International Journal of Stress Management*, 13(1), 108.

- [11] Sekhavat, Y. (2018). Chapter: A comparison of Virtual Reality and Augmented Reality Feedback for Gait Rehabilitation. *Cases on Immersive Virtual Reality Techniques*. IGI-Global
- [12] Garcia-Ruiz, M. (2018). Chapter: Educational Application of Virtual Reality Technology for Visu19 Preprints. Posted: 9 July 2019 doi:10.20944/preprints201907.0130.v1 alizing Digitized Canadian Cultural Objects. *Cases on Immersive Virtual Reality Techniques*. IGI-Global
- [13] Chirino-Klevans, I. (2018). Chapter: Measuring the impact of a Virtual Reality Simulation on Global Leadership Skills. *Cases on Immersive Virtual Reality Techniques*. IGI-Global
- [14] Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355-385.
- [15] Altınpulluk, H. (2015). Artırılmış gerçekliği anlamak: kavramlar ve uygulamalar. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 1 (4), 123-131.
- [16] Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- [17] Ludwig, C., & Reimann, C. (2005). Augmented reality: Information at focus. *Cooperative computing & communication laboratory*, 4(1), 1-12.
- [18] Woods, B. (2014). How augmented reality is augmenting its own future. URL: <http://thenextweb.com/insider/2014/01/31/augmented-reality-augmentingfuture/#!t4WKQ> (Accessed Online 18.04.2019).
- [19] Sung, D. (2011). The history of augmented reality. URL: <http://www.pocketlint.com/news/108888-the-history-of-augmented-reality> (Accessed Online 18.04.2019).
- [20] Sutherland, I. E. (1968, December). A head-mounted three dimensional display. In *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I* (pp. 757-764).

- [21] Thomas, P. C., & David, W. M. (1992, January). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *Hawaii international conference on system sciences* (Vol. 2). ACM SIGCHI Bulletin.
- [22] Sünger, I., & Çankaya, S. (2019). Augmented reality: historical development and area of usage. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 2(3), 118-133.
- [23] Gümüş, F., (2015). HoloLens Nedir. URL: <https://www.muhendisbeyinler.net/hololens-nedir/>, (Accessed Online 20.04.2019).
- [24] Greicius, T., (2016). 'Mixed Reality' Technology Brings Mars to Earth. URL: <https://www.nasa.gov/feature/jpl/mixed-reality-technology-brings-mars-to-earth>, (Accessed Online 20.04.2019).
- [25] Balletti, C., Ballarin, M., & Guerra, F. (2017). 3D printing: State of the art and future perspectives. *Journal of Cultural Heritage*, 26, 172-182. <http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2017.02.010>
- [26] Atzeni, E., & Salmi, A. (2012). Economics of additive manufacturing for end-usable metal parts. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 62, 1147-1155. <https://doi.org/10.1007/s00170-011-3878-1>.
- [27] Petrovic, V., Vicente Haro Gonzalez, J., Jordá Ferrando, O., Delgado Gordillo, J., Ramón Blasco Puchades, J., & Portolés Griñan, L. (2011). Additive layered manufacturing: sectors of industrial application shown through case studies. *International Journal of Production Research*, 49(4), 1061-1079. <https://doi.org/10.1080/00207540903479786>.
- [28] Gibson, I., Rosen, D. W., Stucker, B., Khorasani, M., Rosen, D., Stucker, B., & Khorasani, M. (2021). *Additive manufacturing technologies* (Vol. 17, pp. 160-186). Cham, Switzerland: Springer.
- [29] Arnold, P. (2017, May). You better eat to survive! exploring edible interactions in a virtual reality game. In *Proceedings of the 2017 CHI conference extended abstracts on human factors in computing systems* (pp. 206-209).
- [30] Rampolla, J., & Kipper, G. (2012). *Augmented reality: An emerging technologies guide to AR*. Elsevier.

- [31] Kara, A. (2018). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitimde kullanılmasına yönelik araştırmaların incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı*, Erzurum.
- [32] İçten, T., & Güngör, B. A. L. (2017). Artırılmış gerçeklik üzerine son gelişmelerin ve uygulamaların incelenmesi. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 5(2), 111-136.
- [33] İçten, T., & Güngör, B. A. L. (2017). Artırılmış gerçeklik üzerine son gelişmelerin ve uygulamaların incelenmesi. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 5(2), 111-136.
- [34] Stratasys. <http://www.stratasys.com>.
- [35] Spoerk, M., Holzer, C., & Gonzalez-Gutierrez, J. (2020). Material extrusion-based additive manufacturing of polypropylene: A review on how to improve dimensional inaccuracy and warpage. *Journal of Applied Polymer Science*, 137(12), 48545.
- [36] Altıparmak, S. C., Yardley, V. A., Shi, Z. ve Lin, J. (2022). Extrusion-based additive manufacturing Technologies: State of Art and future perspectives. *Journal of Manufacturing Processes*, 83, 607-539.
- [37] Huang, Y., Leu, M. C., Mazumder, J., & Donmez, A. (2015). Additive manufacturing: current state, future potential, gaps and needs, and recommendations. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 137(1), 014001.
- [38] Sensinger, J., Pasquina, P. F., & Kuiken, T. (2009). The future of artificial limbs. *Care of the combat amputee. Frederick: US Army Medical Department Borden Institute*, 721-30.
- [39] Lange, T., Indelicato, D. J., & Rosen, J. M. (2000). Virtual reality in surgical training. *Surgical oncology clinics of North America*, 9(1), 61-79
- [40] Kennedy, R. S., Lane, N. E., Lilienthal, M. G., Berbaum, K. S., & Hettinger, L. J. (1992). Profile analysis of simulator sickness symptoms: Application to virtual environment systems. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(3), 295-301.

[41] Autodesk and Paralympian Denise Schindler. [http://www.inthefold.autodesk.com/in\\_the\\_fold/2016/04/autodesk-and-paralympian-denise-schindlershows-the-future-of-manufacturing-to-president-obama-an.html](http://www.inthefold.autodesk.com/in_the_fold/2016/04/autodesk-and-paralympian-denise-schindlershows-the-future-of-manufacturing-to-president-obama-an.html).

[42] Report, D.-C. B. (2018). The reality of ar/vr business models. URL: <https://www.digicapital.com/news/2016/04/the-reality-of-120-billion-arvr-business-models/> (Accessed Online: 01/11/2017)

[43] Luckin, R., & Fraser, D. S. (2011). Limitless or pointless? An evaluation of augmented reality technology in the school and home. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 3(5), 510-524.

[44] Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, 62, 41-49.

[45] Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596.

[46] Konishi, K., Hashizume, M., Nakamoto, M., Kakeji, Y., Yoshino, I., Taketomi, A., ... & Maehara, Y. (2005, May). Augmented reality navigation system for endoscopic surgery based on three-dimensional ultrasound and computed tomography: Application to 20 clinical cases. In *International congress series* (Vol. 1281, pp. 537-542). Elsevier.

[47] Apple. (2019). URL: <https://www.apple.com/in/ipad/life-on-ipad/new-eyes-for-hands-on-surgery/>. (Accessed Online 04.05.2019)

[48] Brown, L. D., & Hua, H. (2006). Magic lenses for augmented virtual environments. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 26(4), 64-73.

[49] Elearningsuperstars. (2019). URL: <http://www.elearningsuperstars.com/project/bmw-augmented-reality-serviceengineer-training>. (Accessed Online 04.05.2019).

[50] Bimmerfile. (2011). BMW to Introduce Augmented Reality Heads-Up Displays URL: <http://www.bimmerfile.com/2011/10/12/bmw-to-introduce-augmentedreality-heads-up-displays/>. (Accessed Online 04.05.2019).

- [51] Scopigno, R., Cignoni, P., Pietroni, N., Callieri, M., & Dellepiane, M. (2017, January). Digital fabrication techniques for cultural heritage: a survey. In *Computer graphics forum* (Vol. 36, No. 1, pp. 6-21). <http://dx.doi.org/10.1111/cgf.12781>
- [52] ASTM International. (2012). ASTM committee F42 on additive manufacturing Technologies.
- [53] Knapp, M. E., Wolff, R., & Lipson, H. (2008, September). Developing printable content: A repository for printable teaching models. In *2008 International Solid Freeform Fabrication Symposium*.
- [54] Bowman, D. A., & McMahan, R. P. (2007). Virtual reality: how much immersion is enough?. *Computer*, 40(7), 36-43.
- [55] Camilleri, V., Haddod, F., Montebello, M., Camilleri, J. C., Dingli, A., & Briffa, V. (2019). Virtual Reality (VR) Applications in Learning: "Living Autism". In *Cases on Immersive Virtual Reality Techniques* (pp. 241-268). IGI Global.
- [56] Ozad, U. (2018). Chapter: Use of Virtual Reality in Emergency Medicine Training. *Cases on Immersive Virtual Reality Techniques*, IGI-Global.
- [57] Sekhavat, Y. (2018). Chapter: A comparison of Virtual Reality and Augmented Reality Feedback for Gait Rehabilitation. *Cases on Immersive Virtual Reality Techniques*. IGI-Global.
- [58] Santoso, M. (2018). Chapter: Lesson Learned in Implementing Immersive Technologies in Various Medical Applications. *Cases on Immersive Virtual Reality Techniques*. IGI-Global
- [59] Casas, S., Portalés, C., & Fernández, M. (2019). To move or not to move?: The challenge of including believable self-motion cues in virtual reality applications—understanding motion cueing generation in virtual reality. In *Cases on Immersive Virtual Reality Techniques* (pp. 124-144). IGI Global.
- [60] Bates, J. (1992). Virtual reality, art, and entertainment. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(1), 133-138.

- [61] Bhatt, G. (2004). Bringing virtual reality for commercial Web sites. *International Journal of Human-Computer Studies*, 60(1), 1-15.
- [62] Lindeman, M. (2018). Chapter: Usability Design for Immersive Virtual Reality and Other Advanced Technologies. *Cases on Immersive Virtual Reality Techniques*. IGI-Global.
- [63] Bideau, B., Kulpa, R., Vignais, N., Brault, S., Multon, F., & Craig, C. (2009). Using virtual reality to analyze sports performance. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 30(2), 14-21.
- [64] Liwei, F. (2010). Research and realization of 3d virtual laboratory based on virtools. *Experimental Technology and Management*, 5:027.
- [65] Kerttula, M., Salmela, M., & Heikkinen, M. (1997, June). Virtual reality prototyping- a framework for the development of electronics and telecommunication products. In *Proceedings 8th IEEE International Workshop on Rapid System Prototyping Shortening the Path from Specification to Prototype* (pp. 2-11). IEEE.
- [66] Kanade, T., Rander, P., & Narayanan, P. J. (1997). Virtualized reality: Constructing virtual worlds from real scenes. *IEEE multimedia*, 4(1), 34-47.
- [67] Brutzman, D. (1998). The virtual reality modeling language and Java. *Communications of the ACM*, 41(6), 57-64.
- [68] VRML (2016). Vrml discussion group. URL: <http://www.stars.com/Authoring/VRML/> (Accessed Online: 26/05/2016).
- [69] Ntokos, K. (2019). Techniques on multiplatform movement and interaction systems in a virtual reality context for games. In *Cases on immersive virtual reality techniques* (pp. 199-216). IGI Global.
- [70] Nussli, N., Oh, K., Cuadro, N. M., & Kaye, M. (2019). An investigation into the effect of communication modality on learner satisfaction and mental effort expended during a lecture and discussion event in Second life-a 3D virtual world. *Cases on Immersive Virtual Reality Techniques*.

- [71] Botella, C., Baños, R. M., Villa, H., Perpiñá, C., & García-Palacios, A. (2000). Virtual reality in the treatment of claustrophobic fear: A controlled, multiple-baseline design. *Behavior therapy*, 31(3), 583-595.
- [72] Luciano, C., Banerjee, P., & DeFanti, T. (2009). Haptics-based virtual reality periodontal training simulator. *Virtual reality*, 13, 69-85
- [74] Billingham, M. (2002). Augmented reality in education. *New horizons for learning*, 12(5), 1-5.
- [75] Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual reality*, 10, 163-174.
- [76] Gün, E. (2014). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı*, Ankara.
- [77] Smartis. (2012). "Türkiye'de Bir İlk: Doll Up" URL: <https://www.smartis.com.tr/blog/?p=1394>. (Accessed Online 05.05.2019).
- [78] Molla, M. (2017). IKEA'dan Artırılmış Gerçekliği Sevdirecek Uygulama URL: <http://dergi.ituieee.com/teknolojik/ikeadan-artirilmis-gercekligisevdirecek-uygulama> (Accessed Online 04.05.2019),
- [79] N. Santopuli, F. De Crescenzo, M. Fantini, F. Persiani, L. Seccia, (2010) L'Ebe del Canova: modello digitale e sviluppi applicativi, *Archeomatica* 1 40–43 [ISSN: 2037-2485]
- [80] Arbace, L., Sonnino, E., Callieri, M., Dellepiane, M., Fabbri, M., Idelson, A. I., & Scopigno, R. (2013). Innovative uses of 3D digital technologies to assist the restoration of a fragmented terracotta statue. *Journal of Cultural Heritage*, 14(4), 332-345.
- [81] Perrot, A., Rangeard, D., & Pierre, A. (2016). Structural built-up of cement-based materials used for 3D-printing extrusion techniques. *Materials and Structures*, 49, 1213-1220, <http://dx.doi.org/10.1617/s11527-015-0571-0>.
- [82] Rojas-Rocha, X., (2023) Digital Reconstruction of Ancient Temple on Display in UC San Diego Library's Art of Science Exhibit, URL: <https://qi.ucsd.edu/digital->

reconstruction-of-ancient-temple-on-display-in-uc-san-diego-librarys-art-of-science-exhibit/ (Accessed Online 07.02.2024).

**[83]** Palmyra Bel temple reconstruction (3December 2020), URL: <https://blenderartists.org/t/palmyra-bel-temple-reconstruction-3december-2020/1269084/1>, (Accessed Online 07.02.2024).

**[84]** Nikzad, M., Masood, S. H., & Sbarski, I. (2011). Thermo-mechanical properties of a highly filled polymeric composites for fused deposition modeling. *Materials & Design*, 32(6), 3448-3456.

**[85]** Singh, R., Singh, G., Singh, J., Kumar, R., Rahman, M. M., & Ramakrishna, S. (2019). Thermomechanical investigations of PEKK-HAp-CS composites. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 233(11), 1196-1203.

**[86]** Wang, Z., Luan, C., Liao, G., Yao, X., & Fu, J. (2019). Mechanical and self-monitoring behaviors of 3D printing smart continuous carbon fiber-thermoplastic lattice truss sandwich structure. *Composites Part B: Engineering*, 176, 107215.

**[87]** De León, A. S., Domínguez-Calvo, A., & Molina, S. I. (2019). Materials with enhanced adhesive properties based on acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS)/thermoplastic polyurethane (TPU) blends for fused filament fabrication (FFF). *Materials & Design*, 182, 108044.

**[88]** Joyee, E. B., Lu, L., & Pan, Y. (2019). Analysis of mechanical behavior of 3D printed heterogeneous particle-polymer composites. *Composites Part B: Engineering*, 173, 106840.

**[89]** Le Duigou, A., Barbé, A., Guillou, E., & Castro, M. (2019). 3D printing of continuous flax fibre reinforced biocomposites for structural applications. *Materials & Design*, 180, 107884.

**[90]** Hamzah, K. A., Yeoh, C. K., Noor, M. M., Teh, P. L., Aw, Y. Y., Sazali, S. A., & Wan Ibrahim, W. M. A. (2022). Mechanical properties and thermal and electrical conductivity of 3D printed ABS-copper ferrite composites via 3D printing technique. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 35(1), 3-16.

[91] El Moumen, A., Tarfaoui, M., & Lafdi, K. (2019). Modelling of the temperature and residual stress fields during 3D printing of polymer composites. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 104, 1661-1676.

[92] <https://www.basaran.tech/>, (Accessed Online 07.02.2024).

[93] [https://www.linkedin.com/posts/basarrantek\\_basarranteknoloji-tulga-gogreenturkey-activity-7131185799802359808-QjLf?utm\\_source=share&utm\\_medium=member\\_desktop](https://www.linkedin.com/posts/basarrantek_basarranteknoloji-tulga-gogreenturkey-activity-7131185799802359808-QjLf?utm_source=share&utm_medium=member_desktop), /, (Accessed Online 07.02.2024).

[94] Akkuş H.G.N., Günaydın B.E., Üstündağ C.B., (2020) "Doku Mühendisliğinde 3 Boyutlu Biyo-Baskı İçin Biyofonksiyonel Mürekkepler" *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 4(3): 285-294

[95] TOP, N., ŞAHİN, İ., & Gökçe, H. (2019). DOKU MÜHENDİSLİĞİNDE YAPAY KEMİK İSKELESİ TASARIMI. *Selcuk University Journal of Engineering Sciences*, 18(3), 209-228.

[96] Top, N., Gökçe, H., & Şahin, I. (2023). Additive Manufacturing of Bio-Inspired Microstructures for Bone Tissue Engineering. *Experimental Techniques*, 1-15.

[97] Demirel, F., (2015) Btech Innovation, medikal 3 boyutlu üretim konusunda öncü rol üstleniyor, URL: <https://webrazzi.com/2015/12/23/btech-innovation-medikal-3-boyutlu-uretim/>, (Accessed Online 07.02.2024).

[98] Btech Innovation, Sea Turtle Gets 3-D Printed Beak, New Lease On Life URL: <https://www.btech.com.tr/en/sea-turtle-gets-3-d-printed-beak-new-lease-on-life/>, (Accessed Online 07.02.2024).

[99] <https://rotstudio.com/>. (Accessed Online 07.02.2024).

[100] <https://www.360tr.com/>, (Accessed Online 07.02.2024).

[101] <http://www.3dmekanlar.com/>, (Accessed Online 07.02.2024).

[102] <https://www.youtube.com/c/360VRTurkey>, (Accessed Online 07.02.2024).

**[103]** T.C. İletişim Bakanlığı, Sanal Gerçeklik (VR) Çalışması, URL: [https://www.iletisim.gov.tr/turkce/stratejik\\_iletisim\\_calismalari/detaylar/sanal-gerceklik-vr-calismasi](https://www.iletisim.gov.tr/turkce/stratejik_iletisim_calismalari/detaylar/sanal-gerceklik-vr-calismasi), (Accessed Online 07.02.2024).

**[104]** <https://sanalmuze.gov.tr/>, (Accessed Online 07.02.2024).

**[105]** TRT Haber, Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezince (ÖSYM) yayımlanan Yükseköğretim Programları ve Kontenjanları Kılavuzu'nda, Türkiye'de ilk kez ön lisans düzeyinde öğrenci kabulü yapacak bölümler arasında İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'da (İÜC) açılan "Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Ön Lisans Programı" da yer aldı. URL: <https://www.trthaber.com/foto-galeri/turkiyenin-ilk-sanal-ve-artirilmis-gerceklik-bolumu-is-garantisiveriyor/58418/sayfa-1.html>, (Accessed Online 07.02.2024).

**[106]** Kapucu, M. S., & YILDIRIM, İ. (2019). Türkiye'de sanal ve artırılmış gerçeklik üzerine eğitimde yapılan çalışmalara ilişkin metodolojik bir inceleme. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, (73), 26-46.

**[107]** TRT Haber Youtube, (2022) Türkiye'de ilk: Artırılmış teknolojisi kullanılan müze açıldı  
URL: <https://www.youtube.com/watch?v=WyvhrDB7CVY>, (Accessed Online 07.02.2024).

**[108]** Karabük Üniversitesi 3 Nisan TV, (2023), Türkiye'de ilk Artırılmış Gerçeklik İle Geriatrik Bireylerde İlk Yardım Eğitimi, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=-MsaFnjQMjA>, (Accessed Online 07.02.2024).

**[109]** Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3, 74.

**[110]** Suarez, A. S., Tissieres, J. Y., Vieira, L. S., Hunter-McHardy, R., Sernavski, S. K., & Serafin, S. (2017, March). A comparison between measured and modelled head-related transfer functions for an enhancement of real-time 3d audio processing for virtual reality environments. In *2017 IEEE 3rd VR Workshop on Sonic Interactions for Virtual Environments (SIVE)* (pp. 1-9). IEEE.

**[111]** Fong, T. (2017, October). Interactive exploration robots: Human-robotic collaboration and interactions. In *Arizona State University symposium* (No. ARC-E-DAA-TN44701).

**[112]** Wada, Y., Nishiike, S., Kitahara, T., Yamanaka, T., Imai, T., Ito, T., Sato, G., Matsuda, K., Kitamura, Y., and Takeda, N. (2016). Effects of repeated snowboard exercise in virtual reality 22 Preprints. Posted: 9 July 2019 doi:10.20944/preprints201907.0130.v1

**[113]** Guo, J., Guo, S., Tamiya, T., Hirata, H., & Ishihara, H. (2016). A virtual reality-based method of decreasing transmission time of visual feedback for a tele-operative robotic catheter operating system. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, 12(1), 32-45.

**[114]** Wloka, M. M. (1995). Lag in multiprocessor virtual reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 4(1), 50-63.

**[115]** Kühnapfel, U., Cakmak, H. K., & Maaß, H. (2000). Endoscopic surgery training using virtual reality and deformable tissue simulation. *Computers & graphics*, 24(5), 671-682.

**[116]** Statista, AR/VR B2C market revenue worldwide from 2017 to 2027 URL: <https://www.statista.com/forecasts/1337393/ar-vr-b2c-market-revenue-worldwide>, (Accessed Online 07.02.2024).

**[117]** Deloitte Insights, Will VR go from niche to mainstream? It all depends on compelling VR content  
URL: <https://www2.deloitte.com/xen/en/insights/industry/technology/technology-media-and-telecom-predictions/2023/vr-content-development-lagging-vr-hardware-market.html> (Accessed Online 07.02.2024).

**[118]** SuperData (2018). Online industry statistics report from superdata research. URL: <https://www.superdataresearch.com/market-data/virtual-reality-industry-report/> (Accessed Online: 01/11/2017)