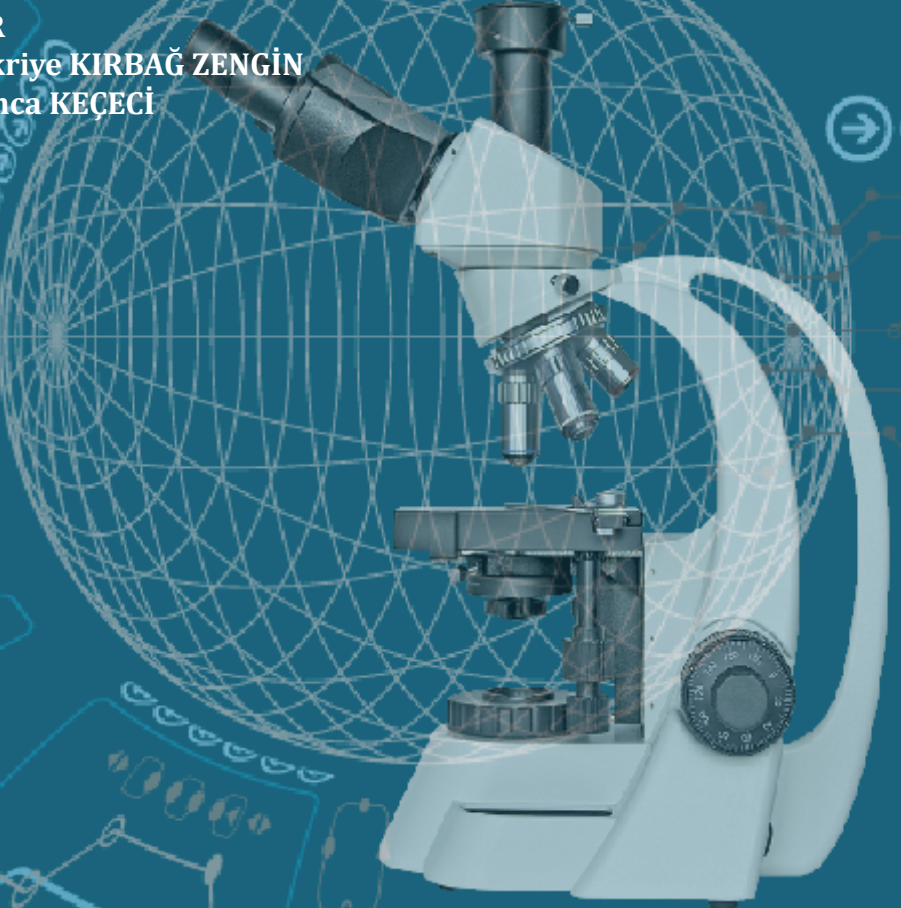


# FEN EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİ UYGULAMALARI

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN

Doç. Dr. Gonca KEÇECİ



İKSAD  
Publishing House

# FEN EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİ UYGULAMALARI

## EDİTÖRLER

Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN

Doç. Dr. Gonca KEÇECİ

## YAZARLAR

Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN

Prof. Dr. Raşit ZENGİN

Prof. Dr. Erol ASİLTÜRK

Doç. Dr. Gonca KEÇECİ

Dr. Öğr. Üyesi Gülen ÖNAL KARAKOYUN

Dr. Öğr. Üyesi Ömer YILAYAZ

Dr. Burcu ALAN

Dr. Pelin YILDIRIM

Doktora Öğrencisi Selin YILDIZ

Doktora Öğrencisi Şafak YUCASU

Doktora Öğrencisi Mehmet POLAT

Gamze DENİZ

Zehra Nur ÇELİK

Seda ALBAYRAK GÜL



Copyright © 2023 by iksad publishing house  
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social

Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2023©

**ISBN: 978-625-367-037-5**

Cover Design: İbrahim KAYA

April/ 2023

Ankara / Turkey

Size = 16 x 24 cm

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

## BÖLÜM 1

### FEN EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİ YANSIMALARI

Dr. Burcu ALAN

Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN.....3

## BÖLÜM 2

### HARMANLANMIŞ ÖĞRENME

Seda ALBAYRAK GÜL

Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN.....33

## BÖLÜM 3

### FEN EĞİTİMİNDE STEM UYGULAMALARI

Doktora Öğrencisi Selin YILDIZ

Prof. Dr. Raşit ZENGİN.....45

## BÖLÜM 4

### FEN EĞİTİMİNDE MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI

Doç. Dr. Gonca KEÇECİ

Dr. Pelin YILDIRIM.....59

## BÖLÜM 5

### FEN EĞİTİMİNDE WEB 2.0 ARAÇLARININ KULLANIMI

Doktora Öğrencisi Selin YILDIZ

Prof. Dr. Raşit ZENGİN.....71

## BÖLÜM 6

### WEB 2.0 ARAÇLARI VE ÖLÇME DEĞERLENDİRMEDE KULLANIMI

Doktora Öğrencisi Selin YILDIZ

Prof. Dr. Raşit ZENGİN.....89

## **BÖLÜM 7**

### **FEN EĞİTİMİNDE ROBOTİK UYGULAMALARI**

Dr. Pelin YILDIRIM

Doç. Dr. Gonca KEÇECİ.....103

## **BÖLÜM 8**

### **FEN EĞİTİMİNDE ANİMASYON**

Dr. Öğr. Üyesi Gülen ÖNAL KARAKOYUN

Prof. Dr. Erol ASİLTÜRK.....117

## **BÖLÜM 9**

### **FEN EĞİTİMİNDE SİMÜLASYON**

Dr. Öğr. Üyesi Gülen ÖNAL KARAKOYUN

Prof. Dr. Erol ASİLTÜRK.....131

## **BÖLÜM 10**

### **FEN EĞİTİMİNDE SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI**

Dr. Pelin YILDIRIM

Doç. Dr. Gonca KEÇECİ.....143

## **BÖLÜM 11**

### **FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİNDE SANAL LABORATUVAR UYGULAMALARI**

Doktora Öğrencisi Mehmet POLAT

Dr. Öğr. Üyesi Ömer YILAYAZ.....159

## **BÖLÜM 12**

### **FEN EĞİTİMİNDE BİLİMSEL ÖLÇÜM YAPAN CİHAZLARIN KULLANIMI**

Doktora Öğrencisi Şafak YUCASU

Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN.....179

## **BÖLÜM 13**

### **FEN EĞİTİMİNDE MOBİL UYGULAMALAR**

Zehra Nur ÇELİK

Doç. Dr. Gonca KEÇECİ.....195

## **BÖLÜM 14**

### **FEN EĞİTİMİNDE EĞİTSEL DİJİTAL OYUN UYGULAMALARI**

Doktora Öğrencisi Mehmet POLAT

Dr. Öğr. Üyesi Ömer YILAYAZ.....215

## **BÖLÜM 15**

### **FEN EĞİTİMİNDE 3D YAZICILAR**

Gamze DENİZ

Prof. Dr. Raşit ZENGİN.....233

## **BÖLÜM 16**

### **FEN EĞİTİMİNDE BULUT BİLİŞİM**

Dr. Burcu ALAN

Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN.....251

## ÖN SÖZ

Değerli Okuyucularımız,

Bilimin ilerleyişine paralel olarak, öğrencilerin fen konularında sahip olması gereken bilgi ve beceriler de değişmektedir. Bu noktada teknolojinin etkin kullanımı, öğrencilerin bilim dünyasına daha aktif katılımını sağlamakta ve fen eğitimini daha ilgi çekici hale getirmektedir.

Teknoloji, insanlar tarafından kullanılan herhangi bir araç, sistem, yöntem veya süreçtir. Günlük hayatta kullandığımız basit cihazlardan, tıp ve biyoteknoloji gibi hayat kurtaran keşiflere kadar birçok alanda etkisini gösteren teknoloji, insanların yaşamını daha iyi, daha kolay ve daha verimli hale getirmek için kullandıkları her türlü araç ve yöntemdir.

Bu kitapta, fen eğitiminde teknoloji kullanımına yönelik bilgi ve öneriler sunulmaktadır. Günümüzde teknolojinin öğrenme süreçlerindeki etkisi büyüktür. Teknoloji kullanımı, öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif rol almalarına, derslerin daha anlaşılır hale gelmesine ve fen konularına karşı ilgilerinin artmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin bilimsel araştırmalar yapmalarına, projeler hazırlamalarına ve farklı perspektiflerden düşünmelerine yardımcı olur. Eğitimde teknolojinin yararları yanında, bazı dezavantajları da olabilir. Örneğin, teknolojinin yanlış kullanılması, öğrencilerin dikkatinin dağılmasına neden olabilir veya öğrencilerin teknolojinin yardımı olmadan kendi bilgi kaynaklarını keşfetmelerini engelleyebilir. Bu nedenle, eğitimde teknolojinin doğru şekilde kullanılması önemlidir.

Fen eğitiminde teknoloji kullanımı, öğrencilerin öğrenme tarzlarına göre çeşitlilik gösteren bir yelpazeye sahiptir. Simülasyonlar, interaktif yazılımlar, sanal laboratuvarlar ve görsel materyaller, öğrencilerin fen konularını anlamalarına yardımcı olacak araçlardır. Bu kitabın, akademisyenlere, öğretmenlere ve öğretmen adaylarına fen eğitiminde teknoloji kullanımı konusunda farkındalık kazandıracağına ve fen derslerinde daha verimli bir öğrenme sağlayacağına inanıyoruz.

Saygılarımızla,

Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN

Doç. Dr. Gonca KEÇECİ





## BÖLÜM 1

### FEN EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİ YANSIMALARI

Dr. Burcu ALAN<sup>1</sup>  
Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye. burcualan@outlook.com, Orcid ID: 0000-0003-3429-0942

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye, fzengin@firat.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-0547-8746



## GİRİŞ

Teknoloji alanında yaşanan hızlı gelişim, birçok alanda yenilenme ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Teknolojinin kaydettiği ilerleme ve kullanıldığı alanlarının artması ile birlikte hayatımızın her alanında ve her anında varlığını belli ettiğini söylemek mümkündür. Bu alanların en önemlilerinden birisi kuşkusuz eğitimidir. Eğitim ve öğretim süreçleri içerisinde teknolojiden bir araç olarak etkin bir şekilde faydalanmak gereklilik haline gelmiştir. Bilgiyi ezberleyen değil, bilgiye ulaşabilen ve gerektiği zaman bilgiyi anlayıp kullanabilen bireyler yetiştirmek günümüz toplumunun ihtiyacıdır. Bu ihtiyacın karşılanması amacıyla bireylere, bilgiye ulaşmaları ve bilimsel süreç becerilerini kazanmaları için verilen derslerin başında fen bilimleri dersi gelmektedir. Günümüz standartlarında teknolojik araçlar aracılığıyla bilgiye oldukça kolay ve hızlı bir şekilde ulaşabiliyoruz. Dolayısıyla bu durum öğrenme ve öğretme sürecine yansımakta ve sürece zenginlik katmaktadır. Dikkat edilmesi gereken en önemli şeylerden birisi ise teknolojik araçların öğretim sürecinin daha dikkat çekici, etkili ve faydalı olması için entegresinin iyi yapılmış olmasıdır. Fen öğretiminde teknoloji kullanımının sağladığı birçok yarar vardır ve bu yüzden çeşitli eğitim teknolojileri fen öğretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu teknolojik araçlar, sınıf ortamlarındaki akıllı tahtalar, internet, bilgisayarlar, wiki, çevrimiçi öğrenme ortamları, animasyonlar, simülasyonlar, sanal ve uzaktan erişimin sağlandığı laboratuvarlar, dijital oyunlar, Web 2.0 araçları, sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları gibi araçlardır. Bu araçların eğitime entegrasyonunun nasıl yapılacağı, kullanımlarından çok daha fazla önem arz etmektedir. Bu bölüm; ‘eğitimde ve öğretimde teknoloji’, ‘fen öğretiminde Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB)’, ‘fen öğretiminde STEM uygulamaları’, ‘endüstri 1.0’dan endüstri 4.0’a doğru’ ve ‘fen öğretiminde kullanılacak teknolojik uygulamalar’ olmak üzere beş ana başlıkta sunulmuştur. Fen öğretiminde kullanılacak teknolojik uygulamalar ana başlığı altında; sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, yapay zeka, Web 2.0 araçları, animasyon ve simülasyon uygulamalarına ilişkin alt başlıklar oluşturularak bilgi verilmiştir.

### **Eğitimde ve Öğretimde Teknoloji**

Öğretme ve öğrenmeyi farklı teknolojiler ile desteklemek oldukça zengin, geniş ve uzun bir geçmişe sahiptir. Son yıllarda öğrenme teorilerinin değişmesi ile birlikte öğrenme teorilerine yönelik öğrenme süreçlerini desteklemek adına olanaklar sağlayan yeni teknolojiler icat edilmiştir (Valtonen ve ark., 2022).

Reisser (2001) ve Weller (2020), 1990’ların ortalarını, eğitim teknolojisinin hızlı büyümesi için bir dönüm noktası olarak ifade etmişlerdir. 1990’lı yıllarda yaşanan değişim, eğitim teknolojisinin internet ve multimedya gibi yeni teknolojilere doğru büyümesine atfedilmiş ve bu büyüme, akıllı telefonların ve sosyal ağların eğitim uygulamalarının bir parçası haline gelmesiyle 2000’li yıllara taşınmıştır (Huang ve ark., 2019). Öğretim

teknolojisini, Eğitsel İletişim ve Teknoloji Derneği (Association for Educational Communications and Technology [AECT], 2008) şu şekilde tanımlamaktadır: Öğrenme süreç ve kaynaklarının tasarımı, geliştirilmesi, kullanılması, yönetilmesi ve değerlendirilmesi aşamalarına ait kuram ve uygulamalardır. Eğitim teknolojisini ise, teknolojik süreç ve kaynakların oluşturulması, kullanılması ve yönetimi ile öğrenmeyi destekleme ve performans geliştirme çalışma ve etik uygulaması olarak tanımlanmaktadır. Yapılan tanımlar kapsamında teknoloji, eğitim teknolojisi ve öğretim teknolojisinin sınırları çizilmiş ve aralarındaki farklarda belirlenmiştir. Buna rağmen literatürde hala eğitim teknolojisi ile öğretim teknolojisinin birbirlerinin yerine söylemek güç değildir.

Koschmann (1996), eğitim teknolojisi araştırmalarının nasıl geliştirildiğini, ayrıca çeşitli öğrenme kavramları, araştırma metodolojisi ve araştırma sorularını temel alarak dört paradigmadan bahsetmektedir. Bu paradigmalardan ilki 1960'lara kadar uzanan bilgisayar destekli öğretim paradigmasıdır. Bu paradigma deneyselci ve davranışçı geleneklere dayanmaktadır. İkinci paradigma 1970'lerde ortaya çıkan akıllı öğretim sistemleridir. Akıllı öğretim sistemleri, bilişsel süreçler ve yapay zekâ üzerine yapılan çalışmalar üzerine inşa edilmiştir. Üçüncü paradigma 1980'li yılların başında başlayan Logo-as-Latin paradigmasıdır. Bu paradigma, öğrenenlerin dış yapıları keşfedebilecekleri, oluşturabilecekleri ve programlayabilecekleri ve bunları yaparak kavramsal anlayışlarını geliştirebilecekleri öğrenme ortamları oluşturmayı hedeflemektedir (Grover ve Bezelye, 2018). Dördüncü paradigma ise 1990'larda ortaya çıkan bilgisayar destekli iş birliğine dayalı öğrenmedir. Bu paradigma işbirlikçi gruplar arasında bilgi ve uzmanlığın paylaşılmasını ve oluşturulmasını nasıl kolaylaştırabileceğine odaklanmaktadır.

Son yıllarda eğitim teknolojisi araştırmalarının en önemli alanlarından birisi “eğitimde teknoloji entegrasyonu” olmuştur (Valtonen ve ark., 2022). Bu durumun yanı sıra, pek çok bilim insanı eğitimde teknoloji entegrasyonuna ilişkin ortak bir fikre henüz ulaşılmadığını ifade etmişlerdir (Davies ve West, 2014; Hsu, 2010; Proctor ve ark., 2003). Ayrıca bazı bilim insanları teknoloji entegrasyonunun ağırlıklı olarak zayıf bir şekilde tanımlandığının altını çizmişlerdir. Belirli dönemlerde teknoloji entegrasyonunun odak noktasında bir kayma yaşansa da, son yıllarda yeniden ilgi duyulmaya başlanmıştır. Birçok araştırmacı teknolojinin kullanım sıklığından ziyade teknolojinin öğretim uygulamalarına nasıl entegre edildiğinin önemli olduğunu tartışmaya odaklanmıştır (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2015). Davies ve West (2014), teknoloji entegrasyonunu, hedeflenen öğrenme çıktılarını gerçekleştirmek amacıyla eğitim teknolojisinin etkili bir şekilde uygulanması olarak tanımlamıştır. Başka bir tanımda ise, bilgisayar sistemleri ve internet gibi teknolojik araç ve hizmetlerin eğitim ortamının bir parçası durumuna getirilmesi süreci, öğretim programında ve eğitim

tesislerinde yapılan değişiklikleri içermektedir (Eğitim Kaynakları Bilgi Merkezi, 2022). Araştırmacıların teknoloji entegrasyonunu kavramsallaştırma şekli bazen tanımlardan ziyade çerçevelere ve modellere dayanmaktadır. Buna örnek olarak, Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) çerçevesinin altında yatan teknoloji entegrasyonu kavramı verilebilir (Mishra ve Koehler, 2006). TPAB çerçevesinde teknoloji entegrasyonu, teknolojinin öğretim yöntemlerine (pedagoji) ve öğretim programına (alan) entegre edildiği yollar olarak ifade edilmiştir (Wentworth ve ark., 2009).

### **Fen Öğretiminde Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB)**

TPAB çerçevesi, dünya çapında teknoloji entegrasyonu ile ilgili konularla ilgilenen eğitim teknolojisi araştırmacıları tarafından gün geçtikçe daha fazla kullanılmaktadır. TPAB ifade edilmeden önceki dönemde eğitim teknolojisi alan yazınında, birleştirici bir kavramsal çerçeve kavramının henüz mevcut olmadığı ifade edilmekteydi (Archambault ve Barnett, 2010). Ancak TPAB çerçevesinin gelişimi teknoloji alanını kasıp kavurmayı başarmıştır (Cox ve Graham, 2009). TPAB çerçevesi, teknoloji bilgisini içerecek şekilde Lee Shulman'ın (1986) pedagojik alan bilgisi yapısına dayanmaktadır (Koehler ve Mishra, 2009). Öğretmen bilgisinin uzun yıllar boyunca birbirinde bağımsız bir şekilde alan bilgisi ve pedagojik bilgiden oluştuğu düşünülmüştür. Shulman (1986), bu iki bilgi tabanının benzersiz birleşimini vurgulayan 'Pedagojik İçerik Bilgisi'nin (PAB) kavramsallaştırılması adına bir öneride bulunmuştur. Ardından ise Mishra ve Koehler (2006), teknoloji bilgi bileşenini, PAB çerçevesine entegre ederek Teknolojik Pedagojik ve Alan Bilgisi (TPAB) olarak adlandırılan yeni çerçeveyi önermiştir. TPAB çerçevesi, teknolojik bilgi (TB), Pedagojik Bilgi (PB) ve Alan Bilgisi (AB) olmak üzere üç temel bileşene ve bunların kesişme noktalarında oluşan dört hibrit bileşene, yani Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB), PAB, Teknolojik Alan Bilgisi (TAB) ve TPAB'a dayanmaktadır. Yedi bileşenin anlamlarına aşağıda yer verilmiştir (Mishra ve Koehler, 2006):

- PB, öğretim yöntem ve süreçlerini ifade etmektedir. Sınıf yönetimi, ders planı geliştirme, değerlendirme ve öğrenci öğrenimi gibi bilgileri içerisinde barındırır.
- TB, kağıt ve kalem gibi düşük teknolojili teknolojilerden internet bağlantısı, projeksiyon monitörü, masaüstü bilgisayar, dizüstü bilgisayar, yazıcı, hoparlör, tarayıcı, akıllı tahta, eğitsel yazılımlar gibi dijital teknolojilere kadar birçok teknoloji hakkındaki bilgiyi ifade eder.
- AB, öğretilecek ya da öğrenilecek gerçek konu hakkındaki bilgilerdir.
- PAB, bir konunun öğretiminde kullanılacak olan öğretim yaklaşımının bilgisidir.
- TPB, farklı teknolojilerin öğretimde nasıl kullanılabileceği bilgisini içerir.

- TAB, öğretmenlerin teknolojiyi kullandıklarında, öğrencilerin belirli bir konuya ilişkin kavramları uygulama ve anlama şeklini değiştirebileceklerini anlamalarını içerir.
- TPAB ise, öğretmenlerin teknolojiyi herhangi bir içerik alanındaki öğretimlerine entegre etmek amacıyla ihtiyaç duydukları bilgiyi ifade eder.

Öğrenme dinamikdir ve zamanın değişiminden etkilenmektedir. Zamanın değişiminden etkilenen ve aslında en büyük etkileyicilerden biri de kuşkusuz öğretmenlerdir. Bir öğretmenin kendi döneminde öğrendiği yol, derslerin şimdi öğrenildiğinden farklıdır. Teknolojinin hızlı gelişimine şahitlik eden öğrencilerin, bilgiyi önceki nesillere göre temelden farklı düşündükleri ve işledikleri düşünülmektedir (Santos ve Castro, 2021). Öğrenciler teknolojiyi bir öğretim aracı olarak görmekte ve ders esnasında kullanımına da önem vermektedir. Dolayısıyla öğretmenlerin, öğrencilerin öğrenmelerini desteklemek amacıyla teknolojiyi öğretimlerine entegre etmeleri gerekmektedir (Siddiq ve ark., 2016). Öğretmenlerin dijital çağ becerilerini ve yeterliliklerini mesleki uygulamalarıyla ilişkilendirmesi (Lazaro-Cantabrana ve ark., 2019) ve sınıflarında bir tür teknolojiyi kullanmaları gerektiğine dikkat çekilmektedir (Demissie ve ark., 2022). İlgili alan yazın incelendiğinde öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB yeterliliklerinin araştırıldığı birçok çalışmaya rastlanmıştır (Akarsu ve Güven, 2014; Akyüz ve ark., 2014; Altunoğlu, 2017; Balcı ve Feridun, 2020; Balçın ve Ergün, 2018; Santos ve Castro, 2021).

### **Fen Öğretiminde STEM Uygulamaları**

Bilim ve teknolojiye yaşanan değişim, eğitim, mühendislik, sağlık, ekonomi gibi birçok alanı doğrudan etkilemiştir. Bu etkilenme sonucunda ülkelerin ve iş dünyasının kişilerden beklentileri de değişmiştir. İş dünyasının teknoloji okuryazarı, üretken, eleştirel düşünebilen, problem çözebilen, iletişim becerisi gelişmiş ve disiplinler arası çalışabilen bireylere olan ihtiyacını artırmıştır. Bu ihtiyacın karşılanabilmesi ve 21. becerilerine sahip, donanımlı bireyler yetiştirmek amacıyla eğitimde yeni yaklaşımlar arayışına başlanmış ve bu durum STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitiminin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. STEM kavramı fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının birbirleri ile olan entegrasyonunu verirken (Basham ve Marino, 2013), STEM eğitimi ise öğrenmenin ve öğretimin bu dört alanın içinde öğretilmesi gerektiğini savunan bir terim olarak karşımıza çıkmaktadır.

STEM yaklaşımının başlangıcından bu yana sürekli olarak evrim geçirdiği düşünülmektedir. Şöyle ki, STEM eğitimi için bir fikir birliği olmamasının yanı sıra, konuya değinen yazar sayısı kadar da tanım mevcuttur (Paez ve ark., 2019). Bu tanımlar arasında bazı farklılıklarda mevcuttur. Örneğin, bazı yazarlar disiplinlerin bireysel olarak ele alınabileceğini öne

sürerken, bir kısım yazar ise disiplinlerin bütünlük bir grup olduğunu düşünmektedir (Bybee, 2013). Shaughnessy'e (2013) göre STEM eğitimi, uygulamalı mühendislik stratejileri ve teknoloji kullanımını içerisinde barındıran fen ve matematik kavram ve prosedürlerine dayalı problemlerin çözümüdür. M. Sanders (2009), bütün STEM disiplinlerini, öğretimi gerçek dünya problemlerinin çözümü yoluyla entegre ve koordine edilen uyumlu bir varlık olarak alamaya çalışan yaklaşım olarak tanımlamaktadır. Le ve arkadaşları (2021), öğrencilerin gerçek dünya problemlerini çözüme ulaştırmalarına yardımcı olmak amacıyla bağımsız disiplinleri birbirine bağlamayı amaçlayan disiplinler arası bir eğitim yaklaşımıdır. Baran ve arkadaşları (2016) tarafından ise, fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve bu disiplinlere özgü diğer bilgi, beceri ve inançları bütünlükleyen disiplinler arası bir öğretim yöntemi olarak STEM tanımlanmaktadır.

Öğretim programı entegrasyonu fikirleri, disiplinlerin izole edilmediği gerçek dünya problemlerinden türetilmiştir. Fakat, çoğu geleneksel eğitim yaklaşımında disiplinlerin birbirinden bağımsız sunulması, birbirinden kopuk ve tutarsız çeşitli olgu ve becerilerden biraz daha fazlasını sunması nedeniyle kendimizi bir çelişki ile karşı karşıya bulmaktayız (Czerniak ve ark., 1999). Disiplinlere yönelik bu izole yaklaşımdan ötürü öğrenme türü, belirli bir bütünlük kazanamamaktadır. Öğrencilerden, problemlerle bir durum ile karşı karşıya kaldıklarında hangi kısmı bilimle, matematikle, sanatla vb. disiplinle çözebileceklerini sormaları beklenmektedir. Buna karşılık, disiplinler arası bir öğrenme yaklaşımı disiplinleri bütünlükleştirir ve bütünsel bir düşünce süreci geliştirme arayışıyla farklı bilişsel yetenek düzeylerinden geçerek sınırlarını genişletir. Dolayısıyla öğrenciler, gerçekliğe uygulanabilir disiplinler arası bir anlayış üretmek için bilgiyi işlemelerine olanak tanıyan anlamlı bağlantılar kurabilirler (Paez ve ark., 2019). Tsupros ve arkadaşları (2009), STEM entegrasyonunun, öğrencilere parçaları öğrenip daha sonra bunları özümsemek zorunda kalmak yerine, öğrenmeyi gerçek dünyadaki bir durum ya da problemle deneyimlemek için en iyi fırsatlardan biri olduğunu düşünmektedirler.

STEM eğitiminin, öğrencileri hem günlük yaşamlarında hem de gelecekteki karmaşık toplumlarında ortaya çıkan sorunların üstesinden gelebilmeleri için disiplinlerarası bilgi ve beceriler ile donatabileceğine inanılmaktadır. Yani STEM eğitimi, geleceğin küresel çalışanlarını hazırlamak için modern eğitim sistemlerinin kaçınılmaz bir eğilimi olarak kabul edilmekte ve birçok eğitim sisteminde müfredatın bir parçası haline gelmiş durumdadır (Al Salami ve ark., 2017; Margot ve Kettler, 2019). Dünyada ve ülkemizde STEM yaklaşımının benimsenmesi ile birlikte öğretim faaliyetlerinde STEM temelli etkinliklere daha fazla yer verilmeye başlanmış ve etkinliklerin çeşitliliği hızla artmıştır. Çeşitli kuramsal temellerle oluşturulan STEM temelli etkinlikler, farklı yaş gruplarında öğrencilere uygulanarak, ağırlıklı olarak akademik başarı, herhangi bir STEM disiplinine karşı tutum ve gerçekleştirilen

etkinliklerin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin (eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim ve iş birliği gibi) gelişimine etkisi vb. çıktılarının incelendiği literatürde birçok çalışma mevcuttur (Akdağ ve Güneş, 2021; Alan ve ark., 2019; Alan ve ark., 2021; Ergün ve Balçın, 2019; Kayahan ve ark., 2018; Keçeci ve ark., 2017; Keçeci ve ark., 2019; Öztürk, 2020; Zengin ve ark., 2022). Doğru pedagoji ile gerçekleştirildiğinde STEM yaklaşımının öğrencilerin fene karşı tutumlarını arttırdığına da yönelik çalışmalar bulunmaktadır (Yamak ve ark., 2014). Gerçekleştirilen çalışmalarda STEM yaklaşımın her sınıf düzeyinde ve her sosyoekonomik çevrede uygulandığını görmek mümkündür. Bunun yanı sıra çalışmalarda STEM eğitimi temelli ders etkinliklerinin çeşitli öğretim yaklaşımları ile entegre edildiği birçok çalışma mevcuttur. Bunlardan bazıları; 5E öğrenme modeli, işbirlikçi öğrenme modeli, farklılaştırılmış öğretim yaklaşımı, ters yüz eğitim modeli, montessori, mühendislik tasarım temelli öğrenme ve senaryo temelli öğrenmedir.

### **Endüstri 1.0'dan Endüstri 4.0'a Doğru**

Tüm endüstriyel devrimler, teknolojik bir bağlamda çerçevelenmektedir (Zonnenshain ve Kenett, 2020). Yaklaşık 1760'lı yıllarda gerçekleşen ilk sanayi devriminden bugüne kadar, insanlık tarihi boyunca toplamda dört sanayi devrimi meydana gelmiştir. Her bir sanayi devrimi üretimde iyileştirme getirmiş ve insanlığın yaşam tarzını birçok açıdan değiştirmiş ve geliştirmiştir. İlk sanayi devrimi sırasında, buhar makinelerinin icadı ile insan emeğine olan ihtiyaç azalmış ve üretim verimliliği artmıştır. Yani üretim makineleşmiştir. Endüstri 2.0 ile elektrifikasyon ve seri üretim montaj hatları devreye girerken, tüketicilerde yüksek kaliteli ürünlerden daha uygun fiyatlarla yararlanmışlardır. Ardından Endüstri 3.0 ile birlikte elektronik, telekomünikasyon ve bilgisayarların yükselişi yaşanmış, küreselleşme ve online alışveriş popüler hale gelmiştir. Endüstri 4.0 ise insanlığı derinden değiştirmiştir.

**Endüstri 1.0:** 1764 yılında buharlı makinelerin ilk kez kullanımı Sanayi Devrimi'nin tetikleyicisi nitelikte olmuştur. Üretim, buharlı makinenin gücünden önce çok fazla insan gücüne ihtiyaç duyulduğu için oldukça yavaştı. Yani üretimde serilik yoktu. Örneğin, Pilevari (2020), makineleşme dönemi ile birlikte iplik endüstrisinin üretimini sekiz kat arttırdığını belirtmiştir. Makinelerin kullanılmaya başlanmasıyla üretim kapasitesi arttıkça, ekonomide büyük bir kazanç sağlanmış ve dolayısıyla gelir ve yaşam standartları da yükselmiştir. 18. yüzyılda yaşanan bu gelişme sayesinde hem ürünler hem de tüketiciler uzak mesafelere eskisinden daha kolay şekilde ulaşabilmişlerdir. İnsan ve hayvan gücünün yerini su ve buhar gücü alırken, atölye tarzı işletmelerin yerini ise mekanik üretim tesisleri almıştır (Aksoy, 2017). Özetle Endüstri 1.0, üretim ekipmanlarını çalıştırmak amacıyla su buharı kullanarak insanlığı "Buhar Çağı" na götürür (Leng ve ark., 2022). Endüstri 1.0 ile tekstil üretimi, demir endüstrisi, buhar gücü, takım tezgâhları, kimya, çimento, cam



yapımı, tarım, kâğıt makinesi, gaz aydınlatması, ulaşım, madencilik gibi birçok sektör gelişmiştir (Vinitha ve ark., 2020).

**Endüstri 2.0:** 19. yüzyıl elektrikle çalışan sistemlerin kullanılması ile sağlanan seri üretim sistemlerini başlatan Endüstri 2.0'ı doğurdu. 19. yüzyılın sonlarından 20. yüzyılın başlarına kadar olan dönemdir. Endüstri 2.0 devrimi, elektriği yönlendirmek için enerjiyi bir aracı olarak kullanarak insanlığı “Elektrik Çağı” na götürür (Leng ve ark., 2022). Bu devrimin temel odağı, takım tezgahlarının geliştirilmesinin yardımı ile seri üretimin yapılmasıdır. Elektrik gücü, demiryolu ağları, telefon, gaz, telgraf, kanalizasyon ve su temini gibi yeni teknolojileri benimsemektedir. Ayrıca demir, çelik, demiryolu, kâğıt yapımı, petrol, kimya, kauçuk, bisiklet, otomobil, uygulamalı bilim, gübre, motorlar, telekomünikasyon ve modern işletme yönetimi gibi birçok farklı sektörde sanayi ve teknoloji geliştirilmiştir

**Endüstri 3.0:** 1980’lerden sonra makinelerin bilgisayarlar ile kontrol edilmesiyle başlayan Endüstri 3.0 devrimi ile endüstri, üretim sektöründe otomasyon endüstrisine girmiştir. Bu dönemde üretim sektörü, saha mühendisliğinde elzem bir büyüme göstermiştir. Tüm üretim süreci insan yardımı olmadan otomatikleştirilmiş ve otomasyon elektronik ve bilgisayar kontrollü cihazlar tarafından yürütülmüştür (Vinitha ve ark., 2020). Yin ve arkadaşları’na (2018) göre bu dönemin en belirgin özelliği, analogdan dijitale geçiş gibi büyük teknolojik yeniliklerin yaşanmasıdır. İnsan emeğinin yerini otomasyonun alması işsizlik oranlarını önemli düzeyde artırmış ve çeşitli mesleklerin yok olmasına neden olmuştur. Yarı iletken endüstrisi, programlanabilir entegre devreler, telekomünikasyon, yenilenebilir enerji sektörü ve kablosuz iletişim döneminin odak sektörleri olmuştur. Endüstri 2.0 teknolojik bir devrim iken Endüstri 3.0 dijital bir devrim olarak literatürde yerini almıştır (Özden, 2022).

**Endüstri 4.0:** 21. yüzyılda başlayan Endüstri 4.0 devrimi ilk kez 2011 yılında üniversiteleri ve özel işletmeleri içerisinde bulunduran bir Alman federal hükümet girişimi tarafından kullanılmıştır. Bu girişimin, Almanya’nın yerel sanayisinin üretkenliği ve etkinliğini büyütmek için en gelişmiş üretim sistemlerini geliştirmeye çalıştıkları stratejik bir program ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Kagermann ve ark., 2013). Endüstri 4.0’ın temel özelliği olan teknoloji tabanlı yeniliklerin üretim sistemlerine entegrasyonu, üretkenliği ve etkinliği artırmanın ve bu sebeple ekonomik büyümeyi ve zenginliği teşvik etmenin bir yolu olarak görülmektedir (Beller ve ark., 2019).

Endüstri 4.0, yapay zekâ, robotik, 3D yazıcılar ve biyo, nano ve uzay teknolojisi alanlarındaki gelişmelerle, ekonomik değere sahip canlı-cansız her nesnenin internet bağlantılarıyla diğer nesnelere iletişime ve etkileşime geçebileceği akıllı üretim dönemidir. Bu dönem teknolojilerinin arasında nesnelerin interneti, büyük veri, artırılmış gerçeklik, simülasyon, bulut bilişim, siber güvenlik ve otonom robotlar yer almaktadır (Vinitha ve ark., 2020).

Endüstri devirlerini birbirinden ayıran ve büyük çaplı değişimlerin ve beraberinde getirdiği kırılmaların endüstri alanına yapmış olduğu etkinin benzer şekilde eğitim alanında yaşandığı belirtilmektedir. Endüstri 4.0'ın beraberinde getirdiği etkiler ve dönüşümler sonucunda ortaya çıkan dijital dönüşüme ise Eğitim 4.0 denilmektedir. Endüstri 4.0 da olduğu gibi Eğitim 4.0 da dört aşamadan söz etmek mümkündür. Bunlar; Eğitim 1.0, Eğitim 2.0, Eğitim 3.0 ve Eğitim 4.0'dır. İlk olarak sanayi devrinden önceki dönemde eğitim, tarım toplumlarında bilginin öğretmenden öğrenciye kavramlar ile aktarılmasıyla gerçekleşmekte ve öğretmen merkezli bir anlayış eğitim sistemine hâkim olmaktadır. İkinci kırılma noktası olan sanayi devri ile birlikte eğitim alanından beklentiler değişmiş ve bir takım yapısal değişiklikler yaşanmıştır. Ağırlıklı olarak sanayi kuruluşlarının temel ihtiyaçlarını karşılayabilecek teknolojilerin ve teknolojik araçların geliştirilmesi odak haline gelmiştir. Bu dönemde eğitim kurumları bir fabrikaya olarak, bu fabrikalarda üretilen ürünler ise öğrenciler olarak görülmeye başlanmıştır (Pooworawan, 2015). Eğitimin kalite kontrolü sınavlar ile belirlenirken, diplomalar ise garanti belgesi olarak görülmeye başlanmıştır. Üçüncü kırılma noktasında eğitim sistemleri “teknoloji toplumu” nun ihtiyaçlarına yanıt verecek şekilde yapılanmaya başlamıştır. “Kendi kendine öğrenme” olgusu bu dönemde ortaya çıkmıştır. İnternet başta olmak üzere sosyal medya kendini eğitim sisteminde baskın bir şekilde hissettirmeye başlamıştır. Öğrenciler bu dönemde özellikle “bilgiyi tüketenler” değil “bilgiyi üretenler” olarak eğitime başlanmıştır. Dördüncü kırılma noktasında ise, Endüstri 4.0'ın getirmiş olduğu değişiklikler ve inovasyonun etkisi eğitim sistemlerinde de kendini göstermeye başlamıştır. Eğitim kurumlarının başarılı olabilmeleri için inovasyon ağırlıklı eğitim gerçekleştirmeleri gerektiği düşüncesi genel olarak hâkim olmuştur. “Yaşam boyu öğrenme” bu dönemde eğitim kurumlarının temel misyonları arasındadır. Bilgi kadar iş birliği, dijital okuryazarlık, liderlik, yaratıcılık, duyuşal zekâ, etkili iletişim, girişimcilik, problem çözme becerisi gibi yeteneklerin geliştirilmesi de temel öğrenme kazanımı olarak sayılabilecektir. Öğrencilere bu yetenekleri kazandırabilmek amacıyla kişiselleştirilmiş eğitim sistemleri, görsel öğrenme, oyun ve senaryo tabanlı öğrenme, artırılmış gerçeklik, proje tabanlı problem çözme gibi farklı yaklaşımların kullanılması ile iyi sonuçlar elde edilebileceği ifade edilmektedir (Nedeva ve Dineva, 2012).

Eğitim 4.0 döneminde yaşanacak değişim ve dönüşümler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Öztemel, 2018):

- Her zaman ve her yerde eğitim anlayışı hâkim olacaktır.
- Öğrencilerin sisteme uyarlanmaya çalışıldığı değil, sistemin öğrencinin yetenek ve kabiliyetlerine uyarlandığı kişiselleştirilmiş eğitimler söz konusu olacaktır.
- Sınıfsız öğrenme, harmanlanmış öğrenme ve kendi kendine öğrenme gibi yaklaşımlar ile öğrenme gerçekleşecektir.
- Alan bilgisi ve tecrübe derslerin ana teması olacaktır.

Öğrenciler proje bazlı öğrenme ve çalışmalar yapacaklardır.

- Çalıştıkları projelerin performansı doğrultusunda bilgilerini sahada ne düzeyde uygulayabildikleri test edilecektir.
- Ders içeriklerini oluşturma konusunda öğrenciler daha fazla aktif olacaktır.
- Eğitim 4.0 ile sanal mentorlar aktif bir şekilde kullanılacaktır.
- Teknoloji sürekli olarak gelişecek ve gelişen teknolojiler eğitim sisteminin bir parçası olmaya devam edecektir.

Eğitim 4.0 ile birlikte gündeme gelen teknolojiler; bulut bilişim, mobil internet, bilgi otomasyonu, büyük veri analizleri, nesnelere interneti, ileri robot teknolojileri, gen bilimi, 3 boyutlu baskı, implante teknolojiler, otonom cihazlar, ileri ve zeki malzemeler, enerji depolama ve yenilenebilir enerji, insansız araçlar, bitcoin ve blockchain olarak sıralanabilir (Öztemel, 2018).

### **Fen Öğretiminde Kullanılabilecek Teknolojik Uygulamalar**

Gelişen dünyada çağın gerektirdiği insan gücüne ulaşılabilmesi, fen eğitiminin kalitesinin sürekli olarak geliştirilmesine bağlıdır (Çetin ve Asiltürk, 2016). Teknoloji alanında yaşanan gelişmeler fen eğitimini büyük ölçüde etkilemektedir (Uğraş ve Çil, 2012). Birçok araç ve yazılım, teknoloji destekli öğretim uygulamaları kapsamında fen öğretiminde kullanılmaktadır. Aşağıda, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, yapay zeka, web 2.0, animasyon ve simülasyon gibi fen öğretiminde kullanılabilecek bazı güncel uygulamalara yönelik bilgiler yer almaktadır.

### **Fen Öğretiminde Sanal Gerçeklik**

Gerçek dünyanın üç boyutlu bir şekilde tasarlanarak sanal ortama aktarılmasının sonucunda oluşan sanal bir evren olan sanal gerçeklik, öğrenenlere gerçekte var olmayan bir ortamda bulunma hissiyatını yaşatmakta ve keşfederek öğrenme imkânı sunmaktadır (Chen, 2010). Farshid ve arkadaşları'na (2018) göre ise sanal gerçeklik, gerçek dünyanın ve içinde var olan nesnelere tamamının, üç boyutlu sanal temsillerini ifade eder. Bir nevi gerçek dünyanın yerine tasarlanmış ve canlandırılmış bir dünya vardır (Özmen, 2019). Sanal gerçeklik yeni bir teknoloji olmadığı gibi eğitim alanında uygulanması da yeni değildir (Kavanagh ve ark., 2017). İlk kaydedilen sanal gerçeklik uygulaması, 1966 yılında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) hava kuvvetleri için eğitim amacı ile tasarlanmış olan bir uçuş simülatörüdür (Page, 2000). Ticari olarak başarılı bir geçmişe sahip olmasa da eğitim alanında yaklaşık olarak otuz yıldır kullanılmaktadır (Bonner ve Reinders, 2018). Birçok kişi sanal gerçekliği eğlence amaçlı deneyimlese de kültürel mirasın incelenmesi, eğitim, uzay araştırmaları, askeri faaliyetler, sanat ve endüstri olmak üzere daha birçok farklı alanda sanal gerçeklik uygulamalarından faydalanılmaktadır (Ibáñez ve Kloos, 2018). Günümüz teknoloji çağında, geleneksel öğretim metodları yerini modern eğitim metodlarına devretmeye

başlamıştır. Sanal gerçeklik teknolojisi de bunlardan biridir ve eğitim uygulamalarında son dönemlerde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Sanal gerçeklik uygulamaları ile gezegenler ve vücut organları büyük ölçüde taklit edilebilir. Çıplak gözle görülemeyen bir olgunun ya da sürecin oluşumunu canlı bir şekilde öğrenene sunabilir (Chen, 2009). Öğrencilerin çok az sözlü açıklamayla ya da hiç açıklama olmadan soyut bilimsel kavramları somutlaştırarak daha iyi anlamalarına yardımcı olabilir (Özkan, 2016). Öğrenenlerin, özellikle tehlikeli ve patlayıcı kimyasallarla deney yapmanın riskli olduğu gerçek durumlarda, risk olmadan gerçek sonuçları yansıtacak şekilde deneyim sağlamalarına yardımcı olur (Fernandez, 2017). Sanal gerçeklik, düz anlatı, metin ya da resimlerden daha dikkat çekici ve ilginç olan daha zengin bir duyuusal deneyim sağlar (Chen, 2009).

### **Fen Öğretiminde Artırılmış Gerçeklik**

Sanal gerçeklik ortalama yarım asır yıldır var olmasına rağmen artırılmış gerçekliğin tarihi günümüze daha yakındır. Artırılmış gerçekliğin, sanal gerçekliğin bir parçası olduğuna yönelik bazı görüşler mevcuttur (Guttentag, 2010). Bu iki teknoloji her ne kadar birbirine karıştırılsa ya da birbirleri yerine kullanılsa da aralarında birtakım benzerlik ve farklılıklar vardır. Artırılmış gerçeklik teknolojisi, doğrudan veya dolaylı olarak bilgisayar aracılığıyla üretilen sanal verilerin gerçek ortam üzerinde eş zamanlı gösterimidir (Carmigniani ve Furht 2011). Artırılmış gerçeklik, bilgisayar tarafından oluşturulan sistemlerle kullanıcıların gerçek dünyada üst üste bindirilmiş ya da bir araya getirilmiş sanal nesnelere ile gerçek dünya ortamını görmelerini sağlar (Astuti ve ark., 2019). Mobil cihazların hızlı gelişimi ve başa takılan akıllı gözlüklerin hayatımıza dahil olması ile birlikte artırılmış gerçeklik birçok alanda kendisine yer edinmeyi başarmıştır (Küçük ve ark., 2016). Eğitim sektörü başta olmak üzere askeri, sağlık, sanat, turizm, reklam ve pazarlama, oyun, alışveriş, emlak, inşaat ve lojistik gibi birçok alanda artırılmış gerçeklik teknolojilerinden faydalanılmaktadır (Aydın, 2021; Wu ve ark., 2013; Yen ve ark., 2013). Her sektör, ihtiyacına yönelik çözüm üretmek amacıyla artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanmaktadır. Eğitim araştırmalarında oldukça ilgi gören bu teknolojinin, Sırakaya ve Alsancak Sırakaya (2018) tarafından yapılan çalışmada 2011 ile 2016 yılları arasında eğitimde artırılmış gerçeklik etkisini araştıran makale sayılarının yılda 8'den 26'ya çıktığı belirtilmiştir. Abdusselam ve Karal'a (2020) göre eğitim ve öğretim ortamında artırılmış gerçeklik teknolojilerinden mevcut problemleri çözüme kavuşturmak veya öğretimde eksik olan yönleri bu teknoloji vasıtasıyla kapatmak amacı ile faydalanılmaktadır. Gerçekleştirilen birçok çalışmada artırılmış gerçeklik uygulamasının öğrenenler üzerinde olumlu bir katkı sağladığına yönelik sonuçlar mevcut olsa dahi, artırılmış gerçeklik uygulaması eğitim ortamlarında geniş çapta benimsenememiştir (Alexander ve ark., 2019; Rusli ve ark., 2023). Farklı teknikler kullanılarak ortaya çıkarılan artırılmış gerçeklik uygulamalarının

eğitim ortamlarında, soyut kavramları somutlaştırma, gözle görülemeyen nesnelerin öğretiminde gerçeklik hissiyatı oluşturma, tehlikeli deneylerin yapılmasında ve görsel algılama gibi katkıları sayesinde öğrenmeye olumlu yönde destek sağlayacağı belirtilmektedir (Gül ve Şahin, 2017; Wu ve ark., 2013). Fen eğitimi alanında artırılmış gerçeklik teknolojisi ile ilgili yapılmış birçok çalışma mevcuttur (Sırakaya ve Alsancak Sırakaya, 2018; Özocak, 2022). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının çeşitli fen eğitimi konularının öğretiminde kullanıldığı ve birçok açıdan fayda sağladığına yönelik çalışmalar mevcuttur. Bu teknoloji, gerçek ve sanal bir araya getirmesiyle, sınıf ortamında gözlemlenmesi imkânsız olan durumların öğretimini mümkün kılmaktadır (Kerawalla ve ark., 2006; Keçeci ve ark., 2018). Fen öğretiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının; akademik başarıyı artırma (Abdüsselam, 2014; Buluş Kırıkkaya ve Şentürk, 2018; Çankaya ve Girgin, 2018; Keçeci ve ark., 2021; Küçük ve ark., 2014; Yetişir, 2019;), motivasyonu artırma (Chiang ve ark., 2014; Furió ve ark., 2015; Onbaşılı, 2018; Perez-Lopez ve Contero, 2013; Sırakaya ve Alsancak Sırakaya, 2018), kalıcı öğrenmeyi sağlama (Özocak, 2022; Perez-Lopez ve Contero 2013; Yetişir, 2019), konuların öğrenilmesini kolaylaştırma ( Abdüsselam, 2014; Kamarainen ve ark., 2013; Núñez ve ark., 2008; Onbaşılı, 2018; Yen ve ark., 2013), süreci eğlenceli hale getirme (Chiang ve ark., 2014; Ibáñez ve ark., 2014; Onbaşılı, 2018), fen öğrenmeye yönelik olumlu tutum geliştirme ( Akçayır, 2016; Hwang ve ark., 2016; Sırakaya ve Alsancak Sıkaya, 2018) ve kavram yanlışlarını azaltma (Sırakaya, 2015; Tian ve ark., 2014) gibi birçok katkı sağladığı söylenebilir.

### **Fen Öğretiminde Yapay Zekâ**

John McCarthy tarafından 1955 yılında ortaya atılan yapay zekâ terimi; muhakeme, iletişim, öğrenme ve problem çözme gibi insana özgü çeşitli bilişsel görevleri yerine getirme becerisine sahip bir bilgisayar olarak tanımlanmaktadır (Nilsson, 1998). Stone ve arkadaşlarına (2016) göre ise yapay zekâ; insanların anlamak, öğrenmek, düşünmek ve uygun eylemi gerçekleştirmek için sinir sistemlerini kullanma yollarından ilham alan bilgisayar sistemlerinden biridir. 1950’de Alan Turing’in “düşünen makineler” vizyonundan ilk kez bahsetmesinden bu yana, yapay zeka araştırmaları çeşitli alanlarda ilerleme kaydetmiş ve giderek artan bir literatür oluşturmuştur (Burlison ve Lewis, 2016; Kaplan ve Haenlein, 2019). Yapay zekâ uygulamaları tek bir teknoloji olmamakla birlikte, içerisinde veri madenciliği, makine öğrenmesi, algoritmalar, yapay sinir ağları ve derin öğrenme gibi başlıkları da barındıran geniş bir yelpazedir (Richter, 2019). Yapay zekanın en önemli uygulamalarından biri eğitimidir ve eğitimde yapay zeka uygulamaları yaklaşık olarak 30 yıldır araştırma konusu olmuştur (Zawacki-Richter ve ark., 2019). Ayrıca eğitimin hemen hemen her alanında yapay zeka uygulamalarını görmek mümkündür (Bağır ve ark., 2022). Özellikle Covid-19 sürecinde okulların ve üniversitelerin kapanması ile birlikte yapay zekanın önemi büyük ölçüde

artmıştır (Darayseh, 2023). Yapay zeka teknolojilerinin, özellikle öğrenme fırsatlarına erişilebilirliği artırmak, bireysel olarak özelleştirilmiş öğrenme deneyimlerini ölçeklendirmek ve hedeflenen öğrenme çıktıları için yöntem ve stratejileri optimize etmek için eğitimde önemli ve büyük potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (Roschelle ve ark., 2020).

Baker ve Smith (2019) yapmış oldukları çalışmada yapay zekâ araçlarına üç farklı perspektiften yaklaşmıştır. Bunlar; öğrenciye yönelik, öğretmene yönelik ve sisteme yönelik eğitimde yapay zekâ uygulamalarıdır. Öğrenciye yönelik sistemler; uyarlanabilir ya da kişiselleştirilmiş öğrenme yönetim sistemi ya da akıllı ders verme sistemidir. Özetlemek gerekirse öğrencilerin bir konuyu öğrenmek amacıyla kullandıkları yazılımlardır denilebilir. Öğretmene yönelik sistemler; yönetim, değerlendirme, geri bildirim ve intihal tespiti gibi görevleri otomatikleştirerek öğretmeni birçok açıdan desteklemek ve öğretmenin iş yükünü azaltmak için kullanılan araçlardır. Tüm bunlara ek olarak yapay zekâ araçları, öğrencilerin öğrenme aşamasındaki ilerlemeleri hakkında öğretmene bilgi vermekte ve öğretmenin gerektiğinde öğrenciye destek ve rehberlik sunabilmesi için öngörülerde bulunabilmektedir. Son olarak sisteme yönelik eğitimde yapay zekâ ise; kolejler ve fakülteler genelinde yıpranma modellerini izlemek için yöneticilere ve müdürlere kurumsal düzeyde bilgi sağlayan araçlardır.

Yapay zeka tabanlı bir öğretimin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ve kelime unutkanlığının da önüne geçmede önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir (Zhao ve ark., 2019). Ayrıca sohbet robotlarının öğrencilerin performanslarını ve öğrenmelerinin iyileştirerek fen öğretimine yardımcı olabileceği düşünülmektedir (Topal ve ark., 2021). Loeckx (2016), yapay zekanın hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin yükünü azaltan ve öğrencilere etkili öğrenme deneyimleri sunan bir öğrenme aracı olabileceğini ifade etmiştir. Eğitimde yapay zekâ teknolojisinin kullanım amacı, tıpkı diğer teknolojilerde de olduğu gibi öğrenenlere yeni öğrenme ortamları sunmak ve öğrenmeleri desteklemektir. Tüm bunların sonucunda ise eğitimin niteliğini ve kalitesini artırarak eğitimi en verimli hale getirmektir. Diğer bir amaç ise öğrencilerin yapay zekâ teknolojisinin mantığını anlamalarını, nasıl tasarlanacağını ve nasıl kullanılacağını öğrenerek hayatlarının ilerleyen dönemi için bilgi ve birikim oluşturmalarına katkı sağlayarak hazır hale gelmelerini sağlamaktır. Yapay zekâ, toplumda daha yaygın hale geldikçe, gelecekte yapay zekâ okuryazarı olan bireylere olan talep artacaktır. Eğitimde yapay zeka, öğrencilere daha kişiselleştirilmiş ve uyarlanabilir öğrenme sunarak, öğretmenlerin öğrencilerin öğrenme sürecini anlamalarını teşvik ederek her zaman ve her yerde makine destekli sorgular ve anında geri dönüt vererek öğrenmeyi, öğretmeyi, değerlendirmeyi ve eğitim yönetimini iyileştirme konusunda muazzam bir etkiye sahiptir (Chen ve ark., 2022).

### **Fen Öğretiminde Web 2.0 Araçları**

Dijital teknolojilerin hızla gelişmesi sonucunda istediğimiz zaman istediğimiz yerden internete bağlanabiliyor ve bilgiye anında ulaşabiliyoruz. İnternet hayatımıza ilk olarak web siteleri ile girmiş ve bu web teknolojisi Web 1.0 olarak literatürde yerini almıştır. Bu ilk aşamada sadece bilgi sağlama üzerine odaklanılmıştır (Stevenson ve Liu, 2010). Ayrıca bu platformda kullanıcılar yalnızca gezinme, tarama ve indirme yolu ile bilgi toplayabilmişlerdir. Zaman içerisinde bu tek yönlü bilgi akışı yetersiz gelmeye başlayınca yeni arayışlar başlamış ve web teknolojilerinde değişiklik yaşanmıştır. Sonuç olarak ise kaynaklar, hizmetler ve ortamlar ile desteklenen Web 2.0 araçları ortaya çıkmıştır. Bu teknoloji bilgiyi oluşturmada ve sunma da kullanıcı katılımına imkân tanınması açısından ortama dinamizm getirmiştir. Özetle; Web 1.0'ın statik yapısı yerini Web 2.0'in dinamik yapısına devretmiştir. Web 2.0 teknolojileri, bloglar, wikiler, podcastler gibi terimlerle yakından ilişkili olan ve Web'e sosyal bağlantı sağlayan teknolojik aracı içermektedir (Anderson, 2007). Web 2.0 kullanıcı dostu olması, ücretsiz ya da düşük ücretli olması, zaman ve coğrafya sınırlaması olmaksızın iş birliğine dayalı bir platform olması açısından ilgileri üzerine toplamaktadır (Hao ve Lee, 2015).

Web 2.0 gibi web tabanlı yazılım araçlarının ortaya çıkması ile birlikte bazı eğitimciler bu araçları öğretim faaliyetlerine dâhil etmeye başlamışlardır (Farmer, 2009). Kullanıcılar arasından içerik paylaşımına, iş birliğine ve iletişime olanak sağlayan Web 2.0 araçları, kullanım kolaylığı sayesinde bilgi iletişim teknolojileri konusunda yeterli deneyime sahip olmayan bireylerin dahi içerik geliştirmesine olanak sağlamaktadır (Pieri ve Diamantini, 2014). Ayrıca öğrenci merkezli olmaları ve etkileşimli yaklaşımlarla uyumlu olmaları da Web 2.0 araçlarının eğitim sürecine dâhil edilmesini kaçınılmaz kılmıştır. Web 2.0 araçlarının eğitime entegre edilmesinin hem öğretmenler hem de öğrenciler için öğretme ve öğrenme kalitesini artırma ve geliştirme konusunda büyük bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (Rhoads ve ark., 2013). Web 2.0 teknolojilerinin paylaşma ve iş birliği yapma, yaratıcılığı ve eğlenceyi teşvik etme, bilgiyi düzenleme ve kategorize etme, zengin tartışmayı geliştirme ve teknoloji bilgisini geliştirme gibi olanakları sayesinde öğrenmeyi geliştirdiği vurgulanmıştır. Öğrenciler bu araçları kullandıklarında, içerik ile yakından etkileşime girebilmekte, bilgiyi oluşturabilmekte ve iş birliği içerisinde öğrenme eserleri ortaya çıkararak dijital okuryazarlık becerilerini geliştirebilmektedir (Magnuson, 2013).

### **Fen Öğretiminde Animasyon**

Öğretim ortamlarında sıklıkla kullanılan animasyon (canlandırma) uygulamaları, teknik anlamda resim, şekil ve çizgilere hareket kazandırma olarak tanımlanabilmektedir (Özmen, 2019). Atabhotor ve Kofoworola (2020), animasyonu, 3 boyutlu ya da 2 boyutlu sanat eserlerinin hızlı ekran

görüntülerini kullanarak herhangi bir hareketinin yansımını yaratma yöntemi olarak tanımlamıştır. Doğada gözlemlenmesi güvenilir olmayan, zor ya da mümkün olmayan bazı olay, olgu ya da durumların hareketli görseller ile öğrencilere gözlemlendirilebilmesi bakımından animasyonların eğitim amaçlı olarak kullanılması oldukça önemlidir. Gerçekleştirilen birçok çalışma, eğitimde animasyon kullanımı ile öğrencilerin derse karşı başarılarında ve tutumlarında önemli düzeyde artış olduğunu öne sürmektedir (Çamloğlu, 2014; Pınarkaya, 2018). Akademik başarı ve tutumun yanı sıra, eğitimde kullanılan animasyonların güvenlik, çok nadir görülen olayları inceleyebilme, soyut kavramları somutlaştırma, zamanı hızlandırıp yavaşlatabilme, karmaşık kavramları basite indirgeyebilme, kullanışlı ve düşük maliyetli olma, ilgi çekici olma ve motivasyonu artırma gibi öğrencilere birçok fayda sağladığı ortaya konulmuştur (Güvercin, 2010). Bu sebeple birçok dünya ülkesinde animasyonların eğitim amaçlı kullanımı yaygınlaşmıştır.

Fen öğretimi, çoğunlukla görülemeyen ve dokunulamayan kavramlar ve süreçlerle ilgilenir. Bu sebeple öğrenciler ve öğretmenler fen bilimleri derslerinin hem öğrenilmesinde hem de öğretilmesinde zorluklar yaşandığını belirtmektedir. Soyut ve anlaşılması zor olan kavramların somutlaştırılarak öğrenciye sunulması oldukça önemlidir. Animasyonlar, dinamik görünümü ve soyut kavram ya da olayları canlandırabilme özelliğinden dolayı öğrenme üzerinde olumlu bir etki yaratmakta (Lewalter, 2003) ve bu sebeple de fen öğretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Fen öğretimi açısından animasyonların, öğrenci başarısı ve tutumu üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda, fizik, kimya ve biyoloji derslerinde mikroskobik düzeyde gerçekleşen olayları açıklayan animasyonları öğrencilerin deneyimlemesinin; bilimsel kavramlar geliştirmelerini sağladığı, bilimsel düşünme becerilerini geliştirdiği, soyut kavramları somutlaştırarak öğrenmeyi kolaylaştırdığı, kavram yanlışlarını giderdiği, bilgilerin kalıcılığını artırdığı ve derse karşı tutumu olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir (Aslan Efe, 2015; Çevik ve ark., 2017; Daşdemir ve Doymuş, 2012; Daşdemir ve ark., 2012; Ekici ve Ekici, 2011; Özdemir, 2019; Yakışan ve ark., 2009). Literatürde animasyonların fen eğitiminde kullanılmasının akademik başarıyı artırdığına yönelik birçok çalışma mevcut olsa da, sınıf ortamında kullanılan animasyonların her zaman beklenen etkiyi yapmadığı ve animasyonların sözel açıklamalarla da desteklenmesi gerektiğine yönelik çalışmalarında olduğuna rastlanmıştır (Tversky ve ark., 2002).

### **Fen Öğretiminde Simülasyon**

Simülasyon, gerçek dünya olgularını taklit eden ya da kopyalayan yazılım programlarıdır (Hennesy ve ark., 2006). Bozkurt'a (2019) göre ise, gerçek bir durum, olay ya da sürecin basite indirgenmiş olarak öğrenenlere sunulmasını sağlayan yazılımlarla gerçekleştirilen bilgisayar destekli modellemelerdir. Simülasyonlar, gerçek bir ortamda oluşabilecek birtakım olumsuzlukları ortadan kaldırarak öğrenciyi hemen hemen gerçeğine denk bir



ortamda uygulama olanağı sağlamaktadır. Eğitimde simülasyonları kullanmanın birçok katkısı vardır. Bunlar; güvenlik, zamanın hız kontrolünün sağlanması (yavaşlatılıp hızlandırılması), çok seyrek görülebilen olayların incelenmesi, karmaşık sistemlerin basite indirgenmesi, öğrenci motivasyonunu artırması, kullanışlı ve maliyeti düşük olmasıdır.

Fen derslerinde öğrenciler özellikle teorik içeriği yoğun olan kavramları zihinlerinde anlamlandırmaya çalışırken güçlük çekmektedirler (Yeung, 2004). Mikro boyutta gerçekleşen ve gözlemlenmesi mümkün olmayan ya da güç olan olay ya da durumları anlamalarını sağlamak amacıyla bu olayları deneyimlemeleri oldukça önemlidir. Ancak birtakım sebeplerden ötürü (zaman yetersizliği, malzeme eksiliği, güvenlik vb.) fen dersinin doğasında olan her fiziksel ve doğal olay laboratuvar ortamında gerçekleştirilememektedir. Bu aşamada devreye simülasyon tekniği girmektedir. Bahsi geçen olay ve olgular daha uygun maliyetle, daha az zamanla ve daha güvenilir bir şekilde bilgisayarlar aracılığıyla oluşturulmuş simülasyon teknikleri ile öğrencilere aktarılabilir. Simülasyon tekniği; tekrar edilebilirlik, gözlemlenebilirlik, güvenlik ve denenebilirlik açısından fen öğretiminde yaygın olarak kullanılan etkili ve kullanışlı bir tekniktir (De Jong ve Van Joolingen, 1998). Ayrıca öğretmenlerin ve öğrencilerin kapsayıcı ya da göze çarpan konulara dikkatlerini dağıtmadan odaklanmalarını sağlayarak öğrencileri zahmetli manuel süreçlerden kurtarmaktadır (Osborne ve Hennesy, 2003). Literatürde simülasyon uygulamalarının kullanıldığı ve fen, fizik, kimya biyoloji öğretiminde etkisinin incelendiği birçok çalışma yer almaktadır. Çalışmaların sonuçları, simülasyon destekli öğretim uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı, bilgilerin kalıcılığını artırdığı ve derse yönelik öğrencilerin olumlu tutum geliştirmesini sağladığı yönündedir (Aslan Efe ve ark., 2011; Chen ve Howard, 2010; Dağdalan ve Taş, 2017; Şimşek, 2017).

Simülasyonlar interaktif özelliğe sahiptirler ve internet ortamında birçokna ücretsiz erişim sağlanabilmektedir. Fen öğretiminde etkili sonuçlar verdiği için birçok farklı simülasyon siteleri kurulmuş ve bu siteler yaygınlaşmıştır. En yaygın kullanılan simülasyon sitelerine örnek olarak Algodoo, Phet, Crocodile Physics ve Crocodile Chemistry ve Interactive Physics verilebilir.

**KAYNAKÇA**

- Abdusselam, M. S. ve Karal, H. (2020). The effect of using augmented reality and sensing technology to teach magnetism in high school physics. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(4), 407-424. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1766550>
- Abdusselam, M. S. (2014). *Artırılmış gerçeklik ortamı kullanılarak fizik dersi manyetizma konusunda öğretim materyalinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Akarsu, B. ve Güven, E. (2014). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 13(2), 515-524.
- Akçayır, M. (2016). *Fen laboratuvarında artırılmış gerçeklik uygulamalarının üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine, tutumlarına ve görev yüklerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Akdağ, F. T. ve Güneş, T. (2021). 7. sınıflarda STEM uygulamaların akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1792660>
- Aksoy, S. (2017). Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş. *SAV Katkı*, (4), 34-44. <http://www.katki.org/wp-content/uploads/2020/02/SAVKatki4.pdf#page=34>
- Akyüz, H. İ., Kumaz, M. A. ve Kabataş Memiş, E. (2014). Akıllı tahta kullanımlı mikro öğretim uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB'larına ve akıllı tahta kullanıma yönelik algılarına etkisi. *Cumhuriyet International Journal of Education-CIJE*, 3(1), 1-14. <http://cije.cumhuriyet.edu.tr/en/download/article-file/314186>
- Al Darayseh, A. (2023). Acceptance of artificial intelligence in teaching science: Science teachers' perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100132. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100132>
- Al Salami, M. K., Makela, C. J. ve De Miranda, M. A. (2017). Assessing changes in teachers' attitudes toward interdisciplinary STEM teaching. *International Journal of Technology and Design Education*, 27, 63-88. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-015-9341-0>
- Alan, B., Zengin, F. K. ve Kececi, G. (2021). Effects of science, technology, engineering, and mathematics education using Algodoo to prospective science teachers' scientific process and education orientation skills. *Journal of Education*, <https://doi.org/10.1177/00220574211044542>
- Alan, B., Zengin, F. K. ve Keçeci, G. (2019). Using STEM applications for supporting integrated teaching knowledge of pre-service science teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 158-170.

- Alexander, B., Ashford-Rowe, K., Barajas-Murphy, N., Dobbin, G., Knott, J., McCormack, M., Pomerantz, J., Seilhamer, R. ve Weber, N. (2019). *Educause horizon report: 2019 higher education edition*. Educause.
- Alexander, S. A., Rozo, J. S., Donadio, B. T., Tenhundfeld, N. L., de Visser, E. J. ve Tossell, C. C. (2019, April, 26). *Transforming the air force mission planning process with virtual and augmented reality* [Oral presentation]. In 2019 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS), Charlottesville, VA, USA.
- Altunoğlu, A. (2017). *Fen bilimleri öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) düzeyleri ve teknolojiye yönelik tutumlarının incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi.
- Anderson, P. (2007). *What is Web 2.0?: Ideas, technologies and implications for education*. Bristol: JISC.
- Archambault, L. M. ve Barnett, J. H. (2010). Revisiting technological pedagogical content knowledge: Exploring the TPACK framework. *Computers & Education*, 55(4), 1656-1662. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009>
- Aslan Efe, H. (2015). Animasyon destekli çevre eğitiminin akademik başarıya, akılda kalıcılığa ve çevreye yönelik tutuma etkisi. *Journal of Computer and Education Research*, 3(5), 130-143. <https://doi.org/10.18009/jcer.90852>
- Astuti, F. N., Suranto, S. ve Masykuri, M. (2019). Augmented reality for teaching science: Students' problem solving skill, motivation, and learning outcomes. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(2), 305-312. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i2.8455>
- Atabhotor, I. S. ve Kofoworola, O. M. (2020). Science teaching and learning using animation and simulation strategies in Nigerian. *Iconic Research and Engineering Journals*, 4(2), 10.
- Aydın, A. (2021). *Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik. Eğitimde dijitalleşme ve yeni yaklaşımlar* (1. baskı, s. 7-24) içinde. Efe Akademik Yayıncılık.
- Baker, T. ve Smith, L. (2019). Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. Retrieved from Nesta Foundation. [https://media.nesta.org.uk/documents/Future\\_of\\_AI\\_and\\_education\\_v5\\_WEB.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf) 22 Mart 2023 tarihinde ulaşılmıştır.
- Balcı, Ş. ve Feridun, B. (2020). Fen bilimleri öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgilerinin (TPAB) ve teknolojik pedagojik alan bilgisi öz güven düzeylerinin demografik özellikler açısından incelenmesi. *Fen eğitimi araştırmalarına genel bakış* (1. baskı, s. 253-272) içinde. Akademisyen Kitabevi.
- Balçın, M. ve Ergün, A. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının sahip oldukları teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) özyeterliklerinin

- belirlenmesi ve çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (45), 23-47.
- Bagir, M., Karakoyun, G. O. ve Asilturk, E. (2022). Views of Science Teachers on the Use of Artificial Intelligence in Education. *International Online Journal of Educational Sciences*, 14(5).
- Baran, E., Bilici, S. C., Mesutoglu, C. ve Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9– 19. <https://doi.org/10.18404/ijemst.71338>
- Basham, J. D. ve Marino, M. T. (2013). Understanding STEM education and supporting students through universal design for learning. *Teaching Exceptional Children*, 45(4), 8-15.
- Beller, C. S., Rosemary, F., Eduardo, L., Fernando, D. ve de Lima Edson, P. (2019). Guidelines for a more agile, productive and integrated new technologies employment. *Procedia Manufacturing*, 39, 913-922.
- Bonner, E. ve Reinders, H. (2018). Augmented and virtual reality in the language classroom: Practical ideas. *Teaching English with Technology*, 18(3), 33-53.
- Bozkurt, E. (2021). Fen öğretiminde simülasyonların ve android uygulamalarının yeri ve önemi. Say, S. ve Yıldırım, F.S. (Ed), *Fen öğretiminde yeni yaklaşımlar-II* (s. 252-272) içinde. Pegem Akademi.
- Burleson, W. ve Lewis, A. (2016). Optimists' creed: Brave new cyberlearning, evolving utopias (circa 2041). *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 796-808. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40593-016-0096-x>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Carmigniani, J. ve Furht, B. (2011). Augmented reality: an overview. *Handbook of Augmented Reality*, 3-46. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_1)
- Chen, C. H. ve Howard, B. (2010). Effect of live simulation on middle school students' attitudes and learning toward science. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(1), 133-139. <https://www.jstor.org/stable/pdf/jeductechsoci.13.1.133.pdf>
- Chen, C. J. (2010). Theoretical bases for using virtual reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 2(1-2), 71-90. <http://earthlab.uoi.gr/ojs/theste/index.php/theste/article/view/23/18>
- Chen, X., Xie, H., Zou, D. ve Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>

- Chiang, T. H., Yang, S. J. ve Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 352-365. <https://www.jstor.org/stable/pdf/jeductechsoci.17.4.352.pdf>
- Cox, S. ve Graham, C. R. (2009). Using an elaborated model of the TPACK framework to analyze and depict teacher knowledge. *TechTrends*, 53(5), 60-69. <http://ipt287f09s2.pbworks.com/f/Using+an+Elaborated+Model+of+TPACK+framework.pdf>
- Czerniak, C. M., Weber, W. B., Sandmann, A. ve Ahern, J. (1999). A literature review of science and mathematics integration. *Science and Mathematics Integration*, 99(8), 421-430. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1999.tb17504.x>
- Çamloğlu, N. (2014). *Yavaş geçişli animasyon tekniğinin öğrencilerin akademik başarılarına, motivasyonlarına ve akademik öz yeterliliklerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Akdeniz Üniversitesi.
- Çankaya, B. ve Girgin, S. (2018). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin fen bilimleri dersi akademik başarısına etkisi. *Journal of Social And Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 5(30), 4283-4290.
- Çetin, B. Y. ve Asiltürk, E. (2016). Fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin kimyasal denklemler ve hesaplamalar konusu öğrenmeleri üzerine fenomenografik bir çalışma. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 53, 317-333. <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS6887>
- Çevik, İ., Keleş, A. ve Keleş, A. (2017). Fen eğitiminde 3D animasyonlar ile soyut konu ve kavramların öğretilmesi. *Electronic Turkish Studies*, 12(6). <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.11544>
- Dağdalan, G. ve Taş, E. (2017). Simülasyon destekli fen öğretiminin öğrencilerin başarısına ve bilgisayar destekli fen öğretimine yönelik tutumlarına etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 5(2), 160-172.
- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2012). Fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 2(3), 33-42.
- Daşdemir, İ., Uzoğlu, M. ve Cengiz, E. (2012). 7. sınıf vücudumuzdaki sistemler ünitesinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 54-62.

- Davies, R. S. ve West, R. E. (2014). Technology integration in schools. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, 841-853. [http://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5\\_68](http://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_68)
- De Jong, T. ve Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179-201.
- Demissie, E. B., Labiso, T. O. ve Thuo, M. W. (2022). Teachers' digital competencies and technology integration in education: Insights from secondary schools in Wolaita Zone, Ethiopia. *Social Sciences & Humanities Open*, 6(1), 100355. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2022.100355>
- Deveci Topal, A., Dilek Eren, C. ve Kolburan Geçer, A. (2021). Chatbot application in a 5th grade science course. *Education and Information Technologies*, 26(5), 6241-6265. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10627-8>
- Efe, H. A. (2015). Animasyon destekli çevre eğitiminin akademik başarıya, akılda kalıcılığa ve çevreye yönelik tutuma etkisi. *Journal of Computer and Education Research*, 3(5), 130-143.
- Efe, H.A., Oral, B., Efe, R. ve Sünkür, M. Ö. (2011). Fotosentez ünitesinin bilgisayar simülasyonu destekli işbirlikli öğrenme ile öğretiminin kalıcılığa ve öğrencilerin biyolojiye karşı tutumlarına etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(1), 313-329.
- Ekici, E. ve Ekici, F. (2011). Fen eğitiminde bilişim teknolojilerinden faydalanmanın yeni ve etkili bir yolu: Yavaş geçişli animasyonlar. *İlköğretim Online*, 10(2), 1-9.
- Ergün, A. Ve Balçın, M. D. (2019). Probleme dayalı FeTeMM uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *The Journal of Limitless Education and Research*, 4(1), 40-63.
- Farmer, R. G. (2009). The effectiveness of a wiki as an online collaborative learning tool within a face-to-face course in higher education. TUI University.
- Farshid, M., Paschen, J., Eriksson, T. ve Kietzmann, J. (2018). Go boldly!: Explore augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) for business. *Business Horizons*, 61(5), 657-663. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.05.009>
- Fernandez, M. (2017). Augmented virtual reality: How to improve education systems. *Higher Learning Research Communications*, 7(1), 1-15.
- Furió, D., Hachet, M., Guillet, J. P., Bousquet, B., Fleck, S., Reuter, P. ve Canioni, L. (2015, June). AMI: Augmented michelson interferometer. In *Education and Training in Optics and Photonics* (p. DTE09). Optica Publishing Group.

- Guttentag, D. A. (2010). Sanal gerçeklik: Turizm için uygulamalar ve çıkarımlar. *Turizm İşletmeciliği*, 31(5), 637-651. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.07.003>
- Gül, K. ve Şahin, S. (2017). Bilgisayar donanım öğretimi için artırılmış gerçeklik materyalinin geliştirilmesi ve etkililiğinin incelenmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 353-362. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.347604>
- Güvercin, Z. (2010). *Fizik dersinde simülasyon destekli yazılımın öğrencilerin akademik başarısına, tutumlarına ve kalıcılığa olan etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Hao, Y. ve Lee, K. S. (2015). Teachers' concern about integrating Web 2.0 technologies and its relationship with teacher characteristics. *Computers in Human Behavior*, 48, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.01.028>
- Hennessy, S., Deaney, R. ve Ruthven, K. (2006). Situated expertise in integrating use of multimedia simulation into secondary science teaching. *International Journal of Science Education*, 28(7), 701-732.
- Hsu, S. (2010). The relationship between teacher's technology integration ability and usage. *Journal of Educational Computing Research*, 43(3), 309-325. <https://doi.org/10.1002/ase.1603>
- Huang, R. (2019). *Educational technology a primer for the 21st century*. Springer Nature Singapore.
- Hwang, G. J., Wu, P. H., Chen, C. C. ve Tu, N. T. (2016). Effects of an augmented reality-based educational game on students' learning achievements and attitudes in real-world observations. *Interactive Learning Environments*, 24(8), 1895-1906. <https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1057747>
- Ibáñez, M. B. ve Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D. ve Kloos, C. D. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004>
- İbili, E. (2013). *Geometri dersi için artırılmış gerçeklik materyallerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin değerlendirilmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- İnce, K., Mısır, M. E., Küpeli, M. A. ve Fırat, A. (2018). 5. sınıf fen bilimleri dersi yer kabuğunun gizemi ünitesinin öğretiminde STEM temelli yaklaşımın öğrencilerin problem çözme becerisi ve akademik başarısına etkisinin incelenmesi. *Journal of STEAM Education*, 1(1), 64-78.

- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A. ve Wahlster, W. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Forschungsunion.
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S. ve Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556.
- Kaplan, A. ve Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>
- Katırcıoğlu, H. ve Kazancı, M. (2003). Genel biyoloji derslerinde bilgisayar kullanımının öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 127-134.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. ve Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85-119.
- Keçeci, G., Yıldırım, P. ve Kırbağ Zengin, F. (2018). Mobil Artırılmış Gerçeklik ve Fen Eğitimi. A. Işcan (Ed.). *Eğitim Bilimlerinde Örnek Araştırmalar* içinde (1. Baskı, s. 355-366). Nobel Akademik.
- Kececi, G., Yildirim, P. ve Zengin, F. K. (2021). Determining the effect of science teaching using mobile augmented reality application on the secondary school students' attitudes of toward science and technology and academic achievement. *Science Education International*, 32(2), 137-148. <https://doi.org/10.33828/sei.v32.i2.7>
- Keçeci, G., Alan, B. ve Kırbağ Zengin, F. (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 18(1).
- Keçeci, G., Aydın, T. ve Kirbag Zengin, F. (2019). The effect of STEM activities on preschool students' scientific process skills. *International Journal of Eurasia Social Sciences/Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(36), 396-411.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S. ve Woolard, A. (2006). "Making it real": Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10, 163-174.
- Kırıkkaya, E. B. ve Şentürk, M. (2018). Güneş sistemi ve ötesi ünitesinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılmasının öğrenci akademik başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 181-189. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.375861>
- Koehler, M. ve Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.



- Küçük, S., Kapakin, S. ve Göktaş, Y. (2016). Learning anatomy via mobile augmented reality: Effects on achievement and cognitive load. *Anatomical Sciences Education*, 9(5), 411-421.
- Lázaro-Cantabrana, J., Usart-Rodríguez, M. ve Gisbert-Cervera, M. (2019). Assessing teacher digital competence: The construction of an instrument for measuring the knowledge of pre-service teachers. *Journal of New Approaches in Educational Research (NAER Journal)*, 8(1), 73-78. <https://doi.org/10.7821/naer.2019.1.370>
- Le, L. T. B., Tran, T. T. ve Tran, N. H. (2021). Challenges to STEM education in Vietnamese high school contexts. *Heliyon*, 7(12), e08649.
- Leng, J., Sha, W., Wang, B., Zheng, P., Zhuang, C., Liu, Q., Wuest, T., Mourtzis, D. ve Wang, L. (2022). Industry 5.0: Prospect and retrospect. *Journal of Manufacturing Systems*, 65, 279-295. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.09.017>
- Lewalter, D. (2003). Cognitive strategies for learning from static and dynamic visuals. *Learning and Instruction*, 13(2), 177-189. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00019-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00019-1)
- Loeckx, J. (2019). Blurring boundaries in education: Context and impact of MOOCs. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17(3), 92-121. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v17i3.2395>
- Magnuson, M. L. (2013). Web 2.0 and information literacy instruction: Aligning technology with ACRL standards. *The Journal of Academic Librarianship*, 39(3), 244-251.
- Margot, K. C. ve Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. ve Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Mishra, P. ve Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Nedeva, V. ve Dineva, S. (2012). *New learning innovations with Web 4.0*. In Proceedings of the 7th International Conference on Virtual Learning (ICVL), Bucharest, Romania (Vol. 316, p. 321).
- Nilsson, N. J. (1998). *Artificial intelligence: A new synthesis*. Morgan Kaufmann.
- Núñez, M., Quirós, R., Núñez, I., Carda, J. B., Camahort, E. ve Mauri, J. L. (2008, July, 22-24). *Collaborative augmented reality for inorganic chemistry education* [Oral presentation]. In WSEAS International

- Conference. Proceedings. Mathematics and computers in science and engineering, Heraklion, Greece.
- Onbaşılı, Ü. İ. (2018). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının ilkökul öğrencilerinin artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik tutumlarına ve fen motivasyonlarına etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 18, 320-337. <https://doi.org/10.12984/eggeefd.390018>
- Osborne, J. ve Hennessy, S. (2003). Literature review in science education and the role of ICT: Promise, problems and future directions (Vol. 6). Futurelab.
- Özdemir, E. B. (2019). Animasyon destekli fen öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin güneş, dünya ve ay kavramları hakkındaki kavram yanılgılarının giderilmesine ve astronomiye yönelik tutuma etkisi. *Başkent University Journal of Education*, 6(1), 46-58.
- Özden, A. T. (2022). 1.0'dan 5.0'a dünya: Web, pazarlama, endüstri ve toplum. *Journal of Business in The Digital Age*, 5(1), 29-44. <https://doi.org/10.46238/jobda.1003371>
- Özkan, O. (2016). *Yaygın olarak kullanılan presence anketlerinin günümüz sanal gerçeklik teknolojisi ile uygunluğu* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Bahçeşehir Üniversitesi.
- Özmen, H. (2019). Teknoloji destekli fen bilimleri öğretimi. Bağ, H. ve Say, S. (Ed), *Fen öğretiminde yeni yaklaşımlar-I* (s. 235-264) içinde. Pegem Akademi.
- Özocak, T. (2022). *Artırılmış gerçeklik teknolojisinin 7. sınıf hücre ve bölünmeleri ünitesinde öğrencilerin akademik başarılarına, kalıcılık düzeylerine, artırılmış gerçeklik teknolojisine karşı tutumları ve bilişim teknolojilerinden yararlanma düzeylerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Trakya Üniversitesi.
- Öztemel, E. (2018). Eğitimde yeni yönelimlerin değerlendirilmesi ve eğitim 4.0. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 25-30. <https://doi.org/10.32329/uad.382041>
- Öztürk, D. (2020). *İlkokul 4. sınıf fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin akademik başarıya etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ordu Üniversitesi.
- Uğraş, M. ve Çil, E. (2012, June). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen-teknoloji- toplum (FTT) hakkındaki görüşleri. *Paper presented at the X. National Natural Sciences and Math Education Congress*, Niğde University, Department of Educational Sciences, Niğde, Turkey.
- Pérez-López, D. ve Contero, M. (2013). Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 12(4), 19-28.
- Pınarkaya, Y. (2018). “Aynalarda yansıma ve ışığın soğurulması” ünitesinde animasyon destekli kavram karikatürleri uygulamalarının öğrencilerin

- akademik başarılarına, kavram yanlışlarına ve tutumlarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ordu Üniversitesi.
- Pieri, M. ve Diamantini, D. (2014). An e-learning web 2.0 experience. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 1217-1221. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.371>
- Pilevari, N. (2020). Industry revolutions development from industry 1.0 to industry 5.0 in manufacturing. *Journal of Industrial Strategic Management*, 5(2), 44-63.
- Pooworawan, Y. (2015). Challenges of new frontier in learning: Education 4.0. Document by Innovative Learning Center.
- Proctor, R. M., Watson, G. ve Finger, G. (2003). Measuring information and communication technology (ICT) curriculum integration. *Computers in the Schools*, 20(4), 67-87.
- Reiser, R. A. (2001). A history of instructional design and technology: Part II: A history of instructional design. *Educational Technology Research and Development*, 49(2), 57-67.
- Rhoads, R. A., Berdan, J. ve Toven-Lindsey, B. (2013). The open courseware movement in higher education: Unmasking power and raising questions about the movement's democratic potential. *Educational Theory*, 63(1), 87-110.
- Roschelle, J., Lester, J. ve Fusco, J. (2020). AI and the Future of Learning: Expert Panel Report. Digital Promise.
- Rusli, R., Nalanda, D. A., Tarmidi, A. D. V., Suryaningrum, K. M. ve Yunanda, R. (2023). Augmented reality for studying hands on the human body for elementary school students. *Procedia Computer Science*, 216, 237-244. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.132>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-27.
- Santos, J. M. ve Castro, R. D. (2021). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) in action: Application of learning in the classroom by pre-service teachers (PST). *Social Sciences & Humanities Open*, 3(1), 100110. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2021.100110>
- Shaughnessy, J. M. (2013). Mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(6), 324-324.
- Shulman L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educ. Res.*, 15(2):4-14.
- Sırakaya, M. (2015). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, kavram yanlışları ve derse katılımlarına etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Siddiq, F., Scherer, R. ve Tondeur, J. (2016). Teachers' emphasis on developing students' digital information and communication skills (TEDDICS): A

- new construct in 21st century education. *Computers & Education*, 92, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.10.006>
- Sirakaya, M. ve Alsancak Sirakaya, D. (2018). Trends in educational augmented reality studies: a systematic review. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 6(2), 60-74. <https://dx.do.org/10.17220/mojet.2018.04.005>
- Stevenson, M. P. ve Liu, M. (2010). Learning a language with Web 2.0: Exploring the use of social networking features of foreign language learning websites. *CALICO Journal*, 27(2), 233-259.
- Stone, P., Brooks, R., Brynjolfsson, E., Calo, R., Etzioni, O., Hager, G., Hirschberg, J., Kalyanakrishnan, S., Kamar, E., Kraus, S., Leyton-Brown, K., Parkes, D., Press, W., Saxenian, a., Shah, J., Tambe, M. ve Teller, A. (2022). Artificial intelligence and life in 2030: the one hundred year study on artificial intelligence. arXiv preprint arXiv:2211.06318.
- Şimşek, F. (2017). Fen bilimleri dersinde animasyon ve simülasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarısı ve bilgilerin kalıcılığı üzerine etkisi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(3), 112-124.
- Tsupros, N., Kohler, R. ve Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. *Intermediate Unit*, 1, 11– 17.
- Tversky, B., Morrison, J. B. ve Betrancourt, M. (2002). Animation: Can it facilitate?. *International Journal of Human-Computer Studies*, 57(4), 247-262.
- Valtonen, T., López-Pernas, S., Saqr, M., Vartiainen, H., Sointu, E. T. ve Tedre, M. (2022). The nature and building blocks of educational technology research. *Computers in Human Behavior*, 128, 107123. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107123>
- Vinitha, K., Prabhu, R. A., Bhaskar, R. ve Hariharan, R. (2020). Review on industrial mathematics and materials at Industry 1.0 to Industry 4.0. *Materials Today: Proceedings*, 33, 3956-3960. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.331>
- Weller, M. (2020). *25 years of ed tech*. Athabasca University Press.
- Wentworth, N., Graham, C. R. ve Monroe, E. E. (2009). TPACK development in a teacher education program. In *Handbook of research on new media literacy at the K-12 level: Issues and challenges* (pp. 823-838). IGI Global.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y. ve Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Xia, Q., Chiu, T. K., Zhou, X., Chai, C. S. ve Cheng, M. (2022). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research

- recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100118. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
- Yakışan, M., Yel, M. ve Mutlu, M. (2009). Biyoloji öğretiminde bilgisayar animasyonlarının kullanılmasının öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 129-139.
- Yamak, H., Bulut, N. ve DüNDAR, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yen, J. C., Tsai, C. H. ve Wu, M. (2013). Augmented reality in the higher education: Students' science concept learning and academic achievement in astronomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 165-173. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.322>
- Yetişir, H. (2019). *Mobil cihazlarla artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, tutum ve kalıcılığına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Yeung, Y. Y. (2004, September). *A learner-centered approach for training science teachers through virtual reality and 3D visualization technologies: Practical experience for sharing* [Oral presentation]. The Fourth International Forum on Education Reform. Bangkok, Thailand.
- Yin, Y., Stecke, K. E. ve Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 848-861. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1403664>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M. ve Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zengin, R., Kavak, T., Keçeci, G. ve Zengin, F. K. (2022). The Impact of STEM applications on problem-solving skills of 4th-grade students. *Journal of Science Learning*, 5(3), 386-397. <https://doi.org/10.17509/jsl.v5i3.48182>
- Zhao, L., Chen, L., Liu, Q., Zhang, M. ve Copland, H. (2019). Artificial intelligence-based platform for online teaching management systems. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 37(1), 45-51. <https://doi.org/10.3233/JIFS-179062>
- Zonnenshain, A. ve Kenett, R. S. (2020). Quality 4.0 the challenging future of quality engineering. *Quality Engineering*, 32(4), 614-626. <https://doi.org/10.1080/08982112.2019.1706744>



## BÖLÜM 2

### HARMANLANMIŞ ÖĞRENME

Seda ALBAYRAK GÜL<sup>1</sup>

Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen eğitimi Bölümü Elâzığ, Türkiye. sedalbayrak23@gmail.com, Orcid ID: 0009-0005-0351-4853

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Elâzığ, Türkiye, fzenigin@firat.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-0547-8746





## GİRİŞ

Dünyada sürekli olarak bir değişim yaşanmaktadır. Toplumun bu değişimlere uyum sağlaması hususunda en önemli görev eğitim kurumlarına düşmektedir. Çünkü eğitim temelde bireyi yaşama hazırlama görevini üstlenmiş sürecin adıdır. Bununla beraber eğitimin toplumu değiştirme gücünü bulundurmasının yanında toplumdan etkilenen bir yönü de vardır. Bu nedenle dünyada yaşanan teknolojik gelişmeler eğitimi de dönüştürmüştür (Arslan ve ark., 2019).

Eğitim alanında son yıllarda önemli bir tartışma konusu olan “harmanlanmış eğitim” kavramı, geleneksel sınıf ortamında verilen dersleri, dijital ve çevrim içi öğrenme araçları ile birleştirerek öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmeyi hedefleyen bir yaklaşımdır. Uluslararası literatürde daha çok “blended learning” olarak anılan harmanlanmış eğitim ulusal literatürde “harmanlanmış öğrenme” “hibrit öğrenme”, “karma öğrenme”, “karmaşık öğrenme”, “bulanık öğrenme” “hibrit model” veya “tersyüz edilmiş öğrenme” olarak farklı isimler almıştır (Aydemir, 2012). Bu yaklaşım, öğrencilerin farklı öğrenme stillerine ve ihtiyaçlarına uygun kaynaklar ve materyaller kullanarak öğrenmelerini sağlar. Harmanlanmış öğrenme, geleneksel yüz yüze eğitim, dijital içerikler, canlı dersler, öğrenme oyunları, interaktif simülasyonlar gibi farklı öğrenme kaynaklarının bir araya getirilmesiyle oluşturulabilir. Bu yaklaşım, zaten dijital ortamlara aşina olan öğrencilerin daha etkili ve verimli bir öğrenme deneyimi yaşamalarını ve derslere olan ilgilerinin artmasını sağlar (Kurnaz ve Serçemeli, 2020). Son yıllarda harmanlanmış eğitim, öğretimde giderek yaygınlaşmaktadır. Bu konuda yapılan araştırmalar, harmanlanmış eğitimin öğrencilerin öğrenme başarısını ve motivasyonunu artırdığını göstermektedir.

Bu bölümde, harmanlanmış öğrenme kavramının ortaya çıkış süreci ele alınacak, harmanlanmış öğrenme kavramı detaylı bir şekilde incelenecek ve bu yaklaşımın öğrencilerin öğrenme sürecine olan etkisi tartışılacaktır. Ayrıca, harmanlanmış öğrenme ortamlarının nasıl tasarlanabileceği ve uygulanabileceği de ele alınacaktır. Bu çalışma, öğretmenlerin ve eğitimcilerin harmanlanmış öğrenme yaklaşımını daha etkili bir şekilde kullanmalarına yardımcı olacak önemli bilgiler içermektedir.

### Harmanlanmış Öğrenmenin Tarihçesi

Harmanlanmış öğrenme kavramı, 1960’larda bilgisayar destekli eğitim (BDE) kavramının ortaya çıkmasıyla birlikte gelişmeye başlamıştır. Türkiye’de de 1960’lı yıllarda kamu kurumlarında kullanılmaya başlayan bilgisayarlar millî eğitim bünyesinde 1985 yılında kullanılmaya başlamıştır. Ancak yeterli altyapının olmaması uzun süre bilgisayarların atıl durumda kalmasına neden olmuştur (Engin ve ark., 2010).

Harmanlanmış öğrenmenin temelleri 1960’lı yıllarda atılmış olsa da modern anlamı ve daha geniş kullanımı, 2000’li yılların başlarına kadar

uzanmaktadır. “Harmanlanmış öğrenme” kavramını ilk kullananlardan biri Atlanta merkezli bir eğitim kuruluşudur. Externally-Collaborative, Project-Based, Interdisciplinary, Curricula (EPIC) Learning (Çirak Kurt ve ark., 2018) isimli bu kuruluş 1999 yılında isim değişikliğini duyurduğu basın toplantısında "Şirket şu anda 220 çevrim içi kurs yürütüyor, ancak şirketin karma öğrenim metodolojisini kullanarak, internet eğitim yazılımını sunmaya başlayacak" ifadeleri ile harmanlanmış eğitime değinmiştir (URL-1).

Başlangıçta harmanlanmış öğrenme kavramı ve nasıl uygulanacağı oldukça belirsiz iken, 2006 yılında Bonk ve Graham tarafından kaleme alınan ve harmanlanmış öğrenmenin tanımını, önemini ve uygulama yöntemlerini açıklayan Harmanlanmış Öğrenme El Kitabı (The Handbook of Blended Learning) ile kavram daha çok somutlaştırılmıştır. Kitapta harmanlanmış öğrenmenin uzun süredir ihmal edilen bir fikir olduğuna; sınıflar, işyerleri ve yükseköğrenim kurumlarında özellikle tercih edilen bir yaklaşım olduğuna değinilmiştir (Bonk ve ark., 2009). Harmanlanmış öğrenmenin erişim imkânı, esneklik sağlaması ve maliyetinin düşük olması nedenleriyle tercih edilmesi gerekir (Bonk ve ark., 2009). Gelecekte eğitimde yaşanacak gelişmelerin başında harmanlanmış eğitimin olacağı düşünülmektedir (Arslan ve ark., 2019).

### **Harmanlanmış Öğrenme Nedir?**

Harmanlanmış öğrenme kişilerin öğrenme ihtiyaçlarını hızlıca karşılayabilmek adına üniversite ve araştırma enstitüleri tarafından önemsenen bir yaklaşım olarak görülmektedir (Usta ve ark., 2015). Harmanlanmış öğrenme literatürde sıkça kullanılmasına karşın kaynaklarda farklı tanımlarının olduğu görülmektedir. Bununla beraber tanımlarda yaygın olarak kullanılan kavramları Graham ve arkadaşları (2003) şöyle listelenmiştir (Graham, 2006):

- 1) Eğitsel sunum araçlarının birleştirilmesi
- 2) Öğretim yöntemlerinin birleştirilmesi
- 3) Çevrim içi ve yüz yüze öğretimin birleştirilmesi

Harmanlanmış öğrenme, doğru öğrenme teknolojilerini doğru öğrenme stili ile doğru teknolojileri kullanarak doğru kişiye, doğru zamanda kazandırmaya odaklanır (Singh ve Reed, 2001). Türkçe alan yazında harmanlanmış öğrenme ile ilgili yapılan tanımların bazıları şöyledir:

- Harmanlanmış öğrenme, yüz yüze eğitim ve çevrim içi öğrenme ortamlarını birleştirerek, öğrenme sürecindeki etkileşimi ve öğrenmeyi arttıran bir öğrenme modelidir. (Dikmenli, 2013)
- Harmanlanmış öğrenme, geleneksel yüz yüze öğrenme ve çevrim içi öğrenme ortamlarının birleştirilmesi ile oluşan, öğrenme sürecinde öğrencilerin kendi öğrenme hızına ve ihtiyacına göre özelleştirilebilen bir öğrenme modelidir (Yapıcı ve Karakoyun, 2017).

- Harmanlanmış öğrenme, yüz yüze eğitim ve çevrim içi öğrenmenin olumlu yönlerinin bir arada kullanıldığı, öğrenci merkezli, özelleştirilmiş bir öğrenme modelidir (Şahin, 2016).
- Harmanlanmış öğrenme, öğrenme hedeflerine uygun olarak yüz yüze eğitim ve çevrim içi öğrenme (sanal sınıflar, çevrim içi etkinlikler, multimedya teknolojileri, internet üzerinden video yayını, sesli mesaj, konferans aramaları, çevrim içi animasyon-video uygulamalar) yöntemlerinin dengeli bir şekilde kullanıldığı öğrenci merkezli bir öğrenme modelidir (Yılmaz, 2017).

Tüm bu tanımların bazı ortak noktalarda birleştiği görülür. Bunlar şöyle sıralanabilir

- Yüz yüze ve çevrim içi eğitimin dikkatli bir şekilde birleştirilmesi,
- Eğitsel bilgi aktaran araçların uygun şekilde bir araya getirilerek öğrenci katılımını yüksek seviyelerde tutan ders tasarımı,
- Sınıf içi derslerin uygun eğitsel metotlar kullanılarak yeniden planlanıp düzenlenmesi (Aydemir, 2012; Yılmaz, 2017).

Harmanlanmış öğrenmenin tanımlarında meydana gelen karışıklık anlamında da meydana gelmiştir. Harmanlanmış öğrenme ile teknolojik açıdan zengin öğretimi birbirinden ayırmak gerekir. Teknolojik açıdan zengin öğretimde yine öğretmen baskın rol oynar ve bireyin ihtiyaçları üzerinde kontrolü yoktur. Yalnızca öğrenme ortamı etkileşimli tahta, projeksiyon cihazı, sanal gerçeklik gözlükleri vb. araçların kullanımı fazladır. Harmanlanmış öğrenmede ise bireyin öğrenme sürecinde bireyler nerede ne zaman çalışacaklarına dair bir kontrole sahiptir (Tonbuloğlu ve Tonbuloğlu, 2021).

Harmanlanmış öğrenmenin amaçları şunlardır:

- Öğrencilerin öğrenme hızına ve ihtiyacına göre özelleştirilmiş bir öğrenme deneyimi sunmak.
- Öğrencilerin zaman ve mekân kısıtlamalarını aşarak öğrenme fırsatı sunmak.
- Teknolojik araçların kullanımı ile öğrenme sürecini desteklemek.
- Öğrencilerin birbirleriyle ve öğretmenleriyle etkileşimini artırarak öğrenme deneyimini zenginleştirmek.
- Farklı öğrenme yöntemlerinin bir arada kullanılması ile öğrencilerin öğrenme deneyimlerinin çeşitliliğini artırmak (Çetinkaya ve Tarihi, 2017; Dikmenli, 2013; Şahin, 2016; Yapıcı ve Karakoyun, 2017; Yılmaz, 2017).

Harmanlanmış öğrenmenin amacı şöyle özetlenebilir: Öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif bir rol oynamalarını sağlayarak, öğrenme motivasyonlarını artırmak ve öğrenme başarılarını yükseltmektir (Aydemir, 2012).

## Neden Harmanlanmış Öğrenme Tercih Edilmelidir?

Bilgi teknolojilerinin çok hızlı bir şekilde geliştiği 21. yüzyılda teknoloji eğitimin her alanına girmiş durumdadır. 2019 yılında dünyada meydana gelen pandemi, teknolojinin eğitime entegre edilme sürecini de hızlandırmıştır. Bütün dünyada yüz yüze eğitimin sekteye uğradığı bu dönemde devletler eğitimi online olarak devam ettirmiştir (Telli ve Altun, 2020). Pandemi süreci zamandan ve mekandan bağımsız olan online eğitimlerin vazgeçilmez olduğunu göstermiştir (Yaman, 2021). Bununla beraber okullarda etkileşimli tahtalar bulunduğu için dijital içeriklere ulaşmak kolaylaşmıştır. Okullar uzaktan eğitim ve yüz yüze eğitimi birlikte benimseyen harmanlanmış eğitimi kullanmalıdır çünkü artık bilgi teknolojilerinin olmadığı bir dünya düşünmek zordur (Kurnaz ve Serçemeli, 2020). Tüm bu nedenler harmanlanmış eğitimi tanınmanın ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Bir eğitimcinin harmanlanmış öğrenmeyi seçmesinde pek çok neden vardır. Osguthorpe ve Graham (2003), harmanlanmış öğrenme sistemi tasarlamayı veya kullanmayı seçmenin nedenlerini altı başlıkta toplamıştır. Bunlar;

**1. Pedagojik Zenginlik:** Öğrenme ortamlarında asıl amaç öğrenmenin sağlanmasıdır. Hâlâ birçok eğitim kurumunda mevcut öğrenme yöntemleri etkileşimli öğrenme stratejilerine değil aktarıcı öğrenme stratejilerine dayanır. Harmanlanmış öğrenme ortamlarının tercih edilmesinin nedenlerinden biri etkili pedagojik yöntemlerin kullanılabilirliği olmasıdır. Örneğin; öğrenciler arka planda kendi hızında öğrenebilir, yüz yüze eğitimde kendini ifade zorluğu yaşayan bireyler çevrim içi ortamlarda kendini daha iyi ifade edebilir.

**2. Bilgiye Erişim:** Eğitimde temel faktörlerden biri öğrenme ortamına erişebilmektir. Harmanlanmış öğrenmede bilgiye erişim daha esnekler. Günlük yaşamda yüz yüze eğitime engel olan birçok engel harmanlanmış öğrenme ile aşılabilir. Örneğin öğretmen veya öğrencilerin uzak olması, öğrencilerin dış ortamda bazı yükümlülüklerinin bulunması sorunları harmanlanmış öğrenme ortamlarının esnekliğinden faydalanılarak aşılabilir. Bireyler uygun zamanda çevrim içi ortamlarda öğrenmeye dâhil olabilirler.

**3. Sosyal Etkileşim:** Etkili bir öğrenme sosyal etkileşim ile gerçekleşir. Bireylerin sanal oturumlarda tartışmalar yapması, kendi fikirlerini beyan etmesi, sunumlar yapması ile öğrenme gerçekleşir. Sosyal etkileşimin sadece yüz yüze olması veya sadece sanal ortamda olmasının dezavantajları vardır. Harmanlanmış öğrenme ile her iki yönteminde avantajları kullanılarak bir harmanlanmış öğrenme ortamı tasarlanabilir.

**4. Kişiselleştirilmiş Öğrenme:** Öğrencilerin kendi öğrenme ihtiyaçlarına, becerilerine, ilgi alanlarına ve öğrenme stillerine göre özelleştirilmiş bir öğrenme deneyimi sunmayı amaçlayan bir bileşendir. Öğrenme süreci, öğretmenlerin ve eğitim teknolojilerinin sunduğu farklı kaynaklar, araçlar ve yöntemler kullanılarak kişiselleştirilir. Örneğin, bir öğrenci matematik konularında zayıf olduğunu fark ederse, bu öğrenciye

öğretmen tarafından ek matematik dersleri veya çevrim içi matematik kaynakları sağlanabilir. Ayrıca, öğrencilerin ilgi alanlarına göre öğrenme materyalleri seçilebilir veya öğrencilerin kendi öğrenme hızlarına göre ilerleme planları oluşturulabilir.

**5. Artan Maliyet Etkililiği:** Harmanlanmış öğrenme öğrencilerin öğrenme sürecini daha etkili ve verimli hale getirerek, öğrencilerin daha hızlı öğrenmelerine ve daha yüksek başarı düzeylerine ulaşmalarına yardımcı olur. Aynı zamanda öğretmenlerin zamanlarını daha verimli bir şekilde kullanmalarına da yardımcı olabilir. Öğretmenler, öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarına uygun olarak hazırlanan materyalleri kullanarak öğrencilerle daha verimli bir şekilde çalışabilirler. Öğrencilerin kendi öğrenme stillerine ve ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş bir öğrenme deneyimi sunarak, öğrencilerin öğrenme sürecinde daha fazla ilerleme kaydetmelerine olanak tanır.

**6. Gözden Geçirme Kolaylığı:** Geleneksel eğitim yöntemlerinde, öğrenciler genellikle tek bir öğrenme yöntemi üzerinden öğrenirler ve bu nedenle öğrenme materyallerinin gözden geçirilmesi de sınırlıdır. Ancak harmanlanmış eğitimde, öğrencilerin farklı öğrenme yöntemlerini kullanması, öğrenme materyallerinin de farklı türleri arasında dağıtılması anlamına gelir. Bu, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri farklı kaynaklardan ve farklı öğrenme yöntemlerinden alarak öğrendikleri konuları daha kapsamlı bir şekilde gözden geçirmelerine olanak tanır.

### Harmanlanmış Öğrenmenin Bileşenleri

Eskiden harmanlanmış öğrenmenin bileşenleri sınıflar, kitaplar ve notlar ile sınırlıydı. Bugün kurumlar sadece bunlarla sınırlı olmayan birçok öğrenme yaklaşımını seçebilirler. Bu seçimde önemli olan öğrencinin ihtiyacına uygun yöntem ve yaklaşımları seçmektir.

Harmanlanmış öğrenmenin bileşenleri Singh ve Reed (2001) tarafından şöyle belirlenmiştir:

**Tablo 1:** Harmanlanmış öğrenme sistemlerinin farklı kategorileri

Senkron fiziksel formatlar	Eşzamanlı çevrim içi formatlar (Canlı e-öğrenim)	Kendi hızında, eş zamansız biçimler
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Öğretmen Yönlü Sınıflar ve Dersler</li> <li>•Uygulamalı Laboratuvarlar ve Atölyeler</li> <li>•Arazi Gezileri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•e-toplantılar</li> <li>•Sanal Sınıflar</li> <li>•Web Seminerleri ve Yayınları</li> <li>•Antrenörlük</li> <li>•Anlık Mesajlaşma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Belgeler ve Web Sayfaları</li> <li>•Web/Bilgisayar Tabanlı Eğitim Modülleri</li> <li>•Değerlendirmeler/Testler ve Anketler</li> <li>•Simülasyonlar</li> </ul>

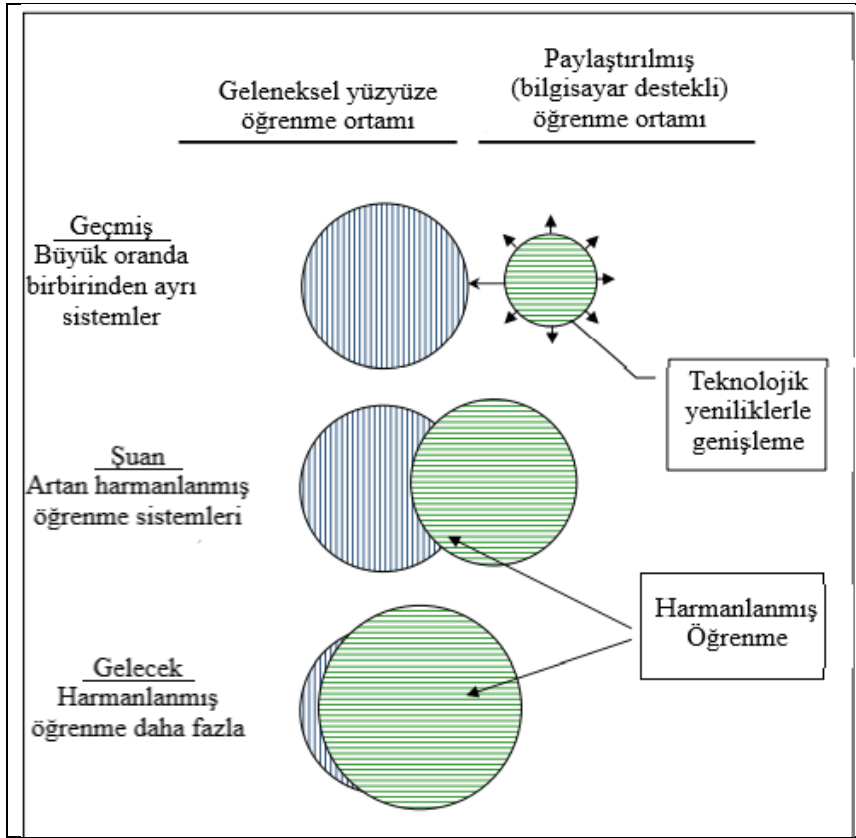
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•İş Yardımcıları ve Elektronik Performans Destek Sistemleri (EPSS)</li> <li>•Kaydedilmiş canlı etkinlikler</li> <li>•Çevrimiçi Öğrenme Toplulukları ve Tartışma Forumları</li> </ul>
--	--	---

Harmanlanmış öğrenme ortamlarının nasıl oluşturulacağı önemli bir konudur. İyi planlanmamış bir harmanlama ortamında istenilen verim alınamaz. Harmanlanmış eğitim modelleri bir harmanlama ortamının nasıl olacağı konusunda bize fikir verebilir. Graham (2006) harmanlanmış öğrenme sistemlerinde 3 farklı kategori belirlemiştir.

**Tablo 2:** Harmanlanmış öğrenme sistemlerinin farklı kategorileri

<b>Harmanlamayı Etkinleştirme</b>	Karma öğrenme yöntemleri, erişim ve kolaylık sorunlarıyla başa çıkmak üzerine odaklanır. Örneğin, öğrencilere esneklik sağlamayı amaçlayan uygulamalar veya öğrenme deneyimini farklı bir yöntemle sunmak gibi.
<b>Geliştirici Harmanlama</b>	Geliştirici karışımlar pedagojiye aşamalı değişiklikler yapılmasına izin verirken öğretim ve öğrenme şeklini radikal olarak değiştirmez. Örneğin, geleneksel yüz yüze öğrenme ortamında, çevrimiçi olarak ek kaynaklar ve belki bazı ek materyaller dâhil edilebilir.
<b>Dönüştürücü Harmanlama</b>	Pedagojinin radikal bir dönüşümüne izin veren harmanlama türüdür. Örneğin, öğrencilerin sadece bilgi alıcıları olduğu bir modelden, öğrencilerin dinamik etkileşimler yoluyla bilgiyi aktif olarak oluşturdukları bir modele değişim.

Asırlardır kullandığımız geleneksel yüz yüze öğrenme ortamları ile bilgisayar destekli öğrenme ortamları mevcut. Geçmişte bu iki öğrenme ortamı farklı yöntemleri kullanıp farklı ihtiyaçları ele almıştır (Şekil 1). Öte yandan teknolojinin gelişmesi ile birlikte harmanlanmış öğrenme sistemleri giderek gelişmiş ve büyümüştür (Graham, 2006).



**Şekil 1:** Geleneksel yüz yüze ve harmanlanmış öğrenme sistemlerinin aşamalı gelişimi (Graham, 2018)

Bir harmanlanmış öğrenme ortamı tasarlanırken öncelikle ihtiyaçlar belirlenmelidir. Çünkü harmanlanmış öğrenmede hangi modelin kullanılacağını belirleyen faktör ihtiyaçlardır. İyi bir harmanlanmış öğrenme ortamı oluşturmak için atılacak adımlar aşağıdaki gibidir (Yalçın, 2020):

- İhtiyaçları belirlemek,
- Amaç ve alt amaçları belirlemek,
- Harmanlama programına karar vermek,
- Bireysel eğitim şekillerini belirlemek ve düzenlemek,
- Harmanlanmış programı uygulamak,
- Programın sonuçlarını değerlendirmeye almak.

### **Harmanlanmış Öğrenme ile İlgili Yapılan Çalışmalar ve Bulgular**

Harmanlanmış öğrenme yöntemi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin, bir araştırmada, harmanlanmış eğitimin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı ve öğrencilerin öğrenme sürecinde farklı olumlu kazanımlar elde ettiği bulunmuştur (Uluyol ve Karadeniz, 2009). Deney ve

kontrol gruplu 73 katılımcı ile gerçekleştirilen başka bir çalışmada harmanlanmış öğrenme ortamlarındaki öğrencilerin akademik başarılarının daha yüksek olduğu aynı zamanda bu öğrencilerin daha yüksek doyuma ulaştığı sonucuna varılmıştır (Usta ve ark., 2015). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin fen dersine karşı başarılarının ve tutumlarının incelendiği bir başka çalışmada, harmanlanmış öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı başarı tutum ve motivasyonlarının daha yüksek olduğu ve harmanlanmış öğrenme ortamlarına karşı olumlu algı geliştirdiği sonucuna varılmıştır (Balaman ve Tüysüz, 2011).

Literatür incelendiğinde harmanlanmış öğrenme ve harmanlanmış öğrenme ile eş anlamlı olan hibrit öğrenme ve karma öğrenme yöntemlerine dair tez çalışmalarının özellikle 2006 sonrasında sıklıkla yapıldığı söylenebilir. Bu çalışmaların bir kısmının amaç ve bulguları aşağıda listelenmiştir:

- Aydemir (2012), fen bilgisi öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada harmanlanmış öğrenme ortamının öğretmen adaylarının bilimin doğası ve bilimsel araştırmayı anlaması üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda harmanlanmış öğrenme ortamının öğrenmeyi daha kalıcı hale getirdiği, akranlar ve öğretim üyeleri arasındaki ilişkileri kuvvetlendirdiği bulunmuştur.
- Dikmenli (2013), sanal sınıf uygulaması ve harmanlanmış öğrenme ortamlarının 9. sınıf öğrencilerinin coğrafya dersi başarısına ve derse yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. Deney ve kontrol gruplu 79 öğrenci ile çalışmasını yürütmüştür. Çalışmanın sonucunda harmanlanmış öğrenme ortamlarının öğrencilerin coğrafya dersi başarısına olumlu katkı sağladığı, bununla beraber öğrencilerin internet erişimi konusunda bir takım teknik problemler yaşadıkları görülmüştür.
- Akgündüz (2013), fen eğitiminde harmanlanmış öğrenme ve sosyal medya destekli öğrenmenin 7. sınıf öğrencilerinin başarılarına, motivasyonlarına, tutumlarına ve kendi kendine öğrenme becerilerine katkısını incelemiştir. 74 öğrenci ile yürütülen çalışmanın sonucunda, harmanlanmış öğrenmenin öğrencilerin ders başarılarını, kendi kendine öğrenme becerilerini, derse karşı motivasyonlarını ve tutumlarını anlamlı oranda artırdığı tespit edilmiştir.



## KAYNAKÇA

- Akgündüz, D. (2013). *Fen eğitiminde harmanlanmış öğrenme ve sosyal medya destekli öğrenmenin öğrencilerin başarı, motivasyon, tutum ve kendi kendine öğrenme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Arslan, S., Karahalilöz, O., Karagözoğlu, B. ve Yıldırım, E. (2019). Geleceğin okulları : Değişim kaçınılmaz mı? *Akademik Platform Eğitim ve Değişim Dergisi*, 2(2), 201–216. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/apjec/issue/51185/575046>
- Aydemir, S. (2012). *Harmanlanmış Öğrenme Ortamının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğası ve Bilimsel Araştırmayı Anlamaları Üzerine Etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Balaman, F. ve Tüysüz, C. (2011). Harmanlanmış öğrenme modelinin 7. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersindeki başarılarına, tutumlarına ve motivasyonlarına etkisinin incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(4), 75-90.
- Bonk, C. J., Graham, C. R., Foreword, J. C., Moore, M. G., Isbn, F., John, P. ve March, P. (2009). *The handbook of blended learning*. Global Perspectives , Local Designs. October, 218–221.
- Dikmenli, Y. (2013). *Sanal sınıf uygulaması ve harmanlanmış öğrenme ortamlarının coğrafya dersi başarısı ile derse yönelik tutuma etkisi ve öğrenci görüşleri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Çetinkaya, M. ve Tarihi, G. (2017). Fen eğitiminde modelleme temelinde düzenlenen kişiselleştirilmiş harmanlanmış öğrenme ortamlarının başarıya etkisi. *Ordu University Journal of Social Science Research*, 7(72), 287–296. <http://dergipark.gov.tr/odusobiad>
- Çirak Kurt, S., Yıldırım, İ. ve Cüçük, E. (2018). The effects of blended learning on student achievement: A meta-analysis study. *Hacettepe Eğitim Dergisi*, 33(3), 776–802. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2017034685>
- Engin, A. O., Rasim, T. ve Dursun, K. M. (2010). Bilgisayar destekli eğitim. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Journal of the Institute of Social Sciences*, 5, 69–80.
- Kurnaz, E. ve Serçemeli, M. (2020). Covid-19 pandemi döneminde akademisyenlerin uzaktan eğitim ve uzaktan muhase eğitimine yönelik bakış açıları üzerine bir araştırma. *USBAD Uluslararası Sosyal Bilimler Akademi Dergisi-International Journal of Social Sciences Academy*, 3(3), 2687–2641. <https://dergipark.org.tr/en/pub/usbad/issue/55116/745914>
- Şahin, S. ve Şahin, Z. (2016). Ters-düz sınıflar (flipped classroom) ve yeni nesil eğitim dijital öğrenci koçluğu. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education-2016*, 5(4), 13–19. <http://www.ijtase.net/index.php/ijtase/article/view/189>
- Singh, H. ve Reed, C. (2001). Achieving success with blended learning. *Centra Software, March*, 1–11. <http://www.leerbeleving.nl/wbts/wbt2014/blend->

ce.pdf

- Telli, S. G. ve Altun, D. (2020). Coronavirüs ve çevrim içi (online) eğitimin önlenemeyen yükselişi. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 25–34. <https://doi.org/10.32329/uad.711110>
- Uluyol, A. G. Ç. ve Karadeniz, Ş. (2009). Bir harmanlanmış öğrenme ortamı örneği, öğrenci başarısı ve görüşleri. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 60–84. <https://dergipark.org.tr/en/pub/yyuefd/issue/13711/165995>
- URL-1: <https://encyclopedia.pub/entry/history/show/70957> adresinden 25.03.2023 tarihinde alınmıştır.
- Usta, Ertuğrul ve Mahiroğlu, A. (2015). Harmanlanmış öğrenme ve çevrim içi öğrenme ortamlarının akademik başarı ve doyuma etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 1–15. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kefad/issue/59525/856022>
- Yalçın, B. (2020). *Harmanlanmış öğrenme ortamında 7. sınıf öğrencilerinin öğrenme düzeylerinin araştırılması (İzmir ili-Karşıyaka ilçesi Eren Şahin Eronat Ortaokulu örneği)* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Manisa Celal Bayar Üniversitesi.
- Yaman, B. (2021). Covid-19 pandemisi sürecinde Türkiye ve Çin’de uzaktan eğitim süreç ve uygulamalarının incelenmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 17, 3298–3308. <https://doi.org/10.26466/opus.857131>
- Yapıcı, İ. Ü. ve Karakoyun, F. (2017). Gamification in biology teaching: A sample of kahoot application. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 8(4), 396–414. <https://doi.org/10.17569/tojqi.335956>
- Yılmaz, Ö. (2017). Fen öğretiminde harmanlanmış öğrenme: Genel kimya dersi laboratuvar uygulaması. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(3), 72–85. <https://doi.org/10.17556/erziefd.315041>

## BÖLÜM 3

### FEN EĞİTİMİNDE STEM UYGULAMALARI

Doktora Öğrencisi Selin YILDIZ<sup>1</sup>

Prof. Dr. Raşit ZENGİN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye. e-posta: slnylddz@gmail.com, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8134-0864>

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye. e-posta: rzengin@firat.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-1624-6406>



## GİRİŞ

“STEM” terimi bilim/fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği tanımlamak için kullanılan bir kısaltmadır. STEM, 1990’larda Amerika Birleşik Devletleri’nde bulunan National Science Foundation tarafından başlatılmıştır (Arifin ve ark., 2021). STEM için ilk olarak 1990’larda “SMET” kısaltması kullanılırken 2001 yılından itibaren STEM kısaltması kullanılmaya başlanmıştır (Sanders, 2009). STEM teriminin net bir tanımı olmakla birlikte birçok eğitimci STEM’i farklı şekillerde tanımlamaktadır (Angier, 2010; Bybee, 2013; Dare ve ark., 2019; Herschbach, 2011; Moore ve ark., 2020). Dare ve arkadaşları (2019) STEM yaklaşımlarını çevreleyen literatürün bazı ortak noktalara işaret ettiğini ve STEM tanımına hakim olan temel özelliklerinin olabileceğini ifade etmişlerdir. Bunlar;

- STEM eğitimin ilgi çekici günlük hayat bağlamının gerçekleştirilmesi (Bryan ve ark., 2015; Honey ve ark., 2014),

- Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik arasındaki kasıtlı, açık bağlantılar ve bunların STEM kariyerlerinde kullanılacakları şekilde modellenmesi (Bryan ve ark., 2015; Honey ve ark., 2014).

- Yirmi birinci yüzyıl yeterliklerinin geliştirilmesi (Bryan ve ark., 2015; Honey ve ark., 2014),

- Öğrenci merkezli pedagojilerin vurgulanmasıdır (Breiner ve ark., 2012; Bryan ve ark., 2015; Labov ve ark., 2010; Rinke ve ark., 2016; Sanders, 2009).

Bu özelliklerden hareketle STEM eğitimini, anaokulundan yükseköğretime kadar öğrenciyi merkeze alan, 21. yüzyıl becerilerini vurgulayan, farklı alanları bütünleştirerek çok boyutlu öğrenmenin gerçekleşmesini sağlayan güncel bir yaklaşım olarak tanımlamak mümkündür. STEM eğitimi ile akademik kavramlar ile gerçek dünyayı birleştirilmesi sağlanır (Samsudin ve ark., 2020). STEM eğitimi, öğrencilerin disiplinler arası bir yaklaşım ile problemleri çözmeyi, yaratıcılıklarını keşfedebildikleri öğrenme ortamları sağlamaktadır (Suratno ve ark., 2020 ). STEM eğitimi, öğrencilerin özgüvenlerini artırır, motive eder, sistematik düşünebilen bireyler haline getirmektedir. STEM eğitimi akademik bilgi ve beceriler farklı ve yeni problem durumlarına aktarmalarına aracılık etmektedir (Bybee, 2010; Dugger, 2010; Morrison, 2006). STEM öğrencilerinin günlük yaşamda karşılaştıkları sorunları çözenin yanı sıra fikirler üzerinde planlar, yorumlar ve

değerlendirmeler yapmalarını sağlamaktadır (Tseng ve ark., 2013). Öğrenciler STEM'i günlük yaşamda uyguladıklarında, yeni ekonomide rekabet etme becerisiyle okul, topluluk, iş ve küresel işletme arasında bağlantılar kurabilmelerine yardımcı olmaktadır (Bruce-Davis ve ark., 2014; Hacıoğlu ve Gulhan, 2021). Roehrig ve arkadaşlarına göre. (2021), STEM eğitimi, gerçek dünya sorunlarının verimli bir şekilde ele alınması için birden fazla bakış açısı, beceri ve bilgi gerektirdiği fikrine dayanmaktadır (Reynante ve ark., 2020). K-12 ortamlarında, öğrencilerin STEM içeriği bilgilerini birlikte yapılandırmak ve gerçek dünya sorunlarına çözümler tasarlamak için küçük gruplar içinde işbirliği içinde çalışmalarını beklenir (Moore ve ark., 2014).

STEM eğitiminin amaçlarını kurumlar ve araştırmacılar farklı şekillerde tanımlamışlardır. Nguyen ve arkadaşları (2020), STEM eğitimi, öğrencileri geniş bir beceri ve disiplinler arası bilgi karışımı ile donatmayı amaçladığını ifade etmişlerdir. Baharin ve arkadaşları (2018)'na göre ise STEM eğitiminin hedefi, derin anlayış ve anlamlı öğrenmenin anahtarı olarak multidisipliner bilimi entegre etmektir. National Research Council' göre (2011), STEM eğitimini üç ana hedefi vardır. Bunlar;

- STEM alanlarında kariyer yapmak isteyen öğrencilerin sayısını artırmak,
- STEM alanlarında kariyer yapmak isteyen kadınların ve azınlıkların sayısını artırmak,
- STEM ile ilgili kariyer yapmayanlar veya STEM disiplinlerinde ek eğitim almayanlar da dâhil olmak üzere tüm öğrenciler için STEM okuryazarlığının artırılmasıdır.

### **Entegre STEM**

STEM alanlarını entegre etmek için bir çok yaklaşım bulunmaktadır (Brown ve ark., 2011; Bybee, 2013; English,2016; Herschbach,2011; Johnson, 2012). Davison ve arkadaşları (1995), STEM eğitiminde özellikle bilim ve matematiğin entegrasyonuna odaklanacak odaklanması gerektiğini savunmaktadır. Mühendislik veya teknolojinin müfredata entegrasyonunu direkt içermese de içerecek şekilde genişletmek mümkündür. Bybee (2013), müfredatta tek bir disiplin temele alarak STEM ve entegre disiplinler olarak modelini oluşturmuştur. Breiner ve arkadaşları (2012), STEM entegrasyonu uygulamasını, geleneksel ders tabanlı sınıflardan daha fazla sorgulama ve

probleme dayalı öğrenme yaklaşımları içeren pedagoji uygulamasına geçiş olarak tanımlamışlardır. Entegre STEM'i, STEM mesleklerinde çalışmaya hazırlanan daha fazla öğrenci mezun etme çabasıyla STEM profesyonellerinin uygulamalarını en yakından yansıtan şekillerde STEM kavramlarını bütünleştiren bir müfredat olarak tanımladığını gösteren çalışmalara atıfta bulunmuştur. Bu özel bakış açısı, STEM'in dört ayrı alanını tek bir varlık olarak görmeyi ve böylece içeriği otantik bir bağlam içinde sorunsuz bir şekilde entegre etmeyi tutarlı bir şekilde öğretmeyi içerir. Honey ve ark. (2014), Entegre STEM'i, öğrencilerin birden çok disiplinden bilgi ve beceri kullanmasını gerektiren görevler üzerinde durumlar ya da olgulara ilişkin yapılan çalışmalar olarak tanımlamışlardır. Vasquez ve arkadaşları (2013) STEM entegrasyonuna ilişkin daha kapsamlı bir bakış açısını, araştırmasında sunmuşlardır.

**Tablo 1.** Artan entegrasyon seviyeleri (Vasquez ve ark, 2013)

Entegrasyon	Özellikler
1. Tek Disiplin (Disciplinary)	Öğrencilerin, kavramları ve becerileri her disiplinde ayrı ayrı öğrenmesi sağlanmaktadır.
2. Çok disiplinli (Multidisciplinary)	Öğrenciler, beceriler ve kavramlar her disiplinde ayrı ayrı ama ortak bir tema içinde öğrenmektedir.
3. Disiplinler arası (Interdisciplinary)	Öğrenciler, birbirine yakın kavramları, bilgi ve becerileri derinleştirmek amacıyla iki veya daha fazla disiplinden öğrenmektedir.
4. Disiplinler üstü (Transdisciplinary)	Öğrencilerin, iki ya da daha fazla disiplinden öğrendikleri bilgi ve becerileri gerçek dünya problemlerinde ve projelerinde uygulanarak öğrenme deneyimleri şekillenmektedir.

Tablo 1 'de görüldüğü gibi entegrasyon seviyeleri arttıkça, ilerleme, daha fazla ara bağlantı ve disiplinler arasındaki bağımlılık da artmaktadır.

### **STEM Okuryazarlığı**

STEM okuryazarlığı, karmaşık sorunları anlamak ve bunları çözüm yolları aramak için yenilik ortaya koymak üzere bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik kavramlarını belirleme, uygulama ve bütünleştirme becerisi olarak tanımlanabilir (Balka, 2011). Ayrıca dört disiplinin her birinden ayrı okuryazarlık tanımları sağlaması da yaygındır. Örneğin, bilimsel olarak okuryazar vatandaşların gelişimi, dünya genelinde 21. yüzyıl fen eğitiminin ana hedefidir (Tytler, 2007). Bilimsel okuryazar vatandaşlar, teknolojik olarak gelişmiş dünyamızın sonuçlarıyla etkili bir şekilde başa çıkabilen eleştirel düşünürlerdir (Bryan ve ark., 2011). Bilimsel okuryazarlığın yapısı çok yönlüdür ve karmaşık toplumsal meseleler hakkında akıl yürütme yeteneği gibi yaşam boyu öğrenme için yeterliliklerin geliştirilmesini içerir (Bybee, 1997; Sabelli, 2006). Öğrencilerin bilimsel okuryazarlığa ulaşmaları için temel bilimsel fikirleri anlamaları, çeşitli bilimsel araştırma yöntemlerini takdir etmeleri ve bilimin epistemolojik görüşlerinin farkında olmaları gerekir (Leuchter ve ark, 2014).

Kısaca ifade etmek gerekirse, öğrencilerin STEM okuryazarlığını güçlendirmek için, STEM eğitiminin hedefleri öğrencilerin bilimsel, teknolojik, mühendislik ve matematik okuryazarlığını ve uygulama becerilerini geliştirmeyi içermelidir.

### **STEM Eğitiminin Fen Bilimleri Öğretim Programındaki Yeri**

Fen bilimleri öğretim programı yaşanan çeşitli değişim ve gelişimler ile birlikte güncellenmektedir. STEM eğitimi fen bilimleri öğretim programına 2017 yılında güncellenen program ile örtük olarak girmiştir. 2017 yılındaki fen bilimleri öğretim programına “Uygulamalı Bilim” konu alanı adı altında “Fen ve Mühendislik Uygulamaları” ünitesi eklenmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2017). 2017 yılındaki fen bilimleri öğretim programında her sınıf düzeyine ilişkin son ünite STEM eğitimine ilişkin kazanımlar mevcuttur. 2018 yılında, 2017 fen bilimleri öğretim programı revize edilerek Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları programa dahil edilmiştir. Bahar ve arkadaşları, (2018) 2018 yılında revize edilen programı incelediklerinde programın öğrencilere kazandırılması planlanan kazanımlar ile STEM yaklaşımı ile örtüştüğünü ifade etmektedir. Revize edilen fen bilimleri öğretim



programı ile dünyada çapında mühim bir konu olan STEM eğitimi ülkemizde de öğretim programında yer almaya başlamıştır.

### **İlgili Araştırmalar**

Zengin ve arkadaşları (2022), ilkokul 4. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen STEM uygulamalarının problem çözme becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, deney ve kontrol grubundaki son test puanları incelendiğinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Öğrenciler STEM etkinliklerini derslerde kullanmanın eğlenceli olduğunu bu nedenle daha kalıcı ve kolay öğrendiklerini ve bundan sonra derslerin bu şekilde işlenmesini istediklerini belirtmişlerdir

Keçeci ve arkadaşları (2017), STEM uygulamalarının öğrencilerin kodlama öğrenimine olan tutumlarına etkisini belirlemeyi ve öğrencilerin STEM uygulamalarına dair ilgili duygu ve düşüncelerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda öğrencilerin eğitsel bilgisayar oyunları destekli kodlama öğrenimine yönelik tutumlarında anlamlı bir artış görülmüştür. Öğrenciler STEM uygulamaları öncesinde zorlanacaklarını kodlamayı yapamayacaklarını düşünürken uygulama sonrasında çok zevkli ve kolay bulduklarını ifade etmişlerdir.

Maegala ve arkadaşları (2021), farklı hazırlık programlarından dört öğrenci grubuna STEM etkinlikleri etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda öğrencilerin %70'inin sorunlar çözülene kadar akıllıca çalışma dürtüsüne sahip olduğu, öğrencilerin geri kalanı ise problemler onları zorluyorsa, sorunu çözmek için dış kaynaklara başvuracaklarını ifade etmiştir. STEM etkinliklerini tamamlamanın, öğrencilerin yaratıcılığını geliştirmiş, özgüven düzeylerini artırmış ve takım çalışmalarını geliştirdiğine vurgu yapmışlardır.

Altan ve Ercan, (2016), mesleki gelişim programının katılan fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi ile ilgili algıları ve yeterlilikleri üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonuçları mesleki gelişim programının öğretmenlerin STEM eğitimine ilişkin görüşlerini olumlu yönde etkilemiştir. Ayrıca, mesleki gelişim programının ardından, katılımcı öğretmenler STEM eğitiminin uyarlanması için tasarıma dayalı fen öğretimine dair önerilerde bulunmuştur.

Rohali ve arkadaşları (2023), STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin optik konusuna dair üzerinde öğrenme çıktıları üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonuçları, STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin öğrenme çıktıları üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir.

Young ve arkadaşları (2017), okul dışı zamanın (okul sonrası, yaz kampları, zenginleştirme programları vb.) öğrencilerin STEM'e olan ilgileri üzerindeki etkilerini incelikler, bir metaanaliz çalışması yürütmüştür. Sonuçlar, okul dışı zamanın STEM'e olan öğrenci ilgisi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu etkilerdeki değişkenlik, program odağı, sınıf seviyesi ve araştırma tasarımının kalitesi tarafından hafifletilir. Okul dışı zamanın STEM ilgisi üzerindeki etkileri sentezlenir ve öğretim ve uygulama için çıkarımlar sağlanır.

Toma ve Greca (2018), basit makinelerdeki bir modül aracılığıyla sorgulamaya dayalı bütünleştirici bir STEM yaklaşımı uygulamışlardır. Araştırmada, müfredatındaki uygulanabilirliği ve öğrencilerin bilime ve STEM konularının öğrenimine yönelik tutumları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Entegre STEM eğitimine katılan öğrenciler, geleneksel sınıflardaki öğrencilere göre bilime karşı önemli ölçüde daha olumlu tutumlara sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak öğretmenler bütünleştirici STEM eğitimini kullanma noktasında isteksiz olduğu sonucuna varılmıştır.

**KAYNAKÇA**

- Altan, E. B., ve Ercan, S. (2016). STEM education program for science teachers: perceptions and competencies. *Journal of Turkish Science Education*, 13, 103-117. <https://doi.org/10.12973/tused.10174a>
- Angier, N. (2010, October 4). *STEM education has little to do with flowers*. The New York Times. <https://www.nytimes.com/2010/10/05/sciece/05angier.html>.
- Arifin, Z., Sukarmin, ve Sarwanto. (2021). Research and trend on STEM education in Indonesia: a systematic review based on bibliometric mapping (2000-2020). *Psychology and Education Journal*, 58(5), 3235–3243. <http://psychologyandeducation.net/pae/index.php/pae/article/view/6017>
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Emen., ve Güreer, F. (2018). 2018 fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 702-735. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018.-412111>
- Balka, D. (2011). *Standards of mathematical practice and STEM math-science connector newsletter*. Stillwater, OK: School Science and Mathematics Association.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., ve Koehler, C. M (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., ve Merrill, C. (2011). Understanding STEM: current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 20(6), 5–9. <http://www.iteaconnect.org/Publications/ttt.htm>
- Bruce-Davis, M. N., Gubbins, E. J., Gilson, C. M., Villanueva, M., Foreman, J. L., ve Rubenstein, L. D. (2014). Aug2014). STEM high school administrators', teachers', and students' perceptions of curricular and instructional strategies and practices. *Journal of Advanced Academics*, 25(3), 272–306. <https://doi.org/0.1177/1932202x14527952>
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., ve Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. In C. C. Johnson, T. J. Moore, ve E. E. Peters-Burton

- (Eds.), *STEM roadmap: A framework for integrated STEM education* (pp. 23–37). New York, NY: Routledge.
- Bryan, R. R., Glynn, S. M., ve Kittleson, J. M. (2011). Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science. *Science Education*, 95(6), 1049-1065. <https://doi.org/10.1002/sce.20462>
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association.
- Dare, E. A., Ring-Whalen, E. A., ve Roehrig, G. H. (2019). Creating a continuum of STEM models: exploring how K-12 science teachers conceptualize *STEM education*. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1701–1720. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1638531>.
- Davison, D. M., Miller, K. W., ve Metheny, D. L. (1995). What does integration of science and mathematics really mean? *School Science and Mathematics*, 95, 226–230. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1995.tb15771.x>
- Dugger, W. E. (2010). *Evolution of STEM in the United States*. In 6th bional international conference on technology education research.
- English, L. D. (2016). STEM education K–12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3,1-8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Hacioglu, Y., ve Gulhan, F. (2021). 18 July 2020). The effects of STEM education on the students' critical thinking skills and stem perceptions. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 7(2), 139–155. <https://doi.org/10.21891/jeseh.771331>
- Herschbach, D. R. (2011). The STEM initiative: Constraints and challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(1), 96–112 <https://eric.ed.gov/?id=EJ952045>
- Honey, M., Pearson, G., ve Schweingruber, A. (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press.

- Keçeci, G., Alan ve Zengin, F. (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 1-17. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kefad/issue/59263/851384>
- Labov, J. B., Reid, A. H., ve Yamamoto, K. R. (2010). Integrated biology and undergraduate science education: A new biology education for the twenty-first century? *CBE Life Science Education*, 9, 10–16. <https://doi.org/10.1187/cbe.09-12-0092>
- Leuchter, M., Saalbach, H., ve Hardy, I. (2014). Designing Science Learning in the First Years of Schooling. An intervention study with sequenced learning material on the topic of ‘floating and sinking’. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1751-1771. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2013.878482>
- Maegala, N. M., Suhaila, Y. N., Hasdianty, A., Marini, I., ve Hazwan, A. H. (2021, May). *Assessing the problem-solving skills among foundation level students: A STEM case study*. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1882, No. 1, p. 012142). IOP Publishing.
- MEB. (2017). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Moore, T. J., Johnston, A. C., ve Glancy, A. W. (2020). A synthesis of conceptual frameworks and definitions. In C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore, ve E. L. D (Eds.), *Handbook of research on STEM education*, (pp. 3–16). Routledge.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H., Tank, K. M., Glancy, A. W., ve Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, ve M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: Research into practice* (pp. 35–60). West Lafayette, IN: Purdue University Press.
- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES - Teaching Institute for Excellence in STEM*, 20, 2-7.
- National Research Council, (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: National Academies Press.
- Nguyen, T. P. L., Nguyen, T. H., ve Tran, T. K. (2020). STEM education in secondary schools: Teachers’ perspective towards sustainable

- development *Sustainability (Switzerland)*, 12(21), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su12218865>.
- Reynante, B. M., Selbach-Allen, M. E., ve Pimentel, D. R. (2020, Aug 20). Exploring the promises and perils of integrated STEM through disciplinary practices and epistemologies. *Science & Education*, 29(4), 785–803. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00121-x>
- Rinke, C. R., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, C. R., ve Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM teacher education: Affordances and constraints of explicit STEM preparation for elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 116(6), 300–309. <https://doi.org/10.1111/ssm.12185>
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ring-Whalen, E., ve Wieselmann, J. R. (2021). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum. *International Journal of STEM Education*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00259-8>
- Rohali, P. A., Qadar, R., ve Syam, M. (2023). The effect of the STEM-PBL learning on students' learning outcomes on optical concepts. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 3(1), 184-194. <https://doi.org/10.53889/ijses.v3i1.137>
- Sabelli, N. H. (2006). Complexity, technology, science, and education. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 5-9. [https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1207/s15327809jls1501\\_3](https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1207/s15327809jls1501_3)
- Samsudin, M. A., Jamali, S. M., Zain, A. N. M., ve Ale Ebrahim, N. (2020, March). the effect of STEM project based learning on self-efficacy among high-school physics students. *Journal of Turkish Science Education*, 17(1), 94–108. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.15>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26. <http://hdl.handle.net/10919/51616>
- Suratno, S., Wahono, B., Chang, C. Y., Retnowati, A., ve Yushardi, Y. (2020). Exploring a direct relationship between students' problem-solving abilities and academic achievement: a STEM education at a coffee plantation area. *Journal of Turkish Science Education*, 17(2), 211–224. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.22>
- Toma, R. B., ve Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of*

- Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395.  
<https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., ve Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102. <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x>
- Tytler, R. (2007). *Re-imagining science education: Engaging students in science for Australia's future*. Australian Council for Educational Research (ACER).
- Vasquez, J., Sneider, C., ve Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3–8: integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Young, J., Ortiz, N., ve Young, J. (2017). STEMulating Interest: A Meta-Analysis of the Effects of Out-of-School Time on Student STEM Interest. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(1), 62-74. <https://doi.org/10.18404/ijemst.61149>
- Zengin, R., Kavak, T., Keçeci, G., ve Zengin, F. K. The impact of STEM applications on problem-solving skills of 4th-grade students. *Journal of Science Learning*, 5(3), 386-397. <https://doi.org/10.17509/jsl.v5i3.48182>





## BÖLÜM 4

### FEN EĞİTİMİNDE MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI

Doç. Dr. Gonca KEÇECİ<sup>1</sup>  
Dr. Pelin YILDIRIM<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Elazığ, Türkiye. gkececi@firat.edu.tr, Orcid: 0000-0002-2582-3850

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Elazığ, Türkiye. yildirim.pelin92@gmail.com, Orcid: 0000-0003-4425-2472



## GİRİŞ

Günümüzde klasik fen öğretimi yöntemleri ile istenilen başarının sağlanamayacağı, öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışmaları gerektiği ve bu sayede fen konularını daha iyi anlayabilecekleri düşünülmektedir. Bu nedenle bilimin içinde olmak öğrenciler için bir gereklilik haline gelmiştir. Bilim uygulamalarına katılmak öğrencilerin bilimsel bilginin gelişimini anlamalarına yardımcı olduğu gibi, mühendislik uygulamalarına katılmak da öğrencilerin mühendislerin çalışmalarını ve bilim ile mühendislik arasındaki ilişkiyi anlamalarına yardımcı olur. Bu sayede öğrenciler edindikleri bilgileri daha anlamlı hale getirmekte ve dünya görüşlerine yansıtmaktadırlar. Düşünüldüğü gibi öğrencilere mühendislik tasarım süreci kazandırılmasındaki amaç, öğrencilerin bir şeyler inşa etmelerini sağlamak değil, günlük yaşam problemlerine kaliteli çözümler üretmek ve ürünler geliştirmek için karar verme becerilerini düzenlemektir. Ülkeleri ileriye taşıyacak gelişen teknolojinin merkezinde mühendislik disiplini yer aldığı için, öğrencilerin mühendislik bilincinin arttırılmasının toplum için büyük faydalar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bölümde mühendisliğin ne olduğu, fen eğitiminde mühendislik tasarımı ve uygulamaları ile tasarım temelli fen eğitiminin kuramsal dayanakları hakkında bilgiler verilmiştir.

### 1. Mühendislik Nedir?

En basit tanımıyla mühendislik, yeni bir şey bilmek, nasıl çalıştığını öğrenmek, bilgiyi yeni şeyler yaratmak için kullanmak ve başkalarının kullanımına sunmak olarak tanımlanabilir (Brophy ve ark., 2008). Fakat bu basit tanım altında iş birliği, kararlı olma, yaratıcılık, sistematik düşünme, iletişim gibi pek çok kavram ve beceri bulunmaktadır. 400 yılı aşkın bir sürede gelişen bu kavram ve beceriler, modern zamanlarda mühendislik disiplininin temelini oluşturmuştur (National Research Council, 2009). Mühendislik tasarımlarla doğrudan ilgilidir. Dieter ve Schmidt'e (2009) göre birçok farklı ihtiyaca hizmet edebilen bu tasarımlar, tasarımın amacına ve tasarım süreçlerinde kullanılan bilgi ve becerilere göre sınıflandırılmaktadır. Mühendislik tasarımının doğasını anlama açısından oldukça faydalı olan bu tasarımlar aşağıda verilmiştir:

**1.1. Endüstriyel Tasarım:** Genel anlamda, bir dizi ürün gereksinimini malzeme, eleman ve bileşen konfigürasyonuna dönüştüren faaliyet olarak

tanımlanabilir. Bu faaliyetin; bir ürünün görünümü, kullanım kolaylığı, üretim kolaylığı, malzemelerin verimli kullanımı, fonksiyonel performans üzerinde etkisi olabilir (Gemser ve Leenders, 2003). Kullanıcının ürün ile mümkün olan en iyi şekilde etkileşime girebilmesini sağlamaya odaklanır (Dieter ve Schmidt, 2009).

**1.2. Geliştirme Tasarımı:** Çok fazla bilimsel bilginin ve tasarım becerisinin gerekli olduğu bu düzeydeki dizaynlarda, tasarımcı işe var olan bir tasarımla başlar. Bununla birlikte, nihai sonuç, en baştaki üründen önemli ölçüde farklıdır. Bu tasarım tipine örnek olarak tüplü televizyondan plazma televizyon tasarımı verilebilir (Haik ve Shahin, 2011).

**1.3. Seçim Tasarımı:** Tasarım gereksinimlerini karşılayan mevcut bir çözüm seçimine dayanan bu tasarım türü; çoğu elektronik ürün, iletken kablolar, küçük elektrik motorları, sensörler gibi standart komponentlerden meydana gelir. Bundan dolayı, bu tür bir tasarımda tasarım görevi, gerekli maliyet, kalite ve performansa sahip komponentleri seçmektir (Dieter ve Schmidt, 2009).

**1.4. Yenilikçi Tasarım:** Çok az tasarım, orijinal tasarım seviyesindedir. Bu tür bir tasarım, en üst düzey tasarım olarak kabul edilir. Yaratıcılık, hayal gücü, öngörü, önceki bilgi ve becerilerin içselleştirilmesine dayanan bu tür tasarımların sürecinde bir ihtiyacı karşılamak için özgün ve yenilikçi bir yaklaşım kullanılmaktadır. Hayal gücü, önceki bilgi ve becerilerin içselleştirilmesi, öngörü ve yaratıcılığa dayanan bu tür tasarımların sürecinde bir ihtiyacı gidermek adına orijinal ve yenilikten yana bir yaklaşım kullanılır. Bu tasarım sürecinde, ihtiyacın kendisi nadiren orijinal olabilir. Bu tür bir tasarımın örneği ilk otomobilin veya ilk uçağın icadıdır (Dieter ve Schmidt, 2009).

**1.5. Uyarlanabilir Tasarım:** Birçok tasarım sürecinin odak noktası olan uyarlanabilir tasarımda (Haik ve Şahin, 2011), genellikle malum bir çözümün, farklı bir ihtiyaca uyarlanması esas alınır (Dieter ve Schmidt, 2009).

**1.6. Yeniden Tasarım:** Amacın bir ürünü iyileştirmek olduğu bu tasarım türünde süreç, varolan bir üründen fonksiyonel olmayan bir bileşeni iyileştirmeye odaklanabilir veya üretim maliyetlerini düşürmek için ürünün belirli bölümlerinde iyileştirmeler içerebilir. Bu tür tasarımlar, genellikle özgün tasarımın çalışma prensibinde veya konseptinde herhangi bir değişiklik yapılmadan gerçekleştirilmektedir. Bu tasarım tipine örnek olarak bir ürünün

ağırlığının veya maliyetinin azaltılması adına tasarımda alternatif bir malzemenin kullanılması verilebilir (Dieter ve Schmidt, 2009).

## 2. Fen Eğitiminde Mühendislik Tasarımı ve Uygulamaları

Fen eğitiminin yeniden düzenlenmesine yönelik girişimlerde mühendislik disiplini merkezi bir rol oynamakta olup, mühendislik tasarım problemlerinin, fen eğitiminin gerçekleşmesi için gerekli bağlamı oluşturduğu bu yeni yaklaşım “Tasarıma Dayalı Fen Eğitimi (TTFE)” olarak ifade edilmektedir (Daugherty, 2012). Bilimsel araştırma ve tasarım faaliyetlerini birbirini destekleyecek şekilde bir araya getiren TTFE, bilimsel araştırma ve mühendislik tasarımının bir birleşimi olarak tanımlanmaktadır (Apedoe ve ark., 2008). Farklı araştırmacılar tarafından bilimsel araştırma ve tasarım faaliyetleri arasındaki bu etkileşim, farklı düzeylerde ele alınmıştır (Krajcik ve ark., 1998; Sadler., 2000). Wendell (2008), sınıf içinde gerçekleştirilen etkinlikleri tasarım/bilimsel araştırma düzlemine konumlandırarak bu etkileşimi tanımlamaya çalışmıştır. Bu düzlemin bir sınırında ürün tasarımını içermeyen bilimsel araştırmaya dayalı fen etkinlikleri bulunurken, diğer sınırında tamamen tasarım faaliyetleri (öğrencilerin bilimsel inceleme yapmadan çubuk makarna ve yapıştırıcı kullanarak köprü yapması vb.) bulunmaktadır. Bu uç noktalar arasında fen etkinlikleri; bilimsel araştırma ana hedeftir ve tasarım bunu destekler, tasarım ve bilimsel araştırma birbirini eşit derecede destekler, tasarım ana hedeftir ve bilimsel araştırma bunu destekler gibi farklı düzeylerde konumlanmıştır. Wendell (2008) bu düzlemde hangi yaklaşımın diğerinden daha iyi olduğunu değerlendirmenin mümkün olmadığını ve düzlemin değerlendirmeden çok tanımlamayı amaçladığını belirtse de tasarım faaliyetleri, TTFE'nin merkezinde yer almaktadır (Fortus, 2005). Mühendislik tasarım faaliyetlerinin öğretim sürecindeki merkezi konumu, tasarım ve inşa etmenin öğrencilerin doğasına deney ve araştırmadan daha uygun olması nedeniyle öğrencilerin motivasyonunu arttırmada etkili olmaktadır (Leonard ve Derry, 2011; NRC, 2009; Wendell, 2008). Fortus ve arkadaşları (2004), çocuk oyunları tetkik edildiğinde çok sayıda tasarım etkinliği özelliğinin gözlemlenebileceğini ve bunun öğrencilerin doğal olarak bu etkinliklere ilgi duyduğunun bir göstergesi olduğunu belirtmektedir. Mühendislik tasarımı, soyut kavramlar için gerçek yaşam bağlamı sağladığından, öğrenciler mühendislik problemlerini çözerken fen ve matematik kavram ve becerilerini

öğrendiklerinde, bu kavramlara sahip olacak, becerileri zorlanmadan öğrenecek ve akıllarında daha iyi tutacaktır (NRC, 2009). Ancak Wendell (2008), tasarım problemlerinin hepsinin fen öğrenimini müzaheret etmek için uygun bağlamı sağlayamayacağını ve bilimsel araştırma veya bilimsel içerik bilgisi gerektirmediğini belirtirken, Roth (2001), bazı tasarım problemlerinin kavramsal fen bilgisi yerine deneme yanılma yönteminin kullanılmasını gerektirdiğini belirtmiştir. Bu doğrultuda Crismond (2001), fen ve mühendislik disiplinleriyle ilgili öğrenme konularının öğretilmesini sağlayacak ve öğrencilerin etkili ekip çalışması, sorun çözme, inovatif düşünme gibi becerilerine katkıda bulunacak organize bir ortam için;

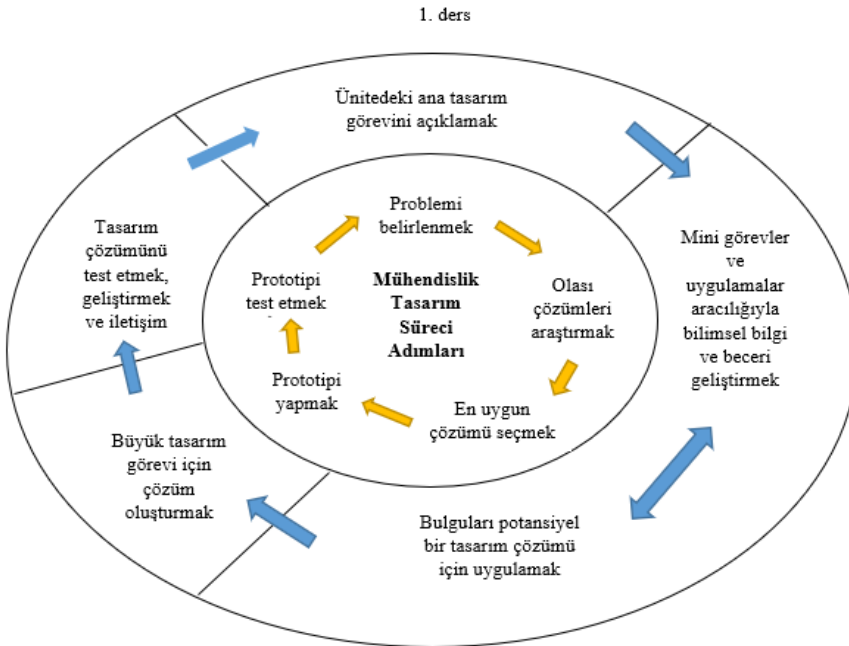
- Tasarım problemlerinin, öğrencilerin yeni bilgi ve beceriler edinmelerini destekleyen gerçek yaşam bağlamı yaratacak eyleme dönüşebilen görevler ihtiva etmesi,
- Tasarım problemlerinin, çok sayıda tasarım çözümüne olanak tanınması,
- Tasarım görevlerinin, ortak çalışmayı destekleyen öğrenci merkezli etkinlikler olması,
- Bilinen ve kullanımı zor olmayan malzemelerle tasarım görevlerinin yerine getirebilmesi,
- Tasarım görevlerinin, sınırlı sayıda fen ve mühendislik kazanımlarıyla ilişkilendirilebilir olması,
- Tasarım ürünlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için tasarım görevlerinin tekrarlanabilir adımlarla gerçekleştirilmesi, tasarım görevlerinin sahip olması gereken özelliklerdir.

Etkili bir TTFE için, bu özelliklere ek olarak, sınıf içinde gerçekleştirilecek etkinliklerin organizasyonunun sağlanması da büyük öneme sahiptir. Bu doğrultuda Wendell Fortus ve arkadaşları (2010) tarafından önerilen öğretim programı geliştirme adımları, hem yapılacak öğretimin üniteler bağlamında ele alınması hem de diğer çalışmaların analizinden sonra düzenlemeye yönelik adımların net yönergelerle ifade edilmesi açısından önemlidir. Bu aşamalar şu şekilde sıralanabilir:

- Öğrencilere kazandırılması amaçlanan 8 ile 10 arası fen ve mühendislik kazanımları belirlemek,

- Öğrenme hedefleri ile ilgili bilimsel araştırmaların yapılmasını sağlayacak kapsayıcı bir mühendislik tasarım görevi/problemi belirlemek,
- Öğrencilerin fen öğrenme hedeflerine ulaşmalarını sağlayacak ve aynı zamanda mühendislik tasarım görevlerini gerçekleştirmeye hazırlayacak etkinlikler belirlemek,
- Yapılacak etkinliklerin öğretmen ve öğrenciler tarafından takip edilmesini sağlayacak ders planları ve öğrenci materyalleri hazırlamak,
- Bilimsel araştırmalar için gerekli aletlerin yapım talimatları, deney düzeneklerinin fotoğrafları vb. ek kaynaklar oluşturmak,
- Pilot çalışma gerçekleştirmek,
- Pilot çalışma hakkında geri bildirim almak,
- Bütün ders planlarını ve öğrenci materyallerini yeniden gözden geçirmektir.

Wendell Fortus ve arkadaşları (2010) program geliştirme sürecinden sonra yapılacak öğretimi, beş aşamadan oluşan bir mühendislik tasarım süreci döngüsü içinde yapılandırmış ve bu süreç Şekil 1'de özetlenmiştir.



Şekil 1. Tasarım temelli fen eğitimi süreci (Wendell ve ark., 2010)

Bu döngüye göre birinci ders, ‘problemi belirlemek’ basamağına karşılık gelen ‘ünitedeki ana mühendislik tasarım görevini açıklanmak’tır. Öğrenciler bu aşamada, ne bildiklerini ve neleri öğrenmeleri gerektiğini, görevi başarıyla tamamlamak için açıklamalıdır. ‘Problemi belirlemek’ten sonraki adım ‘olası çözümleri araştırmak’tır. Bu aşama, öğrencilerin 6-8 ders boyunca ana tasarım görevini yerine getirmek için gerekli olan bilgi ve becerileri edinecekleri mini tasarım görevlerini ve mini bilimsel çalışmaları kapsamaktadır. Mümkün olduğunca fiziksel ürünlerin oluşturulması ve test edilmesi şeklinde mini tasarım ve araştırma yapılmasının önerildiği bu süreçte, öğretmenlerin bulgularını ‘en uygun çözümü seçmek’ aşamasında kullanmaları için öğrencilere rehberlik etmesi beklenmektedir. Son olarak, ‘prototipi yapmak’ ve ‘prototipi test etmek’ aşamaları izlenir. Son 2 veya 3 ders, öğrencilerin prototip yapmaları, test etmeleri, geliştirmeleri, süreci ve ürünü sınıf arkadaşlarına sunmaları şeklinde gerçekleşir.

### 3. Tasarım Temelli Fen Eğitiminin Kuramsal Dayanakları

Bireylerin, bilgilerini kendi deneyimleriyle yapılandırdıkları bilişsel yapılandırmacılık, anlamlı etkinliklerle başkalarından öğrendikleri sosyal yapılandırmacılık, öğrenmenin çeşitli araçları yapılandırma sürecinde gerçekleştiğini belirten yapılandırmacı (yapısalcı) görüş ve pragmatik felsefe gibi önemli öğrenme teorilerinin açıklamalarıyla uyumlu olan tasarıma dayalı fen eğitiminde (Leonard ve Derry, 2011) temel yaklaşım, yerleşik öğrenme olarak görülmektedir (Leonard, 2004; Wendell, 2008).

Öğrenmenin gerçek yaşam bağlamında, gerçek görevler ve sosyal deneyimlerle yapılandırıldığını yansıtan yapılandırmacı yaklaşımın varsayımına dayanarak, yerleşik öğrenme aynı zamanda ‘etkinlik’, ‘bağlam’ ve ‘kültür’ün bilişsel teorilere sınırlı dahil edilmesine ilişkin tepkisel bir görüşü de yansıtmaktadır (Kılıç, 2004; Leonard, 2004). Çünkü yerleşik öğrenmede bilgi, içinde üretildiği ve kullanıldığı kültür, etkinlik, bağlamın bir ürünü olarak durumsaldır (Brown ve ark., 1989).

Yapılandırmacı teoriye uygun bir öğretim çerçevesi oluşturmak için geliştirilen stratejilerden biri olan yerleşik öğrenmeye göre bilgi bireye ait olmayıp, mevcut kültüre ve duruma göre anlam kazanmaktadır (Johansen, 1991). Dolayısıyla öğrenmede aktif rol oynayan bağlam, anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi için önemli hale gelmektedir (Jonansen, 1991). Çünkü



öğrenilecek bilgi ve becerilerin, içinde buldukları toplumsal ve fiziki bağlamda kullanılması gerekmektedir (Brown ve ark., 1989). Bu kapsamda okul öğrenme ortamlarında gerçek yaşamla ilişki kurularak öğrenmenin sağlanması ve öğrencilerin çeşitli ortamlarda öğrendiklerini paylaşmasına fırsat verilmesi gerektiği düşünülmektedir (Jonansen, 1991; Herrington ve Oliver, 1995). Yerleşik öğrenme teorisinde ifade edildiği gibi, mühendislik tasarım problemleri fen eğitimini gerçekleştirmek için gerçek yaşam bağlamı olarak düşünülebilir. Gerçek yaşamla ilgili bir mühendislik tasarım problemi ile karşı karşıya kalan öğrenciler, problemi çözmeye sürecinde akranlarıyla iletişim kurarak fen ile ilgili temel kavram ve becerileri kazanırlar, böylece öğrendikleri kavramların gerçek hayat durumlarındaki yerine aşına olurlar (Wendel, 2008).

Soyut fen kavramları hakkında anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmek için, yerleşik öğrenme teorisi, öğrencilerin bu kavramların gerçekte kullanıldığı bağlamı yansıtan etkinlikler (gerçek hayattaki görevler) üzerinde iş birlikçi gruplar halinde çalışmasını gerektirir. Öğretim süresince, öğrencilerin gerçek yaşam görevlerini yerine getirirken profesyoneller tarafından yürütülen süreçlere erişimi olmalı ve bunları kendi çalışmalarına yansıtmalıdır. Tasarıma dayalı fen eğitiminin merkezinde yer alan mühendislik problemleri, yerleşik öğrenmenin öngördüğü gibi, öğretim için gerekli olan gerçek yaşam bağlamını sağlar. Problemlere çözüm bulmaya çalışan öğrenciler bu süreçte fen kavramlarını aktif olarak kullanmakta ve bu kavramlara ilişkin bir anlayış geliştirmektedir. Ayrıca mühendislerin meslek hayatlarında karşılaştıkları problemlerin çözümünde kullandıkları sistematik yaklaşımlar, tasarım süreci aracılığıyla sınıf ortamına getirilerek öğrencilerin kullanımına sunulmaktadır (Leonard, 2004; Wendell, 2008).

**KAYNAKÇA**

- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R. ve Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 454-465. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-008-9114-6>
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. ve Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2008.tb00985.x>
- Brown, J. S., Collins, A. ve Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. P. Murpy, M. Selinger, J. Bourne, M. Briggs (Eds.), *In subject learning in primary curriculum: Issues in English, science and mathematics*. Routledge.
- Crismond, D. (2001). Learning and using science ideas when doing investigate-and-redesign tasks: A study of naive, novice, and expert designers doing constrained and scaffolded design work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 791-820. <https://doi.org/10.1002/tea.1032>
- Daugherty, J. L. (2012). *Infusing engineering concepts: Teaching engineering design*. National Center for Engineering and Technology Education (NCETE).
- Dieter, G. E. ve Schmidt, L. C. (2009). *Engineering design*. McGraw-Hill Higher Education.
- Fortus, D. (2005, 14 April). Restructuring school physics around real-world problems: A cognitive justification. In *annual meeting of the American Educational Research Association*, Montreal, Canada.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W. ve Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110. <https://doi.org/10.1002/tea.20040>
- Gemser, G. ve Leenders, M. A. (2001). How integrating industrial design in the product development process impacts on company performance. *Journal of Product Innovation Management*: 18(1), 28-38. <https://doi.org/10.1111/1540-5885.1810028>
- Haik, Y., Sivaloganathan, S. ve Shahin, T. M. (2015). *Engineering design process*. Cengage Learning.
- Herrington, J. ve Oliver, R. (1995, 3-7 December). Critical characteristics of situated learning: Implications for the instructional design of multimedia [Conference presentation]. *Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education (ASCILITE)*, University of Melbourne, Melbourne.

- Johansen, D. H. (1991). Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? *Educational Technology Research and Development*, 39(3), 5-14. <https://link.springer.com/article/10.1007/bf02296434>
- Kılıç, E. (2004). Durumlu öğrenme kuramının eğitimdeki yeri ve önemi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 307-320. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/77307>
- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J. ve Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 313-350. <https://doi.org/10.1080/10508406.1998.9672057>
- Leonard, M. J. (2004, 1 April). Toward epistemologically authentic engineering design activities in the science classroom. Paper presented at *National Association for Research in Science Teaching*, Vancouver, B.C.
- Leonard, M. ve Derry, S. (2011). What's the science behind it? The interaction of engineering and science goals, knowledge, and practices in a design-based science activity. *Wisconsin Center for Education Research (WCER)*, 2011-5. [https://wcer.wisc.edu/docs/working-papers/Working\\_Paper\\_No\\_2011\\_05.pdf](https://wcer.wisc.edu/docs/working-papers/Working_Paper_No_2011_05.pdf)
- National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. National Academies.
- Roth, W. M. (2001). Learning science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching: Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768-790. <https://doi.org/10.1002/tea.1031>
- Sadler, P. M., Coyle, H. P. ve Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 299-327. [https://doi.org/10.1207/S15327809JLS0903\\_3](https://doi.org/10.1207/S15327809JLS0903_3)
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children* [Unpublished qualifying paper]. Tufts University.
- Wendell, K., Connolly, K., Wright, C., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M. ve Marulcu, I. (2010, 20-23 June). Poster, incorporating engineering design into elementary school science curricula [Conference presentation]. *Annual Conference & Exposition* (pp. 15-958), Louisville, ABD.



## BÖLÜM 5

### FEN EĞİTİMİNDE WEB 2.0 ARAÇLARININ KULLANIMI

Doktora Öğrencisi Selin YILDIZ<sup>1</sup>  
Prof. Dr. Raşit ZENGİN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye. e-posta: slnylddz@gmail.com, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8134-0864>

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye. e-posta: rzengin@firat.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-1624-6406>



## GİRİŞ

1989 yılında Tim Berners-Lee tarafından ortaya konulan Word Wide Web (www)'in ilk dönemi "Web 1.0" olarak adlandırılmaktadır. Web 1.0'da iletişim oldukça sınırlı olduğundan tek yönlü olarak sınıflandırılması mümkündür. Web 1.0'da bilgi sağlamaya odaklanılmıştır (Akçay ve Şahin 2012; Albion, 2008; Rosen ve Nelson, 2008). Kullanıcılar; Web 1.0 ortamlarında yalnızca gezinme, tarama ve indirme yoluyla bilgi toplayabilmektedir (Thomas ve Li, 2008). Web 1.0 teknolojileri içerisinde, en başta "Lycos ve WebCrawler" arama motorları popüler iken daha sonraları "Yahoo" popüler hale gelmiştir. Günümüzde ise "Google" bu alanda çok fazla tercih edilmektedir (Kapp ve Driscoll, 2010).

2004 yılında ilk defa "Web 2.0" kavramı, O'Reilly ve MediaLive International arasındaki bir konferansta ortaya çıkmıştır. Web 2.0 araçları ile birlikte bireyler kendi internet sitelerini düzenleyebilmekte ya da diğer kullanıcılar ile rahatça iletişime geçebilmektedir. Web 1.0'ın statik yapısı yerini Web 2.0'ın dinamik yapısına bırakmaktadır. Bu nedenle Web 1.0 ortamlarında kişiler "ziyaretçi" olarak adlandırırken "kullanıcı" olarak adlandırılmaya başlanmıştır. Web 2.0 ortamları, kullanıcı merkezli web uygulamalarının medya ve bilgi paylaşımını, kullanıcı tarafından oluşturulan içeriği ve bireyler ile kuruluşlar arasında işbirliğini desteklediği ikinci nesil Web'i ifade eder (Tyagi, 2012; Wilson ve ark., 2011). Web 2.0 araçları, kullanıcılara farklı hizmetler sunar. Wiki, Web günlükleri, Flickr, LibraryThing vb. Web 2.0 araçları sayesinde takvim, dergi, not alma, yazma, fotoğraf albümü gibi uygulamaların oluşturulup paylaşımın kişisel etkinliklere dönüşmesi özelliklerinden dolayı bu araçlar öğrenme ortamlarını da güçlendirebilir (Rosen ve Nelson, 2008 ).

"Web 3.0" kavramına ilk defa Zeldman'ın 2006 yılında yayımladığı web 2.0'ı eleştiride bulunan bir makalesinde değinilmiştir. Semantik web olarak tanıtılan Web 3.0 kullanıcılar için teknolojik atılımdır. Web 3.0 zekâya, kişiselleştirmeye, birlikte çalışabilirliğe ve sanallaştırmaya izin vermektedir (Lal ve Lal, 2011). Web 3.0 teknolojisi, öğrenmeye daha açık bir yaklaşım sunabilmektedir. Bu yaklaşımlardan bazıları, 3D wiki'ler, 3D laboratuvarlar, 3D dünyalar ve avatarlar oluşturmak için gerçeklik ve sanal ortamların birleştirilmesini içermektedir. Web 3.0 teknolojisi ile yapay zekadan yararlanılabilir ve Web'i kullanıcı için kişiselleştirilebilir (Padma ve

Sashasayee, 2011). Bunun eğitimsel kullanım açısından anlamı, öğrencinin akıllı bir aracı veya öğretmenle etkileşim kurabilmesidir. Akıllı aracı, öğrenci tarafından belirlenen bir avatar görünümünü alabilir. Başarılı olmak için öğrencinin tamamen etkileşimli olması gerekir. Akıllı ajan, öğrencinin zekâ seviyesini ve tercihini değerlendirecektir. Bu değerlendirmeye dayalı olarak, akıllı ajan öğrenci tarafından aranan bilgileri iletacaktır.(Kimbrell, 2013).

2016 yılında yapay zekâ ile insan arasındaki birleşme ve etkileşim sürecini ifade eden 'simbiyotik web'in sembolü olan “Web 4.0” kavramı ortaya çıkmıştır. Web 4.0’ı kullanmış olduğumuz birbiri ile etkileşimli ağlar olarak tanımlamak mümkündür (Görgün Baran ve ark., 2017). Web 3.0 gibi Web 4.0’ da bize ihtiyaçlarımıza göre bilgi vermektedir ancak bunu daha sistemli olarak gerçekleştirmektedir (Pal ve Sarkar, 2021).Bu sayede yapay zekâ üzerine kurulu olan, onay ile çalışan ve söylenen şekilde sonuçlanan eylemler gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin Siri ve Google Now gibi akıllı cihazlardaki asistanlar söylediklerimizi anlayarak istediğimiz eylemi gerçekleştirmeye çalışmaktadır.

Web'in en son sürümü olan Web 5.0, duyuşal-duygusal Web olarak bilinir (Tavakoli ve Wijesinghe, 2019). Makine ve insan arasındaki etkileşim, duygusal bir boyut eklenerek geliştirilmiştir (Parvathia ve Mariselvi, 2017). Örneğin, makineler yüz ifadelerini tanıyabilir ve bunlara tepki verebilir. Ayrıca bu teknolojiler, sanal etkileşimler için avatlara duyuşal duygular ekleme, insanlarla sanal insanlar arasındaki etkileşimleri kolaylaştırma olanağına da sahiptir (Llargues Asensio ve ark., 2014).

## **Web 2.0 Araçlarının Eğitimde Kullanımı**

Günümüzde eğitim ve teknoloji birbirinden ayrı düşünölemeyen iki kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Bilhassa Web 2.0 araçlarının öğrenme ve öğretme ortamlarında çok yönlü bir rol oynayacağı gerçektir. Modern ders araç ve gereçleri olarak kendini göstermeye başlayan Web 2.0 araçları, yaygın olarak kullanılan birçok programı içermektedir. Web 2.0 teknolojileri, öğrenme ortamlarında beklenen fırsatları sağlama potansiyeli yüksek teknolojiler arasında yer almaktadır (Aytan ve Başal, 2015). Gürleroğlu (2019), Web 2.0 araçlarının öğrencilerin içinde bulunduğu dijital çağı uyum sağlayan ve öğrencinin eğitim sürecine aktif olarak katılmasını sağlayan bir yenilik olduğu vurgulanmakta ve eğitim sürecine ışık tutabileceği vurgulanmaktadır. Web 2.0



araçları, kullanımı kolay özelliklere sahip kullanıcı dostu programlar olarak ifade edilmekte ve öğrencilerin bilgi üretebilen ve sorgulayabilen aktif bireyler olmalarına aracılık etmektedir (Elmas ve Geban, 2012). Derslerde Web 2.0 araçlarının kullanımının öğretmen ve öğrenciler açısından birçok faydası bulunmaktadır. Bu faydalardan aşağıda ayrıntılı olarak bahsedilmiştir.

Web 2.0 araçlarının kullanımının öğretmenlere sağladığı avantajlar

- Web 2.0 araçlarını kullanan bir öğretmenin, farklı türde araç ve ürünleri kullandığı için öğrencilerine aktif ve anlamlı bir öğrenme ortamı sağlamasına destek sunmaktadır.
- Web 2.0 araçları, öğretmenleri güncel içerik kullanma konusunda desteklemektedir.
- Web 2.0 araçları, ölçme ve değerlendirme yapma noktasında öğretmenlere yardımcı olmaktadır.
- Öğretmenler, öğrenciler tarafından geliştirilen ürünlerin içeriğine dair veri kaynaklarına ulaşmak için köprüleri takip etme şansına sahip olmaktadır (Elmas ve Geban, 2012).

Web 2.0 araçlarının kullanımının öğrencilere sağladığı avantajları

- Web 2.0 araçları ile öğrencilerin kendilerine özgü içerik üretme ve içeriği manipüle etme şansı vardır (Altıok ve ark., 2017; Conole ve Alevizou, 2010).
- Web 2.0 araçları ile öğrenciler eğlenerek öğrenirler (Gürleroğlu, 2019; Özenç ve ark., 2020; Timur ve ark., 2020).
- Web 2.0 araçları ile öğrencilerin ilgisi daha kolay çekilerek motivasyonları artar (Batıbay, 2019; Conole ve Alevizou, 2010; Gürleroğlu, 2019; Lu ve ark., 2010).
- Öğrenciler Web 2.0 araçları ile en güncel ve işlevsel bilgilere ulaşma şansına sahip olurlar ve bilgi okuryazarlıkları artar (Eren, 2015; O'Reilly, 2007; Tennant ve ark., 2015).
- Öğrencilerin Web 2.0 araçları ile ürün hazırlarken daha fazla duyu organını kullanmak zorunda kalması daha anlamlı öğrenmeyi desteklemektedir (Prensky, 2009).
- Web 2.0 araçları sayesinde öğrenciler öğretmenleri ve akranları ile kolaylıkla iletişim kurarak; grup çalışması yapabilir, öğretmenlerinden dönüt alabilirler (Elmas ve Geban, 2012).

- Bilgiyle daha etkili bir şekilde etkileşimde bulunmalarını ve çeşitli eğitim biçimlerinde işbirliği yapmalarını ve yaratıcı etkinliklerin geliştirilmesi bunları geniş kitlelerle paylaşmalarına olanak sağlar (Laru ve ark., 2012; Olea, 2019; Rhoads ve ark., 2013).
- Web 2.0 araçları öğrencilerin kendi kendine öğrenme becerilerin destekler (Şengün, 2022; Wankel ve Blessinger, 2013; Yıldırım, 2020).
- Çoğunlukla öğrencilerin Web 2.0 araçlarıyla işbirlikli olarak çalışmaya teşvik edilmesi öğrencilerin tema hakkındaki bilgi iletişiminin artmasına yardımcı olur (Rohads ve ark., 2013). Dolayısıyla işbirlikli çalışma sayesinde öğrenciler daha sosyal ve iletişimsel olabilmektedir (Conole ve Alevizou, 2010; Franklin ve van Harmelen, 2007; O'Reilly, 2007; Lu ve ark., 2010; Rhoads ve ark., 2013).
- Web 2.0 araçları öğrencilerin bilimsel kavramları anlamalarına yardımcı olabilmektedir (Magnuson, 2012).
- Web 2.0 teknolojileri öğrenci ve öğretmenlere içerik düzenleme, erişim sağlama, iletişim kurma, tartışma ortamı oluşturma, sunum yapma, yapılandırma, şekillendirme ve bilgiyi paylaşma gibi daha pek çok olanak sağlamaktadır (Kocaman-Karoglu, 2015; Smeda ve ark., 2012).

Sınıf ortamlarında kullanılabilir Web 2.0 araçları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Sınıf ortamlarında kullanılabilir Web 2.0 araçları

Sınıf Yönetim Araçları	EBA, Google Classroom, Edmodo, Skype Classroom, Beyazpano, Course Hero, Moodle, Classkick, Edu Clipper, Adobe Connect, Zoom Microsoft Team
Web Sitesi/Blog Oluşturma Araçları	Blogger, Google Sites, Kidblog, Weebly, Wix, Seesaw, Wordpress
Sunum Araçları	Apple Keynote, Emaze, Slide.ly, Slidetalk, Slide Show Creator, Slideboom, Slidesnack, Slidedog, Power Point, Powtoon, Prezi, Visme, Moovly, Blendspace

Animasyon Araçları	Toontastic 3D, Voki, Brainpop, Powtoon, Explania, Tellagami, Wideo
Görsel Tasarım/ Video/Fotoğraf Araçları	Sketchup, Solidworks, Solidworks Kids, Canva, Postermymwall, Flickr, Pixabay, Photos for Class, Graphic Springs, Flamingtext, Logomaster.ai, iMovie, Openshot, Youtube for Teachers,
Avatar Araçları	Face.co, Bitmoloji, Avatar Maker, DoppelMe
Çalışma Kâğıdı Hazırlama Araçları	Wizerme, Storyboardthat, Canva, LiveWorkSheets
Dijital Pano Araçları	BeyazPano, Padlet, Linoit, NoteApp, Lino
Barkod Araçları	Goqr.Me, Qrstuff, Kaywa, Plickers, Unitag
E-Kitap Araçları	Toondoo, Wattpad, Tikatok, Book Creator, Storybird, Calameo, Ourboox, My Storybook, My Storymaker, Issuu, Flipsnack, Zooburst
Kavram Haritası Araçları	Bubbl.Us, Popplet, Mindmap, Mindomo, Gliffy, Cacao, Mindmeister, Map Maker, Storyboard that, Drow.io,
Kelime Bulutu Hazırlama Araçları	Wordart, Worditout, Wordle, Wordclouds, Mentimeter
Hikâye Araçları	Story Creator, Storybird, Storyjumper, Storyboard That
Karikatür Hazırlama Araçları	Funny Times, Toondoo Storyboardthat, Storyjumper, Pixton, Toonytool, Birds Dessines
Oyun ve Oyunlaştırma Araçları	Educaplay, Jigsaw Planet, Learningapps, I am a Puzzle, Gamestar Mechanic, Whell Decide, Educandy, Kodu Game Lab, Wordwall, Blendedplay

Artırılmış/Sanal Gerçeklik Araçları	Quiver, Aurasma, Quiver Education, Anotomy 4D, Animal 4D, Augment, Tinkercad, Çanakkale Ar, Anıtkabir 4D, Ar Solar System, Second Life, Spacecraft 3D
Ters Yüz Sınıf Araçları:	Zention, Blendspace, Classflow, Flipgrid, Edpuzzle, Drive, Dropbox, Lessonspaths, Blobbr, Vialogues, Teach with Blendspace, Wizer. me
Kodlama Araçları	Code Avengers, Code Combat, Code.Org, Bit by Bit, Kodable, Codespark, Scratch Mit Edu, Crunchzilla, Scratchjr, Stratch, Dronebloks, Algo Dijital, Robotizen, Kodlamasal, Lightbot
İşbirlikli Çalışma Araçları	Sutori, Padlet, Remind, Deekit, Trello, Doodle, Basecamp, Gotomeeting, Meetingwords
Online Sınav/Quiz/ Anket Araçları	Quizlet, Edpuzzle, Mentimeter, Quizizz, Socrative, Testmoz, Quiznetic, Google Forms, Kahoot

### **Pedagoji Çarkı ve SAMR Modeli**

Pedagoji çarkı öğrenme ve öğretme ortamlarında kullanabilecek modern web uygulamalarını seçmek için kullanılabilir kapsamlı bir kaynaktır. Pedagoji çarkı, Bloom'un değiştirilmiş modelini (1956) D. Krathwohl ve L. Anderson'ın uyarlamasında (2001) uygulayarak, eğitim için uygulama kullanımının yapısını ayrıntılı olarak açıklamaktadır. Pedagoji çarkında hem ios hem de android uygulamaları yer almaktadır. Pedagoji çarkı iç içe geçmiş halkalardan oluşmaktadır. İlk halkada, çarkın bulunduğu Web sitesine yönlendiren kare kod yer almaktadır. İkinci halkada, Dark Pink tarafından gerçekleştirilen Ted Talks konuşmasına yer verilmiştir. Üçüncü halkada, bloom taksonomisinin aşamaları olan hatırlama, anlama, uygulama, analiz ve değerlendirme aşamaları verilmiştir. Beşinci halkada bu aşamalara uygun

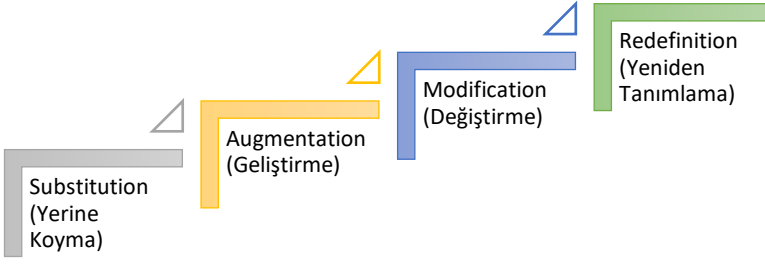
eylemler, altıncı halkada bu eylemlere uygun Web 2.0 araçlarını içermektedir. Yedinci ve son halkada ise SAMR modelini içermektedir.



### Şekil 1. Pedagoji Çarkı

**Kaynak:** The Pedagogy Wheel by Allan Carrington is licensed under a Creative Commons AttributionNonCommercial-ShareAlike 4.0 International License. Based on a work at <http://tinyurl.com/bloomsblog>.

SAMR modeli, Ruben R. Puentedura 2006 yılında Maine Learning Technologies Initiative ile yaptığı çalışmanın bir parçası olarak geliştirilmiştir (Puentedura, 2006). Bu model, eğitimcileri Maine eyaletinde teknoloji aracılığıyla sağlanan eğitimin kalitesini önemli ölçüde artırmaya teşvik etmeyi amaçlamaktadır. SAMR modeli, öğretmenleri, Puentedura'ya göre daha yüksek (yani gelişmiş) öğrenme ve öğretme seviyelerine götüren, teknoloji ile öğretimin daha düşük seviyelerinden daha yüksek seviyelerine teşvik eder (Hamilton ve ark., 2016). SAMR modeli Substitution (Yerine Koyma), Augmentation (Geliştirme), Modification (Değiştirme) ve Redefinition (Yeniden Tanımlama) aşamalarını içermektedir.



**Şekil 2.** SAMR modeli

Substitution (Yerine Koyma) ve Augmentation (Geliştirme) isimli ilk iki aşama birlikte Enhancement (İyileştirme) olarak adlandırılmaktadır. Son iki aşama olan Modification (Değiştirme) ve Redefinition (Yeniden Tanımlama) aşamaları ise Transformation (Dönüşüm) olarak tanımlanmaktadır (Puentedura, 2009).

Aşamaları inceleyecek olursak;

- Substitution (Yerine koyma), dijital teknoloji analog teknolojinin yerine geçer, ancak işlevsel bir değişiklik oluşturmaz (Puentedura, 2014a). Yani öğrencinin daha önceden manuel olarak yaptığı işlemi dijital araçlar ile gerçekleştirilmesini içerir. Bunun yanı sıra derslerde akıllı tahta kullanımı örnek olarak verilebilir.
- Augmentation (Geliştirme), teknoloji değiş tokuş edilir ve görevin veya aracın işlevi bir şekilde olumlu yönde değişir. Örneğin, ortaokul fen dersinde bir öğretmen, kağıt test kullanmak yerine dijital sürümlerde hazırlanmış testleri kullanmayı ifade eder.
- Modification (Değiştirme), teknoloji entegrasyonu bir görevin önemli ölçüde yeniden tasarlanmasını gerektirir. Bu aşamada teknoloji dersin önemli bir parçasıdır. Öğretmen öğrencileri bireysel çalıştırmak yerine işbirlikli olarak çalıştırabilir. Örneğin, fen dersinde bir eğitmen, öğrencilerin ışık hakkında nasıl öğrendiklerini değiştirir; bu değişiklik, ışığın yolculuğunun bir diyagramını göstermekten öğrencilerin değiştirebileceği değişkenlerle etkileşimli bir bilgisayar simülasyonu sağlamaya geçer.
- Redefinition (Yeniden Tanımlama), yeni görevler oluşturmak için teknoloji kullanıldığında Yeniden Tanımlama düzeyine ulaşılır. Bu

basamakta teknoloji dersin vazgeçilmez bir parçasıdır. Verilen görevin ders süresi içinde sınırlı kalması beklenmez. Örneğin öğretmen öğrencilerin ikna edici bir makale vermek yerine, videolar aracılığıyla argümanlarını oluşturmalarını ve teknolojik araçlar kullanarak sunmalarını ister.

### **Fen Bilgisi Öğretiminde Web 2.0 Kullanımı**

Eğitimde teknolojinin kullanılması, anlamayı kolaylaştırır, kavramların somutlaşmasını ve bilgiye kolay erişimi sağlar (Timur ve ark., 2020). Fen derslerinin teknolojik açıdan zenginleştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır (Koç-Ünal ve Şeker, 2020). Fen eğitiminde kullanılan teknoloji sayesinde var olan kavram yanlışlarının giderildiği ve akademik başarının arttığı birçok çalışma ile ortaya konulmuştur (Keleş ve ark., 2017; Kırıkkaya ve Şentürk, 2018; Koç-Ünal ve Şeker, 2020). Fen öğretiminin web 2.0 araçlarıyla desteklenmesi ve fen öğretimi programlarına entegre edilmesi öğrencilerin öğrenme becerilerine büyük fayda sağlayacaktır (Barak ve Dori, 2011). Web 2.0 araçları ile dijital öyküler, kavram haritaları, kavram karikatürleri, eğitici oyunlar, animasyonlar, eğitici videolar ve değerlendirme araçları gibi birçok eğitim materyali oluşturulabilmektedir (Arslan, ve Yıldırım, 2021). Bu bağlamda fen öğretiminde belirlenen amaçlar doğrultusunda Web 2.0 araçlarının kullanılmasının hem öğrenciler hem de öğretmenler için öğretim sürecine büyük katkı sağlayabileceği açıktır. Gürleroğlu ve Yıldırım (2022), 5E öğrenme modeline göre Web 2.0 araçları ile zenginleştirilmiş bir web sitesi kullanarak fen öğretimi gerçekleştirmiştir. Öğrenciler sunulan öğretim sonrasında fen bilgisi dersini daha eğlenceli bulduklarını, öğrendiklerini ve derse karşı ilgilerinde artış olduğunu söyledikleri görülmüştür. Arslan ve Yıldırım (2021), araştırmalarında 5. sınıf “Canlılar ve Yaşam” ünitesine dair Web 2.0 araçları ile oluşturulan materyaller kullanılarak yürütülen fen bilimleri dersinin akademik başarıya ve fen bilimlerine ilişkin öğrenci görüşlerinin belirlenmesini amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerden elde edilen son test akademik başarı puanı verileri karşılaştırıldığında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Ayrıca yapılan görüşmeler sonucunda öğrencilerin web destekli materyallerle fen öğretimini eğlenceli buldukları ve bunların fen derslerinde kullanılmasını istedikleri ortaya çıkmıştır. Keçeci ve ark., (2022), gerçekleştirdikleri araştırmalarında TÜBİTAK 4005 projesi

kapsamında yürütülen “Fen Bilgisi Öğretmenleri İklim Değişikliği, Biyoçeşitlilik ve Çevre Alanlarında Yenilikçi Öğretim Teknoloji Araçlarını Kullanarak Ders İçerikleri Hazırlıyor” projesinin fen bilgisi öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinliklerine etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır. Proje sonrasında “Web 2.0 Araçları Kullanımı Yetkinliği Ölçeği”nden elde edilen son test puanları lehine anlamlı bir artış olduğu görülmüştür. Akbaba ve Kılıç (2022), Web 2.0 araçları ile gerçekleştirilen fen bilimleri dersinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin fene ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisini araştırdıkları araştırmalarında, Web 2.0 araçları ile yürütülen fen öğretiminin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine ve teknoloji kullanımına yönelik tutumlarını olumlu yönde değiştiği sonucuna varmışlardır. Yılmaz ve arkadaşları (2021), biyoloji öğretmen adaylarına yönelik DNA konusunda Web 2.0 araçları kullanılarak etkinlikler geliştirilmiştir. Geliştirilen etkinliklerin, DNA konusunun öğrenimine katkı sağladığı görülmüştür. Biyoloji öğretmen adayları; etkinliklerin aktif öğrenmeyi sağladığı eğlendirerek dersi sevdirebileceği, birçok duyuya hitap etmesinin dikkatlerini çekeceği, konunun anlaşılmasını ve kalıcı öğrenmeyi sağlayabileceğini belirtmiştir. Fırat ve Köksal (2019), Web 2.0 araçlarıyla desteklenen öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji okuryazarlığı üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada Web 2.0 araçlarıyla desteklenen öğretimin biyoteknoloji okuryazarlığı üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Kırbag Zengin ve ark., (2022), gerçekleştirdikleri araştırmalarında TÜBİTAK 4005 kapsamında yürütülen “Fen Bilgisi Öğretmenleri İklim Değişikliği, Biyoçeşitlilik ve Çevre Alanlarında Yenilikçi Öğretim Teknolojileri Araçlarını Kullanarak Ders İçerikleri Hazırlıyor” projesine yönelik katılımcı fen bilgisi öğretmenlerinin görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda öğretmenler projeye fen eğitimi alanında ve teknoloji alanında birçok bilgi edindiklerini, eski bilgilerini güncellediklerini, farkındalıklarının arttığını, teknolojiyi derse nasıl entegre edeceklerini öğrendiklerini ve kendilerini daha donanımlı hissettiklerini sıklıkla dile getirmişlerdir.



## KAYNAKÇA

- Akbaba, K. ve Kılıç, H. E. (2022). Web 2.0 uygulamalarının öğrencilerin fene ve teknoloji kullanımına yönelik tutumlarına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 130-139. <https://doi.org/10.17556/erziefd.880542>
- Akçay, A. ve Şahin, A. (2012). Webquest (Web Macerası) öğrenme yönteminin Türkçe dersindeki akademik başarı ve tutuma etkisi. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 33-45. <https://www.eduscires.com/articles/the-effect-of-webquest-learning-method-on-academic-success-and-attitude-in-turkish-course.pdf>
- Albion, P. R. (2008). Web 2.0 in teacher education: Two imperatives for action. *Computers in the Schools*, 25(3-4), 181-198. <https://doi.org/10.1080/07380560802368173>
- Altıok, S., Yükseltürk, E. ve Üçgül, M. (2017). Web 2.0 eğitime yönelik gerçekleştirilen bilimsel bir etkinliğin değerlendirilmesi: katılımcı görüşleri. *Journal of Instructional Technologies & TeacherEducation*, 6(1), 1-8. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/299152>
- Arslan, K. ve Yıldırım, M. (2021). Effect of Online Science Course Supported with Web 2.0 Tools on the Academic Achievement of Fifth Grade Students and Student Opinions. *Science Education International*, 32(4), 311-322. <https://doi.org/10.33828/sei.v32.i4.6>
- Asensio, J. M. L., Peralta, J., Arrabales, R., Bedia, M. G., Cortez, P. ve Peña, A. L. (2014). Artificial intelligence approaches for the generation and assessment of believable human-like behaviour in virtual characters. *Expert Systems with Applications*, 41(16), 7281-7290. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.05.004>
- Barak, M., ve Dori, Y.J. (2011). Science education in primary schools: Is an animation worth a thousand pictures? *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 608-620. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-011-9315-2>
- Batıbay, E. F. (2019). *Web 2.0 uygulamalarının Türkçe dersinde motivasyona ve başarıya etkisi: Kahoot örneği*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Conole, G. ve Alevizou, P. (2010). A literature review of the use of Web 2.0 tools in higher education. *A report commissioned by the Higher Education Academy*. [https://www.heacademy.ac.uk/system/files/Conole\\_Alevizou\\_2010.pdf](https://www.heacademy.ac.uk/system/files/Conole_Alevizou_2010.pdf)
- Elmas, R. ve Geban, O. (2012). Web 2.0 tools for 21st century teachers. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(1), 243-254. [https://www.researchgate.net/publication/264856610\\_Web\\_20\\_Tools\\_for\\_21st\\_Century\\_Teachers](https://www.researchgate.net/publication/264856610_Web_20_Tools_for_21st_Century_Teachers)

- Eren, Ö (2015). Vocabulary learning on learner-created content by using web 2.0 tools. *Contemporary Educational Technology*, 6(4), 281-300. <https://dergipark.org.tr/en/pub/cet/issue/25742/271541>
- Firat, E. A. ve Köksal, M. S. (2019). Effects of instruction supported by web 2.0 tools on prospective teachers' biotechnology literacy. *Computers & Education*, 135, 61-74. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.018>
- Franklin, T. ve van Harmelen, M. (2007). Web 2.0 for content for learning and teaching in higher education. <http://ie-repository.jisc.ac.uk/148/1/web2-content-learning-andteaching.pdf>
- Görgün Baran, A., Hazer, O. ve Öztürk, S. (2017). *Gençlik ve dijital çağ*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Gürleroğlu, L. (2019). *5E modeline uygun web 2.0 uygulamaları ile gerçekleştirilen fen bilimleri öğretiminin öğrenci başarısına motivasyonuna tutumuna ve dijital okuryazarlığına etkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Gürleroğlu, L. ve Yıldırım, M. (2022). Ortaokul öğrencilerinin Web 2.0 destekli eğitsel web sitesi ile ilgili görüşlerinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 51(233), 191-217. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.776977>
- Hamilton, E. R., Rosenberg, J. M. ve Akcaoglu, M. (2016). The substitution augmentation modification redefinition (SAMR) model: A critical review and suggestions for its use. *TechTrends*, 60, 433-441. <http://dx.doi.org/10.1007/s11528-016-0091-y>
- Kapp, K. M. ve O'Driscoll, T. (2010). *Learning in 3D: Adding a new dimension to enterprise learning and collaboration*. Pfeiffer & Company.
- Keleş, A., Keleş, A. ve Çevik, İ. (2017). Teaching abstract subjects and concepts with 3D animations in science education. *Turkish Studies (Electronics)*, 12(6), 197-214. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.11544>
- Kırıkkaya, E.B. ve Şentürk, M. (2018). Güneş sistemi ve ötesi ünitesinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılmasının öğrenci akademik başarısına etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 26(1), 181-189. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.375861>
- Kimbrell, J. (2013). *The impacts of web 2.0, web 3.0, and web 4.0 technologies used in distance education*. [Master's Thesis]. East Carolina University.
- Kocaman-Karoğlu, A. (2015). Öğretim sürecinde hikâye anlatmanın teknolojiyle değişen doğası: Dijital hikâye anlatımı. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 5(2), 89-106. <https://doi.org/10.17943/etku.29277>
- Koç-Ünal, İ. ve Şeker, R. (2020). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi: Elektrik ünitesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 504-543. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kefad/issue/57218/808092>
- Lal, R. ve Lal, M. (2011). Web 3.0 in education and research. *BVICAM's International Journal of Information Technology*, 3(2),1-6.

- [https://www.researchgate.net/publication/284114717\\_Web\\_30\\_in\\_Education\\_Research](https://www.researchgate.net/publication/284114717_Web_30_in_Education_Research)
- Laru, J., Naykki, P. ve Jarvela, S. (2012). Supporting small-group learning using multiple Web 2.0 tools: A Case study in the higher education context. *Internet and Higher Education*, 15, 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2011.08.004>
- Lu, J., Lai, M. ve Law, N. (2010). Knowledge building in society 2.0: Challenges and opportunities. *New science of learning: Cognition, computers and collaboration in education*, 553-567. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-5716-0\\_27](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-5716-0_27)
- Magnuson, M. L. (2012). *Construction and reflection: Using Web 2.0 foster engagement with technology for information literacy instruction*. The University of Wisconsin-Milwaukee. <https://www.learntechlib.org/p/119191/>
- O'Reilly T. (2007). What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. *Communications & Strategies*, 65, 17-37. <http://www-public.imtbs-tsp.eu/~gibson/Teaching/TeachingReadingMaterial/OReilly07.pdf>
- Olea, M. D. (2019). Application of Web 2.0 tools in teaching 21st-century students in higher education in Calabarzon, Philippines. *Ioer International Multidisciplinary Research Journal*, 1(1), 1-8. <https://ssrn.com/abstract=3347435>
- Özenç, M., Dursun, H. ve Şahin, S. (2020). The effect of activities developed with web 2.0 tools based on the 5e learning cycle model on the multiplication achievement of 4th graders. *Participatory Educational Research*, 7(3), 105-123. <https://doi.org/10.17275/per.20.37.7.3>
- Padma, S. ve Seshasaayee, A. (2011). Personalized web based collaborative learning in Web 3.0: A technical analysis. *Communications in Computer and Information Science*, 204, 162-170. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-24043-0\\_17](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-24043-0_17)
- Pal, S. ve Sarkar, P. (2021). Web 4.0 and new reformation in education. *World Bulletin of Social Sciences*, 2, 66-72. <https://www.scholarexpress.net/index.php/wbss/article/view/94>
- Parvathia, M. ve Mariselvi, R. (2017). A bird ' s eye on the evolution – Web 1.0 to Web 5.0 : Lib 1.0 to Lib 5.0. *International Journal of Advance Reseach Trends in Engineeringand Technology*, 4(4), 167-176. Retrieved from <https://www.onlinejournal.in/IJIRV2I4/138.pd>
- Prensky, M. (2009). H. sapiens digital: From digital immigrants and digital natives to digital wisdom. *Innovate* 5(3). Retrived from [http://www.innovateonline.info/pdf/vol5\\_issue3/H.\\_Sapiens\\_Digital-\\_\\_From\\_Digital\\_Immigrants\\_and\\_Digital\\_Natives\\_to\\_Digital\\_Wisdom.pdf](http://www.innovateonline.info/pdf/vol5_issue3/H._Sapiens_Digital-__From_Digital_Immigrants_and_Digital_Natives_to_Digital_Wisdom.pdf)

- Puentedura, Ruben R. (2006). *Transformation, technology, and education. presentation, the strengthening your district through technology. Workshops*, Maine, US. Puentedura,
- Puentedura, Ruben R. (2014a). SAMR and Bloom's Taxonomy: Assembling the Puzzle. <https://www.graphite.org/blog/samr-and-blooms-taxonomy-assembling-the-puzzle>
- Rhoads, R. A., Berdan, J. ve Toven-Lindsey, B. (2013). The open courseware movement in higher education: unmasking power and raising questions about the movement's democratic potential. *Educational Theory*, 63(1), 87-110. <https://doi.org/10.1111/edth.12011>
- Rosen, D. ve Nelson, C. (2008). Web 2.0: A new generation of learners and education. *Computers in the Schools*, 25(3-4), 211-225. <https://doi.org/10.1080/07380560802370997>
- Ruben R. (2009). As we may teach: Educational technology, from theory into practice. <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/000025.html>
- Smeda, N., Dakich, E. ve Sharda, N. (2012). *Digital storytelling with Web 2.0 tools for collaborative learning*. In A. Okada, T. Connolly, & P. Scott (ed.), *Collaborative learning 2.0: Open educational resources*. 145-163. Hershey: IGI Global.
- Şengün, E. S. (2022). *Eş zamansız etkinliklerle zenginleştirilmiş uzaktan eğitim uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin kendi kendine öğrenme becerilerine, akademik başarılarına ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisi*. [Yayımlanmış yüksek lisans tezi]. Aksaray Üniversitesi.
- Tavakoli, R. ve Wijesinghe, S. N. (2019). The evolution of the web and netnography in tourism: A systematic review. *Tourism Management Perspectives*, 29, 48-55. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2018.10.008>
- Tennant, B., Stellefson, M., Dodd, V., Chaney, B., Chaney, D., Paige, S. ve Alber, J. (2015). eHealth literacy and Web 2.0 health information seeking behaviors among baby boomers and older adults. *Journal of medical Internet research*, 17(3), e70. <https://doi:10.2196/jmir.3992>
- Thomas, D. A. ve Li, Q. (2008). From Web 2.0 to teacher 2.0. *computers in the schools*, 25(3-4), 199-210. <http://www.informaworld.com/openurl?genre=article&id=doi:10.1080/07380560802371037>
- Timur, S., Timur, B., Arcagök, S. ve Öztürk, G. (2020). Fen bilimleri öğretmenlerinin Web 2.0 araçlarına yönelik görüşleri. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 63-108. <https://doi:10.29299/kefad.2020.21.01.003>
- Tyagi, S. (2012). Adoption of Web 2.0 technology in higher education: A case study of universities in the National Capital Region, India. *International Journal of Education and Development using ICT*, 8(2), 28-43. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1084132.pdf>

- Wankel, C. ve Blessinger, P. (Eds.). (2013). *Increasing student engagement and retention in e-learning environments: Web 2.0 and blended learning technologies*. Emerald Group Publishing.
- Wilson, D. W., Lin, X., Longstreet, P. ve Sarker, S. (2011). Web 2.0: A definition, literature review, and directions for future research. AMCIS 2011 Proceedings - All Submissions 368 (1. baskı) (s. 1-10). [https://aisel.aisnet.org/amcis2011\\_submissions/368](https://aisel.aisnet.org/amcis2011_submissions/368)
- Yıldırım, İ. (2020). *7. sınıf ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde Web 2.0 araçlarının kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına, teknoloji ile kendi kendine öğrenme düzeylerine ve fene yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmış yüksek lisans tezi]. Kocaeli Üniversitesi.
- Yılmaz, F. B., Karakoc-Topal, O. ve Aydın, S. Ö. (2021). DNA konusunun Web 2.0 araçlarının entegre edildiği laboratuvar yöntemi ile öğretimi. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 10(1), 16-36. <https://doi.org/10.51960/jitte.887951>



## BÖLÜM 6

### WEB 2.0 ARAÇLARI VE ÖLÇME DEĞERLENDİRMEDE KULLANIMI

Doktora Öğrencisi Selin YILDIZ<sup>1</sup>  
Prof. Dr. Raşit ZENGİN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye. [slnylddz@gmail.com](mailto:slnylddz@gmail.com),  
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8134-0864>

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Fen Bilgisi  
Eğitimi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye. [rzengin@firat.edu.tr](mailto:rzengin@firat.edu.tr), Orcid ID:  
<https://orcid.org/0000-0002-1624-6406>





## GİRİŞ

Ölçme ve değerlendirme eğitim sürecinin önemli bir basamağıdır. Bu basamak, öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini belirleme, gelişimlerine dair kararlar verme, gerçekleştirilen öğretimin etki ve yeterlik düzeyini saptama ve tüm bunlara dair dönüt sunmayı kapsayan eğitim sürecinin temel taşlarından (Gencel ve Özbaşı, 2013). Ölçme ve değerlendirme, bunların yanı sıra öğrenci performansını ölçmeyi ve geliştirme sürecini de kapsamaktadır (Clemends ve Cords, 2013).

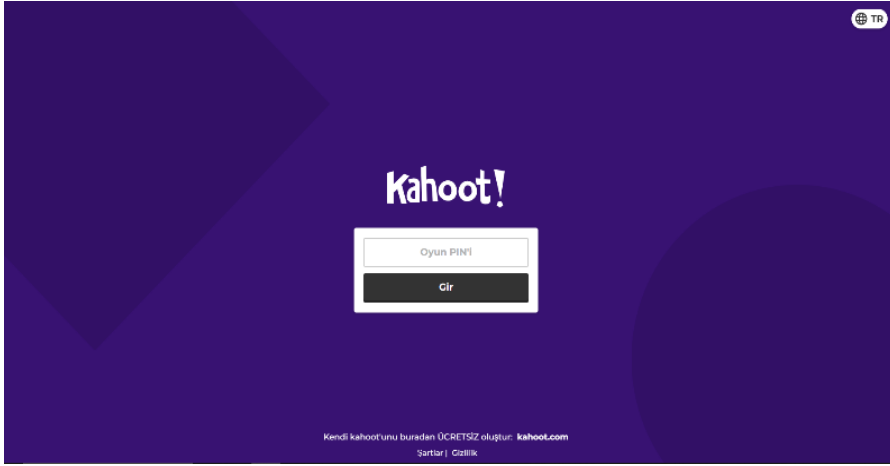
Günümüzde bilgi ve teknolojideki değişimler ile birlikte sınıflara teknolojik araçlar taşınsa da ölçme ve değerlendirme noktasında geleneksel kağıt kalemler ile gerçekleştirilen yöntemler kullanılmaya devam edilmektedir (Tatlı, 2019). Geleneksel yöntemler ile gerçekleştirilen ölçme ve değerlendirme etkinliklerinin yer ve zaman bağımlılığının olması, anlık dönüt sunamaması ve farklı boyutların ölçülmesinde sınırlılıklar bulunmaktadır. Öğretmenler, öğrencileri süreç boyunca aktif tutabilecekleri, anlık dönüt sunan dijital ölçme değerlendirme ortamlarına ihtiyaç duymaktadır (Elmas ve Geban, 2012; Orhan Gökşun ve ark., 2018; Yenice ve ark., 2017). Dijital ölçme araçları, zaman ve mekândan bağımsız yapılabilmesi, düşük maliyet, uygulamada esneklik gibi nedenlerden dolayı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (Evans ve Mathur, 2005). Ayrıca anında geri bildirim sağlamak ve canlı bir ortamda bireysel ya da grup değerlendirmeleri yapmalarına da olanak tanımaktadır (Balta ve Türel 2013; Yılmaz, 2017). Dijital ölçme değerlendirme sürecinde eğlenceli ve kolay kullanımı ile Web 2.0 araçları ön plana çıkmaktadır (Barnes, 2017; Medina ve Hurtado, 2017). Ölçme değerlendirme aracı olarak Web 2.0 araçları, oyun tabanlı, çoktan seçmeli, doğru/yanlış, açık uçlu, boşluk doldurma, bulmacalar gibi farklı soru türlerini desteklemektedir. Ayrıca bu araçlarda geliştirilen sorular metin, ses, resim ve video gibi çoklu ortam öğelerinin kullanımına olanak sağlamaktadır (Bower, 2015; Tatlı, 2019).

Bu bölümde ölçme ve değerlendirme için kullanılacak bazı Web 2.0 araçlarına yer verilmiştir.

### **Kahoot**

Kahoot, 2013'de Johan Brand, Jamie Brooker ve Morten Versvik'in Norveç Teknoloji ve Bilim Üniversitesinde hayata geçirdikleri bir projedir. Kahoot, internet bağlantısı olan herhangi bir cihaz ile bağlanılabilecek

oyunlaştırma programıdır. Kahoot ile tartışma (discussion), bilgi yarışması (quiz), karıştırma (jumble) ve anket (survey) olmak üzere 4 farklı kategoride içerikler hazırlanabilir. Kahoot, öğretmenler tarafından öğrencilerin derse katılımını artırmak için dersin herhangi bir anında kullanılacak ücretsiz bir değerlendirme programıdır. Öğrenciler bir erişim kodu ve bir kullanıcı adı ile sisteme giriş yapabilmektedirler. Kahoot aynı zamanda öğrenme güçlüğü çeken ve özel eğitim ihtiyacı olan öğrencilerin kullanımına uygun olacak şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca görsel ipuçlarının kullanımı (farklı renk ve şekiller gibi), basit ve kolay okunan soru-cevap biçimleri, farklı öğrenme ihtiyaçları olan öğrenciler tarafından grup olarak veya bireysel olarak kullanılabilir (Inclusive Design, 2010). Kahoot'a “<https://kahoot.it/>” adresinden ulaşım sağlanabilmektedir.

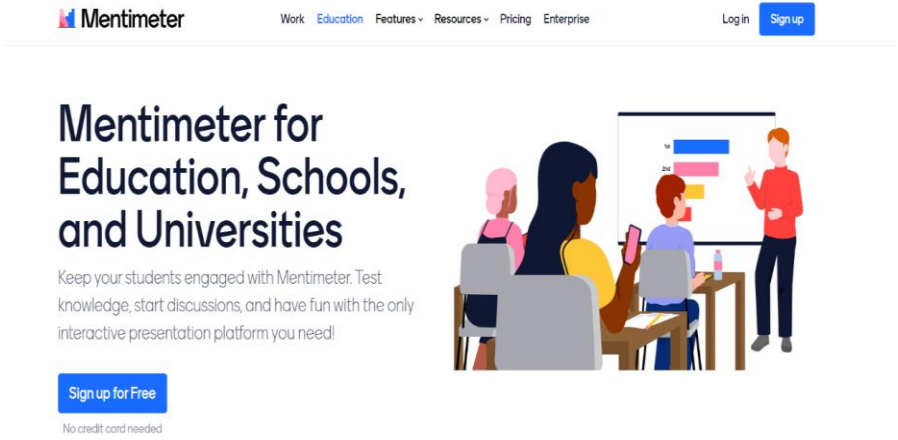


Şekil 1. Kahoot giriş sayfası

### Mentimeter

Mentimeter 2014 yılında interaktif sunumlarda kullanılması amacı ile geliştirilen bir uygulamadır. Bu uygulama İsveç şirketi olan Mentimeter tarafından kendi adı ile piyasaya sürülmüştür. Mentimeter, ders öncesinde, ders esnasında ve ders sonrasında değerlendirme aracı olarak kullanılabilir. Kolay bir uygulama ara yüzüne sahip olan Mentimeter, öğrencilerin internete erişimi olan bilgisayar, akıllı telefon ve tablet gibi cihazlar ile kullanılabileceği bir programdır. Mentimeter, çoktan seçmeli sorular, sıralama, kelime bulutu açık uçlu sorular gibi çeşitli soru türlerini içerisinde barındırmaktadır. Mentimeter,

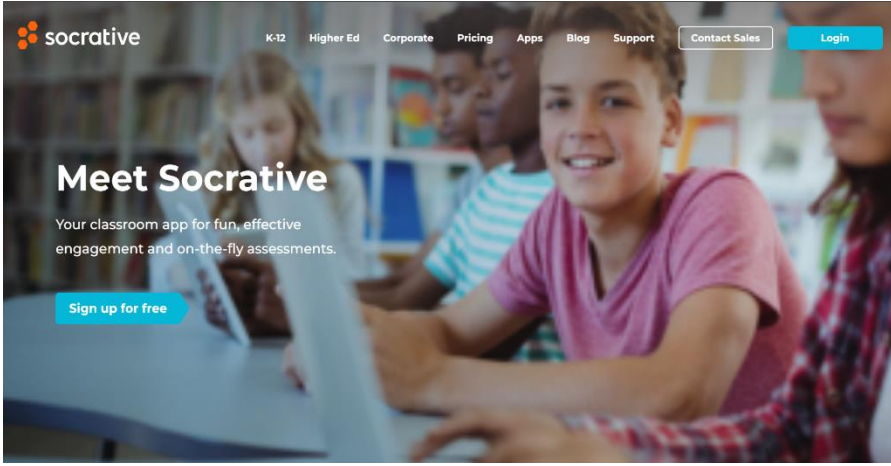
öğrencilere beyin fırtınası yapma fırsatı tanımakta, hızlı bir şekilde seçim yapma imkânı sunmakta ve öğrencileri de bu seçimlere dâhil edebilmektedir. Uygulama öğrencilere süreç boyunca isimlerini paylaşmama imkanı tanımaktadır. Mentimeter’a “<https://www.mentimeter.com>” adresinden ulaşım sağlanabilmektedir.



Şekil 2. Mentimeter giriş sayfası

### Socrative

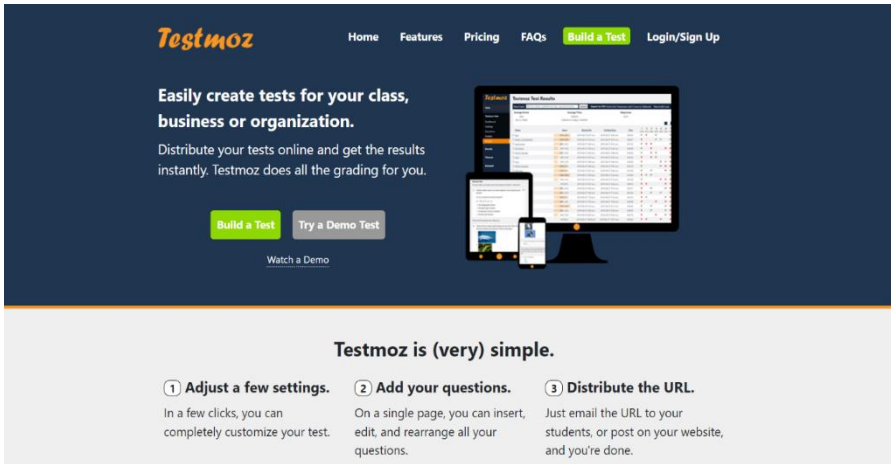
Socrative, öğretmen ve öğrencilerin öğretim sürecini oyun temelli değerlendirme yapabilen bulut tabanlı bir Web 2.0 aracıdır. Socrative, kullanıcılarına Türkçe dil desteği sunmaktadır. Socrative, her sınıf, her ders için etkin bir şekilde kullanılabilir. Socrative, doğru/ yanlış, kısa cevap ve çoktan seçmeli içerik oluşturulabilir ve resim eklenebilir bir yapıya sahiptir. Kahoot'ta olduğu gibi ses ve video ekleme yapılamaz. Kahoot'ta çoktan seçmeli sorular oluşturulurken dört seçenek eklenebilirken Socrative'de beş seçenek eklemek mümkündür. Socrative'e “<https://www.socrative.com/>” adresinden ulaşım sağlanabilmektedir.



Şekil 3. Socrative giriş sayfası

### Testmoz

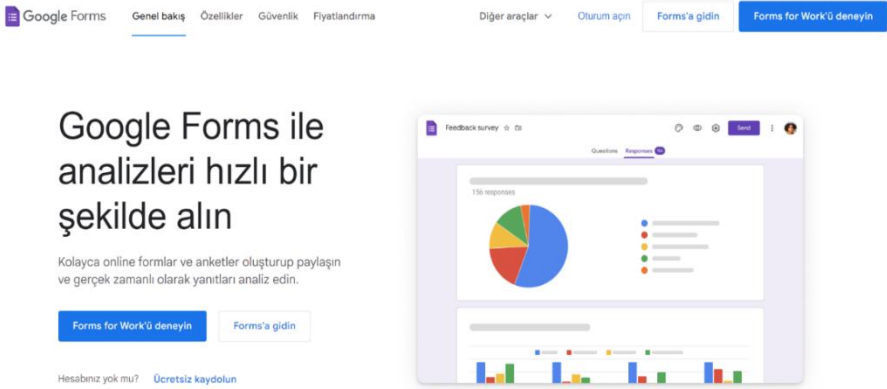
Testmoz, Washington State University, Vancouver'daki lisans öğrencisi Matt Johnson tarafından tasarlanmıştır. Testmoz, üyelik gerektirmeyen basit bir arayüze sahip testler ve sınavlar hazırlamayı sağlayan bir Web 2.0 aracıdır. Testmoz ile çoktan seçmeli, doğru/yanlış, çoklu yanıt ve boşluk doldurma içerikleri oluşturulabilir. Öğrenciler testlerini çözdükten hemen sonra doğru yanıtlara ulaşabilmektedir. Testmoz ile öğrencilerin sınav sonuçlarına dair ayrıntılı sonuçlar elde etmek mümkündür. Testmoz'a "<https://testmoz.com/>" adresinden ulaşım sağlanabilmektedir.



Şekil 4. Testmoz giriş sayfası

## Google Forms

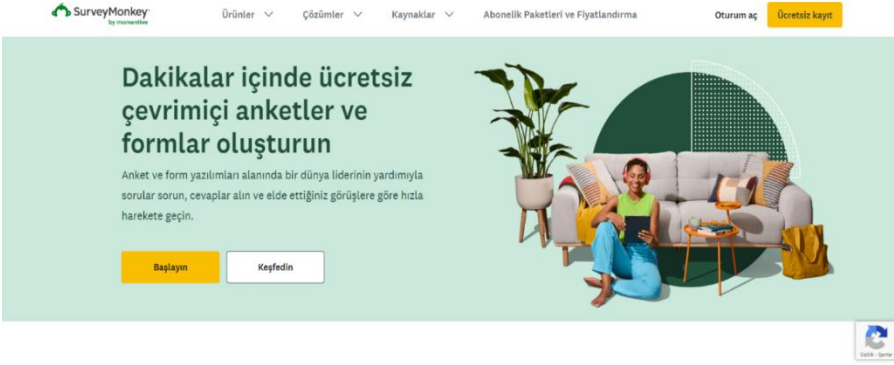
Google Forms, Google tarafından çevrimiçi olarak ücretsiz sunulan bir veri toplama ve paylaşma aracıdır. Google Formlar, form oluşturmak ve düzenlemek için hemen her şeyi içerisinde barındırmaktadır. Veri toplama içeriğini zenginleştirmek için birçok türde soru ekleme seçenekleri yer almaktadır. Bunlar; paragraf, çoktan seçmeli, kısa yanıt, onay kutusu, açılır menü, dosya yükleme, çoktan seçmeli tablosu, doğrusal ölçek, onay kutusu tablosu, tarih ve saat seçenekleridir. Google Formlarda oluşturulan her içerik Google Drive'a kaydedilir. Google Formlara "<https://www.google.com/forms/>" adresinden ulaşım sağlanabilmektedir.



Şekil 5. Google Forms giriş sayfası

## SurveyMonkey

SurveyMonkey, ilk defa 1999 yılında Ryan Finley tarafından kurulan, şirket çalışanlarının mevcut durumunu belirlemek, deneyimlerini incelemek gibi amaçlar ile kullanılan bir anket aracıdır. SurveyMonkey çoktan seçmeli, açık uçlu, likert tipli ve matris değerlendirme gibi birçok içerik oluşturmaya olanak tanımaktadır. Oluşturulan içerikler diğer kullanıcılara sosyal medya, e-posta ve diğer web siteleri aracılığıyla gönderilebilmektedir. SurveyMonkey; bilhassa tez, makale çalışmalarında, seminer ve konferans gibi eğitim amaçlı organizasyonlarda yaygın olarak kullanılan bir araçtır. SurveyMonkey'e "<https://tr.surveymonkey.com/>" adresinden ulaşım sağlanabilmektedir.



20 yılı aşkın süredir dünyanın güvendiği  
sektör lideri

Şekil 6. SurveyMonkey giriş sayfası

### Quzizz

Quzizz, Hindistan’da matematik dersi vermekte olan iki araştırmacı tarafından kurulmuştur. Her yaştan öğrenci için kullanılabilir oyunlaştırılmış bir değerlendirme aracıdır. Quzizz ile doğru yanlış ve çoktan seçmeli testler oluşturulabilmektedir. Quzizz ara yüzünde Türkçe bulunmamaktadır. Öğrencilerin internete erişimi olan bilgisayar, akıllı telefon ve tablet gibi cihazlar ile kullanabileceği bir Web 2.0 aracıdır. Kahoot’ta olduğu gibi çoktan seçmeli sorular oluşturulurken dört seçenek eklenebilmektedir. Öğrenciler hazırlanan içerikleri aynı anda kullanmak zorunda değildir. Dolayısıyla öğrencilere ödev olarak da verilebilmektedir. Quzizz’e “<https://quizizz.com/>” adresinden ulaşım sağlanabilmektedir.

Quizzz Okullar için İş için Planlar Çözümler Kaynaklar

Okul Planı Teklifi Kodu girin Giriş yapmak Üye olmak

Open-ended

# Fark eder, nasıl önemi var soruyorsun

Her öğrenciyi ustalaşmaya motive eden değerlendirme, talimat ve uygulama

ÖĞRETMENLER Ücretsiz kaydol >

YÖNETİCİLER Daha fazla bilgi edin >

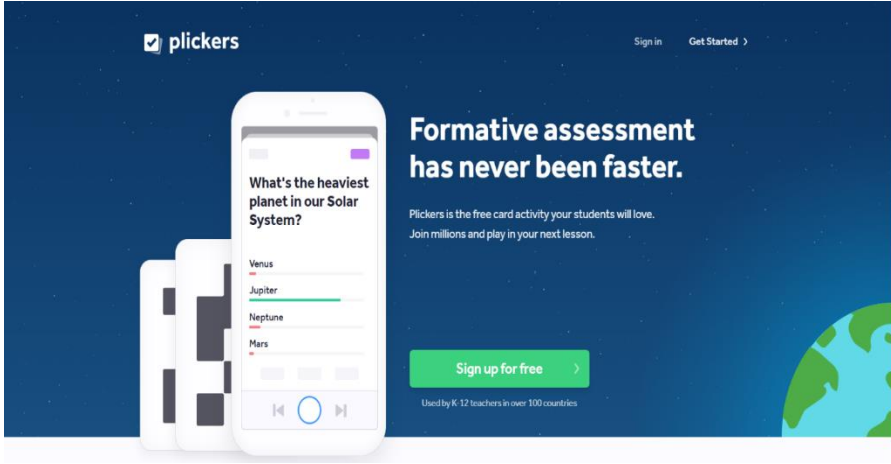
✓ 50 milyondan fazla eğitmen tarafından kullanılıyor dünya çapında

Türk

Şekil 7. Quizzz giriş sayfası

## Plickers

Plickers uygulamasını telefon veya tablete indirmeniz gerekmektedir. Diğer uygulamalardan en büyük farkı öğrencilerde bilgisayar, telefon ya da tablet bulunması gerektirmemesidir. Öğretmende teknolojik araçların bulunması yeterlidir. Öğretmen sistemde sorularını oluşturduktan sonra öğrencilerin kendilerine verilen QR kodları havaya kaldırması yeterli olacaktır. Öğretmenin tek yapması gereken tablet ya da telefon kullanarak kodları okutmasıdır. Her bir öğrenci için internet ve teknolojik araç gerektirmemesi uygulamayı kullanışlı hale getirmektedir. Plickers uygulamasında çoktan seçmeli ve doğru-yanlış olmak üzere iki soru çeşidi yer almaktadır. Plickers ile öğrencilerin cevaplarına dair ayrıntılı raporları görmekte mümkündür. Plickers'a "<https://get.plickers.com/>" adresinden ulaşım sağlanabilmektedir.



Şekil 8. Plickers giriş sayfası

### İlgili araştırmalar

Ülker (2022) gerçekleştirdiği araştırmada Astronomi dersinde Web 2.0 araçlarıyla ölçme-değerlendirme yapılmasını sağlayan biçimlendirici değerlendirme uygulamalarının etkililiğini araştırmayı ve öğretmen adaylarının bu uygulamalara bakış açılarının nasıl olduğunu belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın nitel sonuçlarına göre, Web 2.0 temelli biçimlendirici değerlendirme uygulamalarını kullanan öğretmen adayları, gerçekleştirilen değerlendirmenin dikkat çekici özellikte olduğunu kalıcı ve anlamlı öğrenme sağladığını ve motivasyonu artırdığını ifade etmişlerdir. Araştırmanın nicel sonuçlarına göre ise, Web 2.0 temelli biçimlendirici değerlendirmenin kullanıldığı grup ile sonuca dayalı değerlendirmenin kullanıldığı grubun son test puan ortalamalarına göre erişim testinde, Web 2.0 temelli biçimlendirici değerlendirmenin kullanıldığı grup lehine anlamlı bir farklılık saptanmıştır.

Akkaya (2020), “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinde yer alan “Işığın Soğurulması ve Aynalar” konularında kullanılan Plickers uygulamasının öğrencilerin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve fen bilimleri dersine yönelik tutumlarına etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin başarılarında artış tespit edilirken, derse yönelik tutumlarında değişim tespit edilmemiştir.

Wang (2015), Kahoot kullanımının etkilerini araştırdığı çalışmasında; Kahoot kullanan öğrencilerin kağıt-kalem kullanarak sınav olan öğrencilere kıyasla %22 daha fazla öğrendiklerini ve Kahoot kullanan öğrencilerin kağıt-



kalem kullanarak sınav olan öğrencilere kıyasla %25 daha fazla motive olduğu sonucuna varmıştır.

Çelenk ve Tatlı (2022), öğretmen adayları tarafından kendi alanlarında geliştirdikleri soruların biçim ve içerik özelliklerine Web 2.0 destekli ölçme değerlendirme eğitiminin etkisini saptanmayı amaçlamışlardır. Öğretmen adaylarına Web 2.0 araçlarının ölçme değerlendirme amaçlı kullanımına dair eğitim verilmiştir. Öğretmen adaylarından eğitim öncesinde geleneksel (kâğıt-kalem), eğitim sonrasında ise Web 2.0 araçları kullanarak kendi alanlarına dair kazanımlara uygun olarak istedikleri türde 30'ar soru hazırlamaları istenmiştir. Araştırmada, öğretmen adayları tarafından Web 2.0 araçları kullanarak hazırlanan soruların, geleneksel yöntemlerle(kâğıt-kalem) hazırlanan sorulara kıyasla biçim ve içerik özellikleri bakımından daha nitelikli olduğu sonucuna varılmıştır.

Chaiyo ve Nokham (2017), Kahoot, Quizizz ve Google Forms'u sınıfta kullanmanın öğrencilerin konsantrasyon, katılım, algılanan öğrenme, motivasyon ve memnuniyet algıları üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, öğrencilerin Kahoot, Quizizz ve Google Forms aracılığıyla öğrendikleri, konsantrasyon, katılım, motivasyon ve memnuniyet algıları açısından da önemli farklılıklar olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca Kahoot ve Quizizz' in sınıfta kullanımının Google Forms'a göre pek çok olumlu özelliği olduğu sonucuna varılmıştır.

Mdlalose ve arkadaşları (2022), fizik öğretmen adaylarının uzaktan öğretim ve öğrenim sırasında öğrencilerin akademik performansını, motivasyonunu ve katılımını artırma noktasında biçimlendirici bir değerlendirme aracı olarak Kahoot'un rolünü incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre; Kahoot'un, uzaktan öğretme ve öğrenme sırasında öğrencilerin akademik performansını, motivasyonunu ve aktif katılımını artırmada önemli bir rol oynadığını saptamışlardır.

Putri ve arkadaşları (2023), gerçekleştirdikleri araştırmada, öğrencilerin okuduğunu anlamadaki gelişimini ve öğrencilerin çevrimiçi biçimlendirici bir değerlendirme olarak Socrative algısını araştırmayı amaçlamıştır. Sonuç olarak Socrative'nin, kağıt tabanlı biçimlendirici değerlendirmeye kıyasla öğrencilerin okuduğunu anlama becerilerini geliştirmede alternatif bir çevrimiçi biçimlendirici değerlendirme olarak etkili olduğu bulunmuştur.

Pichardo ve arkadaşları (2021), Mentimeter'in eğitim amaçlı kullanımını incelemeyi amaçladığı araştırmalarında, Mentimeter'in pandemi sırasında eşzamanlı ve eşzamanlı olamayan yollarla öğrenci katılımını kolaylaştırmakla kalmayıp aynı zamanda dikkati, katılımı, işbirlikçi öğrenmeyi ve etkileşimi geliştirdiği sonucuna varmışlardır.

Shana ve Abd Al Baki (2020), biçimlendirici değerlendirmenin ilkokul öğrencilerinin gelişimi üzerindeki etkililiğini araştırmayı amaçlamışlardır. Deney grubunda günlük olarak Plickers uygulaması kullanılmıştır. Kontrol grubu ise biçimlendirici bir değerlendirme olarak bir revizyon sayfası kullanılmıştır. Sonuçlar, her iki biçimlendirici değerlendirme aracının da öğrencinin ilerlemesine yardımcı olduğunu göstermektedir. Ancak Plickers uygulamasının, revizyon sayfasından daha fazla öğrencilerin ilerlemesinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

**KAYNAKÇA**

- Akkaya, S. (2020). *Plickers uygulamasının 7. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve derse yönelik tutumlarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi] Ordu Üniversitesi.
- Balta, Y. ve Türel, Y. K. (2013). Çevrimiçi uzaktan eğitimde kullanılan farklı ölçme değerlendirme yaklaşımlarına ilişkin bir inceleme. *Electronic Turkish Studies*, 8(3), 37-45. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.4271>
- Barnes, R. (2017). Kahoot! in the classroom: student engagement technique. *Nurse Educator*, 42(6): 280. <http://doi.org/10.1097/NNE.0000000000000419>
- Çelenk, G. ve Tatlı, Z. (2022). Öğretmen Adayları Tarafından Geliştirilen Sorulara Web 2.0 Destekli Ölçme Değerlendirme Eğitiminin Etkisi. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 55(2), 423-448. <https://doi.org/10.30964/auebfd.1020589>
- Chaiyo, Y. ve Nokham, R. (2017, March, 1-4). *The effect of Kahoot, Quizizz and Google Forms on the student's perception in the classrooms response system*. In 2017 International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT), Chiang Mai, Tayland.
- Clements, M. D. ve Cord, B. A. (2013). Assessment guiding learning: Developing graduate qualities in an experiential learning programme. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 38(1), 114-124. <https://doi.org/10.1080/02602938.2011.609314>
- Elmas, R. ve Geban, O. (2012). Web 2.0 tools for 21st century teachers. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(1), 243-254. [https://www.researchgate.net/publication/264856610\\_Web\\_2.0\\_Tools\\_for\\_21st\\_Century\\_Teachers](https://www.researchgate.net/publication/264856610_Web_2.0_Tools_for_21st_Century_Teachers)
- Evans, ve Mathur. (2005). The value of online surveys. *Internet Research*, 15(2), 195–219. <https://doi.org/10.1108/10662240510590360>
- Gencil, İ. E. ve Özbaşı, D. (2013). Öğretmen adaylarının ölçme ve değerlendirme alanına yönelik yeterlik algılarının incelenmesi. *İlköğretim Online*, 12(1), 190-201. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ilkonline/issue/8586/106679>
- Mdlalose, N., Ramaila, S. ve Ramnarain, U. (2022). Using kahoot! as a formative assessment tool in science teacher education. *International Journal of Higher Education*, 11(2), 43-51. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v11n2p43>
- Medina, E. G. L. ve Hurtado, C. P. R. (2017). Kahoot! A digital tool for learning vocabulary in a language classroom. *Revista Publicando*, 4(12 (1)), 441-449. [https://www.revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/673/pdf\\_478](https://www.revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/673/pdf_478)
- Orhan Göksun, D., Filiz, O. ve Kurt, A. A. (2018). Eğitim çantası: Web 2.0 araçlarını -kategori bazlı sunan sosyal bir web sitesinin geliştirilmesi.

- Ege Eğitim Dergisi*, 19(2), 505-533.  
<https://doi.org/10.12984/eeefd.437670>
- Pichardo, J. I., López-Medina, E. F., Mancha-Cáceres, O., González-Enríquez, I., Hernández-Melián, A., Blázquez-Rodríguez, M. ve Borrás-Gené, O. (2021). Students and teachers using mentimeter: Technological innovation to face the challenges of the covid-19 pandemic and post-pandemic in higher education. *Education Sciences*, 11(11), 667.  
<https://doi.org/10.3390/educsci11110667>
- Putri, D., Prastikawati, E. ve Wiyaka, W. (2023). Socrative as online formative assessment to foster reading comprehension. *Study of Applied Linguistics and English Education*, 4(1), 278-295.  
<https://doi.org/10.35961/salee.v4i1.582>
- Shana, Z. A., ve Abd Al Baki, S. (2020). Using plickers in formative assessment to augment student learning. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 12(2), 57-76.  
<https://doi.org/10.4018/IJMBL.2020040104>
- Tatlı, Z. (2019). *Ölçme ve değerlendirme Web 2.0*. Pegem Atf İndeksi.
- Ülker, F. T. (2022). *Fen bilgisi öğretmen adaylarına astronomi dersinde uygulanan Web 2.0 temelli biçimlendirici değerlendirmenin etkililiği*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Wang, A. I. (2015). The wear out effect of a game-based student response system. *Computers & Education*, 82, 217-227.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.004>
- Yenice, N., Özden, B. ve Tunç, G. A. (2017). Öğretmen adaylarının alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarını kullanmaya yönelik öz yeterliklerinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 367-397.  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/amauefd/issue/33345/309627>
- Yılmaz, Ö. (2017). Fen öğretmenlerinin tercih ettikleri öğretim strateji, yöntem ve teknikler: Fen öğretmen adaylarının düşünceleri. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(2), 493-510.  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/igdirsosbilder/issue/66817/10450864>

## BÖLÜM 7

### FEN EĞİTİMİNDE ROBOTİK UYGULAMALARI

Dr. Pelin YILDIRIM<sup>1</sup>  
Doç. Dr. Gonca KEÇECİ<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Elazığ, Türkiye. yildirim.pelin92@gmail.com, Orcid: 0000-0003-4425-2472

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Elazığ, Türkiye. gkececi@firat.edu.tr, Orcid: 0000-0002-2582-3850



## GİRİŞ

Robotların geliştirilmesi ve kontrolü için işgücüne ihtiyaç duyulması sonucu, robotların gündeme gelmesinin yanı sıra eğitim amaçlı kullanımı da son yıllarda oldukça dikkat çeken konulardan biri haline gelmiştir. Robot bileşenlerinin fiyatlarındaki düşüşle birlikte robot teknolojileri eğitimin birçok alanında kullanılmaktadır. Buna yönelik gerçekleştirilen çalışmaların birçoğunda, robotik uygulamaların eğitimde farklı alanlarda kullanılmasının eğitimsel faydaları ortaya konmuştur. Robotların gelecekte toplumun önemli bir parçası olacağı öngörüsü, gelecek nesilleri bu duruma hazırlamak için robot teknolojisinin sınıf eğitiminin ayrılmaz bir parçası olmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu bölümde; robotik uygulamalar ve fen eğitimi, eğitimde kullanılan robotik uygulamalar, robotik uygulamaların eğitim amaçlı kullanmasının yararları ve sınırlılıkları konuları yer almaktadır.

### 1. Robotik Uygulamalar ve Fen Eğitimi

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler toplumda ve iş hayatında dijital dönüşümleri beraberinde getirmektedir. Bunun sonucu olarak; askeri, eğitim, finans, sağlık, üretim gibi çeşitli alanlarda bu dijitalleşmeden etkilenen yenilikçi çalışmalar ortaya çıkmaktadır. Mobil teknolojilerin gelişmesi ve internet kullanımının yaygınlaşması, bu dönüşüm sürecini ve yenilikçi çalışmaların sayısını hızlandırmıştır. Özellikle Endüstri 4.0 kavramı ile literatürde daha fazla yer edinen bulut bilişim, nesnelerin interneti, otonom araçlar, robotik uygulamalar ve yapay zekâ, alan uzmanlarının ilgisini çekmekte ve onları bu alanda yapılacak çalışmalara odaklamaktadır (Talan, 2020).

Toplumun yakından ilgilendiren ve sürekli olarak yeni çalışmaların yapıldığı bir disiplin olarak eğitim, gelişen teknolojiye önemli ölçüde etkilenen bir alandır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yenilikçi eğitim teknolojileri konusu, öğrencilerin eğitim-öğretim faaliyetlerinde etkinliğini artırmak amacıyla eğitim alanında araştırma yapan araştırmacıların ilgi odağı haline gelmiştir. Nitekim eğitim teknolojilerinin kullanılmasıyla birlikte geleneksel öğretim yöntemlerinin yanı sıra teknoloji destekli modern öğretim yöntemleri de uygulanmaya başlanmıştır (Keçeci ve ark., 2019). Öğretmenler, sadece hazır bilgileri öğrencilere ulaştıran bir aracı olmaktan çıkıp, modern öğretim yöntemleriyle öğrencilerin ihtiyaç duyacağı temel bilgileri aktararak

öğrencilerin akıl yürütme, araştırma ve çıkarım yapma gibi yeteneklerini kullanmalarını sağlayan bir rehber haline gelmiştir. Bu bağlamda ters yüz öğrenme yöntemi, harmanlanmış öğrenme, işbirlikli öğrenme, oyunlaştırarak öğrenme gibi modern öğretim yöntem ve yaklaşımlarının kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (Talan, 2020).

Robot teknolojileri, robotların tasarımı, üretimi ve programlanmasını içeren bir disiplindir. Bu teknoloji, robotların özerk veya uzaktan kumandalı olarak çalışmasına, çeşitli görevleri yerine getirmesine ve insanların yapamayacakları işleri yapmasına imkân sağlar. Günümüzde robot teknolojileri, endüstriyel otomasyon, sağlık hizmetleri, tarım, ulaşım, ev işleri ve hatta uzay keşfi gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmış (Yolcu ve Demirer, 2017), özellikle son yıllarda modern öğretim yöntem ve yaklaşımlarına paralel olarak fen ve mühendislik eğitiminin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir (Cameron, 2005). Böylece eğitim alanında da geniş bir kullanım alanına sahip olan robotik uygulamalar; fen eğitimi, makine, programlama, STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) gibi farklı ders ve disiplinlerde öğretim aracı olarak kullanılmaktadır (Foss ve ark., 2019; Hangün, 2019; Şimşek, 2019).

Fen eğitimi, öğrencilerin dünyayı anlamalarına, bilim ve teknolojinin nasıl işlediğini anlamalarına, keşfetmelerine ve sorgulamalarına yardımcı olur. Robot teknolojileri de, fen alanındaki bilimsel ilkeleri ve mühendislik becerilerini uygulayan bir teknolojidir. Öğrencinin aktif olduğu yapılandırmacı anlayışa göre çevre ile ne kadar çok bağlantı kurulursa bilginin inşası o kadar anlamlı ve kalıcı olmaktadır. Eğitimde teknolojinin artan potansiyeline paralel olarak çevre ile bağlantı kurma araçları da artmıştır. Robotik teknolojiler ve ilgili kodlama çalışmaları, bu araçlar arasında önemli bir yer tutmakta ve geleceğin teknolojisini bugünden yönlendirerek önemini ve etkisini her geçen gün arttırmaktadır. Bu konuya ilişkin önceden hazırlanan setlerle öğrencilere, hem çevrelerindeki yaşamı daha iyi anlamaları için farklı bir bakış açısı hem de verimlilik anlayışlarına yeni bir boyut kazandırılmaktadır (Çömek ve Avcı, 2016). Fen eğitiminde robotik uygulama setlerinin kullanımı; bilginin yapılandırılmasını, anlamlı bir şekilde uygulamasını, bir problem durumunun çözümünde edinilen bilgilerin kullanılmasını, fene özgü becerilerin desteklemesini, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasını ve edinilen becerilerin günlük yaşama aktarılmasını mümkün kılmaktadır (Marulcu ve Barnett, 2010).



Ayrıca robotik materyaller ve sensörler içeren setler ile öğrencilerden belirli problemleri çözmeleri istenmekte ve kendilerine öğretilmesi istenen konulara olan ilgi ve merakları arttırılmaktadır (Talan, 2020).

Yapılandırmacılık ve yapısalcılık teorilerine dayalı eğitim robotiğinin (Papert, 1993; Siper Kabadayı, 2019) dört temel amacı vardır (Barak ve Assal, 2018; Bers ve ark., 2014; Karaahmetoğlu, 2019). Bu amaçlar;

- Mühendislik uygulamaları robot üretimi ve programlama, tasarım ve yapay zekâ gibi konuların öğretiminin desteklenmesi,
- Bireylerin fen, matematik ve teknolojiye katılma istekliliğinin arttırılması ve bu alanlarla ilgilenmenin önündeki psikolojik veya kültürel engellerin azaltılması,
- Analitik düşünme, araştırma ve keşfetmeye daha isteklilik, mühendislik tasarımı, ürün odaklı düşünme, takım çalışması, sorgulama, yaratıcı düşünme gibi geniş öğrenme becerilerinin geliştirilmesi,
- STEM'e ilişkin bilgi ve becerilerin erken yaşta kazandırılması ve geliştirmesi şeklinde sıralanabilir.

## **2. Eğitimde Kullanılan Robotik Uygulamalar**

Eğitim amaçlı kullanılan robotik setler, çeşitli sensörler ve motorlar içeren, programlanabilir robotlar tasarlamaya olanak sağlayan, birbirine monte edilebilen, farklı renk ve büyüklükteki plastik parçalardan oluşan setler olarak tanımlanabilir. Setteki sensörler, canlıların duyu organlarına benzer görevleri yerine getirerek, dış dünyadan algıladıkları verileri mikrodenetleyiciye iletir. Burada yorumlanan veriler, robotun verilen komuta göre hareket etmesini sağlamaktadır (Alimisis, 2013; Coufal, 2020; Küçük ve Şişman, 2017). Eğitim sürecinin, eğitim amaçlı kullanılan çeşitli robotik setler ve mikroişlemciler ile gerçekleştirildiği söylenebilir. Lego Mindstorms (NXT, EV3), Makeblock (mbot), Robotis setleri ile Arduino ve Raspberry Pi gibi mikroişlemciler, eğitim sürecinde yaygın olarak kullanılan robotik uygulamalar arasındadır (Behrens ve ark., 2009; Kim ve Jeon, 2008; Luchin, 2012).

### 2.1. Lego Mindstorms EV3 Seti

Parçaların birleştirilmesi üzerine yapılandırılan lego ürünlerinin, teknolojinin gelişmesiyle birlikte stabil parçalara kıyasla faaliyet gösterebilen setler olarak gelişim gösterdiği ifade edilebilir (Çayır, 2010). Bu set, öğrencilerin, öğretmenlerin ve meraklıların robotik ve programlama konularını öğrenmelerine ve keşfetmelerine yardımcı olmak için tasarlanmıştır. Set, Lego Technic parçalarından oluşur ve bir EV3 Intelligent Brick adı verilen programlanabilir bir merkez ünite ile birlikte gelir. Bu merkez ünitesi, önceden programlanmış görevleri yerine getirmek veya özelleştirilmiş görevleri gerçekleştirmek için kullanılabilir. Ayrıca, birçok sensör ve motor da sete dahildir, bu nedenle öğrenciler kendi robotlarını tasarlayabilir ve inşa edebilirler.

EV3 seti, öğrencilerin, öğretmenlerin veya bu hobiyile ilgilenen herkesin temel robotik, mühendislik ve programlama becerilerini öğrenmelerine yardımcı olabilir. Aynı zamanda, bireylerin yaratıcılıklarını kullanarak kendi özgün robotik projelerini geliştirmelerine de olanak tanır.

### 2.2. LEGO Education WeDo 2.0

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik konularında farkındalık kazandırmak için tasarlanmış bir robotik setidir. Bu set; LEGO parçaları, motor, sensörler ve kontrol birimi olmak üzere birkaç farklı bileşenden oluşur. Çocukların fen ve mühendislik konularını keşfetmelerine, kendi robotlarını yapmalarına ve programlamalarına olanak tanır. Ayrıca çocukları gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri problemlere çözüm üretmeleri ve özgün projeler geliştirmeleri noktasında teşvik eder. Öğrenciler, projeleri için kendi fikirlerini kullanabilirler ve bu projeleri programlayarak ve tasarlayarak hayata geçirebilirler. Örneğin; bu setle öğrenciler bir rüzgâr türbini yaparak yenilenebilir enerji konusunu keşfedebilir (Miles, 2016).

### 2.3. Robotis Dream Eğitim Kitleri

Özellikle STEM eğitimi için tasarlanmış bir robotik eğitim kitidir. Bu kitler; çocukların, gençlerin ve hatta yetişkinlerin temel robotik, kodlama ve mühendislik konularını öğrenmelerine yardımcı olmak için tasarlanmıştır.

Robotis Dream kitleri, modüler bir yapıya sahip olan ve çeşitli sensörler, motorlar ve diğer bileşenleri içeren robotik parçaları içerir. Bu parçalar, birleştirilerek farklı robotik yapılar, araçlar ve diğer cihazlar yapmak için kullanılabilir.

Robotis Dream kitleri, öğrencilerin tasarım, inşa ve programlama becerilerini geliştirmelerine olanak tanır. Öğrenciler, Scratch, Blockly veya Robotis'in kendi programlama yazılımı RoboPlus gibi farklı programlama dilleri ve arayüzleri kullanarak robotlarını programlayabilirler. Bu kitler, öğrencilerin mekanik sistemleri anlamalarına, robotlar oluşturmalarına, programlamalarına ve kontrol etmelerine olanak tanır. Ayrıca, kitler, öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirmeleri ve problem çözme becerilerini kullanmalarını teşvik eder.

#### **2.4. mBot**

Makeblock tarafından üretilen bir eğitim robotudur. mBot, çocuklar için programlama ve robotik öğrenme sürecinde kullanılan basit, kullanımı kolay bir araçtır. mBot, basit yapısı ile birleştirme ve programlama yaparak öğrencilere temel robotik ve kodlama kavramlarını öğrenme fırsatı sunar.

mBot, birçok farklı sensöre sahiptir, bu da öğrencilerin robotlarını çevrelerindeki dünyayı anlamak için kullanmalarını sağlar. Ayrıca, Scratch gibi basit blok tabanlı programlama dillerini kullanarak mBot'un davranışlarını programlamak mümkündür. mBlock yazılımı sayesinde, öğrenciler, mBot'un sensörlerini kullanarak engelleri algılamasını, çizgi takip etmesini ve hatta müzik çalmasını bile sağlayabilirler.

mBot, öğrencilerin STEM alanlarına ilgilerini artırmak için tasarlanmıştır ve birçok okul ve öğretmen tarafından robotik eğitimde kullanılmaktadır.

#### **2.5. Arduino**

Öğrencilerin programlama ve elektronik becerilerini geliştirmelerine yardımcı olan bir mikrokontrolör kartıdır. Arduino elektronik kartları; analog ve dijital giriş/çıkış (I/O) pin sayıları, mikroişlemci tipi, iletişim kanalları vb. özelliklerine göre farklı isimlerle anılırlar. Arduino'nun giriş ve orta seviye uygulamalar için Arduino UNO, ileri seviye için Arduino MEGA, nesnelere

interneti için Arduino YUN, giyilebilir/takılabilir tekstil uygulamaları için Arduino LILYPAD gibi birçok farklı çeşidi bulunmaktadır (Doğan, 2015). Arduino kartları ile uyumlu çalışacak manyetik, mekanik, optik ve termal sensörler sayesinde dış dünyaya ait birçok veri okunup hafızada saklanabilir ve bluetooth veya internet aracılığıyla gerekli komutlar üzerinden kontrol edilecek cihaza/sisteme gönderilebilir (Aktaş ve Baygut, 2015; Kanat, 2015).

## 2.6. Raspberry Pi

Gelişmekte olan ülkelerin okullarında basit bilgisayar bilimlerini öğretmek amacıyla tüm bilgisayar elemanlarının tek bir kart üzerinde bulunduğu geliştirilmiş bir bilgisayar türüdür (Bush, 2011; Cellan-Jones, 2011; Price, 2011).

Arduino ile arasındaki temel fark, arduino kartı üzerinde bir mikrodenetleyici olmasıdır. Raspberry Pi, mikrodenetleyici yerine mikroişlemciye sahiptir. Elektronik ve robotik projelerle uğraşıyorsanız ya da robotik kodlamayı en temelden öğrenmeye çalışıyorsanız Arduino kullanmak doğru seçeneken, ileri düzey projelerde ya da yüksek işlemci gücü gerektiren gerçek zamanlı bilgisayar görüntü işleme uygulamalarında Raspberry Pi kullanmak doğru bir seçenektir.

## 3. Robotik Uygulamaları Eğitim Amaçlı Kullanmanın Faydaları

Robotlar bir eğitim teknolojisi olarak büyük potansiyele sahiptir (Mubin ve ark., 2013). Robotların eğitimde kullanımına yönelik iki temel yaklaşım vardır. İlk yaklaşımda robotlar ve robotla ilgili konular öğretim amacına dahil edilmiştir. İkinci yaklaşımda robotlar, teknoloji, matematik, fen bilimleri gibi robotlarla doğrudan ilgisi olmayan konuların öğretilmesinde öğretim aracı olarak kullanılmaktadır. İkinci amaç için hazırlanan robotlara eğitim robotları veya eğitsel robotlar denilmektedir. Eğitim robotları, öğrenenlerin uygulamalı olarak programlayabildikleri robot setleridir (Üçgül, 2017).

Son yıllarda robotik uygulamaların eğitim amaçlı kullanılması diğer bir deyişle eğitsel robotların kullanılması, öğrenme sürecine ve sonuçlarına birçok katkı sağlamıştır. Bu katkılar şu şekilde sıralanabilir:

- Bilgisayar ve makinelerin iş yapma mantığını anlamaya yardımcı olmak (Oluk ve ark., 2018),
- Sistematik düşünmeyi sağlamak (Oluk ve ark., 2018),
- Soyut kavramların somutlaştırılmasını ve yazılan programın çıktısının anında alınabilmesini sağlamak (Numanoğlu ve Keser, 2017),
- Olay ve durumlar arasındaki örüntülerin anlamlandırılmasını sağlamak (Oluk ve ark., 2018),
- Öğrencilerin araştırma ve keşfetme arzusunun artmasına katkıda bulunmak (Şabanoviç ve Yannier, 2003),
- Öğrencilerin başarılarının artmasına katkıda bulunmak (Chin ve ark., 2014; Özer, 2019),
- Öğrencilerin fen eğitimine ve derse yönelik motivasyonlarının artmasına katkıda bulunmak (Akçay, 2018; Gerecke ve Wagner, 2007),
- Öğrencilerin ince motor becerilerinin gelişimine katkıda bulunmak (Kazakoff ve ark., 2013),
- Öğrencilerin kodlama, mühendislik, tasarım ve mekanik becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmak (Gerecke ve Wagner, 2007),
- Öğrencilerin STEM alanlarına ilgilerini arttırmak ve bu alanlarda gelecekte kariyerlerini sürdürmelerine teşvik etmek (Kim ve Lee, 2016; Kuş, 2016),
- Öğrencilerin fen alanındaki kavramları ve ilkeleri uygulamalarına ve somutlaştırmalarına yardımcı olmak (Üzümcü, 2019),
- Öğrencilerin yaratıcılık, birlikte çalışma, problem çözme, iletişim kurma ve fikirlerini paylaşma geliştirmelerine yardımcı olmak (Gerecke ve Wagner, 2007),
- Öğrencilerin teknolojiye ilgisini çekerek eğitim sürecine olan ilgilerini arttırmak (Costave Fernandes, 2004; Siper Kabadayı, 2019),
- Öğrencilerin gerçek dünya sorunlarına çözümler üretmelerine yardımcı olmaktır (Costave Fernandes, 2004; Siper Kabadayı, 2019).

Bu nedenlerden dolayı, robotik uygulamaları eğitim amaçlı kullanmak, öğrencilerin daha iyi bir gelecek için gerekli becerileri geliştirmelerine yardımcı olabilir.

#### 4. Robotik Uygulamaların Eğitimde Kullanımının Sınırlılıkları

Robotik uygulamaların yaygınlaşması ve eğitimde kullanılması öğrenme süreçleri ve sonuçları açısından pek çok fayda sağlasa da bazı sorunların ortaya çıkmasına da neden olmuştur. Bu sorunları şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Robotik uygulamalarında ihtiyaç duyulan ekipmanların maliyetli olması,
- Robotik uygulamaları programlama ve tasarlama sürecinin bazı öğrenciler için zorlayıcı olması,
- Robotik eğitim setlerine ilişkin parçaların yerlerinin karıştırılması ve kırılması endişesi (Aksu, 2019; Erten, 2019),
- Bazı robotik uygulamaların kullanımının, öğrenciler ve öğretmenler için teknik bilgi ve beceri gerektirmesi,
- Bluetooth bağlantısında olası kesintiler/kopmalar,
- Pillerin zayıflaması nedeniyle motor devrinde yaşanabilecek yavaşlamalar,
- Bazı zamanlarda sensörlerin ortamdaki değişiklikleri algılamada (ışığı algılamak, bir nesnenin varlığını/yokluğunu, uzakta/yakında olduğunu algılamak, hareket yönünü algılamak vb.) başarısız olması (Akman Selçuk, 2019; Kılınç, 2014; Yolcu, 2018),
- Uygulamaların zaman alıcı olması (Blikstein, 2013),
- Robotik uygulamaların cinsiyete (sadece erkeklere yönelik) dayalı olduğu ve çoğu öğrenci için davetkar olmadığı yönündeki algılar (Blikstein, 2013),
- Öğretmenlerin uygulama sırasında sınıfta yeterli kontrol sağlayamamasıdır (Alimisis, 2013; Yang ve ark., 2008).

Bu nedenlerden dolayı, robotik uygulamaların eğitimde kullanımının sınırlılıkları olabilir ve bu sınırlılıkların farkında olmak, eğitim kurumları ve öğrenciler için önemlidir.

## KAYNAKÇA

- Akçay, S. (2018). *Robotik FETEMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve motivasyon üzerine etkileri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Muğla Sıtkı Kocaman Üniversitesi.
- Akman Selçuk, N. (2019). *Eğitsel robotik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin ders motivasyonları, robotik tutumları ve başarıları açısından incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Aksu, F. N. (2019). *Bilişim teknolojileri öğretmenleri gözünden robotik kodlama ve robotik yarışmaları* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Aktaş, V. ve Baygut, U. (2015). *Arduino ve Raspberry Pi ile elektronik uygulamaları*. Level.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71. <http://earthlab.uoi.gr/theste/index.php/theste/article/view/119/85>
- Aydın, M. (2018). Lego robotik uygulamaları ile STEM eğitimi. S. Çepni (Ed.). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi* içinde (4. baskı). Pegem Akademi.
- Barak, M. ve Assal, M. (2018). Robotics and STEM learning: students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 28, 121-144. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-016-9385-9>
- Behrens, A., Atorf, L., Schwann, R., Neumann, B., Schnitzler, R., Balle, J., ... ve Aach, T. (2009). MATLAB meets LEGO Mindstorms—A freshman introduction course into practical engineering. *IEEE Transactions on Education*, 53(2), 306-317. Doi: doi: 10.1109/TE.2009.2017272
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R. ve Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157. Doi: 10.1016/j.compedu.2013.10.020
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. J. Walter-Herrmann ve C. Büching (Eds.). In *FabLabs: Of machines, makers and inventors* (pp. 1-21). Transcript Publishers.
- Bush, S. (2011). *Dongle computer lets kids discover programming on a TV*. <http://www.electronicweeklly.com/Articles/25/05/2011/51129/Dongle-computer-lets-kids-discover-programming-on-a.htm> adresinden 9 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.

- Cameron, R. G. (2005). *Mindstorms robotlab: Developing science concepts during a problem based learning club* [Unpublished Master's Thesis]. Toronto University.
- Cellan-Jones, R. (2011). *A 15 pound computer to inspire young programmers*. [https://www.bbc.co.uk/blogs/thereporters/rorycellanjon es/2011/05/a\\_15\\_computer\\_to\\_inspire\\_young.html](https://www.bbc.co.uk/blogs/thereporters/rorycellanjon es/2011/05/a_15_computer_to_inspire_young.html) adresinden 9 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- Chin, K. Y., Hong, Z. W. ve Chen, Y. L. (2014). Impact of using an educational robot-based learning system on students' motivation in elementary education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(4), 333-345. Doi: 10.1109/TLT.2014.2346756
- Coufal, P. (2020). Development of competencies of elementary school pupils using educational robotic kits. *The European Journal of Social & Behavioural Sciences*, 17(1). Doi: 10.15405/ejsbs.2020.01.issue-1
- Çayır, E. (2010). *Lego-Logo ile desteklenmiş öğrenme ortamının bilimsel süreç becerisine benlik algısı üzerine etkisinin* [Yüksek lisans tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Çömek, A. ve Avcı, B. (2016, Nisan, 12-13). *Fen eğitiminde robotik uygulamaları hakkında öğretmen görüşleri* [Sempozyum]. Uluslararası Yüksek Öğretimde Yeni Eğilimler Kongresi: Değişimlere Ayak Uydurmak, İstanbul, Türkiye.
- Doğan, N. (2015). *Arduino hızlı başlangıç rehberi* (2. baskı). Dikeyksen.
- Erten, E. (2019). *Kodlama ve robotik öğretimi üzerine bir durum çalışması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Foss, A., Wilcoxon, C. ve Rasmus, J. (2019). The academic and behavioral implications of robotics in the classroom: An elementary case study. *Technology & Innovation*, 20(3), 321-332. <https://doi.org/10.21300/20.3.2019.321>
- Gerecke, U. ve Wagner, B. (2007). The challenges and benefits of using robots in higher education. *Intelligent Automation & Soft Computing*, 13(1), 29-43. <https://doi.org/10.1080/10798587.2007.10642948>
- Hangün, M. E. (2019). *Robot programlama eğitiminin öğrencilerin matematik başarısına, matematik kaygısına, programlama özyeterliliğine ve STEM tutumuna etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Kanat, V. (2015). *Sensörler ile arduino*. Dikeyksen.
- Karaahmetoğlu, K. (2019). *Proje tabanlı Arduino eğitsel robot uygulamalarının öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerileri ve temel STEM beceri düzeyleri algılarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Amasya Üniversitesi.
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A. ve Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing



- ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41, 245-255. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10643-012-0554-5>
- Keçeci, G., Yıldırım, P. ve Kırbağ Zengin, F. (2019). Sosyal ağlar ve fen eğitimi. M. H. Bulut (Ed.). *Eğitim bilimleri alanında araştırma ve değerlendirmeler* içinde (1. baskı). Gece Akademi.
- Kılınç, A. (2014). *Robotik teknolojisinin 7. sınıf ışık ünitesi öğretiminde kullanımı* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Erciyes Üniversitesi.
- Kim, S. H. ve Jeon, J. W. (2008). Introduction for freshmen to embedded systems using LEGO Mindstorms. *IEEE Transactions on Education*, 52(1), 99-108. Doi: 10.1109/TE.2008.919809
- Kim, S. W. ve Lee, Y. (2016). The effect of robot programming education on attitudes towards robots. *Indian journal of Science and Technology*, 9(24), 1-11. Doi: 10.17485/ijst/2016/v9i24/96104
- Kuş, M. (2016). *Ortaokul öğrencilerinin kuvvet ve hareket ünitesinin öğretiminde robotik modüllerin etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Küçük, S. ve Şişman, B. (2017). Birebir robotik öğretiminde öğreticilerin deneyimleri. *İlköğretim Online*, 16(1). <https://doi.org/10.17051/io.2017.12092>
- Luchin, R. M. (2012). Control engineering education with help of model-based program tools for robotic construction sets. *IFAC Proceedings Volumes*, 45(11), 425-429. <https://doi.org/10.3182/20120619-3-RU-2024.00092>
- Marulcu, I. ve Barnett, M. (2010). Teaching simple machines to college students through LEGO™ engineering design challenges. M. F. Taşar ve G. Çakmakçı (Eds.). In *Contemporary science education research: Learning and assessment*. Pegem Akademi.
- Miles, S. (2016). *Lego Education WeDo 2.0 brings Lego robots to the classroom*. <https://www.pocket-lint.com/parenting/news/lego/136404-lego-education-wedo-2-0-brings-lego-robots-to-the-classroom/> adresinden 9 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A. ve Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(209-0015), 13. Doi: 10.2316/Journal.209.2013.1.209-0015
- Numanoğlu, M. ve Keser, H. (2017). Programlama öğretiminde robot kullanımı - Mbot örneği. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 497. Doi:10.14686/buefad.306198
- Oluk, A., Korkmaz, Ö. ve Oluk, H. A. (2018). Effect of scratch on 5th graders' algorithm development and computational thinking skills. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(1), 54-71. Doi: <https://doi.org/10.17762/turcomat.v9i1.168>

- Özer, F. (2019). *Kodlama eğitiminde robot kullanımının ortaokul öğrencilerinin erişimi, motivasyon ve problem çözme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. Basic Books.
- Price, P. (2011). *Can a £15 computer solve the programming gap?*. [http://news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/click\\_online/9504208.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/click_online/9504208.stm) adresinden 9 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- Siper Kabadayı, G. (2019). *Robotik uygulamalarının okul öncesi çocukların yaratıcı düşünme becerileri üzerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Şabanoviç, A. ve Yannier, S. (2003). Robotlar: Sosyal etkileşimli makineler. *TÜBİTAK Bilim Teknik Dergisi*, 1-9.
- Şimşek, K. (2019). *Bir fenomenoloji çalışması: Fizik eğitiminde etkinliklerle zenginleştirilmiş bilim tarihi öğretimi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Talan, T. (2020). Eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 34(2), 503-522. <http://journals.iku.edu.tr/yed/index.php/yed/article/view/177/159>
- Üçgül, M. (2013). History and educational potential of Lego Mindstorms NXT. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 127-137. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/160881>
- Üçgül, M. (2017). Eğitsel robotlar ve bilgi işlemsel düşünme. Y. Gülbahar (Ed.). *Bilgi işlemsel düşünmeden programlamaya içinde* (s. 295-314). Pegem Akademi.
- Üzümcü, Ö. (2019). *Bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik program tasarımının geliştirilmesi ve etkililiğinin değerlendirilmesi* [Doktora tezi]. Gaziantep Üniversitesi.
- Yang, X., Zhao, Y., Wu, W. ve Wang, H. (2008, September, 1-3). *Virtual reality based robotics learning system science* [Oral presentation]. IEEE International Conference on Automation and Logistics, Qingdao, China.
- Yolcu, V. (2018). *Programlama eğitiminde robotik kullanımının akademik başarı, bilgi-işlemsel düşünme becerisi ve öğrenme transferine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Yolcu, V. ve Demirer, V. (2017). A review on the studies about the use of robotic technologies in education. *SDU International Journal of Educational Studies*, 4(2), 127-139. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/381155>

## BÖLÜM 8

### FEN EĞİTİMİNDE ANİMASYON

Dr. Öğr. Üyesi Gülen ÖNAL KARAKOYUN <sup>1</sup>  
Prof. Dr. Erol ASİLTÜRK <sup>2</sup>

- 
- <sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksek Okulu, Kimya ve Kimyasal İşletme Teknolojileri Bölümü, Kimya Teknolojisi Programı, Van, Türkiye. [gulenonal@yyu.edu.tr](mailto:gulenonal@yyu.edu.tr), ORCID: 0000-0002-7675-0006
- <sup>2</sup> Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye. [ecil@firat.edu.tr](mailto:ecil@firat.edu.tr), ORCID: 0000-0001-8126-781



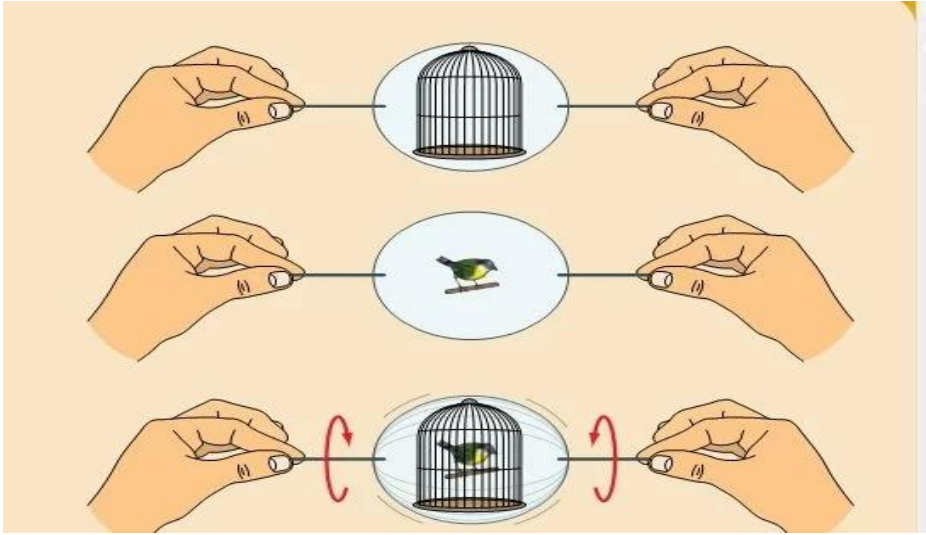
## GİRİŞ

Bilim insanları anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilmesi, öğrencilerin etkili ve analitik düşünme becerilerinin artırılması, öğrenmenin kalıcı olması, öğrencilerin ilgi, merak ve motivasyonlarının artırılması, öğrencilerin derslere aktif katılımların artırılması, ölçme değerlendirme daha sağlıklı yapılabilmesi gibi birçok boyutu bulunan eğitimde kalitenin artırılması amacıyla çeşitli yöntem, teknik ve modeller üzerine çalışmalarını sürdürmektedirler. Bu çalışmalarında günümüzün gelişmiş teknolojisinden de faydalanmaya gayret etmektedirler. Öğrencilerin düşünme becerilerinin incelenmesi (Kükey ve ark., 2019), öğrencilerin pedagojik alan bilgisi seviyelerinin incelenmesi (Keçeci ve Zengin, 2017), çeşitli yöntem veya tekniklerin öğrencilerin akademik başarı (Yıldız ve ark., 2019), ilgi/tutum (Aydoğdu ve ark., 2014) ve motivasyonları üzerine etkilerinin incelenmesi, sosyobilimsel konular, eğitimde teknolojinin kullanımı (Zengin ve ark., 2016), öğretmen ve öğretmen adaylarının ilgi/tutum ve görüşlerinin incelenmesi (Güder ve Tutak, 2012; Nayiroğlu ve ark., 2021; Tutak ve Güder, 2014), STEM olarak kısaltılan Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (Keçeci ve ark., 2017; Alan ve ark., 2019) ve ders kitaplarının/soruların incelenmesi (Korkmaz ve ark., 2020) gibi konular eğitimin kalitesinin artırılması kapsamında bilim insanlarının üzerinde çalıştığı konulardan bazılarıdır. Eğitimde öğretim araçlarının kullanımı üzerine yapılan araştırmalarda sıklıkla incelenen konulardan bir tanesi de eğitimde animasyondan faydalanılmasıdır. Latince kökenden gelen animasyon terimi “canlandırma” anlamı taşımaktadır (Keskin, 2019). Animasyon terimi değişik bilim insanları tarafından farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Bu tanımlardan bazıları şöyledir:

- Animasyon hareket halindeki görüntülerdir (Keskin, 2019).
- Animasyon zaman içinde değişen süreçleri gösteren bir dinamik temsil biçimidir (Amarin, 2016).
- Animasyon hem görsel hem de sözel formları kullanarak sunum yapmaktır (Aremu ve Sangodoyin, 2010).
- Animasyon, kullanıcının zaman içinde sürekli bir değişimi algılamasına ve görevin daha uygun bir zihinsel modelini geliştirmesine yardımcı olacak şekilde, kullanıcının isteğine göre dinamik olarak sunulan çeşitli görüntüler dizisidir (Zanin, 2015).

- Animasyon, bilgisayar ekranlarında bir dizi resim veya grafik göstererek oluşturulan bir hareket simülasyonudur (Park, 1992).

Nesnelerin bir dizi durağan resimlerinin pürüzsüz ve sürekli olarak sunulmasıyla animasyon gerçekleşir. İlk animasyon çalışmalarına on dokuzuncu yüzyılın başlarında rastlanılmaktadır. İlk animasyonlar genellikle çocuklara yöneliktir ve eğlence amacı gütmektedir. "Thaumatrope" ismi verilen oyuncak, animasyonun ilk örnekleri arasında yer almaktadır. Her iki yüzünde birer resim olan ve yan kısımlarına ip bağlı olan bu oyuncak bir disk şeklinde idi. Parmakların arasına alınan ipler çekildiği zaman diskin her iki yüzünde bulunan resim birbirinin ardı sıra izleyen gözün önünde geçmekte ve izleyende tek bir resim algısı oluşturmaktaydı (Şenler, 2005). Aşağıda örnek bir Thaumatrope resmi verilmiştir.



**Şekil 1.** Thaumatrope

**Kaynak:** Umutium (2023).

Sinema sektörünün başlangıcıyla birlikte animasyon kullanımı da hızla artmaya başlamıştır. İlk animasyon çalışmalarında duraklı çekim yöntemi kullanılmıştır. Duraklı çekim yönteminde çekim esnasında kamera durdurulmakta, daha sonra ise filme alınan nesne veya nesnelere eklenmekte veya çıkartılmakta, sonrasında ise çekime devam edilmekte idi. 1907 yılında J. Stuart Blackstone tarafından yapılan "Humorous Phases of Funny Faces" isimli

animasyon filmi duraklı çekim yöntemiyle elde edilen ilk animasyon filmlerindendir. İlerleyen zamanlarda bu yöntemle farklı isimli filmler de çekilmiştir. 1914 yılında animasyon filmler için cellselüloz yöntemi kullanılmaya başlamıştır. Cellselüloz animasyon yönteminde ilk olarak her bir kare ayrı ayrı çizilerek çizgi testi adı verilen bir testten geçirilir. Sonrasında ise ara kareler çizimi gerçekleştirilerek temize çekilir (Şenler, 2005).

Animasyon tekniğinin tarihsel gelişimi temel olarak 4 evrede incelenebilir: 1) sektörün ilk başlangıç yıllarını içeren el çabukluğuyla göz boyama dönemi, 2) sinema endüstrisinde çizgi film kategorisinde bir eğlence aracı olarak kullanılan 1920'li yıllar, 3) Eğlence amaçlı ve uzun süreli animasyon filmlerinin çekilmesine olanak tanıyan yöntemlerin kullanıldığı 1930'lu ve 1940'lı yıllar, 4) içinde bulunduğumuz zamanı da içeren, televizyon reklamı ve sinema sektörü gibi geniş bir yelpazeyi içerisine alan ve animasyonun eğitim amaçlı olarak da kullanıldığı dönem (Şenler, 2005).

Türkiye'de animasyon filmlerinin ilk denemeleri 1940'lı yılların sonuna doğru yapılmaya başlamıştır. Günümüz Türkiye'sinde, televizyon, sinema ve eğlence sektöründen eğitim amacıyla kullanımına kadar farklı alanlara hizmet edebilecek kalitede animasyon filmleri en üst düzeyde teknolojilerin kullanımı ile hazırlanabilmektedir.

Dünyanın birçok ülkesinde bilim insanları tarafından yapılan araştırmalar sonucunda farklı animasyon teknolojilerinin kullanımının öğrencilerin temel bilimsel kavramları anlamaları üzerinde olumlu etkileri olduğu açığa çıkarılmıştır (Amarin, 2016; Wu ve Shah, 2004; Kozma ve Russel, 2005). Eğitimde animasyon kullanımının olumlu sonuçlarının olduğunu öne süren çok sayıda bilim insanı bulunmasına rağmen bazı bilim insanları ise animasyonun bir fenomenin basitleştirilmiş versiyonu olduğu için yanlış anlama potansiyeli taşıyabileceğini iddia etmektedir (Schnotz ve Rasch 2005). Animasyonun eğitim öğretim faaliyetlerindeki etkinliği öğrencinin kişiliği, öğrencinin hafızası, öğretilecek konunun bilişsel yükü, kullanılacak animasyonun yapısı ve animasyonun sınıfta kullanma metodolojisi gibi birçok etkene bağlıdır. Animasyonun eğitim öğretim faaliyetlerinde kullanımı üzerine yapılan araştırmalarda irdelenen hususlardan bazıları şunlardır; animasyon kullanımının öğrencilerin öğrenme süreci üzerine etkileri, öğrencilerin eğitimde animasyon kullanımına ilişkin tutum ve algıları, eğitimcilerin eğitimde animasyon kullanımına ilişkin tutum ve algıları, eğitimde animasyon

kullanımının öğrencilerin düşünme becerileri üzerine etkileri. Animasyonlar soyut kavramların basitleştirilerek öğretilmesinde ve şimşek çakması veya elektronların orbitallerde dolması trafik kurallarının uygulamalı öğretilmesi gibi gözlemlenmesi/ulaşılması zor/ımkânsız olan bazı karmaşık süreçlerdeki dinamik değişiklikleri göstermek için sıklıkla kullanılırlar. Aşağıdaki görsel, trafik kuralları eğitiminde kullanılabilir bir animasyonu resmetmektedir.



**Şekil 2.** Trafik kurallarının animasyonla öğretimi

**Kaynak:** Pngwing (2023)

Animasyonun, öğrencilerin zaman içinde değişimi içeren süreçlerin zihinsel modellerini oluşturmalarına yardımcı olma konusunda statik grafiklerden daha etkili olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya çıkarılmıştır. (Hoffler ve Leutner, 2007). Eğitimde animasyonun kullanımı üzerine yapılan araştırmaların genel bir sonucu olarak eğitimde animasyon kullanımının olumlu yönleri olarak şu hususlar öne çıkmaktadır (Göktürk, 2015; Keskin, 2019 ):

- Bilimsel gerçeklere uygun bir tarzda doğru olarak hazırlanmış animasyon öğrenmeyi pekiştirir.
- Eğitim öğretim faaliyetlerinin para ve zaman olarak maliyetini azaltır.
- Laboratuvar ortamında çeşitli deney aletleriyle entegre edilmiş animasyon uygulamaları daha hızlı sonuç alınmasını sağlar.
- Temini zor ve pahalı malzemeler gerektiği için öğrencilere görsel olarak sunulamayan malzemelerin yerine animasyon kullanımı işleyişi kolaylaştırır.
- Öğrencilerin derse ve deneylere adaptasyonunu kolaylaştırır.



- Öğrenenlerin öğrenme düzeylerini geri dönütlerle pekiştirmeye yardımcı olur.
- Öğrenenlerin konuyla alakalı varsayımlar oluşturmalarını ve oluşturdukları varsayımları test etmelerine yardımcı olur.
- Soyut kavramları somutlaştırarak öğrenmeyi kolaylaştırır.
- Öğrencilerin etkin katılımını sağlar.
- Öğrenilmesi zor olan karmaşık kavramların ve bu kavramlar arasındaki ilişkinin anlaşılmasını kolaylaştırır
- Öğrencileri problem çözmeye teşvik eder ve heveslendirir.

Eğitim açısından animasyon bir görselleştirme tekniğidir. Eğitici animasyon, öğrenmeyi teşvik etme amacı için üretilen özel animasyondur. Öğrencilerin bilgileri anlamasına ve hatırlamasına yardımcı olmak için animasyonların kullanılması, güçlü grafik odaklı bilgisayarların ortaya çıkışıyla birlikte büyük ölçüde artmıştır. Bilgisayar desteği ile animasyon hazırlanması hem daha kolay olmakta hem de zaman açısından tasarruf sağlamaktadır. Günümüzde özel uzmanlara gerek kalmaksızın farklı braştan eğitimciler kendi istedikleri türde eğitsel animasyonları özel olarak hazırlanmış yazılımlar sayesinde kendileri hazırlayabilmektedir (Salman, 2021). Animasyonun fen derslerinde kullanımı üzerine yapılan bilimsel çalışmalar sonucu tespit edilen hususlardan bazıları şunlardır;

- Animasyonun kullanımı öğrencilerin fen derslerindeki akademik başarısını arttırmaktadır (Göktürk, 2015).

- Animasyon kullanımı öğrencilerin fen derslerine karşı olumlu tutum geliştirmelerine katkı sağlamaktadır (Daşdemir, 2006; Erdemir, 2012).

- Animasyonun kullanıldığı fen derslerinde öğrenciler konuyu daha iyi anlamaktadırlar

- Animasyonun kullanıldığı fen derslerinde öğrenciler derslerin daha eğlenceli ve zevkli geçtiğini hissetmekte ve dersten sıkılmamaktadır.

- Animasyonun kullanıldığı fen derslerinde öğrencilerin derse ilgi ve katılımları artmaktadır (Göktürk, 2015).

- Animasyonun kullanıldığı fen derslerinde öğretim faaliyetleri sonucu bilginin kalıcılığı artmaktadır (Bülbül, 2009).

- Animasyonlar bütün fen konularında uygulanmalıdır (Kolomuç, 2009).

Fen Öğretmenlerinin eğitimde animasyon kullanımı ile ilgili algı, tutum ve düşünceleri öğrencilerin başarısında önemli bir etkidir. Öğretmenlerin animasyonları kullanmaları ya da kullanmaya yönelik tutumları, dersin akışında ve öğrencilerin içeriği anlamalarında etkilidir. Yapılan araştırmalar öğretmenlerin multimedya uygulamalarını kullanmaya yönelik tutumlarının giderek daha da olumlu hale geldiğini göstermektedir (Davidson ve Ritchie, 1994). Kellenberger'in (1996) araştırmasına göre Kanada'da eğitim alan 222 öğretmen adayı, bilgisayarların öğretim araçları olarak etkili bir şekilde uygulanabileceğine ve bilgisayar animasyonlarının bilimsel kavramları göstermede faydalı olduğuna inanmaktadır (Salman, 2021). Fen öğretmenlerinin animasyon kullanımı sürecinde öğrencilerin katılımını sağlamaları da önemlidir. Eğitimden herhangi bir açıklama yapılmadığı takdirde öğrenciler animasyon özelliklerini algılayamazlar ancak içeriği veya animasyonların tasarımını yanlış yorumlayabilirler. Yapılan araştırmalar rehber bir fen bilimleri öğretmeni olmaksızın öğrencilerin tek başlarına izlemesi yöntemiyle yapılan faaliyetler sonucunda animasyonların pek de etkili olmadığını göstermektedir (Salman, 2021). Bu nedenle animasyon ile eş zamanlı olarak, öğrencilerin kavramasına yardımcı olacak bir öğretim elemanının da aktif olması gerekmektedir.

Fen eğitiminde animasyonun kullanımı ile ilgili bilimsel araştırmalarda genellikle bir fizik, kimya veya biyoloji konusu, bir sosyo-bilimsel konu veya herhangi bir fen konusunun öğretiminde geleneksel yaklaşım ile animasyonun kullanıldığı yöntemin karşılaştırılması yapılmaktadır. Bu amaçla iki farklı grup oluşturulur. Bu gruplardan bir tanesine geleneksel yaklaşım ile ders anlatılırken, diğer gruba animasyon destekli yöntemle ders anlatılır. Bu tür çalışmalarda ön test – son test uygulamaları sıklıkla yapılır. Geleneksel yöntem ve animasyona dayalı yöntem öğrencilerin akademik başarıları, derse ilgileri, derse katılma eğilimleri, dersle ilgili tutum ve davranışları ve öğrenilenlerin kalıcılığı gibi hususlar bakımından kıyaslanır. Fen eğitiminde animasyonun kullanımı ile ilgili olarak yapılan bilimsel araştırmalar ve bu araştırmaların sonuçları ile ilgili bazı bilgiler aşağıda örnek olarak verilmiştir.

Boyacı (2016), “Fen ve Teknoloji Dersinde Animasyon Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisinin İncelenmesi” başlıklı yüksek lisans tezi gerçekleştirmiştir. Çalışmasında öğrencileri iki gruba ayırmış, bir gruba yapılandırmacı yaklaşım ile ders anlatılmış (kontrol grubu), diğer gruba

ise (deney grubu) animasyon uygulamalarıyla desteklenmiş yaklaşım yöntemi uygulanarak ders anlatılmıştır. Anlatılan konu canlılar ve enerji ilişkileridir. Çalışmasında her iki yöntemin öğrencilerin fen başarısına etkisini kıyaslamıştır. Araştırması sonucunda, canlılar ve enerji ünitesi ile alakalı olarak, akademik başarı yönünden animasyon uygulamalarıyla desteklenmiş yaklaşım yönteminin uygulandığı grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğunu tespit etmiştir (Boyacı, 2016; Öner, 2017).

Akkağıt (2014), “Benzeşim ve Animasyon Kullanılan Web Tabanlı Öğretimin Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Elektrik ve Manyetizma Ünitesindeki Başarılarına Etkisi” başlıklı yüksek lisans tezi gerçekleştirmiştir. Çalışmasında öğrencileri iki gruba ayırmış, bir gruba öğretmen merkezli öğretim yönteminin benimsendiği geleneksel yöntem ile ders anlatılmış (kontrol grubu), diğer gruba ise (deney grubu) benzeşim ve animasyon ile zenginleştirilmiş web tabanlı uygulamalarla desteklenmiş yöntem uygulanarak ders anlatılmıştır. Çalışmasında her iki yöntemin öğrencilerin fen başarısına etkisini kıyaslamıştır. Araştırması sonucunda, benzeşim ve animasyon ile zenginleştirilmiş web tabanlı uygulamalarla desteklenmiş yöntemin uygulandığı grup lehine anlamlı bir farklılık olduğunu tespit etmiştir (Akkağıt, 2014; Öner, 2017).

Öner (2017), “Simülasyon ve animasyon destekli 5E modelin öğretmen adaylarının fen başarısı ve motivasyonlarına etkisi” başlıklı yüksek lisans tezi kapsamında animasyon ve simülasyon ile desteklenmiş 5E modeli uygulamasının öğretmen adaylarının fen başarısı ve motivasyon düzeyleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırmasında bir deney grubu ve bir kontrol grubu oluşturmuştur. Kontrol grubuna öğretmen merkezli yöntemler uygulanırken, deney grubuna ise animasyon ve simülasyon ile desteklenmiş 5E modeli uygulanmıştır. Araştırması sonucunda deney ve kontrol gruplarının fen başarı puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık oluştuğunu tespit etmiştir. Her iki grubun da motivasyon seviyelerini ölçmek için kullandığı anketin sonuçlarına göre ise deney grubu lehine anlamlı bir farklılık tespit etmiştir (Öner, 2017).

## KAYNAKÇA

- Akkağıt, Ş. F. (2014). *Benzeşim ve animasyon kullanılan web tabanlı öğretimin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin elektrik ve manyetizma ünitesindeki başarılarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Alan, B., Zengin, F. K. ve Keçeci, G. (2019). Using STEM applications for supporting integrated teaching knowledge of pre-service science teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 158-170. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=950367>
- Amarin N. Z. (2016). Beyond segmented instructional animation and its role in enrichment of education and technology. *International Journal of Computer Graphics & Animation (IJCGA)*, 6(3), 17-33. <https://dl1wqtxts1x7le7.cloudfront.net/54206644/6316ijcga02-libre.pdf?1503404839=&response-content-disposition>
- Aremu, A. ve Sangodoyin, A. (2010). Computer animation and the academic achievement of Nigerian senior secondary school students in biology, *Journal of the Research Center for Educational Technology*, 6(2), 148-161. <https://rcetj.org/index.php/rcetj/article/view/127/229>
- Aydoğdu, M., Erşen, A. N. ve Tutak, T. (2014). Materyal destekli matematik öğretiminin ortaokul 6. sınıf öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi, *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(3), 166-185. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/402911>
- Boyacı, M. (2016). *Fen ve teknoloji dersinde animasyon uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Bülbül, O. (2009). *Fizik dersi optik ünitesinin bilgisayar destekli öğretiminde kullanılan animasyonların ve simülasyonların akademik başarıya ve akılda kalıcılığa etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2012). Fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 2(3), 33-42. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/209687>
- Davidson, G. V. ve Ritchie, S. D. (1994). Attitudes toward integrating computers into the classroom: what parents, teachers and students report. *Journal of Computing in Childhood Education*, 5(1), 3-27. <https://psycnet.apa.org/record/1994-35181-001>
- Erdemir, N. (2012). *İlköğretim 8. sınıf fen ve teknoloji dersi "canlılar ve enerji ilişkileri" ünitesinin öğretiminde kullanılan animasyon yönteminin öğrenci başarısına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

- Fries-Gaither, J. ve Shiverdecker, T. (2012). Inquiring scientists, inquiring readers: Using nonfiction to promote science literacy, grades 3–5. NSTA Press.
- Göktürk, M. (2015). *Fen ve Teknoloji dersinde TGA stratejisi ile zenginleştirilmiş animasyon destekli eğitimin akademik başarıya, tutuma ve kalıcılığa etkisinin incelemesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı.
- Güder, Y. ve Tutak, T. (2012). İlköğretim 5. sınıf öğretmenlerinin matematik ders kitabı hakkındaki görüş ve düşünceleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 16-28. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/786958>
- Hoffler, T. N. ve Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17(6), 722-738. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.013>
- Keçeci, G. ve Kırbağ Zengin, F. (2017). Observing the technological pedagogical and content knowledge levels of science teacher candidates, *Educational Research and Reviews*, 12(24), 1178-1187. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1164648>
- Keçeci, G., Alan, B. ve Kırbağ Zengin, F. (2017). 5. Sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 1-17. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1481363>
- Keçeci, G., Alan, B. ve Kırbağ Zengin, F. (2016). Eğitsel bilgisayar oyunları destekli kodlama öğrenimine yönelik tutum ölçeği: geçerlilik ve güvenilirlik çalışması, *Education Sciences*, 11(3), 184-194. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/226672>
- Kellenberger, D. W. (1996). Preservice teachers' perceived computer self-efficacy based on achievement and value beliefs within a motivational framework, *Journal of Research On Computing in Education*, 29(2), 124-140. <https://doi.org/10.1080/08886504.1996.10782190>
- Keskin, D. (2019). *Bitki ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme ünitesinde tasarlanan yavaş geçişli animasyonların 6. sınıf öğrencilerinin teknolojiye ve fene yönelik tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Kolomuç, A. (2009). *11. sınıf "kimyasal reaksiyonların hızları" ünitesinin 5e modeline göre animasyon destekli öğretimi*. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Korkmaz, E., Tutak, T. ve İlhan, A. (2020). Ortaokul matematik ders kitaplarının matematik öğretmenleri tarafından değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 118-128. <https://doi.org/10.31590/ejosat.667689>

- Kozma, R. ve Russel, J. (2005). *Multimedia learning of chemistry cambridge handbook of multimedia learning*, (pp. 409-428), New York: Cambridge University Press.
- Kükey, E., Aslaner, R. ve Tutak, T. (2019). Matematiksel düşünmenin varsayımda bulunma bileşenine yönelik olarak ortaokul öğrencilerinin kullandıkları problem çözme stratejilerinin incelenmesi. *Journal of Computer and Education Research*, 7(13), 146-170. <https://doi.org/10.18009/jcer.535610>
- Nayıroglu, B., Tutak, T. ve Tutak, A. M. (2021). Review of the views of secondary school maths students on skills-based questions. *Shanlax International Journal of Education*, 9, 105-111. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1315646.pdf>
- Öner, Y. E. (2017). *Simülasyon ve animasyon destekli 5E modelin öğretmen adaylarının fen başarıları ve motivasyonlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Park, O. C. ve Gittelman, S. S. (1992). Selective use of animation and feedback in computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development*, 40(4), 27-38. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02296897>
- Pngwing, 2023. 26.03.2023 tarihinde <https://www.pngwing.com/tr/free-png-dhpry>, adresinden erişilmiştir.
- Salman, A. A. (2021). *Effect of instructional animation on pupils' academic performance in literacy in ulorin west local government area of Kwara state*, Doctoral Dissertation, Kwara State University, Nigeria.
- Schnotz, W. ve Rasch, T. (2005). Enabling, facilitating, and inhibiting effects of animations in multimedia learning: why reduction of cognitive load can have negative results on learning, *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 47-58. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02504797>
- Şenler, F. (2005). Animasyon tarihi, teknikleri ve Türkiye'deki yansımaları. *Hacettepe Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları (HÜTAD)*, 3, 99-114. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/328227>
- Tutak, T. ve Güder, Y. (2014). Opinions of secondary school mathematics teachers on mathematical modelling. *Educational Research and Reviews*, 9(19), 799-806. <https://doi.org/10.5897/ERR2014.1765>
- Umutium. (2023). 13.03.2023 tarihinde <https://umutium.com/blog/sanat-ve-tasarim/hareketli-goruntu-tarihi-thaumatrope-nedir/> adresinden erişilmiştir.
- Wu, H. K. ve Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning, *Science education*, 88(3), 465-492. <https://doi.org/10.1002/sce.10126>
- Yıldız, S., Keçeci, G. ve Zengin, F. K. (2019). Dengeli beslenme akademik başarı testi: geçerlik ve güvenirlik araştırması. *Van Yüzüncü Yıl*

*Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 848-868.  
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/887524>

Zanin, M. K. (2015). Creating & teaching with simple animation: making biology instruction come alive. *The American Biology Teacher*, 77(6), 463-466. <https://doi.org/10.1525/abt.2015.77.6.463>

Zengin, F. K., Kırılmazkaya, G. ve Keçeci, G. (2012). Akıllı tahta kullanımının fen ve teknoloji dersindeki başarı ve tutuma etkisi. *Education Sciences*, 7(2), 526-537. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/185437>





## BÖLÜM 9

### FEN EĞİTİMİNDE SİMÜLASYON

Dr. Öğr. Üyesi Gülen ÖNAL KARAKOYUN <sup>1</sup>  
Prof. Dr. Erol ASİLTÜRK <sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksek Okulu, Kimya ve Kimyasal İşletme Teknolojileri Bölümü, Kimya Teknolojisi Programı, Van, Türkiye. gulenonal@yyu.edu.tr, Orcid: 0000-0002-7675-0006

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye. ecil@firat.edu.tr, Orcid: 0000-0001-8126-781



## GİRİŞ

Bilim ve teknolojiye son yıllarda açığa çıkan hızlı ilerlemeler ve gelişimler, öğretim faaliyetlerinin geleneksel yöntemler yerine güncel teknolojiye uyumlu yöntemlerle yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bilim ve teknolojiye ilerlemeler ve gelişimler, ezber alışkanlığı kazanmış, sorgulama ve akıl yürütme becerileri zayıf bireyler yetiştirmek yerine, yaratıcı, özgür, bilimsel/analitik düşünebilen, bilgi üretebilen, olayları ve durumları sorgulayabilen, problemlerin farkına vararak uygun çözüm üretebilen, etkili karar verme yeteneğine sahip ve gelişen teknolojiye kısa sürede uyum sağlayabilecek bireyler yetiştirilmesini de zorunlu kılmaktadır. Bu tür özelliklere sahip bireyler yetiştirmek amacıyla fen eğitiminden biyoloji eğitimine, fizik ve kimya eğitiminden matematik eğitimine, güzel sanatlar eğitiminden dil eğitimine kadar tüm disiplinleri kapsayan alanlarda bilimsel araştırmalar gerçekleştirilmektedir. Bu bilimsel araştırmalar ile genellikle öğrencilerin pedagojik alan bilgisi seviyelerinin incelenmesi (Keçeci ve Zengin, 2017), öğretmen ve öğretmen adaylarının ilgi/tutum ve görüşlerinin incelenmesi (Güder ve Tutak, 2012; Nayiroğlu ve ark., 2021; Tutak ve Güder, 2014), öğrencilerin düşünme becerilerinin incelenmesi (Kükey ve ark., 2019), çeşitli yöntem veya tekniklerin öğrencilerin akademik başarı (Yıldız ve ark., 2019), ilgi/tutum (Aydoğdu ve ark., 2014) ve motivasyonları üzerine etkilerinin incelenmesi, sosyobilimsel konular, eğitimde teknolojinin kullanımı (Zengin ve ark., 2012), STEM olarak kısaltılan Eğitim-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (Alan ve ark., 2019) ve ders kitaplarının/soruların incelenmesi (Korkmaz ve ark., 2020) gibi konular üzerine odaklanılmaktadır. Eğitimde teknolojiden faydalanılması amacıyla yapılan araştırmalarda sıklıkla incelenen konulardan bir tanesi de eğitimde simülasyondan faydalanılmasıdır. Simülasyon, gerçek sistemlerin bir bilgisayar ortamında modellenerek, bu modeller üzerinde çeşitli senaryoların test edilmesi, analiz edilmesi ve sonuçlarının tahmin edilmesi işlemidir. Bu yöntem, fiziksel sistemler, biyolojik sistemler, iş süreçleri, ekonomik modeller ve hatta sosyal dinamikler gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Simülasyon kavramı, ilk olarak 1940'larda nükleer fizikteki çalışmalar için geliştirilen Monte Carlo yöntemiyle ortaya çıkmıştır. Daha sonra, 1950'lerde askeri savunma ve havacılık alanlarında kullanılmaya başlamıştır. Günümüzde ise simülasyon, birçok alanda kullanılmaktadır. Simülasyon, gerçek dünyada yapılamayacak kadar pahalı, tehlikeli veya etik

açından kabul edilemez deneylerin yapılmasını sağlar (Rutten ve ark., 2012). Örneğin, bir nükleer reaktörün patlamasının sonuçlarını gerçek dünyada test etmek mümkün değildir, ancak bir simülasyonla olası senaryoların tahmini yapılabilir (Wu ve ark., 2010). Benzer şekilde, ilaçların insanlar üzerinde deneyler yapmadan önce simülasyonlarla test edilmesi daha etik bir yaklaşım olabilir. Simülasyon, gerçek dünya senaryolarının olası sonuçlarını tahmin etmek için kullanılan birçok farklı yöntemle gerçekleştirilebilir. Bir sistem için matematiksel denklemler kurulabilir ve bu denklemler bilgisayar programları aracılığıyla çözülebilir. Böylece, sistemin davranışları, parametreleri değiştirilerek test edilebilir. Ayrıca, bir sistem için yapılan gerçek ölçümler veya veriler kullanılarak istatistiksel modeller oluşturulabilir ve bu modeller üzerinde senaryolar test edilebilir (Koehler ve ark., 2009). Simülasyonlar, gerçek dünyadaki durumlara benzer ortamlarda gerçekleştirilebilir. Örneğin, bir uçuş simülatörü, gerçek bir uçuş ortamına benzer bir ortamda pilotların eğitilmesine olanak tanır. Benzer şekilde, bir hastane simülasyonu, bir acil durumda hastaların nasıl yönetileceğinin test edilmesine yardımcı olabilir. Simülasyonların bir diğer önemli avantajı, birçok farklı senaryo üzerinde test edilebilmesidir. Bir sistemdeki değişikliklerin sonuçları, simülasyonlar aracılığıyla incelenebilir ve böylece en iyi senaryolar belirlenebilir. Ayrıca, gerçek dünyada gözlemlenemeyen birçok olasılık, simülasyonlar aracılığıyla tahmin edilebilir. Bu sayede, sistemin gelecekteki davranışlarına dair fikir sahibi olunabilir. Simülasyonlar, birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Örneğin, fizik alanında, parçacık hızlandırıcılarda gerçekleşen nükleer reaksiyonların modellenmesinde simülasyonlar kullanılmaktadır (Wu ve ark., 2010). Biyolojik sistemlerde, hücrelerin davranışları veya proteinlerin katlanmaları gibi kompleks olayların simülasyonları yapılmaktadır (Dror ve ark., 2012). İş süreçlerinde, üretim hatlarının veya lojistik ağların simülasyonları, daha verimli ve maliyet etkin yöntemlerin belirlenmesine yardımcı olur. Ekonomik modellerde, piyasaların nasıl hareket edeceği veya finansal enstrümanların nasıl etkileneceği konusunda simülasyonlar kullanılmaktadır (Sotoft ve ark., 2010). Sosyal dinamiklerde ise, insanların sosyal ağları veya toplumsal olayların simülasyonları, toplumsal hareketleri veya sosyal değişimleri anlamak için kullanılmaktadır. Simülasyonlar, gerçek dünya olaylarının tahmin edilmesi için son derece önemli bir araçtır (Hou ve ark., 2013). Ancak, simülasyonların gerçeklik payı, kullanılan modelin

kalitesine ve model parametrelerinin doğruluğuna bağlıdır. Simülasyonlar, veri analizi ve modelleme yetenekleri gerektirir. Ayrıca, doğru parametrelerin belirlenmesi için uzmanlık gerektirebilir.

Simülasyon, son yıllarda eğitim alanında yaygın olarak kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Eğitimde simülasyon, gerçek hayatta karşılaşılan durumları taklit eden ve öğrencilerin bu durumları kontrol etmelerine ve çözmelerine olanak tanıyan bir eğitim yöntemidir (Kincaid ve ark., 2003) . Örneğin, bir uçuş simülatörü kullanarak pilot adayları, gerçek bir uçuş sırasında karşılaşılabilecekleri her türlü senaryoyu deneyimleyebilirler. Bu da pilotların gerçek hayatta daha rahat ve güvenli bir şekilde uçmalarını sağlar. Simülasyon, öğrencilere riskli ve tehlikeli durumları deneyimleme fırsatı verirken, aynı zamanda öğrencilerin can güvenliğini riske atmadan pratik yapmalarına olanak tanır. Örneğin, bir tıp öğrencisi, gerçek bir hasta ile çalışırken bir hata yaparsa, bu hatanın sonuçları çok ciddi olabilir. Ancak bir simülasyon ortamında aynı durumlar tekrarlanabilir ve öğrenciler hata yapabilirler ama herhangi bir can kaybı veya ciddi sonuçlar olmaz. Simülasyon, öğrencilerin öğrenme süreçlerini hızlandırır ve daha etkili hale getirir. Simülasyonlar, öğrencilere tekrarlı pratik yapma imkanı sağlar ve bu, öğrencilerin öğrenme sürecinde daha hızlı ilerlemelerine yardımcı olur. Ayrıca, simülasyonlar, öğrencilerin uygulamalı bilgi ve becerilerini geliştirmelerine olanak tanıyarak öğrenmenin kalitesini artırır. Eğitimde simülasyonlar, öğrencilerin motivasyonunu ve ilgisini artırır. Simülasyonlar gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri durumları taklit ederken, öğrencilerin daha fazla ilgisini çeker ve onları daha fazla motive eder. Bu da öğrencilerin daha aktif katılım sağlamalarına ve daha fazla öğrenme fırsatı yakalamalarına olanak tanır. Simülasyonlar 4 başlık altında incelenmektedir (Gould ve ark., 1996; Patel ve ark., 2007; Meyers ve ark., 2003; Ghaderi ve ark., 2012).

1-Fiziksel simülasyon: Gerçek dünya nesnelere fiziksel özelliklerini simüle eden ve bu nesnelere davranışlarını simüle eden simülasyon türüdür. Örneğin, bir araba kazası simülasyonu, gerçek araçların çarpışma davranışlarını simüle edebilir.

2-Prosedürel simülasyon: Belirli bir işlemi veya prosedürü simüle eden simülasyon türüdür. Örneğin, bir cerrahi prosedür simülasyonu, gerçek bir cerrahi işlemi simüle edebilir ve tıp öğrencilerine pratik yapma imkanı sağlar.

3-Veri tabanı simülasyonu: Gerçek hayatta bulunan verileri veya veri tabanlarını kullanarak gerçek hayatta oluşabilecek senaryoları simüle eden simülasyon türüdür. Örneğin, bir pazarlama kampanyası simülasyonu, gerçek müşteri verilerini kullanarak olası satış senaryolarını simüle edebilir.

4- Davranışsal simülasyon: İnsan davranışlarını simüle eden simülasyon türüdür. Bu tür simülasyonlar, sosyal bilimlerde, ekonomide veya psikolojide kullanılabilir. Örneğin, bir şehirdeki trafik akışı simülasyonu, sürücü davranışlarını simüle edebilir ve trafik yoğunluğunu tahmin etmek için kullanılabilir.

Bireyselleştirilmiş öğrenme ve anında geri bildirim elde etme imkanı bilgisayarların öğretim araçları olarak tercih edilmelerinin en önemli nedenleri arasında yer almaktadır. Bu nedenle, özellikle STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) alanlarında, simülasyonlar öğretim ve öğrenme süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. İyi bir simülasyonun aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekir (Ross, 2022);

**Gerçekçilik:** İyi bir simülasyon gerçek dünya uygulamalarını taklit etmelidir. Bu nedenle, simülasyon gerçek dünya ile mümkün olan en yüksek benzerliğe sahip olmalıdır. Böylece, öğrenciler gerçek dünya senaryolarını kendi başlarına pratik yapabilirler.

**Dinamizm:** İyi bir simülasyon, öğrencilerin farklı senaryoları deneyimlemelerine olanak tanımalıdır. Dinamik bir simülasyon, öğrencilerin farklı senaryoları deneyimlemelerine izin vererek, öğrencilerin daha fazla öğrenmelerine ve farklı durumlarda ne yapacaklarını anlamalarına yardımcı olur.

**Kullanıcı Dostu:** Simülasyon kullanıcı dostu olmalıdır. Öğrencilerin simülasyonu kullanmalarını kolaylaştırmak için, simülasyonun kullanıcı arayüzü basit ve anlaşılır olmalıdır.

**İnteraktif:** İyi bir simülasyon, öğrencilerin uygulama üzerinde etkileşim kurmalarını sağlamalıdır. Öğrencilerin farklı adımları denemelerine, senaryoları özelleştirmelerine ve öğrenme sürecini kendi ihtiyaçlarına göre ayarlamalarına olanak tanıyan interaktif bir simülasyon, öğrencilerin daha etkili bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olur.

**Geribildirim:** İyi bir simülasyon, öğrencilere anında geri bildirim sağlamalıdır. Bu, öğrencilerin neyi doğru veya yanlış yaptıklarını hemen öğrenmelerine ve kendi öğrenme süreçlerini geliştirmelerine olanak tanır.

Eldeki kaynaklar ve araştırmalar, bilgisayar teknolojisinin eğitim alanında sunduğu fırsatların ve etkilerin arttığını göstermektedir. Bu kapsamda, fen eğitiminde bilgisayar teknolojisinin kullanımı da özellikle son yıllarda hızla artmaktadır (Rutten ve ark., 2012). Fen alanları, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmeleri ve bilimsel konuları daha iyi anlamaları açısından oldukça önemli olan konulardır. Bu nedenle, bilgisayar teknolojisinin fen eğitiminde kullanımı, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerinin geliştirilmesine ve konuları daha iyi anlamalarına yardımcı olabilir. Günümüzde bilgisayar simülasyonları, özellikle fen eğitiminde oldukça popüler hale gelmiştir. Bu popülerliğin ilk nedeni, simülasyonların programlara kolayca entegre edilebilmesidir. Bilgisayar programları sayesinde, fen öğretmenleri öğrencilerine ders materyalleri olarak simülasyonları sunabilirler ve öğrenciler bu materyalleri daha interaktif ve görsel olarak keşfedebilirler. Bu şekilde öğrenciler, soyut kavramları daha iyi anlama şansına sahip olabilirler (Rutten ve ark., 2012). Bilgisayar simülasyonları, öğrencilerin fen ve teknoloji derslerinde gerçek bir deneyimi gözleme ve onunla etkileşme şansına sahip olmalarını sağlayarak, eğitimde önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Simülasyonlar, özellikle fen ve teknoloji sınıflarında hakiki deney ve sorgulama ortamı yaratmada oldukça önemli bir rol oynayabilirler (Hsu ve ark., 2002). Bu şekilde, öğrenciler teorik bilgileri pratikte uygulama ve gerçek hayatta karşılaşacakları sorunları çözüme becerileri kazanabilirler. Bu da öğrencilerin konuları daha iyi anlamalarını ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirmelerini sağlayabilir.

Fen eğitiminde bilgisayar simülasyonlarının kullanımının yaygınlaşmasının birçok nedeni vardır. Bilgisayarların fizik, kimya, biyoloji gibi birçok alanda fen eğitiminde kullanılmasının öğrencilere gerçek hayatta pahalı, tehlikeli veya imkânsız olan deneyleri gerçekleştirme fırsatı sunması gibi avantajı bu nedenlerden bir tanesidir. Ayrıca, simülasyonlar bilimsel kavramların gelişimine katkıda bulunmak, öğrencilere açık uçlu deneyimler sağlamak, bilimsel sorgulama ve problem çözüme becerileri kazandırmak için de bir araç olarak kullanılabilirler. Bu fikirler, bilimsel araştırmalarla da desteklenmiştir (Rutten ve ark., 2012; Hsu ve ark., 2002). Fen eğitiminde simülasyon kullanımı, öğrencilerin öğrenme sürecine olumlu katkılar sağlamaktadır. Geleneksel öğretim yöntemlerinde, öğrencilerin kavramları anlama süreci sıkıcı ve yorucu olabilir. Ancak, simülasyonlar öğrencilere

öğrenme konularını daha ilgi çekici ve etkileşimli bir şekilde sunma imkânı verir. Öğrencilerin gerçek bir deneyim gözlemleme ve onunla etkileşim kurma şansı sayesinde, konulara daha aktif bir şekilde dâhil olurlar. Böylece öğrenciler daha fazla motive olurlar ve öğrenme sürecine daha fazla ilgi duyarlar. Ayrıca, simülasyonların öğrencilere sorumluluk yüklemesi de önemlidir. Öğrenciler simülasyonlar aracılığıyla kendi kendilerine keşfetme fırsatı bulurlar ve kendi hatalarını yapma imkânları olur. Bu sayede, öğrencilerin problem çözme ve analiz becerileri gelişir. Ayrıca, simülasyonlar, öğrencilerin fen konuları hakkında daha fazla sorumluluk hissetmelerine yardımcı olur. Çünkü simülasyonlar, öğrencilerin fen konularını somut bir şekilde deneyimlemelerini sağlar (Garneli ve Chorianopoulos, 2018). Bununla birlikte, simülasyonların fen eğitimindeki etkileri konusunda yapılacak daha fazla araştırma gerekmektedir. Araştırmalar, simülasyonların öğrenci başarısına nasıl katkı sağladığı, öğrencilerin simülasyonları nasıl algıladığı ve simülasyonların öğrencilerin fen konularını anlama düzeyine nasıl etki ettiği konularına odaklanmalıdır.



**KAYNAKÇA**

- Alan, B., Zengin, F. K. ve Keçeci, G. (2019). Using STEM applications for supporting integrated teaching knowledge of pre-service science teachers, *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 158-170. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=950367>
- Aydoğdu, M., Erşen, A. N. ve Tutak, T. (2014). Materyal destekli matematik öğretiminin ortaokul 6. sınıf öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi, *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(3), 166-185. <https://dergipark.org.tr/en/pub/turkjes/issue/34152/377650>
- Dror, R. O., Dirks, R. M., Grossman, J. P., Xu, H. ve Shaw, D. E. (2012). Biomolecular simulation: a computational microscope for molecular biology. *Annual review of biophysics*, 41, 429-452. <https://doi.org/10.1146/annurev-biophys-042910-155245>
- Garneli, V. ve Choriantopoulos, K. (2018). Programming video games and simulations in science education: exploring computational thinking through code analysis. *Interactive Learning Environments*, 26(3), 386-401. <https://doi.org/10.1080/10494820.2017.1337036>
- Ghaderi, S. F., Azadeh, A., Nokhandan, B. P. ve Fathi, E. (2012). Behavioral simulation and optimization of generation companies in electricity markets by fuzzy cognitive map. *Expert systems with applications*, 39(5), 4635-4646. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.08.097>
- Gould, H., Tobochnik, J., Meredith, D. C., Koonin, S. E., McKay, S. R. ve Christian, W. (1996). An introduction to computer simulation methods: applications to physical systems. *Computers in Physics*, 10(4), 349-349. <https://doi.org/10.1063/1.4822415>
- Güder, Y. ve Tutak, T. (2012). İlköğretim 5. sınıf öğretmenlerinin matematik ders kitabı hakkındaki görüş ve düşünceleri, Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 19, 16-28. <https://dergipark.org.tr/en/pub/zgefd/issue/47945/606593>
- Hou, B., Yao, Y., Wang, B. ve Liao, D. (2013). Modeling and simulation of large-scale social networks using parallel discrete event simulation. *Simulation*, 89(10), 1173-1183. <https://doi.org/10.1177/0037549713495752>
- Hsu, Y. S. ve Thomas, R. A. (2002). The impacts of a web-aided instructional simulation on science learning. *International Journal of Science Education*, 24(9), 955-979. <https://doi.org/10.1080/09500690110095258>

- Keçeci, G. ve Zengin, F. K. (2017). Observing the technological pedagogical and content knowledge levels of science teacher candidates, *Educational Research and Reviews*, 12(24), 1178-1187. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1164648>
- Kincaid, J. P., Hamilton, R., Tarr, R. W. ve Sangani, H. (2003). Simulation in education and training. *Applied System Simulation: Methodologies and Applications*, 437-456. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9218-5\\_19](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9218-5_19)
- Koehler, E., Brown, E. ve Haneuse, S. J. P. (2009). On the assessment of Monte Carlo error in simulation-based statistical analyses. *The American Statistician*, 63(2), 155-162. <https://doi.org/10.1198/tast.2009.0030>
- Korkmaz, E., Tutak, T. ve İlhan, A. (2020). Ortaokul matematik ders kitaplarının matematik öğretmenleri tarafından değerlendirilmesi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 118-128. <https://doi.org/10.31590/ejosat.667689>
- Meyers, J., Geurts, B. J. ve Baelmans, M. (2003). Database analysis of errors in large-eddy simulation. *Physics of Fluids*, 15(9), 2740-2755. <https://doi.org/10.1063/1.1597683>
- Patel, A. A., Glaiberman, C. ve Gould, D. A. (2007). Procedural simulation. *Anesthesiology Clinics*, 25(2), 349-359. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2007.03.006>
- Ross, S. M. (2022). *Simulation*. Academic Press. USA.
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R. ve Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & education*, 58(1), 136-153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Sotoft, L. F., Rong, B. G., Christensen, K. V. ve Norddahl, B. (2010). Process simulation and economical evaluation of enzymatic biodiesel production plant. *Bioresource Technology*, 101(14), 5266-5274. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.130>
- Wu, C. Y., Ferng, Y. M., Chieng, C. C. ve Liu, C. C. (2010). Investigating the advantages and disadvantages of realistic approach and porous approach for closely packed pebbles in CFD simulation. *Nuclear Engineering and design*, 240(5), 1151-1159. <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2010.01.015>
- Kükey, E., Aslaner, R. ve Tutak, T. (2019). Matematiksel düşünmenin varsayımda bulunma bileşenine yönelik olarak ortaokul öğrencilerinin kullandıkları problem çözme stratejilerinin incelenmesi, *Journal of*

- Computer and Education Research*, 7(13), 146-170.  
<https://doi.org/10.18009/jcer.535610>
- Nayıroğlu, B., Tutak, T. ve Tutak, A. M. (2021). Review of the views of secondary school maths students on skills-based questions, *Shanlax International Journal of Education*, 9, 105-111.  
<https://doi.org/10.34293/education.v9iS2-Sep.4375>
- Tutak, T. ve Güder, Y. (2014). Opinions of secondary school mathematics teachers on mathematical modelling, *Educational Research and Reviews*, 9(19), 799-806.
- Yıldız, S., Keçeci, G. ve Zengin, F. K. (2019). Dengeli beslenme akademik başarı testi: geçerlik ve güvenirlik araştırması, *Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 848-868.  
<http://dx.doi.org/10.23891/efdyu.2019.144>
- Zengin, F. K., Kırılmazkaya, G. ve Keçeci, G. (2012). Akıllı tahta kullanımının fen ve teknoloji dersindeki başarı ve tutuma etkisi, *Education Sciences*, 7(2), 526-537.



## BÖLÜM 10

### FEN EĞİTİMİNDE SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI

Dr. Pelin YILDIRIM<sup>1</sup>  
Doç. Dr. Gonca KEÇECİ<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye. [yildirim.pelin92@gmail.com](mailto:yildirim.pelin92@gmail.com).  
Orcid: 0000-0003-4425-2472

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Elazığ, Türkiye. [gkececi@firat.edu.tr](mailto:gkececi@firat.edu.tr). Orcid: 0000-0002-2582-3850



## GİRİŞ

Son yıllarda, eğitim teknolojileri sadece niceliksel olarak değil, niteliksel olarak da önemli önemli ölçüde gelişmiş ve herkesin yaşamının ve eğitiminin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Dünyadaki eğitim teknolojisi modellerine baktığımızda sanal gerçeklik, yapay zekâ, artırılmış gerçeklik teknolojileri ile dijital ölçme ve değerlendirme araçlarının popüler hale geldiği görülmektedir. Bu panoramada sanal gerçeklik, eğlenceden rehabilitasyona, turizmden eğitime çeşitli alanlardaki araştırmaların merkezinde giderek artan bir şekilde ortaya çıkan bir teknolojiyi temsil etmektedir. Eğitim ve öğretim süreçlerinde sanal gerçeklik uygulamalarının kullanılmasının değeri ve önemi her geçen gün artmaktadır. Sanal gerçeklik uygulamaları, bireylere, geleneksel ve uzaktan eğitim için çok özel fırsatlar sunmakla birlikte eğitimin zenginleştirilmesi açısından da önemli bir yere sahiptir. Sanal gerçeklik, bir bilgisayar aracılığıyla gerçek hayattaki ya da hayali mekanları en az 3 boyutlu olarak yeniden yaratmak ve gerçeğe yakın bir ortamda sunmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bölüm; ‘sanal gerçeklik’, ‘sanal gerçeklikle ilgili kavramlar’, ‘sanal gerçeklik ve fen eğitimi’, ‘eğitimde sanal gerçeklik kullanmanın faydaları’ ve ‘eğitimde sanal gerçekliğin sınırlamaları’ olmak üzere beş başlık altında sunulmuştur. Bu beş başlık altında sanal gerçekliğin ne olduğu, fen eğitimindeki potansiyeli, sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimde kullanılmasının yararları ve eğitimde sanal gerçekliğin sınırlılıkları hakkında bilgiler verilmiştir.

### 1. Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik, bir bilgisayar aracılığıyla gerçek hayattaki ya da hayali mekanları en az 3 boyutlu olarak yeniden yaratmak ve gerçeğe yakın bir ortamda sunmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle sanal gerçekliğin yarattığı ortam, bir bilgisayarın yarattığı üç boyutlu bir alandır. Kullanıcı, yapay olarak yaratılan ortam sonucunda gerçek dünyanın devre dışı bırakıldığına inanmaktadır. Sanal gerçeklikte, 3 boyutlu ortamlar görmenin yanı sıra işitme ve hareket gibi diğer duylardan da istifade edilmektedir (Tiridi, 2021).

Brey’e (2014) göre sanal gerçeklik, dokunma ve konum gibi çoklu duysal kanallarda etkileşimin meydana gelebildiği, bilgisayar tarafından oluşturulan, sürükleyici ve etkileşimli üç boyutlu bir ortamdır. Kayabaşı (2002), sanal gerçeklik kavramını, bilgisayar ortamında teknolojik araçlar vasıtasıyla oluşturulan 3 boyutlu resimler ve animasyonlar yardımıyla insanların zihinlerinde gerçek bir ortamdaymış hissini uyandıran ve insanların ortamdaki bu nesnelere etkileşim kurmasını sağlayan teknoloji olarak tanımlarken, Bowman ve McMahan’a (2007) göre sanal gerçeklik, kullanıcıları “orada olma” hissine kaptıran sanal bir ortamı simüle eder.

Yukarıdaki tanımlardan hareketle sanal gerçeklik; insanları gerçekten ortamın içindeymiş gibi hissettirmek için bilgisayar ortamında üç boyutlu

olarak hazırlanan, birden fazla duyu organına eş zamanlı hitap eden, kullanıcı ile etkileşim halinde olan ve çeşitli özel teknolojik araçlar kullanılarak hazırlanan sanal ortamlar olarak tanımlanabilir.

Sanal gerçeklik; finansal sorunların çözümünden eğlence, eğitim, rehabilitasyon, sanat, tedavi, turizm gibi çok çeşitli alanları ele almaktadır. Sanal gerçeklik teknolojisi sayesinde;

- Normal şartlarda yapılması tehlikeli veya imkânsız olabilecek deneyler, inceleme ve gözlemler yapılabilmektedir.
- Müzisyenler sanal ortamlarda müzik üretebilir ve sanal müzelerle kültüre hizmet edebilirler.
- Askeri eğitim, cephane ve yakıt tasarrufu eğitimi, orduda sanal tatbikatlar ile yapılabilmektedir.
- Uzay uçuşları yapılabilir, NASA'daki astronotlar uzay ortamındaki görevlere hazırlanmak üzere yetiştirilebilir.
- Farklı lokasyonlarda ve tarihi mekanlarda sinema izleme, canlı konser ve festival deneyimleri yaşanabilir.
- Vücut içinde üç boyutta seyahat edebilir, kalbin odalarını inceleyebilir, Mars gezegeninin yüzeyinde gezinebilir ve sanki oradaymış gibi hissedebilir veya tasarım yapılabilir.
- Medikal eğitim, deneme operasyonları ve kritik hastaların teşhisini sağlayacak simülatör ve modeller üretilebilir.
- Travmatik beyin ve omurilik yaralanmaları, felç, yürüme bozuklukları gibi hastalıklarda sanal gerçeklikle bütünleşmiş yürüme robotları, omuz-kol robotları kullanılarak hastaların iyileşme süreci hızlandırılabilir.

Yukarıda bahsedilen uygulamalarda sanal gerçeklik doğal olarak beraberinde bazı sorunları da getirmiştir. Sanal gerçeklik kullanımına uygun bilgisayar sistemlerinin kalitesi ve maliyeti, internet bağlantı hızı ve sanal gerçeklik sistemlerinin ucuz olmaması, yaygın kullanım açısından önemli bir dezavantaj oluşturmuştur. Bundan dolayı başlangıçta diğer alanlara göre özellikle oyun ve eğlence dünyasında daha fazla uygulama imkânı bulmuştur (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).

## 2. Sanal Gerçeklikle İlgili Kavramlar

Son yıllarda sıkça bahsedilen sanal gerçeklik ile birlikte artırılmış ve karma gerçeklik terimleri de gündeme gelmiştir. Çoğu zaman birbirinin yerine kullanılabilen bu kavramlar, benzer olsalar da özünde birbirlerinden çok farklıdır. İnsanların sanal ortamları deneyimlemelerini sağlayan bu teknolojiler, geleceğin teknolojileri olarak nitelendirilmektedir (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).

Sanal, artırılmış ve karma gerçekliği içeren ancak bunlarla sınırlı olmayan bir diğer kavram ise genişletilmiş gerçekliktir. Genişletilmiş gerçeklik; tüm bu teknolojileri barındıran şemsiye bir terim olup, gerçek ve



sanal gerçeklik arasında birleştirilmiş tüm sürükleyici teknoloji modlarını ifade etmektedir. Başka bir deyişle, genişletilmiş gerçeklik teknolojileri, tamamen sürükleyici bir kullanıcı deneyimi yaratabilir veya sanal ve gerçek dünyaları birleştirebilir (Tsang ve ark., 2022).

### 2.1. Artırılmış Gerçeklik

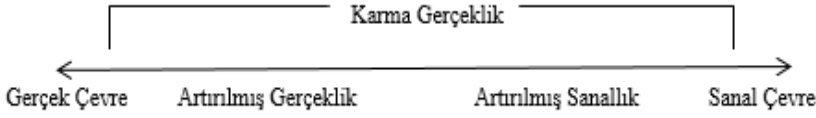
Artırılmış Gerçeklik (AG), kullanıcının gerçek dünya algısını artırmak/değiştirmekle ilgilidir. Bazı araştırmacılar AG'yi teknik bir kavram olarak tanımlarken, bazıları daha geniş bir tanım sunmaktadır. Lee ve arkadaşları (2017), AG'yi, gerçek fiziksel dünyayı bilgisayar tarafından oluşturulan 3 boyutlu sanal nesnelere zenginleştiren ve kullanıcıların mobil cihazlarının ekranları aracılığıyla onlarla etkileşim kurmasına olanak tanıyan bir teknoloji olarak tanımlarken, Azuma ve arkadaşları (2001), AG'yi aşağıdaki üç özelliğı göre tanımlamaktadır:

- Gerçek ve sanal nesnelere gerçek bir ortamda birleştirir.
- Etkileşimli ve gerçek zamanlı çalışır.
- Gerçek ve sanal nesnelere birbiriyle hizalar.

Bu tanım, sanal nesnelere eklendiğı yer olarak 'gerçek ortam'ı vurgular. Bu vurgu, AG ile kullanıcının tamamen yapay bir ortamda bulunarak yalnızca sanal dünyayı görebileceğı gerçeğine dayanan sanal gerçeklik arasındaki önemli bir ayrımdır. Bununla birlikte, AG ve sanal gerçeklik en iyi şekilde, AG ve sanal gerçekliğin, AG'yi fiziksel, gerçek dünya ortamının gerçek zamanlı görünümüleri olarak tanımlayan, karma gerçeklik ölçeğini temsil ettiğı bir diyagramda görülebilir. Bu gerçeklikte, ögeler (az ya da çok ölçüde) ses ya da grafik, bir katman ya da projeksiyon gibi bilgisayar tarafından üretilen duyuşal girdilerle artırılır, geliştirilir, zenginleştirilir ya da azaltılır.

Zailani (2022), AG'yi, gerçek dünyayı (şahsen veya gerçek dünya görselleri oluşturan kamera gibi bir cihaz aracılığıyla) görüntülemenin ve bu görsel dünyaya bilgisayar tarafından oluşturulan girdilerle 2 boyutlu veya 3 boyutlu sanal nesnelere "eklemenin" bir yolu olarak tanımlarken, Yıldırım (2018), AG'yi, grafik, Google My Maps (GPS), ses ve video gibi bilgisayar tarafından üretilen verilerin, gerçek dünya ortamının doğrudan veya dolaylı olarak görülebilen belirli hedef noktalarına birleştirilerek ortamın geliştirilmesi ve zenginleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Kamarainen ve arkadaşları (2013) ise AG'yi, kullanıcıların gerçeklik algısını artırmak için bağılamsal bir bilgi katmanı oluşturarak kullanıcının gerçek dünyadaki duyuşal algısını geliştiren bir 3B teknolojisi olarak tanımlamaktadır.

1994 yılında Milgram ve Kishino, gerçeklik ve sanallık arasındaki bağılantıyı açıklığı kavuşturmak ve AG'nin gerçeklik ve sanallık arasındaki konumunu ortaya çıkarmak için AG'nin gerçek dünyaya, artırılmış sanallığın ise sanal bir ortama daha yakın olduğı "Gerçeklik-Sanallık Sürekliliğı" diyagramını oluşturmuşlardır.



**Şekil 1.** Gerçeklik-sanallık sürekliliği

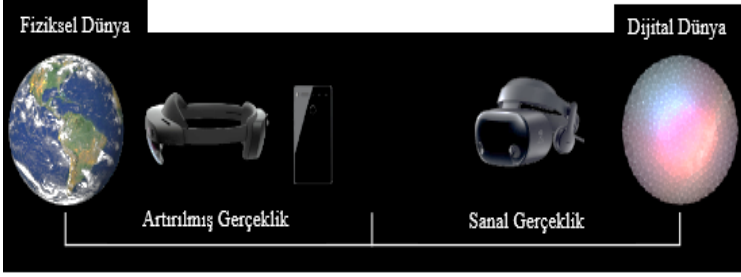
**Kaynak:** Milgram ve Kishino (1994)

Bu diyagrama göre gerçek çevre, sürekliliğin en sol noktasında yer almaktadır. AG, bilgisayar ortamında şekillendirilip oluşturulan sanal verilerin gerçek ortama eklenmesiyle oluşturulur. Sürekliliğin en sağ noktasında sanal çevre yer almaktadır. Artırılmış sanallık, tamamen sanal nesnelere oluşan bu ortamlara gerçek nesnelere eklenmesiyle oluşur. Gerçeklik-sanallık sürekliliğinde soldan sağa doğru ilerledikçe, sanal nesnelere miktarı artarken, gerçeklikle ilişki azalır. Diyagram incelendiğinde AG kavramının, karma ortamın bir parçası olduğu görülmektedir. AG, yalnızca yakın çevresine değil, aynı zamanda canlı video akışı gibi gerçek dünya ortamının dolaylı görüntülerine de sanal bilgi getirerek kullanıcının hayatını kolaylaştırmayı amaçlar (Keçeci ve ark., 2018).

AG, sanal bilgileri yalnızca yakın çevresine değil, aynı zamanda canlı video akışı gibi gerçek dünya ortamının herhangi bir dolaylı görüntüsüne de getirerek kullanıcının hayatını kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. AG, kullanıcının gerçek dünyayla etkileşimini ve algısını geliştirir. Sanal gerçeklik teknolojisi veya sanal çevre/ortam, kullanıcıları gerçek dünyadan uzaklaştırıp, gerçek dünya hissini olmadığı tamamen sentetik bir dünyaya sürüklerken, AG teknolojisi, sanal nesnelere ve ipuçlarını gerçek zamanlı olarak içinde bulunduğumuz dünyanın üzerine bindirerek gerçeklik algısını artırır (Keçeci ve ark., 2021).

## 2.2. Karma Gerçeklik

Karma gerçeklik, doğal ve sezgisel 3 boyutlu insan, bilgisayar ve çevre etkileşimlerinin kilidini açan fiziksel ve dijital dünyaların bir karışımıdır. Başka bir deyişle, *fiziksel dünya ile dijital dünyanın harmanlanmasının sonucudur*. Bu yeni gerçeklik, bilgisayar görüşü, grafik işleme, görüntüleme teknolojileri, girdi sistemleri ve bulut bilişimdeki gelişmelere dayanmaktadır (Microsoft, 2023).



Şekil 2. Karma gerçeklik spektrumu

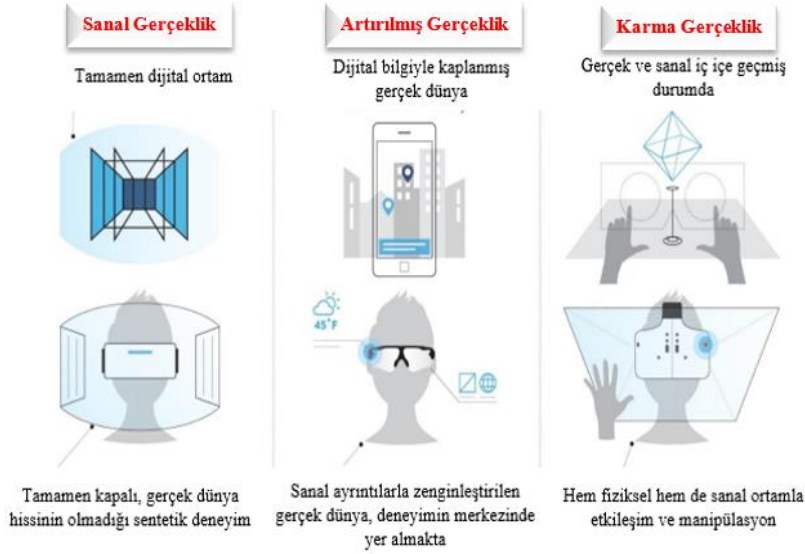
**Kaynak:** Microsoft (2023)

Spektrumun bir ucunda, insanlar olarak var olduğumuz fiziksel dünya yer almaktadır. Fiziksel dünyadaki grafikleri, video akışlarını veya hologramları kaplayan deneyimlere artırılmış gerçeklik denir. Fiziksel dünyada artırılmış gerçeklik teknolojisiyle entegre holografik cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlarda ekran şeffaf olup, kullanıcının kulaklığı takarken fiziksel ortamı görmesini sağlar. Spektrumun diğer ucunda ise dijital dünya yer almaktadır. Tamamen sürükleyici bir dijital deneyim sunma görüşünüzü engelleyen deneyimler, sanal gerçekliktir. Dijital dünyada sanal gerçeklik teknolojisiyle entegre holografik cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlarda ekran opak olup, kulaklık takılıyken fiziksel ortam engellenir. Spektrumda sola doğru gidildikçe kullanıcılar fiziksel gerçekliklerinde var olmaya devam ederler ve bu gerçeklikten çıktıklarına ikna olmazlar. Sağa doğru gidildiğinde ise kullanıcılar dijital bir gerçeklik deneyimlemekte olup, etraflarındaki fiziksel gerçekliğin farkında değildirler. Spektrumunun tam orta noktası ise artırılmış gerçeklik ve sanal gerçekliğin harmanlandığı karma gerçekliği yansıtmaktadır (Microsoft, 2023).

### 2.3. Genişletilmiş Gerçeklik

Genişletilmiş gerçeklik, insan ve makine arasındaki etkileşimin bilgisayar teknolojisi ve donanımı tarafından oluşturulan etkileşimler yoluyla gerçekleştiği, bir araya getirilmiş tüm gerçek ve sanal ortamları ifade eder. Genişletilmiş gerçeklik teknolojileri; sanal gerçeklik, karma gerçeklik ve artırılmış gerçeklikten meydana gelmektedir (Doolani ve ark., 2020). Bu terim, bazen farklı şekilde kullanılmakta olup, somut tanımlar üzerinde fikir birliğine varmak zordur. Kesin tanıma bağlı olarak belirli artırılmış gerçeklik veya sanal gerçeklik uygulamalarını içerebilir veya hariç tutabilir. Bu nedenle, 'genişletilmiş gerçeklik' terimi; artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve karma gerçekliğin tamamını kapsayan bir şemsiye terim olarak son zamanlarda popülerlik kazanmıştır. Genişletilmiş gerçeklik teknolojisi nihayetinde tüm insan duyularını (sadece görme değil) içeren eksiksiz bir deneyim yaratmayı amaçlamaktadır. Psikolojiden uçuş simülasyonlarına kadar geniş bir insan

deneyimi yelpazesini kapsayan bir alan olarak kapsayıcılık ve gelişim potansiyeli muazzamdır (ICRC Innovation Board, 2018).



**Şekil 3.** Artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve karma gerçeklik teknolojileri

**Kaynak:** ICRC Innovation Board (2018)

### 3. Sanal Gerçeklik ve Fen Eğitimi

Modern eğitim, genellikle öğrencinin karmaşık veya soyut kavramları anlamasını veya artık var olmayan senaryoları ve durumları takdir etmesini gerektirir. Bu amaçla metafor ve analoginin kullanılması, soyut kavramların öğretilmesinde oldukça etkilidir. Bir benzetme kullanarak, bir olay veya soyut bir kavram, genel olarak gözlemlenebilir gerçeklik açısından tanımlanmaktadır. Yani kavramlar, deneyimle ilişkilendirilmektedir (Christou, 2010). Deneyim, kavramın zihinsel bir modelinin inşası için malzeme sağlar ve bu da bilginin temeline yol açar (Duffy ve Jonassen, 2013). İnsanlar deneyimler yaşayarak, çevreleriyle etkileşime girerek ve dünyadan bilgi elde etmek için duyularını kullanarak öğrenirler. Sanal gerçeklik, gerçek dünyadan gelen duyuşal girdileri, bilgisayar simülasyonu tarafından oluşturulan duyuşal girdilerle değiştiren bir teknolojidir. İnsanların hareketlerine, doğal davranış ve eylemlerine yanıt vererek etkileşim sağlar. Gelişen dünyada çağın gerektirdiği insan gücüne ulaşılabilmesi, fen eğitiminin kalitesinin sürekli olarak geliştirilmesine bağlıdır (Çetin ve Asiltürk, 2016). Bu açıdan sanal gerçeklik, öğrencinin senaryoları ve durumları hayal etmek yerine deneyimlemesine olanak tanıyan bir ortam sağlayarak, öğretimde yardımcı olabilecek güçlü bir kaynak olarak ortaya çıkmaktadır (Christou, 2010).

Birçok alanda uygulamalarıyla oldukça başarılı sonuçlar elde eden sanal gerçeklik teknolojisi, masaüstü sanal gerçeklik sistemlerinin gelişmesiyle

birlikte fen eğitimi alanında da kullanılmaya başlanmıştır (Winn, 1997). Sanal gerçeklik; somut deneyimler sağlaması, yaparak-yaşayarak öğrenmeyi mümkün kılması, içeriği görsel-işitsel öğelerle destekleyerek karmaşık ve zor fen kavramlarının anlaşılmasını kolaylaştırması açısından fen eğitimi için oldukça önemlidir (Çavaş ve ark., 2004). Fen uygulamalarında gerçek modellerin, sembollerin, iki veya üç boyutlu görsel materyallerin vb. öğretim araçlarının kullanımı, öğrenme süreçlerini kolaylaştırmaktadır (Babur, 2016).

Öğrencilerin çoğu, geleneksel öğretim yöntemlerini içeren klasik öğretimin bir sonucu olarak maruz kaldıkları teknik karmaşıklıklar, öğrendikleri kavramların tam olarak somut olmaması ve soyut anlatımda karşılaştıkları güçlükler nedeniyle öğretilen konuları anlamakta sorun yaşamaktadır (Yager, 2010; Zheng ve ark., 2015). Temel bilgi eksiklikleri, öğrencilerin daha karmaşık problemlerle uğraşmalarını da engeller. Ayrıca laboratuvarlarda öğrenciler, ekipmana zarar verme korkusuyla kendi başlarına değil, bir öğretmenin gözetiminde laboratuvar ekipmanlarını kurmaktadırlar. Bu nedenle, öğrenciler yanlış konfigürasyonun etkileriyle karşılaşamaz ve acil durum senaryolarını yaşayamazlar. Tüm bunların yanı sıra öğrenciler çoğu zaman laboratuvar programı dışında pratik yapma ve kendilerini geliştirme fırsatı bulamamaktadırlar. Laboratuvarında, sınıf ortamında veya fiziksel dünyada yapılması çok zor veya imkânsız olan deney ve gözlemler sanal gerçeklik teknolojisi ile yapılabilen, bu sayede kavramlar dijital ortamda gerçekçi bir şekilde simüle edilebilmektedir (Shin, 2003).

Sonuç olarak sanal ortamların, öğrencilerin geleneksel eğitim yöntemleriyle edinmekte zorlandıkları becerileri geliştirmelerine olanak sağlaması, sanal gerçeklik deneylerinin fiziksel laboratuvarlardaki deneylerden daha akılda kalıcı olabilmesi (Cochrane, 2016; Nadan ve ark., 2011), öğrencilerin kavramları sanal gerçeklik ortamında daha iyi öğrenebilmesi (Salah ve ark., 2019), sanal gerçeklik ile öğrenme sayesinde ileri kavramların öğrenciler için daha kolay sindirilebilir hale gelmesi, öğrencilerin gerçek dünyadaki mesleki zorluklara daha iyi hazırlanabilmeleri gibi çeşitli avantajlar göz önüne alındığında, sanal gerçeklik teknolojisinin, deneysel uygulamaları, soyut kavramları içeriğinde barındıran fen bilimleri eğitiminde kullanılması çok önemlidir.

#### **4. Eğitimde Sanal Gerçeklik Kullanmanın Faydaları**

Günümüzde geleneksel öğretim yöntemlerinin yerini modern eğitim yöntemleri almaya başlamıştır. İnsan ve makine arasındaki iletişimi artırmak için geliştirilen ve insani duygulara hâkim olan sanal gerçeklik teknolojisi, eğitim uygulamalarında sıkça tercih edilen ve öğrenmede oldukça etkili bir teknolojidir. Eğitim alanında sanal gerçeklik kullanımının öğrencilere birçok faydası bulunmaktadır. Bu faydaları aşağıdaki maddelerde sıralamak mümkündür (Çavaş ve ark., 2004):

- Öğrencilerin inceleme ve keşfetme imkânı bulamadığı fiilen var olan yerlerin incelenmesine olanak sağlamak,
- Moleküler düzeyde yapıları görselleştirerek, bu yapıları detaylı bir şekilde öğrenmeye yardımcı olmak,
- Normal şartlarda oluşturulması mümkün olmayan ortamları oluşturmak ve bunlarla etkileşimde bulunmak,
- Ortak çıkarları olan ancak birbirinden uzak bireylerin bir araya gelerek ortak planlar oluşturmasını sağlamak,
- Çeşitli soyut kavramların öğrencilere farklı bakış açıları ve etkileşimle sunulmasına olanak sağlayarak öğrencilerin konuyu daha iyi anlamalarını sağlamak,
- Öğrencilerin kendi öğrenme hızlarına göre deneyimlemelerini ve böylece öğrenme etkinliğini daha etkin bir şekilde gerçekleştirmelerini sağlamak,
- Motivasyonu arttırmak,
- Yeni anlayışların geliştirilmesi için fırsatlar sunmak,
- Yaratıcılığı teşvik etmek,
- Öğrencilerin edilgen durumdan - karşılıklı etkileşim gerektirdiğinden - aktif hale gelmelerini sağlamaktır.

## 5. Eğitimde Sanal Gerçekliğin Sınırlamaları

Teknolojideki herhangi bir ilerlemede olduğu gibi, sanal gerçeklik teknolojisinin de etkili olabilmesi için doğru bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Sanal gerçeklik teknolojisinin eğitim alanındaki büyük vaatlerine ve avantajlarına rağmen, sanal gerçekliği eğitim ortamına entegre ederken ele alınması gereken bazı sınırlamalar vardır. Bu sınırlılıklar aşağıdaki gibi maddeleştirilebilir:

- Uzun yıllar boyunca, gerçekçi ortamlar oluşturmak için gereken maliyet ve bilgi işlem gücü, sanal gerçekliğin eğitimde kullanılmasının önündeki başlıca engellerden biridir (Bell ve Fogler, 1995; Merchant ve ark., 2014).
- Bazı sanal gerçeklik sistemlerinin kullanımının zor olması ve kullanıcının giymesi gereken ekipmanların büyük ve kaba olması, belirli sınırlamalar ile bu ekipmanlara sahip bireylerin fiziksel çevre ile bağını keserek sanal ortamda olma hissini engellemektedir (Ray ve Deb, 2016; Youngblut, 1998).
- Herhangi bir bilgisayarda olduğu gibi, sanal gerçeklik cihazları bozulabilir, çökebilir ve daha fazla öğrenci sanal gerçeklik cihazlarını kullandıkça herhangi bir arızanın meydana gelme riski artar (Choi, 2016; Wu ve ark., 2013). Sonuç olarak, teknik sorunlar, internet kesintileri veya diğer koşulların tüm sınıfın sanal gerçekliği kullanmasını engelleyebileceği durumlara karşı yedek cihazların hazır

bulundurulması ve yedek ders planlarının mevcut olması gerekmektedir.

- Öğrencilerin ve öğretmenlerin sanal gerçeklik cihazlarını nasıl kullanacaklarını öğrenmeleri için ekstra zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, yanlış ayarlanmış başa takılan ekranlar, görüntülerin ve metnin bulanık görünmesine neden olabilir (Hussein ve Nätterdal, 2015). Öğretmenlerin veya yöneticilerin sınıfları için sanal dünyaları veya simülasyonları edinmeleri veya oluşturmaları gerekmektedir. Öğretmenlerin çoğu, kendi sanal gerçeklik uygulamalarını oluşturacak zamana veya teknik becerilere sahip olmadığından, bu teknolojiyi etkin bir şekilde kullanabilmek ve sürdürebilmek için üçüncü kişilere ihtiyaç duyulması olası bir durumdur (Choi, 2016).
- Sanal gerçeklik teknolojisini bir öğretim programına entegre etmek zor olabilir ve bazı öğretmenler yeni teknolojiyi kullanmaya karşı dirençli olabilir (Huang, 2016).
- Sanal gerçeklik ile bir konunun öğretilmesi, geleneksel yöntemlere göre daha fazla zaman alabilmektedir (Wu ve ark., 2013).
- Geleneksel yöntemler kullanılarak yapılan derslerde öğrenciler diledikleri gibi soru sorabilir, yanıt alabilir ve tartışmaya katılabilirler. Sanal gerçeklik donanımını belirli bir yazılım çerçevesinde kullanan öğrenciler, yazılımın getirdiği sınırlara uymak zorunda olup, yazılımın tasarım fonksiyonlarının sundukları haricinde bir şey yapamazlar (Çelikcan, 2022).
- Sanal gerçeklik cihazlarının kullanımının bir sonucu olarak ‘siber hastalık’ olarak nitelendirilen göz yorgunluğu, baş ağrısı, solgunluk, mide bulantısı, terleme, baş ağrısı gibi siber gibi bir dizi olumsuz sonuçla karşılaşabilmektedir (Stuchlíková ve ark., 2017).

## KAYNAKÇA

- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. ve MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34–47. Doi: 10.1109/38.963459
- Babur, A. (2016). *Artırılmış gerçeklik, benzetim ve gerçek nesne kullanımının öğrenme başarılarına, motivasyonlarına ve psikomotor performanslarına etkisi* [Doktora tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Bell, J. T. ve Fogler, H. S. (1998, April, 3-4). *Virtual reality in chemical engineering education* [Conference presentation]. ASEE IL-IN Section Conference, Detroit Mercy University, Detroit.
- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, (2022). *Sanal gerçeklik teknolojisi ve gelecek öngörülerini araştırma raporu*. Ankara.
- Bowman, D. A. ve McMahan, R. P. (2007). Virtual reality: How much immersion is enough?. *Computer*, 40(7), 36-43. Doi: 10.1109/MC.2007.257
- Brey, P. (2014). Virtual reality and computer simulation. R. L. Sandler (Ed.) In *Ethics and Emerging Technologies*. Palgrave Macmillan.
- Choi, D. H., Dailey-Hebert, A. ve Estes, J. S. (2016). *Emerging tools and applications of virtual reality in education*. Information Science Reference.
- Christou, C. (2010). Virtual reality in education. A. Tzanavari, & N. Tsapatsoulis (Eds.). In *Affective, Interactive and Cognitive Methods for E-Learning Design: Creating an Optimal Education Experience*. IGI Global.
- Cochrane, T. (2016). Mobile VR in education: From the fringe to the mainstream. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 8(4), 44-60. Doi: 10.4018/IJMBL.2016100104
- Çavaş, B., Huyugüzel Çavaş, P. H. ve Taşkın Can, B. (2004). Eğitimde sanal gerçeklik. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(4), 110-116. <http://www.tojet.net/articles/v3i4/3415.pdf>
- Çelikcan, U. (2022). Eğitimde ve tıpta sanal gerçeklik uygulamaları: Geçmişten geleceğe uzanan bir inceleme. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 13(2), 235-251. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2349998>
- Çetin, B. Y. ve Asiltürk, E. (2016). Fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin kimyasal denklemler ve hesaplamalar konusu öğrenmeleri üzerine fenomenografik bir çalışma. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 53, 317-333. <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS6887>
- Doolani, S., Wessels, C., Kanal, V., Sevastopoulos, C., Jaiswal, A., Nambiappan, H. ve Makedon, F. (2020). A review of Extended Reality



- (XR) technologies for manufacturing training. *Technologies*, 8(4), 77. <https://doi.org/10.3390/technologies8040077>
- Duffy, T. M. ve Jonassen, D. H. (2013). *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. Routledge.
- Huang, H. M., Liaw, S. S. ve Lai, C. M. (2016). Exploring learner acceptance of the use of virtual reality in medical education: a case study of desktop and projection-based display systems. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 3-19. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.817436>
- Hussein, M. ve Nätterdal, C. (2015). *The benefits of virtual reality in education: A comparison study*. Gothenburg University, Sweden.
- ICRC Innovation Board, (2018, November). *Extended Reality - Brief Determining Needs, Expectations and the Future of XR for the ICRC*. ICRC Innovation Board.
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S. ve Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>
- Kayabaşı, Y. (2002). Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3), 151-158. <http://www.tojet.net/volumes/v4i3.pdf#page=151>
- Keçeci, G., Yıldırım, P. ve Kırbağ Zengin, F. (2018). Mobil artırılmış gerçeklik ve fen eğitimi. A. İşcan (Ed.). *Eğitim bilimlerinde örnek araştırmalar içinde* (1. baskı). Nobel Akademik.
- Keçeci, G., Yıldırım, P. ve Zengin, F. K. (2021). Opinions of secondary school students on the use of mobile augmented reality technology in science teaching. *Journal of Science Learning*, 4(4), 327-336. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1321133.pdf>
- Lee, L. K., Chau, C. H., Chau, C. H. ve Ng, C. T. (2017, June, 27-29). *Using augmented reality to teach kindergarten students English vocabulary*. In 2017 International symposium on educational technology (ISET) (pp. 53-57). Hong Kong, China. <https://doi.org/10.1109/ISET.2017.20>
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W. ve Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>
- Microsoft, (2023, January). *What is mixed reality?*. <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality> adresinden 3 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.

- Milgram, P. ve Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329. [https://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d\\_12\\_1321](https://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321)
- Nadan, T., Alexandrov, V., Jamieson, R. ve Watson, K. (2011). Is virtual reality a memorable experience in an educational context?. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 6(1), 53-57. Doi:10.3991/ijet.v6i1.1433
- Ray, A. B. ve Deb, S. (2016, December, 2-4). *Smartphone based virtual reality systems in classroom teaching—a study on the effects of learning outcome* [Conference presentation]. IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E), United States.
- Salah, B., Abidi, M. H., Mian, S. H., Krid, M., Alkhalefah, H. ve Abdo, A. (2019). Virtual reality-based engineering education to enhance manufacturing sustainability in industry 4.0. *Sustainability*, 11(5), 1477. <https://doi.org/10.3390/su11051477>
- Shin, Y. K. (2003, December, 3-5). *Virtual experiment environments design for science education* [Conference presentation]. International Conference on Cyberworlds (CW), Chosun University, South Korea.
- Stuchlíková, L., Kósa, A., Benko, P. ve Juhász, P. (2017, October, 26-27). *Virtual reality vs. reality in engineering education* [Conference presentation]. 15th International Conference on Emerging Elearning Technologies and Applications (ICETA). IEEE.
- TiRiDi, (2021) *Sanal gerçeklik nedir?* <https://www.tiridi.com/sanal-gerceklik/sanal-gerceklik-nedir.html> adresinden 3 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- Tsang, Y. P., Yang, T. T., Chen, Z. S., Wu, C. H. ve Tan, K. H. (2022). How is extended reality bridging human and cyber-physical systems in the IoT-empowered logistics and supply chain management?. *Internet of Things*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100623>
- Winn, W. (1997). *The impact of immersive virtual environments in three dimensions on modern pedagogy*. Washington University, Human Interface Technology Laboratory.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y. ve Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Yager, R. E. (2000). A vision for what science education should be like for the first 25 years of a new millennium. *School Science and Mathematics*, 100(6), 327-341. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2000.tb17327.x>
- Yıldırım, P. (2018). *Mobil artırılmış gerçeklik teknolojisi ile yapılan fen öğretiminin ortaokul öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik*

- tutumlarına ve akademik başarılarına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Youngblut, C. (1998). *Educational uses of virtual reality technology*. Institute for Defense Analyses Alexandria VA.
- Zailani, A. U. (2022). *Pengenalalan augmented reality untuk pemula*. Pascal Books.
- Zheng, S., Rosson, M. B., Shih, P. C. ve Carroll, J. M. (2015, March, 14-18). *Understanding student motivation, behaviors and perceptions in MOOCs* [Conference presentation]. 18th ACM International Conference on Computer-Supported Cooperative Work and Social Computing (CSCW), BC, Canada.



## BÖLÜM 11

### FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİNDE SANAL LABORATUVAR UYGULAMALARI

Doktora Öğrencisi Mehmet POLAT<sup>1</sup>  
Dr. Öğr. Üyesi Ömer YILAYAZ<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye. polat.mehmet.1719@gmail.com, Orcid: 0000-0002-5955-5620

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Öğretimi Bölümü, Elazığ, Türkiye. oyilayaz@firat.edu.tr, Orcid: 0000-0001-2345-6789



## GİRİŞ

Fen eğitiminin temel amacı içerisinde yaşadığı dünyayı anlayabilen ve öğrendikleri bilgileri kullanarak günlük yaşamda karşılaştıkları sorunlara etkili ve yaratıcı çözümler üretebilen fen okur-yazarı bireyler yetiştirmektir (MEB, 2018). Fen bilimleri, doğası gereği birçok soyut ve karmaşık yapıya konu ve kavramları içermektedir. Fen eğitiminde kavramlar arasındaki ilişkilerin kurulması ve soyut kavramların somutlaştırılması etkili ve kalıcı öğrenmeler edinilmesi açısından oldukça önemlidir (Polat ve Önal Karakoyun, 2022). Geleneksel yöntemlerle işlenen fen bilimleri dersleri öğrencilerin konu ve kavramları anlamalarını zorlaştırmakta ve bireyler, kavramlar ve olaylar arasındaki ilişkileri açıklayabilmek için bireysel çabalarıyla birtakım zihinsel yapılar oluşturabilmektedirler. Bu durum hüristik olarak adlandırılan bilişsel yanılığın ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Dale, 2015; Önal Karakoyun ve Asiltürk, 2022; Robledo ve ark., 2021). Fen öğrenme-öğretme sürecinde soyut kavramların somutlaştırılması, kavramlar arasındaki ilişkilerin kurulması ve bilişsel yanılığın ortadan kaldırılmasında kullanılabilecek etkili yöntemlerden biri de laboratuvar deneyleridir (NRC, 2012; Wang ve ark., 2014). Bireylerin fiziksel materyaller ve sistemlerle etkileşim kurarak öğrenme-öğretme sürecine aktif katılımlarına; olay, olgu ve kavramlara ilişkin somut yaşantılar edinebilmelerine olanak sağlaması laboratuvar deneylerinin sahip olduğu en önemli avantajlar olarak ifade edilmektedir (McNeil ve ark., 2009). Laboratuvar deneyleri, deney yapma sürecinde öğrencilerin laboratuvardaki çalışmalarını ve tartışmalarının incelenerek öğrenme ve akıl yürütme süreçlerinin anlaşılmasına olanak sağlayabilmektedir (Mercer, 2008). Laboratuvar deneyleri öğrencilerin somut yaşantılar edinerek bilimin doğasını anlama (Liu ve ark., 2021; Vaez ve Potvin, 2021), bilimsel süreç becerilerini geliştirme (El Kharki ve ark., 2021; Kumar ve ark., 2018; Penn and Ramnarain, 2019), anlamlı ve kalıcı öğrenmeler edinme (Ateş ve Eryılmaz, 2011; Penn and Ramnarain, 2019; Solomon ve ark., 2018), problem çözme becerilerini geliştirme (oghlu Sharifov, 2020; Pedaste ve ark., 2020; Sutarno ve ark., 2019) ve fen bilimleri derslerine yönelik motivasyon ve tutum düzeyini artırma (Dryberg ve ark., 2017; Gyllenpalm ve ark., 2021) gibi öğrenme-öğretme sürecine ilişkin birçok avantaja sahiptir. Laboratuvar deneylerinin fen öğrenme-öğretme sürecine yönelik sağladığı katkılar bilinmesine rağmen okullarda fen laboratuvarı bulunmaması, donanım ve materyal yetersizliği, fen

bilgisi öğretmenlerinin laboratuvar kullanımına ilişkin yeterli bilgi ve tecrübeye sahip olmamaları, laboratuvar kazaları ve öğretim programından kaynaklanan birtakım sorunlar fen eğitiminde laboratuvarın kullanımını sınırlandırmaktadır (Batı, 2018; Kılıç ve Aydın, 2018; Yurttaş Kumlu, 2021). Bu durum fen öğrenme-öğretme sürecinde öğretmenlerin ve öğrencilerin fen müfredatının pedagojik hedeflerine ulaşabilmeleri açısından alternatif laboratuvar ortamlarını gerekli kılmıştır.

Günümüzde bireysel ve toplumsal yaşamın vazgeçilmez bir unsuru haline gelen teknoloji, yaşamın birçok alanında olduğu gibi eğitim-öğretim alanında da çeşitli yenilikler ve kolaylıklar sunmaktadır. Bilgi iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ile birlikte öğrenme-öğretme sürecinde kullanılmaya yönelik birçok yeni teknolojiler ortaya çıkmıştır. Bilim ve teknoloji çağı olarak adlandırılan günümüzde eğitim teknolojileri matematik (Aydoğdu ve ark., 2015; Cullen ve ark., 2020; İç ve Tutak, 2018; Makhmudova, 2020; Thurm ve Barzel, 2022; Türkddoğan ve ark., 2010), fen (Alan ve ark., 2021; Canpolat ve Tağ, 2014; Kaya ve Yılayaz, 2013; Keçeci ve ark., 2021; Moon ve ark., 2021; Nugraha ve Eliyawati, 2019; Yıldız ve Zengin, 2021), fizik (Ellermeijer ve Tran, 2019; Habibi ve Habibi, 2014; Sullivan ve ark., 2017), kimya (Moreno ve ark., 2018) ve biyoloji (Anazifa, 2022; Garaway-Lashley, 2014; Safitri ve ark., 2017) ve birçok disiplin alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Fen eğitiminde kullanılan yeni teknolojik gelişmelerden biri olan sanal laboratuvarlar, simülasyon ve animasyonlarla fiziksel laboratuvarlarda kullanılan materyallerin ve laboratuvar şartlarının sunulduğu teknolojik uygulamalardır (Lestari ve Pahar, 2020). Teknolojik gelişmelerle birlikte ortaya çıkan sanal laboratuvarlar, simülasyon ve animasyon içerikleriyle okullardaki fiziksel laboratuvarlarda gerçekleştirilmesi mümkün olmayan ya da tehlikeli olan deneylerin yapılmasına olanak sağlayabilmektedir. Öğrencilere anlamlı bir sanal deneyim sağlamak ve temel kavramları, ilkeleri ve süreçleri sunmak için laboratuvar deneylerini bir bilgisayarda simüle ederek etkileşimli multimedya içerikleri ile sunan sanal laboratuvarlar, bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerden biridir. Öğrenciler sanal laboratuvarlar aracılığıyla öğrenme-öğretme sürecinde yanlış yapılan deneyleri tekrarlama ve amaçlanan deneyimi derinleştirme fırsatına sahip olabilmektedirler (Tatlı ve Ayas, 2013; Wastberg ve ark., 2019). İnternet ve bilgisayar teknolojilerinin yaygınlaşması ile birlikte sanal laboratuvarların kullanımı gün geçtikçe



artmaktadır (D'Angelo ve ark., 2016). Son dönemlerde birçok bilimsel alanda kullanılmak üzere tamamen yazılım tabanlı birtakım sanal laboratuvar uygulamaları geliştirilmiştir. Genellikle belli bir disiplin alanına özgü olan ve farklı teknikler içeren sanal laboratuvarlar okullardaki fen deneylerinin yapılmasının yanı sıra aynı zamanda öğrenme-öğretme süreçlerinde zaman ve mekândan bağımsız olarak STEM uygulamalarının yapılmasına da olanak sağlayabilmektedir. Bilimsel becerilerin kazanılması açısından geleneksel uygulamalı yöntemlere oranla daha etkili olan sanal laboratuvarlar, gerçekli görselleştirmeler ve görüntüler sunarak yapıcı öğrenme ortamları oluşturabilirler (Emhadelima, 2015; Miller ve ark., 2018). Fen eğitiminde deneysel yöntemler bilimsel yaklaşımlarla elde edildiğinden dolayı bilimsel yöntemlerden ve bilimsel süreç becerilerinden ayrı düşünülemez (Sihombing ve Marheni, 2012). Fen eğitimi kavramların, ilkelerin ve teorilerin yanı sıra aynı zamanda bilimsel süreçleri de içermektedir. Okul ortamlarında fen bilimleri derslerinde aktarılan içeriğin fen laboratuvarlarında, uygun materyallerle açıklanamaması ve gözlenememesi etkili ve kalıcı öğrenmeler edinilmesini engellemektedir (Ismail ve ark., 2016). Sanal laboratuvarlar, öğrencilerin gözlemlenmesi zor olan bilimsel kavramlarla etkileşim kurmalarını, animasyon ve video içerikleriyle soyut ve karmaşık yapılı konu ve kavramları somutlaştırmalarını sağlayabilmektedir.

### **Sanal Öğrenme**

Bilgisayarlar vasıtasıyla simüle edilen sanal dünyalar, birçok kullanıcının avatar adı verilen sanal temsilciler oluşturarak eşzamanlı ya da bağımsız olarak sanal ortamdaki kişi ve nesnelere keşfederek bunlarla etkileşim kurabildikleri iki ya da üç boyutlu ortamlardır (Chen, 2022; Aichner ve Jacob, 2015). Hamed ve Aljanazrah (2020), kullanıcıların öğrenme-öğretme sürecinde "avatar" adı verilen temsilciler aracılığıyla üç boyutlu sanal ortamları keşfettiğini ve diğer insanlarla etkileşim kurduklarını ifade etmiştir. Guomin ve Jianxin (2010) sanal öğrenme ortamlarının, gerçekçi ya da hayali öğrenme ortamlarını simüle ederek bireylerin birbirleriyle ve materyallerle etkileşim kurmalarını sağladığını ifade etmiştir. Sanal dünyalar, teknolojik ve maddi unsurlar aracılığıyla kendileriyle etkileşime giren bireyleri kendine çekerek yeni bir yaşam alanı oluşturmasını sağlayabilmektedir. Agudo-Peregrina (2014), etkileşimin sanal ortamların temel bir bileşeni olduğunu, ancak

öğrenme-öğretme sürecinin etkililiği ve verimliliğine etkisinin henüz tartışıldığını ifade etmiştir.

Geleneksel öğretim yöntemlerine alternatif olarak ortaya çıkan sanal öğrenme ortamları, uzaktan eğitim uygulamalarını kolaylaştırmayı ve öğrenme-öğretme sürecini daha kolay ve esnek hale getirmeyi amaçlayan bilgisayar tabanlı uygulamaları olarak tanımlanmaktadır (Shudayfat ve ark., 2014). Öğrenme-öğretme sürecinde ders sunumlarını kolaylaştırabilecek birçok farklı araçlar ve işlevler sağlayan sanal öğrenme, WEB tarayıcıları aracılığıyla erişilebilen ortamlardır. Teknolojik gelişmelerle birlikte ortaya çıkan yeni uygulamalar, sanal öğrenme ortamlarında öğrenme-öğretme sürecini geliştirmek ve verimliliğini artırmak için kullanılmaktadır (Cardullo ve ark., 2021). Sanal öğrenme ortamları, öğrenme-öğretme sürecinde bireylere öğrenmelerini değerlendirme, iletişim kurma, çalışmalarını paylaşma, içerik yükleme, öğrenci grupları kurma ve yönetme, anket uygulama, ders notları oluşturma, mevcut ders notlarına erişme ve akademik gelişmelerini takip edebilmelerini sağlayabilen birtakım araçlar sunmaktadır. Wikiler, RSS okuyucu, bloglar, 3D sanal öğrenme uygulamaları, sanal öğrenmenin yeni uygulamalarını oluşturmaktadır. Uzaktan eğitim sürecini geliştirmeye yönelik tasarlanan sanal öğrenme ortamları günümüzde sınıf içi uygulamaları desteklemek amacıyla harmanlanmış öğrenme uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ashrafi ve ark., 2020; Al-Obaydi, 2020; Green ve ark., 2020; Taylor ve ark., 2022).

Sanal öğrenmenin öğrenme-öğretme sürecine yönelik birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlar (Alves ve ark., 2017; Alharbi ve ark., 2013; Herrington, 2010; Pem ve ark., 2021):

- Öğrenci merkezli öğrenme ortamları sunar.
- Öğrencilerin sunulan eğitim içeriğine yönelik düşüncelerini tartışabilecekleri ortamlar oluşturur.
- İşbirliğine dayalı öğrenme ortamları oluşturulmasını sağlar.
- Farklı öğrenme alanlarına ilişkin içeriklere ulaşarak bu alanlara ilişkin becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir.
- Zaman ve mekâna bağlı kalmaksızın bireylerin öğrenme-öğretme sürecine dahil olunmasına olanak sağlar.

- Öğrenme-öğretme sürecinin etkililiğine ve öğrenmelerin verimliliğine ilişkin sürekli geri bildirim ve değerlendirme sağlar.
- Öğrenme-öğretme içerikleriyle defalarca etkileşime girilmesine ve buna bağlı olarak konunun daha iyi anlaşılmasına olanak sağlar.

Sanal öğrenme sağladığı birçok avantajın yanında aynı zamanda birtakım dezavantajlara da sahiptir. Bunlar (Cardullo ve ark., 2021; Symonenko ve ark., 2020):

- Öğrenme-öğretme sürecinin etkililiğini ve verimliliğini geliştirebilecek bir sanal öğrenme sisteminin geliştirilmesi zor ve uzun zaman gerektiren bir süreçtir.
- İnternet ve bilgisayar teknolojileri aracılığıyla erişim sağlanabilen sanal öğrenme ortamları iyi bir teknolojik donanım ve internet altyapısı gerektirmektedir.
- Kullanıcıların kişisel bilgilerinin kötü niyetli kişiler tarafından ele geçirilebilir.

### **Sanal Laboratuvarlar**

Teknolojik gelişmelerle birlikte ortaya çıkan sanal gerçeklik, gerçekçi simülasyonların yansıtıldığı üç boyutlu sanal bir ortamda kullanıcıların birbirleriyle ve materyallerle eş zamanlı ya da bağımsız olarak etkileşim kurabilmelerine olanak sağlayan ortamlardır (Kumar ve ark., 2018). Fen öğrenme-öğretme sürecinde sanal laboratuvarların kullanımı, öğrencilerin fiziksel laboratuvarlarda gerçekleştirilmesi zor ve tehlikeli olan deneyleri yapmalarına olanak sağlayarak öğrenme-öğretme sürecini kolaylaştırır (Potkonjak ve ark., 2016). Sanal laboratuvarlar, fiziksel laboratuvarlarda gerçekleştirilebilen deneylerin gerçekleştirilmesine, gözlemlenmesine ve işbirlikli çalışmalar yapılmasına olanak sağlayabilmektedir. Sanal laboratuvarların ve fiziksel laboratuvarların sahip olduğu avantajları ve dezavantajları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Gerçek ve sanal laboratuvarların avantajları ve dezavantajları

Gerçek Laboratuvar	Sanal Laboratuvar
+ El becerileri gelişir.	+ Sonuçlar değişmez
+ Bilimsel yaklaşım basamakları takip edilir.	+ Bilimsel yaklaşım basamakları takip edilir.
+ Kurallı çalışma becerileri gelişir.	+ Zengin materyaller ve kimyasallarla çalışma olanağı sunar.
- Uzun ön hazırlık gerektirir.	+ Tehlikeli, yüksek maliyetli, sağlığa zararlı veya özel şartlara sahip deneylerin kolaylıkla yapılmasına olanak sağlar.
- Tehlikeli veya zararlı kimyasallarla çalışmak tehlikelidir.	
- Yüksek maliyet, uzun zaman ve zor girişimler gerektirir.	
	+ Uzun bekleme süreleri yoktur.
	+ Ekonomiktir.
	+ Deneylere ilişkin görsel öğeler sunar.
	+ Gerçek deneyler için ön hazırlık yapılmasını sağlar.
	+ Sanal öğrenmeyi etkinleştirir.
	+ Mikro boyutta gerçekleşen etkileşimlere ilişkin animasyonlar sunar.
	- Gerçek yaşamdan uzaklaşmaya neden olabilir.
	- El becerilerinin gelişmesine katkı sağlayamaz.

+: Avantaj, -: Dezavantaj **Kaynak:** Rizman Herga, (2015)

Fiziki laboratuvar deneyleri, deneysel araştırma becerilerinin öğretilmesine, geliştirilmesine ve fen kavramlarına ilişkin pratik bilgilerin edinilmesine olanak sağlamaktadır. Sanal laboratuvarlar ise fiziksel laboratuvarların sağladıkları avantajların yanı sıra aynı zamanda tehlikeli ve yüksek maliyetli deneylerin kolay bir şekilde uygulanmasına, fiziksel laboratuvar ortamlarında çok hızlı ya da çok yavaş gerçekleşen reaksiyonların gözlenmesine olanak sağlamaktadır. Sanal laboratuvarlarda öğrencilerin el becerilerini kullanamamalarına bağlı olarak gerçek dünyadan soyutlanmaları bu yöntemin en önemli sınırlılığını oluşturmaktadır. Sanal laboratuvarlarda

öğrenciler bireysel ya da gruplar halinde deney sürecine müdahale edebilme, parametreleri değiştirebilme ve deney sonuçlarını öğretmen ve akranlarıyla tartışma olanağına sahip olabilmektedirler (Liu ve ark., 2015). Öğrenciler sanal laboratuvarlar aracılığıyla fiziksel laboratuvarlarda yapılması çok zor olan, güvenilir ölçümlere ve gözleme imkanı olmayan, deneyi gerçekleştirecek kişilerin sağlığı açısından risk taşıyan, fiziksel laboratuvarlarda bulunmayan ya da yüksek maliyetli malzemeler gerektiren deneyleri yapabilme olanağına sahip olabilmektedirler (Georgiou ve ark., 2008).

Sanal laboratuvarların bazıları maddelerin parçacık yapılarının anlaşılmasını sağlayacak mikroskobik düzeydeki animasyonlara olanak sağlayabilmektedir. Sanal laboratuvarlar gerçek deneylerin yerini tamamen alamamasına rağmen, tamamlayıcı bir eğitim aracı olarak birçok avantaj sağlamaktadır (Domingues ve ark., 2010). Sanal laboratuvarların diğer öğrenme materyalleriyle birlikte kullanılması;

- Fen kavramları ve fenomenlerine ilişkin bir anlayış geliştirilmesini sağlar.
- Deney sonuçlarına bağlı olarak mantıksal çıkarımlar yapılmasına olanak sağlar.
- Deney sonuçları ile teorik bilgileri ilişkilendirerek sonuçların açıklanmasına olanak sağlar (Wijayanti ve ark., 2019).

Sanal laboratuvarlar, fiziksel laboratuvar ortamlarında çalışmaya yönelik önhazırlık yapılmasının öğrenilmesi, bağımsız çalışabilme becerisinin geliştirilmesi, sonuçların öngörülebilmesi ve daha iyi yorumlanması gibi avantajlar sağlayarak fiziksel laboratuvarlara destek olan bir araçtır (Domingues ve ark., 2010). Sanal laboratuvarlar geleneksel öğrenme-öğretme yöntemlerine oranla daha yüksek düzeyde fen öğrenmelerinin edinilmesini sağlamaktadır (Rizman ve ark., 2012).

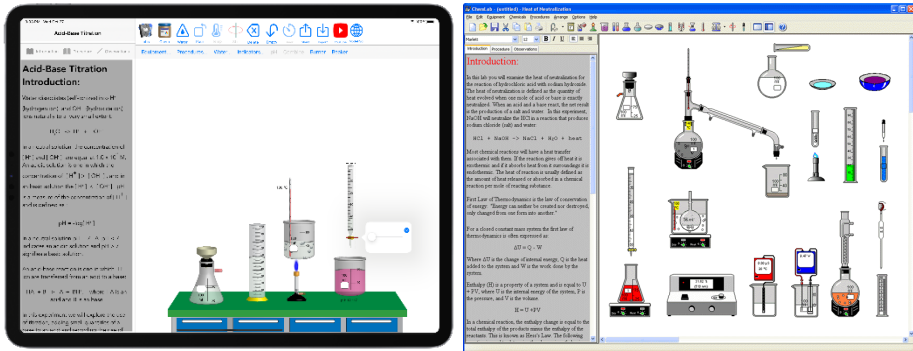
### **Fen Eğitiminde Kullanılan Sanal Laboratuvar Türleri**

Etkileşimli üç boyutlu sanal ortamlar, öğrencilerin sanal materyallerle etkileşim kurma ve bu materyalleri keşfetme ve yönetmelerine olanak sağlayabilmesi açısından öğrenme-öğretme süreçlerinde kullanılmaya potansiyeli oldukça yüksektir. Herhangi bir öğretmen varlığına ihtiyaç duyulmayan sanal laboratuvarlar, fiziksel laboratuvar ortamlarını simülasyonlar aracılığıyla sanal

ortamlara aktararak etkili ve kalıcı öğrenmeler edinilmesine olanak sağlamaktadır (Winkelmann ve ark., 2020).

Sanal laboratuvar etkinliklerinde öğrencilerin süreçteki etkinlik düzeyleri büyük ölçüde kullanılan uygulamanın gelişmişliğine bağlıdır. Sanal laboratuvar uygulamalarının bazılarında öğrenciler yalnızca süreçte meydana gelen etkileşimleri gözlemleyebilirken, bazı uygulamalarda ise sanal ortamdaki materyalleri kullanarak ve parametreleri değiştirerek deneyler yapabilirler (Pem ve ark., 2021).

İnternette sanal laboratuvar ortamlarında deneyler yapılmasına yönelik geliştirilen birçok uygulama bulunmaktadır. Model Science Software, Oxford Virtual Chemistry, Crocodile Chemistry ve irYidium Project gibi internette sunulan bu tür sanal laboratuvar uygulamaları sınırlı etkileşim, gerçekçi olmayan üç boyutlu modeller sunma ve daldırma hissini olmaması gibi birtakım sınırlılıkları bulunmaktadır (Şekil 1). Bu uygulamaların yanı sıra fiziksel laboratuvar koşullarını gerçekçi bir şekilde aslına uygun olarak sanal ortamlara aktaran uygulamalar da bulunmaktadır (Oser ve Fraser, 2015; Salmerón-Manzano ve Manzano-Aguigliaro, 2018). YÖK Sanal Lab ve CSU ChemLab uygulamaları fiziksel laboratuvar ortamlarının gerçekçi üç boyutlu modellerle simüle edildiği ve kullanıcıların etkileşim düzeylerinin yüksek olduğu sanal laboratuvar uygulamalarına örnek olarak gösterilebilir.

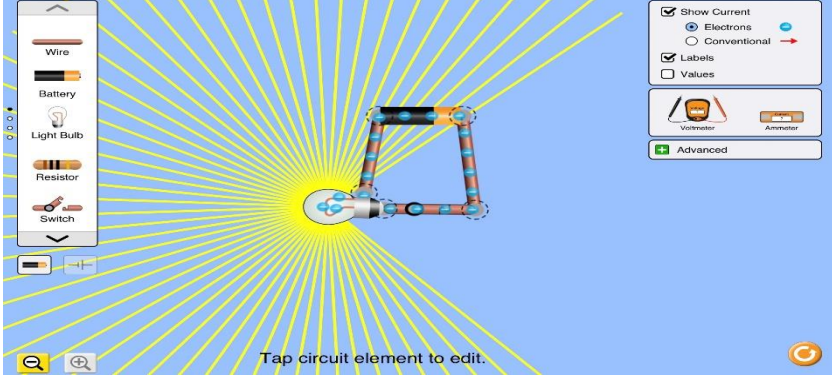


Şekil 1. “Model Science Software” sanal laboratuvar uygulamasından bir görünüm

**Kaynak:** <https://www.modelscience.com/>

American Chemical Society tarafından önerilen bazı sanal laboratuvar uygulamaları aşağıdaki gibidir (ACS, 2023):

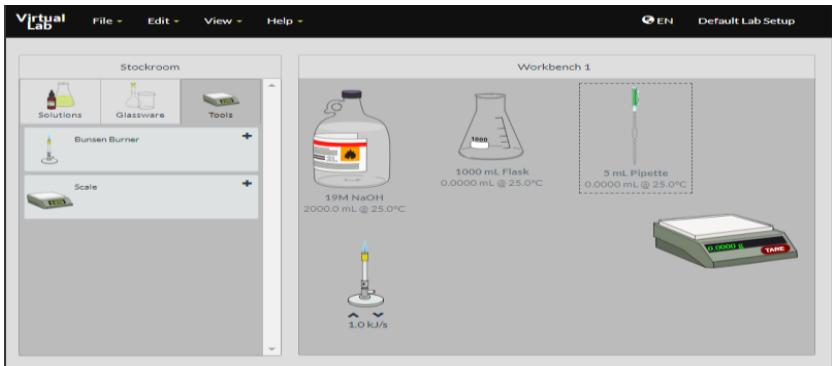
- *PhET Interactive Simulations*: Colorado Üniversitesi tarafından geliştirilen uygulama, fen bilimlerine ilişkin birçok etkileşimli simülasyonun yer aldığı uygulamadır (Şekil 2).



Şekil 2. “Phet Intercative Simulations” sanal laboratuvar uygulamasından bir görünüm

**Kaynak:** Wikipedia, 2023

- *MERLOT Simulation Collection*: Fen bilimlerine ilişkin simülasyonların, tanımların ve kavramsal ilişkilerin yer aldığı öğrenme-öğretme sürecinde kullanılacak bir multimedya uygulamasıdır (Şekil 3).



Şekil 3. “MERLOT Simulation Collection” sanal laboratuvar uygulamasından bir görünüm

**Kaynak:** <https://chemcollective.org/vlab/vlab.php>

- *Virtual Chemistry Experiments*: Kimyasal denge, tanecikli yapı ve diğer kimyasal deneylere ilişkin etkileşimli simülasyonların sunulduğu sanal laboratuvar uygulamasıdır.
- *Molecular Workbench*: Öğretmen ve öğrencilerin kendi simülasyonlarını oluşturmalarına olanak sağlayan uygulamada aynı zamanda fen bilimlerine ilişkin simülasyon içerikleri de sunulmaktadır.
- *Chemistry Experiment Simulations and Conceptual Computer Animations*: Kimya konularına ilişkin animasyon ve simülasyon içeriklerinin sunulduğu sanal laboratuvar uygulamasıdır.
- *Simulations for Chemistry*: Kimya deneylerine ilişkin çeşitli simülasyonların sunulduğu web uygulamasıdır.
- *ChemCollective*: Termokimya, stokiyometri, asit-baz, oksidasyon ve indirgeme, analitik kimya ve çözünürlük gibi kimya konularına ilişkin animasyon, simülasyon ve bilgi testleri içerikleri sunan web uygulamasıdır.
- *CK-12 Chemistry Simulations*: Atom kütlesi, çözünürlük ve hal değişimleri gibi kimya konularına ilişkin simülasyon içeriklerinin sunulduğu uygulamadır.
- *goREACT*: Elementleri periyodik tabloya yerleştirme ve farklı element kombinasyonları oluşturulmasına olanak sağlayan sürükle-bırak özellikli uygulamadır.
- *ChemReaX*: Kullanıcıların denge, termodinamik, asit-baz titrasyonları ve kinetik konularına ilişkin bilgilerini kullanarak kimyasal reaksiyon modelleri ve simülasyonları oluşturmalarına olanak sağlayan bir uygulamadır.



## KAYNAKÇA

- ACS Chemistry for life (2023). Erişim Adresi: <https://www.acs.org/education/students/highschool/chemistryclubs/activities/simulations.html>, Erişim Tarihi: 15.03.2023.
- Agudo-Peregrina, A., Iglesias-Pradas, S., CondeGonzález, M. ve Hernández-García, A. (2014). Classification of interactions for learning analytics and their relation with performance in VLEsupported F2F and online learning. Can we predict success from log data in VLEs? *Computers in Human Behavior*, 31(1), 542-550. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.05.031>.
- Aichner, T. ve Jacob, F. (2015). Measuring the degree of corporate social media use. *International Journal of Market Research*, 57(2), 257-275. <https://doi.org/10.2501/IJMR-2015-018>.
- Alan, B., Kirbağ Zengin, F. ve Keçeci, G. (2021). Effects of science, technology, engineering, and mathematics education using algodo to prospective science teachers' scientific process and education orientation skills. *Journal of Education*, 0(0), 1-15. <https://doi.org/10.1177/00220574211044542>.
- Alharbi, M. T., Platt, A. ve Al-Bayatti, A. H. (2013). Personal learning environment. *International Journal for E-Learning Security*, 3(1), 280-288. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/319188775\\_Personal\\_Learning\\_Environment](https://www.researchgate.net/publication/319188775_Personal_Learning_Environment)
- Al-Obaydi, L. (2020). Using virtual learning environment as a medium of instruction in EFL context: College teachers' attitudes. *Intensive Journal*, 3(2), 18-30. <http://dx.doi.org/10.31602/intensive.v3i2.3741>.
- Alves, P., Miranda, L. ve Morais, C. (2017). The influence of virtual learning environments in students' performance. *Universal Journal of Educational Research*, 5(3), 517-527. DOI: 10.13189/ujer.2017.050325.
- Anazifa, R.D. (2022). The role of technology in biology teaching during and post pandemic era: challenges and opportunities. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 640, 46-51. DOI: 10.2991/assehr.k.220129.009.
- Ashrafi, A., Zareravasan, A., Rabiee Savoji, S. ve Amani, M. (2020). Exploring factors influencing students' continuance intention to use the learning management system (LMS): A multi-perspective framework. *Interactive Learning Environments*, 30(8), 1475-1497. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1734028>.
- Ateş, Ö. ve Eryılmaz, A. (2011). Effectiveness of hands-on and minds-on activities on students' achievement and attitudes towards physics. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 12(1), 1-22. Retrieved from [https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v12\\_issue1\\_files/ates.pdf](https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v12_issue1_files/ates.pdf).
- Aydoğdu, M., Akgül, A. ve Tutak, T. (2015). Ortaokul 8. sınıflarda geometrik cisimlerin alan ve hacimlerinin öğretiminde Cabri 3D yazılımı kullanımının öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi. *Turkish Journal of Educational Studies*,

- 2(1), 113-133. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/403133>.
- Batu, K. (2018). Türkiye’de fen eğitimi ve kimya eğitimi laboratuvar uygulamalarına genel bir bakış. *Doğu Anadolu Sosyal Bilimlerde Eğilimler Dergisi*, 2(1), 45-55. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dased/issue/36847/416492>
- Canpolat, E. ve Tağ, M.S. (2014). Atomun yapısı konusunu öğrenmede klasik yöntemler ile bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkileri. *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(3), 87-114. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/turkjes/issue/34152/377651>.
- Cardullo, V., Wang, C. H., Burton, M. ve Dong, J. (2021). K-12 teachers’ remote teaching self-efficacy during the pandemic. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 4(1), 32-45. <https://doi.org/10.1108/JRIT-10-2020-0055>.
- Chen, B.X. (2022). What is all the hype about the metaverse? The New York Times. <https://www.nytimes.com/2022/01/18/technology/personaltech/metaverse-gaming-definition.html>.
- Cullen, C.J., Hertel, J.T. ve Nickels, M. (2020). The Roles of technology in mathematics education. *The Educational Forum*, 84(2), 166-178. <https://doi.org/10.1080/00131725.2020.1698683>.
- Dale, S. (2015). Heuristics and biases: the science of decision-making. *Business Information Review*, 32(2), 1-14. <https://doi.org/10.1177/0266382115592536>.
- D’Angelo, C. M., Rutstein, D. ve Harris, C. J. (2016). Learning with STEM simulations in the classroom: Findings and trends from a meta-analysis. *Educational Technology*, 56(3), 58–61. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/44430495>.
- Domingues, L., Rocha, I., Dourado, F., Alves, M. ve Eugénio, C.F. (2010). Virtual laboratories in (bio)chemical engineering education. *Education for Chemical Engineers*, 5, e22-e27. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2010.02.001>.
- Dryberg, N.R., Treusch, A.H. ve Wiegand, C. (2017). Virtual laboratories in science education: students’ motivation and experiences in two tertiary biology courses. *Journal of Biological Education*, 51(4), 1-17. DOI:10.1080/00219266.2016.1257498.
- El Kharki, K., Berrada, K. ve Burgos, D. (2021). Design and implementation of a virtual laboratory for physics subjects in Moroccan universities. *Sustainability*, 13(7), 3711. DOI:10.3390/su13073711.
- Ellermeijer, T. ve Tran, T.B. (2019). Technology in teaching physics: benefits, challenges, and solutions. *Upgrading Physics Education to Meet the Needs of Society* pp 35–67. Ed.: Mauricio Pietrocola, Springer. Retrieved from [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-96163-7\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-96163-7_3)
- Emhadelima (2015). The use of virtual media laboratory to increase students’ motivation on direct current circuits materials at class x of man i pekanbaru. *Al-Ta’lim Journal*, 22(3), 254-265. DOI: <https://doi.org/10.15548/jt.v22i3.147>.
- Garraway-Lashley, Y. (2014). Integrating computer technology i the teaching biology. *International Journal of Biology Education*, 3(2), 13-30. <https://doi.org/10.20876/ijobed.93986>.

- Georgiou, J., Dimitropoulos, K. ve Manitsaris A. (2008). A virtual reality laboratory for distance education in chemistry. *International Journal of Social Sciences*, 2 (1), 34-41. doi.org/10.5281/zenodo.1082545.
- Green, W., Anderson, V., Tait, K. ve Tran, L.T. (2020). Precarity, fear, and hope: Reflecting and imagining in higher education during a global pandemic. *Higher Education Research & Development*, 39(7), 1309-1312. https://doi.org/10.1080/07294360.2020.1826029.
- Guomin, Z., Jianxin, Z. (2010). *An educational value analysis of SLOODLE-based distributed virtual learning system*. In Proceedings of the 2 nd International Workshop on Education Technology and Computer Science (pp. 402-405). DOI: 10.1109/ETCS.2010.516.
- Gyllenpalm, J., Rundgren, C. J., Lederman, J. ve Lederman, N. (2021). Views about scientific inquiry: a study of students' understanding of scientific inquiry in grade 7 and 12 in Sweden. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66(2), 1–19. https://doi.org/10.1080/00313831.2020.1869080.
- Habibi, Z., Habibi, A. (2014). The effect of information technology in teaching physics courses. *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences (EPESS)*, 1, 391-396. Retrieved from http://www.epeess.net/tr/download/article-file/333019.
- Hamed, G., Aljanazrah, A. (2020). The effectiveness of using virtual experiments on students' learning in the general physics lab. *Journal of Information Technology Education: Research*, 19, 976-995. https://doi.org/10.28945/4668.
- Hearrington, D. (2010). Evaluation of learning efficiency and efficacy in a multi-user virtual environment. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 27(2), 65-75. DOI:10.1080/21532974.2010.10784659.
- İç, Ü., Tutak, T. (2019). Correlation between computer and mathematical literacy levels of 6th grade students. *European Journal of Educational Research*, 7(1), 63-70. DOI: 10.12973/eu-jer.7.1.63.
- Ismail, I., Permasari, A. ve Setiawan, W. (2016). Efektivitas virtual lab berbasis stem dalam meningkatkan literasi sains siswa dengan perbedaan gender. *Jurnal Iovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 190-201. DOI: 10.21831/jipi.v2i2.8570.
- Kaya, Z., Yılayaz, Ö. (2013). Öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonu modelleri ve teknolojik pedagojik alan bilgisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(8), 57-83. Retrieved from http://hdl.handle.net/20.500.12397/5107.
- Keçeci, G., Yıldırım, P. ve Kırbağ Zengin, F. (2021). Opinions of secondary school students on the use of mobile augmented reality technology in science teaching. *Journal of Science Learning*, 4(4), 327-336. https://doi.org/10.17509/jsl.v4i4.32310.
- Kılıç, M.S. ve Aydın, A. (2018). Öğretmenlerin fen bilimleri dersi kapsamında laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşlerinin planlanmış davranış teorisi yardımıyla incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26 (1), 241-246. https://doi.org/10.24106/kefdergi.378575.

- Kumar, M., Emory, J. ve Choppella, V. (2018). *Usability analysis of virtual labs*. 2018 IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies, 9-13 July 2018, Mumbai, India. DOI: 10.1109/ICALT.2018.00061.
- Lestari, D.P. ve Pahar, S. (2020). Students and teachers' necessity toward virtual laboratory as an instructional media of 21st century science learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 1-8. DOI: 10.1088/1742-6596/1440/1/012091
- Liu, C. C., Hsieh, I. C., Wen, C. T., Chang, M. H., Chiang, S. H. F., Tsai, M. J. ve Hwang, F. K. (2021). The affordances and limitations of collaborative science simulations: The analysis from multiple evidences. *Computers & Education*, 160, 104029. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104029>.
- Makhmudova, D.M. (2020). Using information technology tools in mathematics lessons for teaching future teachers. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 9(3), 4168-4171. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/348741701\\_Using\\_Information\\_Technology\\_Tools\\_In\\_Mathematics\\_Lessons\\_For\\_Teaching\\_Future\\_Teachers](https://www.researchgate.net/publication/348741701_Using_Information_Technology_Tools_In_Mathematics_Lessons_For_Teaching_Future_Teachers).
- Makhmudova, D.M., Tadjibaev, B.R., Dismurodova, G.K. ve Yuldasheva, G.T. (2020). Information and communication technologies for developing creative competence in the process of open teaching physics and maths. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24(9), 434-439. DOI: 10.37200/IJPR/V24I9/PR290050.
- McNeil, N.M., Uttal, D.H., Jarvin, L. ve Sternberg, R.J. (2009). Should you show me the money? Concrete objects both hurt and help performance on mathematics problems. *Learning and Instruction*, 19(2), 171-184. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2008.03.005.
- Mercer, N. (2008). The seeds of time: Why classroom dialogue needs a temporal analysis. *The Journal of the Learning Sciences*, 17(1), 33-59. <https://doi.org/10.1080/10508400701793182>.
- MERLOT Simulation Collection. <https://chemcollective.org/vlab/vlab.php> adresinden 25.03.2023 tarihinde alınmıştır.
- Miller, T.A., Carver, J. S. ve Roy, A. (2018). To go virtual or not to go virtual, that is the question: A comparative study of face-to-face versus virtual laboratories in a physical science course. *Journal of College Science Teaching*, 48(2),59-67. DOI:10.2505/4/jcst18\_048\_02\_59.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. MEB Yayınları, Ankara.
- Model Science Software. <https://www.modelscience.com/> adresinden 25.03.2023 tarihinde alınmıştır.
- Moon, S., Lee, J. ve Kim, J.B. (2021). A survey on teachers' perceptions of the use of advanced science and technology in education. *Brain, Digital&Learning*, 11(4), 645-658. DOI: 10.31216/BDL.20210041.
- Moreno, E.L., Heidelmann, S.P. ve Correia, A.P. (2018). Using technology to support chemistry teaching and learning in the context of brazilian distance education.

- World Journal of Chemical Education*, 6(5), 223-229. DOI: 10.12691/wjce-6-5-4.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>.
- Nugraha, I. ve Eliyawati, E. (2019). *The use of video laboratory report to develop presentation skills in science teacher education students*. International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE 2018), 1157, May 28-June 2, Boston. DOI 10.1088/1742-6596/1157/2/022031.
- Oghlu Sharifov, G.M. (2020). The effectiveness of using a virtual laboratory in the teaching of electromagnetism in the lyceum. *Physics Education*, 55, 065011. DOI 10.1088/1361-6552/aba7f5.
- Önal Karakoyun, G. ve Asiltürk, E. (2022). The effect of heuristics on the reasoning of the pre-service science teachers on the topic of melting and boiling point. *Acta Chim. Slov.* 69, 60-72. DOI:10.17344/acsi.2021.6899.
- Oser, R. ve Fraser, B.J. (2015). Effectiveness of virtual laboratories in terms of learning environment, attitudes and achievement among high-school genetics students. *Curriculum and Teaching*, 30(2), 65-80. DOI: 10.7459/ct/30.2.05.
- Pedaste, M., Mitt, G. ve Jürivete, T. (2020). What is the effect of using mobile augmented reality in k12 inquiry-based learning? *Education Sciences*, 10(4), 1-15. <https://doi.org/10.3390/educsci10040094>.
- Pem, U., Dorji, C., Tshering, S. ve Dorji, R. (2021). Effectiveness of the virtual learning environment (VLE) for online teaching, learning, and assessment: Perspectives of academics and students of the Royal University of Bhutan. *International Journal of English Literature and Social Sciences*, 6(4), 183-197. DOI:10.22161/ijels.64.30.
- Penn, M. ve Ramnarain, U. (2019). A comparative analysis of virtual and traditional laboratory chemistry learning. *Perspectives in Education*. 37(2), 80-97. DOI:10.18820/2519593X/pie.v37i2.6.
- Phet Interactive Simulations. [https://en.wikipedia.org/wiki/PhET\\_Interactive\\_Simulations#/media/File:PhET\\_Circuit\\_Construction\\_Kit\\_screenshot.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/PhET_Interactive_Simulations#/media/File:PhET_Circuit_Construction_Kit_screenshot.jpg) adresinden 25.03.2023 tarihinde alınmıştır.
- Polat, M. ve Önal Karakoyun, G. (2022). *Studies on “conceptual profile” in science education* [Conference presentation]. International Conference on Economics&Social Sciences 21-23 Ekim 2022, Antalya, Türkiye. Retrieved from [https://eclss.org/publicationsfordoi/pr0cNG118boo8kIE\\_SS2022\\_antalya.pdf](https://eclss.org/publicationsfordoi/pr0cNG118boo8kIE_SS2022_antalya.pdf).
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., et all. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers&Education*, 95, 309-327. DOI:10.1016/j.compedu.2016.02.002.
- Rizman Herga, N. ve Dinevski, D. (2012). Virtual laboratory in chemistry - experimental study of understanding, reproduction and application of acquired knowledge of subject's chemical content. *Organizacija*. 45(3). 108-116. DOI:10.2478/v10051-012-0011-7.

- Rizman Herga, N.R. (2015). *Kakovostno znanje naravoslovja s pomočjo virtualnega laboratorija v vlogi elementa vizualizacije*. (Doktorska Disertacija), Univerza v Mariboru, Pedagoška Fakulteta, Slovenia. Retrieved from <https://dk.um.si/Dokument.php?id=78381&lang=slv>.
- Robledo, D.A.R., Motin, A.F., Catapang, E.C. ve Maalihan, E.A. (2021). Teaching beyond borders: effectiveness of heuristic approach in teaching science in public secondary schools in area iv, division of batangas, philippines. *International Engineering Journal For Research & Development*, 6(2), 1-13. Retrieved from <http://www.iejrd.com/index.php/%20/article/view/1913>.
- Safitri, M., Riandi, R., Widodo, A. ve Nasution, W.R. (2017). *Integration of various technologies in biology learning*. International Conference on Mathematics and Science Education (ICMSce), 895, 2-9 April, Boston. DOI:10.1088/1742-6596/895/1/012145.
- Salmerón-Manzano, E. ve Manzano-Agugliaro, F. (2018). The higher education sustainability through virtual laboratories: The Spanish University as case of study. *Sustainability*, 10(11), 1-22. DOI:10.3390/su10114040.
- Shudayfat, E. A., Moldoveanu, A. ve Gradinaru, A. (2014). *Learning the bases of chemistry in a content rich, game based 3D MMO virtual environment*. In Proceedings of the 10th International Scientific Conference eLearning and Software for Education (pp. 50-59). Retrieved from <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=283233>.
- Sihombing, S.N., Marheni, M. (2012). Analisis kebutuhan dalam pembelajaran ipa kimia untuk pengembangan bahan ajar kimia smp di dki jakarta. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia (JRPK)*, 2(1), 119 - 126. <https://doi.org/10.21009/JRPK.021.04>
- Solomon, Z., Ajayi, N., Raghavjee, R. ve Ndayizigamiye, P. (2019). *Lecturers' perceptions of virtual reality as a teaching and learning platform*. Springer International Publishing, ICT Education. DOI:10.1007/978-3-030-05813-5\_20.
- Sullivan, S., Gnesdilow, D., Puntambekar, S. ve Kim, J.S. (2017). Middle school students' learning of mechanics concepts through engagement in different sequences of physical and virtual experiments. *International Journal of Science Education*, 39(12), 1573–1600. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1341668>.
- Sutarno, S., Setiawan, A., Suhandi, A., Kaniawati, I. ve Malik, A. (2019). *The development and validation of critical thinking skills test on photoelectric effect for pre-service physics teachers*. International Conference on Mathematics and Science Education (ICMSce 2018), 032032, May 28-June 2, Boston. DOI: 10.1088/1742-6596/1157/3/032032.
- Symonenko, S. V., Osadchyi, V. V., Sysioieva, S. O., Osadcha, K. P. ve Azaryan, A. A. (2020). Cloud technologies for enhancing communication of IT professionals. *CTE Workshop Proceedings*, 7, 225-236. <https://doi.org/10.55056/cte.355>.
- Tatlı, Z. ve Ayas, A. (2013). Effect of a virtual chemistry laboratory on students' achievement. *Educational Technology & Society*, 16, 159-170. Retrieved from

- [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2305990](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2305990).
- Taylor, C., Dewsbury, B. ve Brame, C. (2022). *Technology, equity, and inclusion in the virtual education space*. In H. J. Witchel ve M. W. Lee (Eds.), *Technologies in biomedical and life sciences education* (pp. 35-60). Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-95633-2\_2.
- Thurm, D. ve Barzel, B. (2022). Teaching mathematics with technology: a multidimensional analysis of teacher beliefs. *Educational Studies in Mathematics*, 109, 41-63. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10072-x>.
- Türkdoğan, A., Baki, A. ve Tutak, T. (2010). The dedection of candidate teachers' misconception in student-centered and computer-assisted environment a case study. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5(3), 868-874. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/348626090>.
- Vaez Ghaemi, R. ve Potvin, G. (2021). Experimenting with labs: Practical and pedagogical considerations for the integration of problem-based lab instruction in chemical engineering. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 99(10), 2163–2172. <https://doi.org/10.1002/cjce.24136>.
- Wang, C.Y., Wu, H.K., Wen-Yu Lee, S., et all. (2014). A review of research on technology-assisted school science laboratories. *Journal of Educational Technology & Society*, 17 (2), 307–320. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/262415952\\_A\\_Review\\_of\\_Research\\_on\\_Technology-Assisted\\_School\\_Science\\_Laboratories](https://www.researchgate.net/publication/262415952_A_Review_of_Research_on_Technology-Assisted_School_Science_Laboratories).
- Wastberg, B.S., Eriksson, T., Karlsson, G., Sunnerstam, M., Axelsson, M. ve Billger, M. (2019). Design considerations for virtual laboratories: A comparative study of two virtual laboratories for learning about gas solubility and colour appearance, *Education and Information Technologies*, 24, 2059-2080. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-018-09857-0>.
- Wijayanti, R., Sugiyarto, K.H. ve Ikhsan, J. (2019). *Effectiveness of using virtual chemistry laboratory integrated hybrid learning to students' learning achievement*. Journal of Physics: Conference Series, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1156 (2019) 012031. DOI:10.1088/1742-6596/1156/1/012031.
- Winkelmann, K., Keeney-Kennicutt, W., Fowler, D., et all. (2020). Learning gains and attitudes of students performing chemistry experiments in an immersive virtual world. *Interactive Learning Environments*, 28(5), 620–634. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1696844>.
- Yıldız, S. ve Zengin, R. (2021). Dijital ve sınıf içi eğitsel oyunlarla gerçekleştirilen fen eğitiminin okul öncesi öğrencilerinin bilişsel gelişim düzeylerine etkisi. *EKEV Akademi Dergisi*, 0(86), 497-512. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sosekev/issue/71569/1151725>.
- Yurttaş Kumlu, G.D. ve Yürük, N. (2018). *Okuma stratejileri öğretimi ile fen bilgisi öğretmen adaylarında ısı-sıcaklık metnini okurlarken aktif hale gelen stratejiler ve süreç ürünleri*. 13. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 04-06 Ekim 2018, Denizli, Türkiye.





## BÖLÜM 12

### FEN EĞİTİMİNDE BİLİMSEL ÖLÇÜM YAPAN CİHAZLARIN KULLANIMI

Doktora Öğrencisi Şafak YUCASU<sup>1</sup>  
Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye. syucasu@gmail.com, Orcid: 0009-0009-4328-1344

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Elazığ, Türkiye. fzenigin@firat.edu.tr, Orcid: 0000-0002-0547-8746



## GİRİŞ

Günümüzde teknolojiye ileriye önemli bir düzeydedir. Teknolojinin giderek kullanıldığı alanların artması ve devamlı gelişmesiyle birlikte hayatımızın her anında ve her alanında kendini göstermektedir. Her alanda kullanımıyla teknoloji eğitim dünyasında da önemli bir yere sahiptir (Devran ve ark., 2021). Bilimde ve teknolojiye oluşan değişimler, meydana gelen yenilikler 21. yy'nin özelliklerindedir. Bilimsel gelişmeler doğrultusunda pek çok yeni teknolojik ürün hayatımıza girmiştir. Günümüz çağının teknolojiye getirdiği yenilikler eğitim alanlarında da yerini almıştır (Babacan ve Ören, 2018).

Teknolojik kaynaklardan faydalanılması eğitim sisteminin çağın gerektirdiği niteliklerde olması, öğrenme öğretme faaliyetlerinin bireyin ihtiyaçlarına göre yapılabilmesi, eğitimin etkili ve verimli olması için bir gereklilik haline gelmiştir. Buna bağlı olarak dünyada çoğu ülke eğitim ortamlarında, teknoloji ürünü olan araç ve gereçleri kullanmaktadır (Bozkurt, 2008). Eğitimde ilerlemeyi sağlamada teknolojinin rolü önemlidir. Bu nedenle eğitimcilerin çalışma alanlarıyla teknolojiyi birleştirmelerine gereksinim duyulmaktadır (Akkoyunlu, 2002). Eğitimde gelişen teknolojilerin kullanımı ile kalıcı, etkili ve zevkli bir öğrenme ortamı oluşmaktadır (Taflı, 2021).

Fen bilimlerinin öneminin ülkeler tarafından daha çok benimsenmesi ile birlikte her geçen gün fen bilimleri alanına yapılan yatırımlarda artış olduğu görülmektedir. Fen bilimlerinin temel alanları içinde sağlık, çevre, gıda teknolojileri, tarım, uzay, enerji ihtiyacı vb. konular yer almakta ve bu alanların önemi bütün çevrelerce vurgulanmaktadır. Oldukça önemli olan fen bilimlerinin, öğrenciler tarafından sevilen, merak edilen ve ilerleyen yıllarda seçilen bir alan olması yeniliklerin harmanlandığı bir fen eğitiminden geçmektedir (Dönel-Akgül ve ark., 2018).

Fen derslerinde teknolojik araçların uygun ve etkili bir şekilde kullanılması ile öğrenciler düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirirler ve aktif olarak bilginin yapılandırılmasına katılırlar (Trowbridge ve ark., 2008; Akt: Guzey ve Roehrig 2009). Teknolojik araçlar derslerde kullanılarak; görselleştirmeler yapılabilir ve bilginin inşasında yapılan tartışmaların verimli olmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca teknolojik araçlar; kolay bir şekilde ulaşılabilir, görselleştirmeler yapmak için, tehlikesiz ve ekonomik olduğundan dolayı derslerde kullanılabilir (Babacan ve Ören, 2018). Fen eğitiminde

teknoloji kullanımı öğrenme ortamını daha etkili, kalıcı ve eğlenceli hale getirir (Atıcı ve ark., 2016).

Fen derslerinde teknolojinin çok yönlü kullanılması, öğrencilerin fene yönelik olan merak ve ilgilerinin artmasını sağlayacak ve öğrenciler birer buluşçu olmaya yönelik olumlu bir tutum geliştireceklerdir (Akpınar ve ark., 2005).

Teknolojinin fen eğitimine entegrasyonu, öğretim programındaki kazanımlar doğrultusunda, etkili ve öğrenci merkezli olarak kullanıldığında öğrenciler tarafından konuların derinlemesine öğrenilmesini sağlamaktadır (Bull ve Bell, 2008).

Bilişim teknolojilerinin meydana getirdiği teknolojik cihaz ve ürünler ile yapılan etkinliklerde öğrenmenin daha etkili olduğu, öğrencilerin kavramları daha iyi öğrenebildiği ve somutlaştırabildiği gibi öğrencinin akademik başarısında da artışın olduğu gözlemlenmiştir (Bozkurt ve Sarıkoç, 2008; Gül ve Yeşilyurt, 2011; Jimoyiannis ve Komis, 2001; Keçeci ve ark., 2021; Kırbag Zengin ve ark., 2012; Kırılmazkaya ve ark., 2014; Karamustafaoğlu ve ark., 2005; Sarabando ve ark., 2014).

Teknoloji entegrasyonu olarak çeşitli teknolojik araçlar fen derslerinde konun içeriğine bağlı olarak kullanılabilir (Namdar ve Küçük, 2018). Bilgisayarlar, probeware (bilimsel ölçüm yapan araçlar), veri toplama ve analiz yazılımları, etkileşimli tahta, multimedya/hiper medya fen derslerinde yaygın olarak kullanılan eğitim teknolojileridir. Öğretmenler sınıfta uygun şekilde kullandıklarında araştırma ve bilimin doğasının gelişmesinde ve aktif olarak bilimsel bilgi edinme sürecinde yer almalarında öğrencilere bu araçlar yardımcı olabilir (Guzey, 2010).

Öğretmenlerin derslerinde kullanabilecekleri çeşitli teknolojiler vardır. Bilimsel ölçüm yapan araçlar (probeware), Web2.0, hesap makineleri, dizüstü bilgisayarlar bu teknolojiler içindedir. (Guzey, 2010). Fen eğitiminde probeware (bilimsel ölçüm yapan araçlar), simülasyon (benzetim), etkileşimli tahta, bilgisayar, multimedya, hiper medya, mikroskop (Guzey, 2010), yavaş geçişli animasyonlar (Ekici ve Ekici, 2011), hyperstudio (Angeli ve Valanides, 2005) gibi teknolojiler kullanılmaktadır.

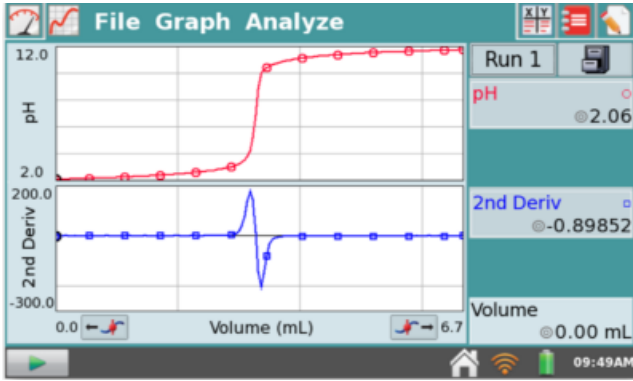
Yukarıda da bahsedildiği gibi fen eğitiminde kullanılacak eğitim teknolojilerinden biri de Bilimsel ölçüm yapan araçlardır (Probeware).

Bilimsel ölçüm yapan araçlar (Probeware) kısa bir zamanda hızlı bir şekilde canlı veri toplamada ve öğrencilere aynı ders saatinde analiz etmede olanak sağlar. Örneğin sıcaklık probunu kullanma kuvvetli bir şekilde karıştırmadan uygun sıcaklık okumaları ile beherlerin içindeki buz ısıtmada öğrencilere imkân sağlar. Bu standart cam alkol termometre ile imkânsızdır. Öğrenciler bu bilimsel ölçüm yapan araçları (probeware) canlı olarak veriyi görmek, grafikleri ölçeklendirmek ve elektronik ortamda çalışmalarını paylaşmak için kullanırlar. Bu araçlar fen sınıfı için merkezi bir araçtır. Örneğin; füzyon ısısı, buharlaşma ısısı, enerji korunumu gibi zorlayıcı ve soyut kavramlarda kullanımı gibi (Yerrick, 2010).

Probeware, bilimsel ölçüm yapmak için mikroişlemciler (bilgisayar, hesap makinesi, avuç içi cihazı vb.) ile kullanılabilen problemler ve yazılımlar için kullanılan genel terimdir (Park, 2008). Bilimsel Ölçüm yapan araçların (probeware) fen sınıflarında kullanımı sayesinde öğrenciler “gerçek zamanlı” veriler ve bu verileri aynı anda grafik biçiminde görüntüleyebilir. Bu araçların donanımı bir prob, bir arayüz, bir mikroişlemci ve veri analiz yazılımı içermektedir. Veri analiz yazılımı, verileri grafik biçiminde görüntüler. Gerçek zamanlı veri grafiği, öğrencilere anında geri bildirim sağlar ve öğrencilerin verilerini yorumlama becerilerini geliştirir. (Friedrichsen ve ark., 2001).

Bilimsel ölçüm yapan araçlar (Probeware), araştırma-sorgulamaya dayalı fen konularında kullanılabilir (Park, 2008; Vonderwell ve ark., 2005). Bilimsel ölçüm yapan araçlar (Probeware), fen sınıfının bilimsel araştırmaya dönüşmesinde önemli bir rol oynayabilir (Reisenhofer, 2006). Ayrıca öğrencilerin fen kavramlarını öğrenmelerini (Metcalf ve Tinker, 2004) ve sorgulamaya dayalı bilimi destekler (Rogers ve Price, 2008; Vonderwell ve ark., 2005). McDonald ve Dominguez (2010) da bilimsel ölçüm yapan araçların (probeware) kullanımı öğrencilere üst düzey düşünme becerilerini geliştirebildiğini ve onların bilimi kendi yaşamlarına uygulamalarını sağladığını belirtmiştir.

Probeware, elektronik veri toplama cihazları (sensörler) bir bilgisayara veya taşınabilir cihazlara bağlanır ve analiz amacıyla gerçek zamanlı veri toplar (Moyer, 2012). Aşağıdaki resimde pH değerine ait veri toplanmasına yönelik görüntü bulunmaktadır.



**Şekil 1.** pH Asit- Baz titrasyonu

**Kaynak:** URL-1

Bilimsel ölçüm yapan araçlar (Probeware) gibi dijital teknolojiler gerçek zamanlı verilerin toplanmasını kolaylaştırır ve öğrencilerin 21. yy için gerekli olan uygulamaları öğrenmelerine yardım eder. Ayrıca bilimsel uygulamada öğrenciler arası etkileşim ve yeni nesil bilim standartlarını desteklemek için ideal bir araçtır (Price-Lamond, 2017).

Vernier, PASCO, NOVA5000 gibi yazılım şirketleri cihazlar ve sensörler üretmektedirler. Örneğin Vernier yazılım şirketi fizik, kimya, biyoloji, çevre ve yer bilimi, STEM, mühendislik ve kodlama gibi alanlarda kullanılmak üzere bilimsel ölçüm yapan araçları (probeware) özel olarak tasarlamaktadır. Vernier ve PASCO gibi yazılım şirketleri öğrencilere ve eğitimcilere yönelik bilimsel ölçüm yapan araçların (probeware) kullanılarak yapıldığı deneylerin yer aldığı kitapçıklar hazırlamaktadırlar (Canbazoğlu-Bilici, 2012).

Fizik, kimya, biyoloji, çevre deneylerine uygun olarak oldukça çeşitli sensörler bulunmaktadır. Sıcaklık, O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> gaz sensörleri, pH, bulanıklık, ışık, toprak nem, iletkenlik, UVA, manyetik alan, gaz basınç sensörü, tuzluluk, çözünmüş oksijen gibi birçok sensör bulunmaktadır. Deneyin amacına uygun bir şekilde ilgili olan sensörler cihaza takılarak veriler basit bir şekilde toplanarak yorumlanmaktadır (Taflı, 2021).



**Şekil 2.** LabQuest3 (Vernier) Cihazı

**Kaynak:** URL-2

Labquest 3 öğrencilere kullanımı kolay bir arayüz ve yenilik sunmasıyla veri toplamayı yeniden tasarlar. Daha büyük ekran ve gelişmiş dokunmatik ekran özellikleri ile öğrenciler nerede olurlarsa olsunlar sınıfta, evde veya saha içi alanlarda öğrencilerin verileri toplamasını, grafik haline getirmesini ve analiz etmesini kolaylaştırır. Sensörlere kablosuz olarak bağlanır, kullanımı kolay arayüzü ile öğrencilerin grafik oluşturmasını ve sonuçları analiz etmesini sağlar. Ayrıca laboratuvarlar, sınıflar ve saha içi araştırmalar için bu cihazın mükemmel bir seçim olduğu belirtilmiştir (Vernier Science Education Canada Katolog, 2023).

Bu cihazlarla ilgili olarak Taflı, (2021) tarafından cihazın kendi özel kaleminin olduğu ve dokunmatik ekranıyla rahat bir kullanım sağladığı, aynı anda birçok ölçümü yaptığı, bilgiyi sakladığı, sonuçları grafik ve karşılaştırmalı olarak verdiği gibi pek çok özelliğinin bulunduğu belirtilmiştir. Ayrıca kullanımı kolay olan ve taşınabilir olan bu cihaz sadece laboratuvar ortamında değil sensör ve problemleri laboratuvar dışında da kullanılmaktadır. Deneysel uygulamalarda kullanımıyla eğitim öğretim sürecinde tercih edilen teknolojik araç-gereçlerdendir (Taflı, 2021).

Örneğin, yapılan bir biyoloji deneyinde fotosentez için en iyi ışık kaynağının belirlenmesinde vernier teknolojisi kullanılmıştır. Biyolojideki temel kavramlardan biri, bitkilerin kendi besinlerini yapmak için karbondioksit, ışık ve su kullandıkları süreç olan fotosentezdir. Güneş ışığı, hem görünür hem de görünmez geniş bir dalga boyu spektrumu içerir, ancak bitkiler fotosentez için görünür spektrumun yalnızca belirli kısımlarını kullanır. Ampuller, güneş ışığının görünür spektrumunu yeniden oluşturmaya çalışsa da birçoğu bitkiler

için gerekli dalga boylarında yeterli yoğunluğa sahip değildir. Laboratuvarınızda veya sınıfınızda bir fotosentez deneyi yapmaya çalışırken bu durum bir engel olabilir. Kullanılan vernier araçları her bir ampulün yaydığı dalga boylarını belirleme ve göreceli yoğunlukları hakkında fikir edinmeyi sağlamıştır (URL-3).

Vernier (URL-3) web sitesinde yer alan bu çalışma ile yapılması veya ölçülmesi zor olan deneylerde bu cihazların kullanımı süreci kolaylaştırdığı söylenebilir.



**Şekil 3.** Fotosentez için en iyi ışık kaynağının belirlenmesi

**Kaynak:** URL-3

Literatür incelendiğinde birçok çalışmada bilimsel ölçüm yapan araçlar (probeware) anlatılmış ve kullanılmıştır (Dani ve Koenig, 2008; Dulger, 2007; Flindt, 2012; Guzey ve Roehrig 2009; Kırbağ-Zengin ve Yucasu, 2017; Moyer, 2012; Parkinson, 2008; Price-Lamond, 2017; Reisenhofer, 2006; Yerrick ve Johnson, 2009; Yucasu, 2015; Zucker ve ark., 2008).

Şekil 4’ de fizik, kimya, biyoloji ve çevre bilimi alanlarında kullanılan bazı sensörler ve özelliklerine yer verilmiştir.





**Şekil 4.** **A:** CO<sub>2</sub> Gaz Sensörü (gaz halindeki karbondioksiti iki aralıkta ölçer: 0-10.000ppm ve 0-100.000ppm (URL- 4). **B:** O<sub>2</sub> Gaz Sensörü (gaz halindeki oksijen konsantrasyon seviyelerini ve hava sıcaklığını ölçer (URL-5). **C:** pH Sensörü (Çok yönlü ve önemli bir sensördür. Asit- baz titrasyonları, kimyasal reaksiyonlar sırasında pH değişikliklerinin izlenmesinde kullanılır (Vernier Science Education University Catalog, 2023). **D:**Bulanıklık Sensörü (URL- 7). **E:** Sıcaklık Sensörü (Endotermik ve ekzotermik reaksiyonlar, suyun fiziksel özelliklerinin belirlenmesi ve moleküller arası kuvvetlerin araştırılmasında kullanılır (URL-8) **F:** Işık Sensörü (Polarizöleri yansıtıcılığında, güneş enerjisi araştırmalarında kullanılan ve spektral yanıtta insan gözüne yaklaşan sensördür. (URL-9). **G:**Toprak Nem Sensörü (Toprak nem sensörü, toprağın hacimsel su içeriğini ölçmek için kullanılır (URL-10). **H.**İletkenlik Sensörü (sulu bir çözeltinin iletkenliğini ölçerek çözeltinin içeriğini belirler (URL-11). **I:** UVA Sensörü (UVA radyasyonuna (yaklaşık 320-390 nm) yanıt veren bir ultraviyole ışık sensörüdür (URL-12). **J:** Manyetik Alan Sensörü (kalıcı mıknatıslar, bobinler ve elektrikli cihazların etrafındaki alanı incelemek için kullanılabilir (URL-13). **K:** Tuzluluk Sensörü (URL-14).

Gado ve van 't Hoof (2005) yaptıkları çalışma ile katılımcıların bilimsel ölçüm yapan araçlara (probeware) olumlu tutum geliştirdikleri sonucunu elde etmişlerdir. Kamarainen ve ark., (2013) yaptıkları çalışmada; EcoMobile projesi ile bilimsel ölçüm yapan araç (probeware) kullanımı ile artırılmış gerçeklik uygulamasını kullanmışlardır. Bu iki teknolojiyi birleştiren etkinlikler ile ortaokul öğrencilerinin ekosistem bilimini öğrenmeleri ve su kalitesi ölçümlerini yorumlamalarını ve anlamalarını sağlamak için tasarlandığı belirtilmiştir. Öğrenciler, artırılmış gerçeklik uygulamasını ve su kalitesi ölçümleri yaptıkları cihaz kullanmışlardır. Öğretmen geri bildirim ve öğrencilerin anketlerinin sonuçları böyle teknolojilerin eğitim ve öğretim için birçok faydasının olduğu şeklindedir. Yerrick ve Johnson (2009) yaptıkları çalışma sonucunda bilimsel ölçüm yapan araçların uygulanması ile öğrencilerin süreçte daha yüksek motivasyon ve ilgi gösterdiklerini, bu araçların yardımı ile öğretmenlerin daha az zaman harcadıklarını belirtmişlerdir. Guzey ve Roehrig (2009) ise, fen bilgisi öğretmenlerinin derslerine teknolojiyi aktif bir şekilde kullanmaları ve araştırma ve sorgulama becerilerinin gelişimi için teknoloji destekli gelişim programı düzenlenmişlerdir. Probeware, zihin haritalama ve internet uygulamaları (bilgisayar simülasyonları, dijital görüntüler ve filmler) gibi araçlar kullanarak, program süresince öğretmenlerin gelişimlerini izlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre öğretmenlerin derslerinde teknolojiyi kullandıklarını ve TPAB becerilerinin gelişimini desteklediğini gözlemlemişlerdir. Fen bilgisi öğretmen adayları ile yürütülen başka bir çalışmada da mobil teknolojik aletlerin kullanımı ile yapılan laboratuvar etkinliklerinin sonucunda öğretmen adaylarının akademik başarılarının, bilimsel işlem becerilerinin ve laboratuvara yönelik tutumlarının gelişmesinde etkili olduğu sonucu elde edilmiştir. Öğretmen adayları ile yapılan mülakatlar neticesinde bu aletlerin derse yönelik ilgi ve motivasyonu artırdığı sonucuna varılmıştır (Okur, 2014). Ayrıca Atıcı ve ark., (2016) yaptıkları çalışmada öğretmen adayları ile dijital deney araçlarını kullanarak deneyler gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda öğretmen adayları bu araçların; deneyleri bir mekâna bağlamaktan kurtarması, dersin eğlenceli ve ilgi çekici hale gelmesini sağlaması, yapılan deneylerin doğru ve hızlı olarak sonuç vermesi, farklı zamanlarda yapılan ölçümlerin karşılaştırılabilmesi, laboratuvar dersini ezberden kurtardığı ve bu derste işbirliği, bireysel özgüven ve sorumluluğu artırdığı yönünde görüşler belirtmişlerdir. Öğretmen adayları

tarafından bu cihaz ile ilgili olarak; cihazın doğru ve hızlı bir şekilde sonuçlar vermesi, aynı anda çok sayıda ölçümü yapabilmesi, taşınabilir ve kolay kullanımının olması, bilgiyi saklayabilmesi, kalem ve dokunmatik ekranı sayesinde rahat bir kullanımının olması, elde edilen sonuçları grafik olarak verebilmesinin yanında sonuçların karşılaştırılabilmesi konularına vurgu yapılmıştır. Benzer şekilde Yucasu (2015), yaptığı çalışmada bilimsel ölçüm yapan araçlara ilişkin öğretmen adaylarının üzerinde durdukları noktalar kısa zamanda hızlı bir şekilde veri alma, bilimsel olarak grafik oluşturabilme ve okuyabilme olarak belirtilmiştir. Bahsedilen araştırmalar dikkate alındığında eğitimle ilişkili teknolojik cihazların fen eğitimi sürecinde etkin olarak kullanılması önem arz etmektedir.

**KAYNAKÇA**

- Akkoyunlu, B. (2002). Educational technology in turkey: past, present and future. *Educational media international*, 39(2), 165-174. <https://doi.org/10.1080/09523980210155352>
- Akpınar, E., Aktamış, H. ve Ergin, Ö. (2005). Fen bilgisi dersinde eğitim teknolojisi kullanıma ilişkin öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(1), 93-100. <chrome-extension://efaidnbmnnpbpcjpcglclefindmkaj/http://www.tojet.net/articles/v4i1/4112.pdf>
- Angeli, C. ve Valanides, N. (2005). Preservice elementary teachers as information and communication technology designers: An instructional systems design model based on an expanded view of pedagogical content knowledge. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21, 293-302. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2005.00135.x>
- Atıcı, T., Gökmen, A. ve Taflı, T. (2016). Application and evaluation of biology laboratory experiments with computer based digital experimental tools. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3961-3972. <https://doi.org/10.14687/jhs.v13i3.3953>
- Babacan, T. ve Ören F. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının teknoloji destekli mikro öğretim uygulamaları hakkındaki görüşleri. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1). 195-224. <https://doi.org/10.18026/cbayarsos.411492>
- Bozkurt E. (2008). *Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci başarısına etkisi*. [Doktora Tezi], Selçuk Üniversitesi.
- Bozkurt, E. ve Sarıkoç, A. (2008). Fizik eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi? *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 89-100.
- Bull, G. ve Bell, R.L. (2008). Education technology in the science classroom. Bell, J. Gess-Newsome, ve J. Luft (Eds.), *Technology in the secondary science classroom* (pp.1-7). Arlington, VA: NSTA Press. [https://books.google.com.tr/books?redir\\_esc=y&vhl=tr&id=OrXTYzbcEEIC&q=bull#v=onepage&q=bull&f=false](https://books.google.com.tr/books?redir_esc=y&vhl=tr&id=OrXTYzbcEEIC&q=bull#v=onepage&q=bull&f=false) adresinden 21.03.2023 tarihinde alınmıştır.
- Canbazoğlu Bilici, S. (2012). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi ve özyeterlikleri*. [Doktora Tezi], Gazi Üniversitesi.
- Dani, D. ve Koenig, K. (2008). Technology and reform-based science education. *Theory Into Practice*, 47(3), 204-211. <https://doi.org/10.1080/00405840802153825>
- Devran, P., Öztay, E. S. ve Tarkin-Çelikkıran, A. (2021). Türkiye’de fen eğitiminde teknoloji entegrasyonu üzerine öğretmenler ile yapılan

- çalışmaların içerik analizi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 10(4), 1789-1825. <http://dx.doi.org/10.30703/cije.938487>
- Dönel Akgül, G., Geçikli, E., Konan, F. ve Konan, E. (2018). Fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımı hakkında öğretmen adaylarının görüşleri. *Kesit Akademi Dergisi*, (14).61-74. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kesitakademi/issue/59827/864182>
- Dulger, M.F. (2007). *Using graphs to represent physical phenomena in a fourth grade classroom*. [Master Dissertation] Middle East Technical University.
- Ekici, E. ve Ekici, F. (2011). Fen eğitiminde bilişim teknolojilerinden faydalanmanın yeni ve etkili bir yolu: yavaş geçişli animasyonlar, *İlköğretim Online*, 10(2),1-9. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ilkonline/issue/8592/106839>
- Flindt, A.E. (2012). *Probeware integration in the science classroom: the impact of a six-hour professional development workshop that combines technical instruction with implementation planning*. [Master Dissertation] Montana State University.
- Friedrichsen, P. M., Dana, T. M., Zembal-Saul, C., Munford, D. ve Tsur, C. (2001). Learning to teach with technology model: Implementation in secondary science teacher education. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20(4), 377. <https://link.gale.com/apps/doc/A85181004/AONE?u=googlescholar&sid=googleScholar&xid=c0a5674d> adresinden 28.03.2023. tarihinde alınmıştır.
- Gado, I., ve van 't Hooft M. (2005). Determinants of and dilemmas related to inquiry-based science activities using handheld computers and probeware in Benin, West Africa. Proceedings of the Fifth international conference on advanced learning technologies (ICALT'05).
- Guzey, S.S., ve Roehrig, G. (2009). Teaching science with technology: Case studies of science teachers' development of technological pedagogical content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. 9 (1), 25-45.
- Guzey, S.S. (2010). *Science, technology, and pedagogy: exploring secondary science teachers' effective uses of technology*, [Doctoral Dissertation], The University of Minnesota.
- Gül, S. ve Yeşilyurt, S. (2011). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin tutumları ve başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(1), 94-115. <https://dergipark.org.tr/en/pub/balikesirnef/issue/3372/46537>
- Jimoyiannis, A. ve Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of

- trajectory motion. *Computers & Education*, 36(2), 183-204. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(00\)00059-2](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(00)00059-2)
- Karamustafaoğlu, M., Aydın, M. ve Özmen, H. (2005). Bilgisayar destekli fizik etkinliklerinin öğrenci kazanımlarına etkisi: basit harmonik hareket örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 67-81.
- Kamarainen, A.M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M.S. ve Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips, *Computers & Education* 68, 545-556. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>
- Keçeci, G., Yıldırım, P. ve Zengin, F.K. (2021). Determining the effect of science teaching using mobile augmented reality application on the secondary school students' attitudes of toward science and technology and academic achievement. *Science Education International*, 32(2), 137-148. <https://doi.org/10.33828/sei.v32.i2.7>
- Kırbağ-Zengin, F., Kırılmazkaya, G. ve Keçeci, G. (2012). Akıllı tahta kullanımının fen ve teknoloji dersindeki başarı ve tutuma etkisi. *Education Sciences*, 7(2), 526-537. <https://dergipark.org.tr/en/pub/nwsaedu/issue/19816/211944>
- Kırılmazkaya, G., Keçeci, G. ve Kırbağ Zengin, F. (2014). Bilgisayar destekli öğretimin fen ve teknoloji dersi öğretmen ve öğrencilerinin tutum ve başarılarına etkisi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 30(1), 453-466.
- Kırbağ Zengin, F. ve Yucasu, Ş. (2017). Proje tabanlı öğrenme yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının çevreye yönelik bilgi ve davranış üzerine etkisi, *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 8(28), DCXVIII-DCXXXIII.
- Metcalf, S.J. ve Tinker, R.F. (2004). Probeware and handhelds in elementary and middle school science. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 43- 49.
- McDonald, J.T. ve Dominguez, L.A. (2010). Professional preparation for science teachers in environmental education. A. M. Bodzin, B. S. Kleinve S. Weaver (Eds.), *The inclusion of environmental education in science teacher education* (pp. 17-30). NY, USA: Springer Netherlands.
- Moyer J.F. (2012). *Probeware in 8th grade science: a quasi-experimental study on attitude and achievement*. [Doctoral Thesis], Wilmington University.
- Namdar, B. ve Küçük, A. (2018). Fen eğitiminde teknoloji entegrasyonu çalışmalarının betimsel içerik analizi: Türkiye örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (48), 355-383. <http://doi.org/10.21764/maeuefd.375088>
- Okur, M. (2014) *Mobil teknolojilerin laboratuvar ortamlarında kullanılmasına yönelik rehber materyallerin geliştirilmesi ve etkililiğinin*

- değerlendirilmesi: genel fizik laboratuvarı II örneği.* [Doktora Tezi] Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Park, J.C. (2008). Probeware tools for science investigations. Bell, J. Gess-Newsome ve J. Luft (Eds.), *Technology in the secondary science classroom* (pp.33-41). Arlington, VA: NSTA Press. [https://books.google.com.tr/books?redir\\_](https://books.google.com.tr/books?redir_) adresinden 21.03.2023 tarihinde alınmıştır.
- Parkinson, E. J. (2008). *The effects of the addition of probeware and powerpoint® technology on an eighth grade force and motion unit.* [Master Dissertation]. Michigan State University.
- Price-Lamond, E. (2017). *The use of probeware to improve learning outcomes in middle school science: a mixed methods case study.* [Doctoral Dissertation], Gwynedd Mercy University.
- Reisenhofer, M. P. (2006). *A comparative analysis of three manufacturers of science probeware for the classroom.* [Master Dissertation]. California State University.
- Rogers, Y. ve Price, S. (2008). The role of mobile devices in facilitating collaborative inquiry in situ. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 03(03).1-21. <https://doi.org/10.1142/S1793206808000525>
- Sarabando, C., Cravino, J.P. ve Soares, A. A. (2014). Contribution of a computer simulation to students' learning of the physics concepts of weight and mass. *Procedia Technology*, 13, 112-121. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.02.015>
- Taflı, T. (2021) Fen eğitiminde kullanılan teknolojiler. Ş. Koca ve P. Erten (Eds.), *Eğitim Bilimlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler - II* (s.131-152) içinde. Gece Kitaplığı.
- Vonderwell, S., Sparrow, K. ve Zachariah, S. (2005). Using handheld computers and probeware in inquiry-based science education. *Journal of the Research Center for Educational Technology*, 1(2), 1-11.
- Vernier Science Education University Catalog (2023). Vernier Science Education University Catalog <https://6302909.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/6302909/2023%20Catalogs/Vernier-Science-Education-2023-catalog-college-INTL-> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.
- Vernier Science Education Canada Catalog (2023). Vernier Science Education Canada Catalog <https://www.verniercanada.ca/wp-content/uploads/2023/01/Vernier-Canada-2023-catalog-k12-CAN-web.pdf> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.
- Yerrick, R. ve Johnson, J. (2009). Meeting the needs of middle grade science learners through pedagogical and technological intervention. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(3). 280-315.

Yerrick, R. (2010). How notebook computers, digital media, and probeware can transform science learning in the classroom <https://www.researchgate.net/publication/268278437> adresinden 18.03.2023 tarihinde alınmıştır.

Yucasu, Ş. (2015). *Proje tabanlı öğrenme yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre okuryazarlığına etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi], Fırat Üniversitesi.

Zucker, A. A., Tinker, R., Staudt, C., Mansfield, A. ve Metcalf, S., (2008). Learning science in grades 3–8 using probeware and computers: Findings from the TEEMSS II Project, *Journal of Science Education and Technology*, 17, 42–48. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-007-9086-y>

İnternet Kaynakları

URL-1: Vernier pH Acid-base titration, <https://www.vernier.com/product/ph-sensor/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL-2: LabQuest 3 (Vernier) Cihazı, <https://www.vernier.com/product/labquest-3/> 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL-3: Determining the Best Light Source for Photosynthesis, <https://www.vernier.com/2023/03/17/determining-the-best-light-source-for-photosynthesis/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL-4: CO<sub>2</sub> Gas Sensor, <https://www.vernier.com/product/co2-gas-sensor/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL-5: O<sub>2</sub> Gas Sensor, <https://www.vernier.com/product/go-direct-o2-gas-sensor/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL-6: pH Sensor, <https://www.vernier.com/product/ph-sensor/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL-7: Turbidity sensor, <https://www.vernier.com/product/turbidity-sensor/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL-8: Temperature Probe, <https://www.vernier.com/product/go-direct-temperature-probe/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL-9: Light Sensor, <https://www.vernier.com/product/light-sensor/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL- 10: Soil Moisture Sensor, <https://www.vernier.com/product/soil-moisture-sensor/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL-11: Conductivity Probe, <https://www.vernier.com/product/conductivity-probe/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL-12: UVA Sensor, <https://www.vernier.com/product/uva-sensor/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL-13: Magnetic Field Sensor, <https://www.vernier.com/product/magnetic-field-sensor/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.

URL-14: Salinity Sensor, <https://www.vernier.com/product/salinity-sensor/> adresinden 28.03.2023 tarihinde alınmıştır.



## BÖLÜM 13

### FEN EĞİTİMİNDE MOBİL UYGULAMALAR

Zehra Nur ÇELİK<sup>1</sup>  
Doç. Dr. Gonca KEÇECİ<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, zcelik023@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-4915-4604

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, gkececi@firat.edu.tr, 0000-0002-2582-3850



## GİRİŞ

Eğitim öğretimde teknolojinin kullanılması bilginin aktarılması başta olmak üzere iletişim, öğrenme süreçlerinde motivasyon, derse yönelik tutum, akademik başarı gibi yönlerden oldukça destekleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle eğitimde teknolojinin kullanımı birçok ülkede hızla önem kazanmıştır. Türkiye’de eğitim sistemine teknolojinin entegre edilmesinde önemli çalışmalara imza atmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı’nın 2019-2023 stratejik planında, eğitimde teknolojinin verimli kullanılması konusunda projelerden ve hizmetlerden bahsedilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2019). Mobil uygulamalar, mobil öğrenme, teknoloji, dijital, online, e-kitap, sanal vb. kavramlar eğitim-öğretimin birer parçası haline gelmiştir. Gelişen ve yenileşen dünyamızda teknoloji kilit rol oynamakta ve birçok eğitim içeriği de teknoloji tabanlı tasarlanmaktadır. Eğitim-öğretimin yaygınlaştırılması, toplumda yer alan her bireyin eşit ve aynı eğitim hizmetlerine ulaşabilmesi amaçlarıyla eğitim materyalleri, kaynakları çoğunlukla mobil ortamlara taşınmıştır.

Mobil cihazların kullanımının artması ile mobil uygulamalara erişimin kolay hale geldiği söylenebilir. Mobil cihazların yaygınlaşması mobil öğrenmeyi destekleyerek eğitim içeriklerine herkesin ulaşabileceği bir platformda yer almasına da olanak sağlanmıştır. Mobil öğrenme ve mobil uygulamaların kullanımı eğitim öğretimi desteklemektedir. Mobil öğrenme uygulamalarının zaman ve mekan sınırlamasının önemsiz hale gelmesi ve bu öğrenme ortamlarının daha rahat planlanabilmesi yönlerinden öğrenme süreçlerine katkı sağladığı görülmektedir. Bu noktadan hareketle mobil uygulamaların öğrenme süreçlerine akademik başarı ve öğrenen motivasyonu açısından etkili bir öge olduğu söylenebilir (Kılınç, 2015).

Mobil öğrenme ve mobil uygulamalar fen eğitiminde de önemli bir yere sahiptir. Fen eğitimi deney, gözlem vb. uygulamalar ile desteklenen bir eğitim dalıdır. Bu uygulamaları desteklemek amacıyla mobil öğrenme ve mobil uygulamalar kullanılabilir. Fen eğitiminde mobil yaklaşımların kullanılması öğrenme süreçlerini desteklemektedir. Fen eğitiminde kullanılan bu uygulamalar öğrenci başarısına ve öğretmene katkı sağlamaktadır (Genç ve ark., 2019).

## 1. Mobil Öğrenme

Mobil kavramı, hareketli ve taşınabilir nesnelere için kullanılır (Türk Dil Kurumu [TDK], 2023). Mobil öğrenme, öğrenme süreçlerinde taşınabilir uygulamaların kullanılması olarak tanımlanabilir. Literatürde mobil öğrenmeye yönelik farklı tanımlamalar yer almaktadır. Teknoloji ve eğitimin birlikteliği (Siemens, 2002); mobil araçlar ve mobil ortamlar ile gerçekleşen öğrenme etkinliği (Trifonova, 2003); taşınabilir mobil cihazlar ile gerçekleştirilen öğrenme adımları (Traxler, 2005); öğrenen ile öğreticinin iletişim süreçlerini geliştiren, öğrenmeyi kolay kılan, her yerde öğrenme ve yaşam boyu öğrenmeye katkı sunan, mekan- zaman öğelerinden bağımsız bir öğrenme modelidir (Çakır ve Arslan, 2013); eğitim öğretimi kolay, hızlı, öğrenme süreçlerindeki ihtiyaçlara yönelik ve zaman-mekan öğelerinin sınırlaması olmadan sunan öğrenme modelidir (Elçiçek ve Bahçeci, 2015) gibi tanımlara ulaşılmaktadır.

Mobil öğrenmenin öğrencilerin akademik başarısına katkı sağladığı çeşitli araştırmalarda karşımıza çıkmaktadır. Demir ve Akpınar (2018), eğitim fakültesi öğrencileri ile yaptığı çalışmada mobil öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı yönünde bulgulara ulaşmıştır. Mobil öğrenme uygulamalarının ders öğrencilerin katılmasına katkıları ve ders içeriklerine katkılarının olduğu söylenebilir (Oberer ve Erkollar, 2013). Gür ve Özek (2021), mobil öğrenme üzerine yaptıkları araştırmada; mobil öğrenmenin



öğrencilerin öğrenme süreçlerini destekleyen, başarı düzeylerini arttıran, motivasyon seviyelerini yükselten bir öğrenme zemini oluşturduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada mobil araç ve mobil uygulamalarının öğrenme süreçlerinde kullanılmasının

eğitim-öğretime anlamlı katkılarının olduğu görülmüştür. Bu sonuçlardan hareketle mobil öğrenme ve mobil uygulamaların eğitim-öğretim süreçlerinde kullanımının desteklenmesi ve yaygınlaştırılması gerektiği önerilerinde bulunulmuştur. Öğrenci başarısının incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen bir başka çalışmada; mobil öğrenmenin öğrencilerin performanslarını pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir (Talan, 2020). Mobil araçlar kullanılarak

kelebeğin yaşam döngüsünün öğretilmesi amaçlanan çalışmada, konuya yönelik öğrenci fikirlerinde anlamlı değişimler gözlenmiştir (Akay, 2019). İlkokul öğrencileri ile yürütülen bir başka çalışmada mobil uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı artışlar görülmüştür (Turan, 2019). Mobil oyunlar ile desteklenen ders içerikleri de öğrencilerin akademik başarılarını geliştirmektedir. Huizenga ve arkadaşları (2019), mobil oyun tabanlı öğrenme üzerine yürüttüğü çalışmada öğrencilerin mobil oyunu oynadıktan sonra daha yüksek düzeyde akademik bilgiye sahip olduklarını belirlemiştir.

Mobil öğrenmenin öğrenme süreçlerine olumlu ve olumsuz etkileri bulunmaktadır. Aydın ve Özdamar (2020); bunlardan olumlu ve olumsuz etkilerinden birkaçını şöyle sıralamıştır:

- Zamanın doğru kullanılmasına olanak sağlar.
- Zaman ve mekan kısıtlamasından uzak öğrenme ortamı sunar.
- Bireysel içerikler hazırlanmasını sağlar.
- İçeriklere kolay erişim sağlar.
- Derse yönelik ilgiyi arttırmayı sağlar.
- Öğrenme süreçlerindeki bireylere özgür bir ortam sunar.
- Öğrenme sürecinde öğrenciyi merkeze alır.
- Öğrenmenin uzaktan gerçekleşmesine imkan sağlar.
- Herkes için eşit eğitim imkanlarına olanak sağlar.
- Ders içeriğinde kullanılan materyallerin çoklu ortamlı olmasını destekler.
- Boş geçebilecek zamanları değerlendirmeye olanak sağlar.
- Olumsuz etkilerinden birkaçı şöyledir:
- Teknoloji kullanımına eğilimli olan öğrenciler ile kullanımda zorlanan öğrenciler arasında farklılıkların oluşması.
- Hızlı ve sürekli gelişim gösteren içerikler nedeniyle güncel olmama sorunlarının yaşanması.
- Teknik kullanımda yaşanabilecek olası eksikler nedeniyle ek eğitimlere ihtiyaç duyulması.
- Küçük ekranlı mobil cihazlarda veri giriş aletlerinin kullanılamaması, işletim sistemlerinin düşük olma durumları, sınırlı depolama alanı, şarj sınırlılığı kısıtlayıcı etkiler oluşturması.

- Sürekli gelişen mobil cihazlar nedeniyle eski model cihaz olma durumları.
- Mobil cihazların eğitim dışı amaçlar için kullanılması.
- İnternete erişimde yaşanabilecek olumsuzluklar.
- Farklı öğrenme stillerine hitap etmeme durumları.

## 2. Mobil Cihazlar

Mobil cihaz, diğer teknolojik cihazların aksine kablosuz bağlantı kurma özelliği ile iletişim kurmaya yarayan, taşınabilir cihazlara verilen temel isimdir. Günümüzde teknolojik alt yapının artması ile mobil cihazlara olan ihtiyaç ve talep artmıştır. Her yaş grubundan bireylerin eğitim, iletişim vb. amaçlar doğrultusunda mobil cihazları kullanma gereksinimleri kaçınılmaz olmuştur.

İçerisinde bulunduğumuz yüzyılda teknolojinin hızla gelişmesi ile mobil cihazlarında geliştiğini söyleyebiliriz. Akıllı telefon, bilgisayar, tablet vb. gibi mobil cihazlar günümüzde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Öğrenen bireyler, öğrenme ortamlarına akıllı telefon, tablet, bilgisayar vb. mobil cihazları kullanarak; istedikleri bir ortam ve zamanda kolay, hızlı ve etkin bir şekilde erişebilmektedirler (Keskin ve Kılıç 2015).



Mobil cihazları kullanarak gerçekleştirilen mobil öğrenmenin olumlu ve olumsuz yönleri karşımıza çıkmaktadır. Taşınabilirlik özelliği, zaman ve mekan unsurlarından bağımsız olması, mobil uygulamalara erişim, ses-görüntü gibi çoklu erişim sağlaması, kişisel öğrenme imkanı sunması gibi olumlu yönleri sıralanabilir (Ağca ve Bağcı, 2013; Çelik 2013) Bunların yanında mobil cihazlar, öğrencilerin birçok kaynak kitaplara kolay ve hızlı erişimine olanak sağlamaktadır (Bozkurt ve Bozkaya, 2013).

Mobil cihazlar ile gerçekleştirilen mobil öğrenmenin olumsuz yönleri de bulunabilmektedir. Cihazların insan sağlığına verebileceği zararlar, internete erişim problemleri, güvenlik sorunları, internet ortamında maruz kalınabilecek

zararlı içerikler, depolama sorunu, öğreneni kontrolde yaşanabilecek aksilikler vb. gibi olumsuz yönleri de karışımıza çıkmaktadır (Özby, 2016).

Mobil cihazların fen eğitiminde de kullanımı önemli bir yer tutmaktadır. Tablet, bilgisayar gibi mobil cihazlara fen eğitime yönelik mobil uygulamalar yüklenebilir. Fen eğitimi konularını içine alan mobil uygulamalar öğrenme süreçlerinde öğretmen ve öğrencileri desteleyebilmektedir. Daşdemir ve arkadaşları (2012), Fatih Projesi ile kullanılmaya başlanılan tabletlerin kullanımına yönelik fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerini ele aldığı çalışmada, tablet üzerinden görsel ve animasyon içeriklerinin kullanılmasının öğrencilerin fen dersine ilgilerini olumlu yönde geliştireceği ifade edilmiştir.

### 3. Mobil Uygulamalar

Mobil uygulama, taşınabilir cihazlar üzerinde tasarlanmış ve kodlanmış yazılımlardır (Özby, 2016). Keskin ve Kılınç (2015), mobil uygulamaların geliştirilme süreçlerinde kullanılan platformları; yerel, melez, çapraz ve uyumlu olarak sınıflandırmıştır.



Android, iOS gibi çok kullanılan ortamlar için farklı programlama dilleri gerektiren mobil platformlar yerel; tek bir kod ile birden çok ortamda çalışabilecek mobil platform melez; sıklıkla tarayıcılarda çalışan çok sayıda çeşitli cihazları destekleyen mobil platformlar çapraz; akıllı cihazlar, web siteleri gibi değişken ekran ebatlarında görünümü sağlayan mobil platformlar uyumlu platformlar olarak tanımlanmıştır.

Mobil uygulamalar, IOS ya da Android işletim sistemi ile hazırlanmaktadır. Mobil uygulama yazılımlarını hazırlayan ve geliştiren bireyler tasarladıkları uygulamaları sanal mağaza ortamından son kullanıcılara aktarabilmektedirler. Hazırlanan mobil uygulamaların kullanılabilirliğinin devam etmesi önemlidir. Bu nedenle kullanıcıların beklenti ve kriterleri belirlenerek önem sırasıyla mobil uygulamalar hazırlanmalı ve geliştirilmelidir (Uslu ve ark., 2020.)

Son zamanlarda mobil uygulama kullanımının artarak ilerlemesi üniversitelerin de mobil uygulamalar hazırlamalarına yol açmıştır. Her alanda mobil uygulama kullanımı doğrudan mobil öğrenme gerekliliğini de ortaya

çıkarmıştır. Mobil öğrenme amacıyla geliştirilen çalışmalar derlendiğinde mobil cihazların donanım özellikleri, platform yeterlilikleri, ara yüz, başarı düzeyleri ve tasarımlarına önem gösterilmesi gerektiği belirtilmiştir (Keskin ve Kılınç, 2015).

#### 4. Fen Eğitiminde Mobil Uygulamaların Önemi

Fen bilimleri ders müfredatlarında yer alan kavram ve kazanımlar günlük yaşam ile bağlantı içerisindedir. Bu bağlantıya rağmen fen bilimleri dersinin aktarılmasında çeşitli sorunlar yaşanabilmektedir. Ders saatleri, soyut kavramlar, matematik temelli işlem ve ifadeler, grafik analiz etme gibi sorunlar sıralanabilir (Timur ve ark., 2016). Bu sorunlar dikkate alındığında mobil öğrenme yöntemi ile kullanılan mobil uygulamalar fen bilimleri ders içeriğini zenginleştirmektedir. Arttırılmış gerçeklik, sanal laboratuvar, 3D modelleme uygulamaları gibi içerikler fen bilimleri derslerinde kullanılabilir. Fen eğitiminde mobil uygulamaların kullanılması öğrencilerin; akademik başarılarını, derse yönelik olumlu tutum geliştirmelerini, bilginin kalıcılığına, bilimsel süreç becerilerine ve motivasyonlarına pozitif katkı sağladığı görülmüştür (Yetişir, 2019; Ateş, 2018; Ersoy ve ark., 2016; Gül ve Şahin, 2017; Fonseca ve ark., 2014; Ekici, 2018; Kırbağ Zengin ve ark., 2012; Keçeci ve ark., 2021).

Fen eğitiminde deney çalışmaları öğrenmenin en temel noktalarındandır. Fen bilimleri dersinin kalıcı ve etkili olması laboratuvar çalışmaları ile desteklenerek sağlanabilir (Yıldız, 2015). Ancak fen laboratuvarlarının kullanılmasında çeşitli sorunlar ve eksiklikler ile karşılaşılabilir. Teknoloji tabanlı laboratuvarların kullanılması bu sorun ve eksiklikleri büyük ölçüde ortadan kaldırabilir ve erişim kolaylığı sağlanarak öğrenci motivasyon ve özgüvenini arttırabilir (Güngör Kuş ve ark., 2020). Bu noktada karşımıza çıkan sanal laboratuvar temalı mobil uygulamalar fen eğitiminde öğrenme süreçlerine olumlu yönde etki etmektedir. Sanal laboratuvar uygulamalarının, öğrenci başarısını arttırması, mevcut laboratuvarda yaşanabilecek olası problemlerden uzak olması, kolay erişilebilir olması, laboratuvarda kullanılacak malzemelerin temin edilmesinde yaşanabilecek sıkıntıların ortadan kalkması, gereksiz malzeme kullanımının önüne geçilmesi gibi etkenlerden fen eğitiminde kullanılmaktadır (Ayas ve



Tatlı, 2011; Çinici ve ark., 2013, Duman ve Avcı, 2016; Dönel Akgül ve ark., 2018).

Fen eğitiminde mobil uygulamalar kapsamında kullanılan artırılmış gerçeklik uygulamalarının da öğrencilerin akademik başarı, motivasyon, fen dersine yönelik tutumlarında anlamlı değişikliklere neden olduğu çeşitli araştırmalarca gözlemlenmiştir. Maddenin tanecikli yapısı, sistemler, güneş sistemi ve ötesi, hücre gibi fen bilimleri konularının öğretiminde artırılmış gerçeklik mobil uygulamaları kullanılmaktadır. Öğrencilerin bu vb. fen bilimleri konularını öğrenmelerinde mobil uygulamaların katkılarının göz ardı edilemeyecek düzeyde olduğu söylenebilir (Tün, 2022; Güngör Kuş ve Çavuş, Akkiren, 2019; Kızılcıca, 2019; Coşkun, 2019; Şentürk, 2018; Çankaya ve Girgin, 2018; Sırakaya ve Sırakaya, 2018; Yıldırım, 2016; Şahin, 2017).

Fen eğitiminde kullanılan mobil uygulamalardan biri olan 3D modelleme uygulamalarının da öğrenme süreçlerine olumlu etkileri bulunmaktadır. Öğrenciler kullanılan modelleme uygulamaları ile konu ve kavramları daha iyi anlama, fikir geliştirme, çeşitli becerilerin gelişmesi ve derse katılımlarında artış gibi katkılarından söz edilebilir (Dağlı, 2022; Doğan ve Uluay, 2020; Louca ve Zacharia, 2012; Kolonich, 2017; Akilli ve Seven, 2014). Fen eğitiminde kullanılan simülasyon ve animasyon uygulamalarının da öğrenme süreçlerine olumlu etkileri bulunmaktadır. Simülasyon ve animasyon uygulamalarının görsel yönden zengin olması, konuları somut hale getirerek öğrenci başarısına katkı sağlaması, öğretmenler için dersi zenginleştirmeye olanak sağlaması gibi etkilerinden dolayı fen eğitiminde önemli bir yere sahiptir (Küçük ve ark., 2022, Bakırcı ve ark., 2021; Harman ve Yenikalaycı, 2019; Yeşiltaş, 2019; Keskin, 2019).

Fen eğitiminde mobil uygulamaların kullanılması öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının; işbirlikçi çalışma ortamlarının oluşması, zamandan tasarruf ve güvenli veriler sağlaması, öğretme-öğrenme süreçlerine katkılarının olması ve öğrenci motivasyonunu arttırması, eğlenceli olması, farkındalık oluşturması, hızlı ulaşılabilmesi ve taşınabilir olmasının katkıları, mobil uygulamalara yönelik olumlu tutum geliştirilmesine katkıları sıralanabilir (Telli, 2022; Okur, 2021; Genç ve Söğüt, 2019; Şaban ve Çelik 2018; Ağca ve Bağcı, 2013; Korucu ve ark., 2019).

## 5. Fen Eğitiminde Kullanılan Mobil Uygulamalar

Fen bilimleri (fiziki kimya, biyoloji, astronomi) dersi içeriğinde yer alan konu ve kavramların mobil uygulamalar kullanılarak öğretilmesi öğrenmenin daha etkin olmasına imkan sağlamaktadır. Arttırılmış gerçeklik (AR), sanal laboratuvar, QR kod uygulamaları, simülasyon, animasyon uygulamaları, eğitici oyunlar gibi çeşitli mobil uygulamalar fen eğitiminde kullanılmaktadır.

**Google Lens:** Google Lens, telefonun kamerası ile sıradan bir nesneyi okutarak Google Asistan'a sorular sormaya olanak sağlıyor. Bir hayvan veya bitki türünün görseli üzerinden de çeşitli araştırmalar yapılabiliyor. Arama, dil çeviri, alışveriş gibi seçenekleri kullanılabilir. Arama, dil çeviri, alışveriş gibi seçenekleri kullanılabilir.

**Spacecraft Models 3D and Space:** Uzay keşfi ve uzay gemisi görevlerini gözlemlene fırsatı sunan uygulamadır.

**Spacecraft AR:** Arttırılmış mobil gerçeklik uygulaması ile uzay aracını güneş sisteminde hareket ettirme uygulamasıdır.

**Morpa Kampüs:** Morpa Kampüs, ilkököl ve ortaoköl öğrencileri ve öğretmenlerine derslerde katkı sunmak için tasarlanmış, MEB müfredatı ile uyumlu çok sayıda içeriğin bulunduğu online eğitim platformudur.

**Solar System Scope:** Güneş Sistemi ve kapsam alanındaki çok sayıda görüntü ve simülasyon içerikleri bulunan uygulamadır. Uzay maceralarını deneyimlemeye olanak sağlar.

**NASA Visualization Explorer:** Uzay temalı araştırmalar hakkında hikayelere ulaşılan uygulamadır.

**NASA Be A Martian:** Kızıl Gezegen üzerinde keşif sağlayan uygulamadır.

**NSF Science Zone:** Çok sayıda disiplinin dikkat çekici video ve görselleri ile uzayın derin mucizevi köşelerine ulaştıran uygulamadır.

**Learn Science (Offline):** Basit açıklamalarla bilim, biyoloji, fizik ve kimya öğrenmek için rehber bir uygulamadır.

**CBSE Science Notes Offline:** 10. sınıf seviyesinde bilim notları içeren uygulamadır.

**Basic Science For Kids-K-5:** Yüksek kaliteli fen eğitimine erişim sağlayan bilimsel kaynakları düzenlemek üzere tasarlanmış uygulamadır.

**Science Basics:** Fizik, kimya ve biyolojinin temellerini tek bir uygulamada toplayan uygulamadır.

**Learn Science-Games for Kids:** Her yaştan çocuklar için bilim tabanlı çalışma sayfaları içeren uygulamadır. Çocuklara atomdan gezegene çeşitli bilim konularını öğretmektedir.

**STEM Education & English:** 3-8 yaş arasındaki çocuklar için İngilizce ve STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) konularının eğlenceli bir erişim sağlayan eğitici bir uygulamadır.

**STEM Buddies:** Science for Kids: Çocukların STEM disiplinlerine ilgisini arttırmak ve çocukları 21. yüzyıl becerileriyle tanıştırmak için hikaye anlatımı, animasyonlar ve eğlenceli etkinlikler içeren uygulamadır.

**SkyView Lite:** Gökyüzünde yıldız veya takımyıldızları bulmak için kullanılan uygulamadır.

**Stellarium Mobile-Star Map:** Yıldızları, takımyıldızları, gezegenleri, kuyruklu yıldızları, uyduları (ISS gibi) ve diğer gökyüzü nesnelere incelemeye olanak sağlayan planetaryum uygulamasıdır.

**Space Station Research Xplorer:** Uluslararası Uzay İstasyonunda araştırılan deney çeşitlerini keşfetmeye yarayan uygulamadır.

**Space 4D+:** Güneş Sistemi ve uzay içerisinde yer alan nesnelere yönelik bilgilendirici AR uygulamasıdır.

**AR-3D Science:** Yenilikçi eğitim uygulamaları kullanarak okullarda AR öğrenme sisteminin uygulanmasına ilişkin değerlendirme uygulamasıdır.

**iScienceAR:** Bilimin fantastik dünyasını keşfetmeye olanak sunan artırılmış gerçeklik kitap uygulamasıdır.

**Mission to Mars AR:** Arttırılmış gerçeklik deneyimleriyle Marsı keşfetme uygulamasıdır.

**Anatomy 3D Atlas:** İnsan anatomisini kolay ve etkileşimli bir şekilde incelemeyi sağlayan uygulamadır.

**Anatomy Learning-3D Anatomy:** İnsan anatomisini incelemek için kullanılabilen uygulamadır.

**Anatomy 4D:** İnsan vücudunu üç boyutlu görsel ile inceleme fırsatları sunan uygulamadır.

**ScratchJr:** Çocuklar için eğitsel vb. hikaye ve oyun tasarlamak için kullanılan programlama dilidir.

**BEAKER-Mix Chemicals:** Sanal laboratuvar ortamı sağlayan uygulamadır.

**Physics Lab:** Fizik deneyleri gösteriminde kullanılabilecek uygulamadır.

**Periyodik Tablo 2023–Kimya:** Tüm elementleri içeren bir periyodik cetvel uygulamasıdır.

**Physic virtual lab:** Bu uygulama fizik temelli deneyler içeren bazı simülasyonlara erişim sağlayan uygulamadır.

**Virtual Science Lab–Premium:** Sanal Bilim Laboratuvarı ile fizik ve kimya deneylerini sınıf ortamında veya sınıf dışında kolay, eğlenceli bir şekilde yürütmeye imkan sunan eğitici uygulamadır.

**V-Lab:** Deneylerde yaşanabilecek tehlike ve risklerden uzak yeni teknolojiler ile karmaşık deney çalışmaları gerçekleştirmeye olanak sağlayan uygulamadır.

**Lab4Physics:** Fen eğitiminin kalitesini arttırmak amacıyla öğretmenlere destek olan taşınabilir laboratuvar uygulamasıdır.

**Unreal Chemist-Chemistry Lab:** Dijital ortamda bilim deneylerinin görsellerini içeren uygulamadır.

**Physics Studio:** İnteraktif deneylerle fikirleri geliştirmeye imkan sunan uygulamadır.

**Science Experiments School Lab:** Okul laboratuvarında fen bilgisi ile ilgili konuları sesli ve eğlenceli fen deneyleriyle sunan uygulamadır.

**Wordwall:** Wordwall, ders içeriklerinin farklı oyun formatlarında öğrencilerin kullanmasına imkan sunan, öğrencilere derslerini eğlenerek öğrenme fırsatı veren web tabanlı bir uygulamadır.

**Elements 4D:** Artırılmış gerçeklik kullanarak çeşitli kimyasal elementleri ve bu elementlerin reaksiyonlarını gösterme özelliğine sahip bir uygulamadır.

**Upad-Lite:** Deney raporu oluşturmak için PDF dosyalarını içine atarak üzerinde yazı yazmaya ya da çektiği bir fotoğrafı dosya üzerine eklemeye izin veren bir uygulamadır.

**ScreenChomp:** Öğrencilerin ekran kullanarak video kaydı oluşturabildikleri veya çektikleri bir fotoğraf üzerinde işaretlemeler yapabildikleri video kaydı oluşturup paylaşabilecekleri zamandan kazanç sağlayan uygulamadır.

**Skitch:** Fotoğrafları düzenlemeye, üzerine yazılar yazmaya, işaretlemeler yapmaya imkan sağlayan (örneğin mikroskoptan çekilen görüntünün üzerine işaretlemeler yapmak) uygulamadır.

**Numbers:** Bazı deneylerin sonuç bölümlerinde grafik oluşturma gerekliliği oluşabilmektedir. Öğrencilerin grafik oluşturmaya yardımcı olan bir uygulamadır.

**iMovie:** Laboratuvarı gerçekleştirilen deneylerin videolarını birleştirmek, yazı eklemek, kesmek, düzenlemek etkili videolar hazırlamak için öğrencilere yardımcı olan uygulamadır.

**Tinkercad:** Tinkercad, elektronik ve kodlama temelli yeni nesil tasarımlara yönelik 3D izim uygulamasıdır.

## KAYNAKÇA

- Ağca, R. K. ve Bağcı, H. (2013). Eğitimde mobil araçların kullanımına ilişkin öğrenci görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 295–302. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/eduref/issue/69172/1059976>
- Akay, F. (2019). *Kelebeğin yaşam döngüsünün mobil araçlarla informal ortamda öğrenilmesi: Kelebekler vadisi örneği*. [Yüksek Lisans Tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Akilli, M. ve Seven, S. (2014). 3D bilgisayar modellerinin akademik başarıya ve uzamsal canlandırmaya etkisi: Atom modelleri. *Turkish Journal of Education*, 3 (1), 11-23. <https://doi.org/10.19128/turje.181072>
- Akkiren, B. (2019). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin dolaşım sistemi konusundaki akademik başarılarına ve fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Bülent Ecevit Üniversitesi.
- Ateş, A. (2018). *7. sınıftan ve teknoloji dersi “maddenin tanecikli yapısı ve saf maddeler” konusunda artırılmış gerçeklik teknolojileri kullanılarak oluşturulan öğrenme materyalinin akademik başarıya etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Ayas, A. ve Tatlı, Z. (2011, Eylül, 22-24). *Öğrenci gözüyle sanal kimya laboratuvarının değerlendirilmesi*. 5.Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu, Elazığ, Türkiye.
- Aydın, O. ve Özdamar, N. (2020). Mobil öğrenme ve Türkiye’de açıköğretim faaliyeti yapan üniversitelerin mobil öğrenme uygulamalarının incelenmesi. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi (AUAd)*, 6(4), 113-154. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/auad/issue/57638/778664>
- Bakırcı, H., Gök, N. ve Artun, H. (2021). Fen öğretiminde kullanılan hologram uygulamalarına yönelik fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23 (4), 1334-1348. <https://doi.org/10.32709/akusosbil.896821>
- Bozkurt, A. ve Bozkaya, M. (2013). Bir öğrenme malzemesi olarak etkileşimli e-kitap hazırlama adımları. *Eğitimde Politika Analizi*, 2 (2), 8-20. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/epa/issue/48310/611621>

- Coşkun, H. (2019). *Hücre ve bölünmeler ünitesinin artırılmış gerçeklik teknolojisi ile öğretiminin 7.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Çakır, H. ve Arslan, İ. (2013). Mobil cihazlar için ders içerik paketinin geliştirilmesi, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 6(3), 24-33. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gazibtd/issue/6629/87991>
- Çankaya, B. ve Girgin, S. (2018). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin fen bilimleri dersi akademik başarısına etkisi. *Journal of social and humanities sciences research (JSHSR)*, 5(30), 4283-4290. <http://www.jshsr.org/DergiPdfDetay.aspx?ID=882>
- Çelik, A. (2013). M-öğrenme tutum ölçeği: Geçerlik ve güvenilirlik analizleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 172-185. <https://toad.halileksi.net/wp-content/uploads/2022/07/mobil-ogrenme-tutum-olcegi-toad.pdf>
- Çinici, A., Özden, M., Akgün, A., Ekici, M. ve Yalçın, H. (2013). Sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin ışık ve ses ünitesiyle ilgili başarıları üzerine etkisinin karşılaştırılması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 92-106. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/befdergi/issue/23140/247177>
- Dağlı, H. (2022). 7. sınıf fen eğitiminde uzaktan eğitim yoluyla verilen üç boyutlu tasarım etkileyciliği: Vaka çalışması. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Demir, K. ve Akpınar, E. (2018). The effect of mobile learning applications on students' academic achievement and attitudes toward mobile learning. *Malaysian Online Journal of Educational Technology 2018 (Volume 6- Issue 2)*. <http://dx.doi.org/10.17220/mojet.2018.04.004>
- Doğan, A., ve Uluay, G. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının 3d teknolojilerini öğrenme ve uygulama deneyimleri: Tinkercad örneği. *Trakya Eğitim Dergisi*, 10(3), 980-994. <https://doi.org/10.24315/tred.674462>
- Dönel Akgül, G., Geçikli, E., Konan, F. ve Konan, E. (2018). Fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımı hakkında öğretmen adaylarının görüşleri. *Kesit Akademi Dergisi*, (14), 61-74. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kesitakademi/issue/59827/864182>

- Duman, M. Ş. ve Avcı, G. (2016). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısına ve öğrenilenlerin kalıcılığına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 13-33. <https://doi.org/10.17556/jef.08804>
- Ekici, M. (2018). Mobil teknoloji temelli öğrenme uygulamalarının bilimsel düşünme sürecini parçalara ayırma. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Elçiçek, M. ve Bahçeci F., 2015. Meslek yüksekokulu öğrencilerinin mobil öğrenmeye yönelik tutumlarının incelenmesi, *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 16 – 33. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sakaefd/issue/11235/134212>
- Ersoy, H., Duman, E. ve Öncü, S. (2016). Arttırılmış gerçeklik ile motivasyon ve başarı: deneysel bir çalışma. *Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Dergisi* 5 (2016), 39-44. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jitte/issue/25089/264804>
- Fonseca, D., Martí, N., Redondo, E., Navarro, I., & Sánchez, A. (2014). Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models. *Computers in Human Behavior*, 434-445. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.03.006>
- Genç M., Söğüt S. ve Albayrak S. (2019). Mobil uygulamalarının fen eğitiminde kullanılması. ERPA Uluslararası Eğitim Kongreleri, Sakarya, Türkiye.
- Gül, K., ve Şahin, S. (2017). Bilgisayar donanım öğretimi için artırılmış gerçeklik materyalinin geliştirilmesi ve etkililiğinin incelenmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 353-362. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.347604>
- Güngör Seyhan, H. ve Okur, M. (2020). Fen bilimleri laboratuvarlarında mobil teknoloji desteğinin önemi hakkında öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17 (1). <https://doi.org/10.33711/yyuefd.809127>
- Güngör Kuş, Ş., ve Çavuş, H., (2022). Using mobile augmented reality applications in education. *Eğitimde Yeni Sorunlar ve Cevaplar* (pp.35-42), Ankara: Palme Yayın Dağıtım.



- Gür, D. ve Bulut-Özek, M. (2021). Mobil öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları, motivasyonu ve tutumları üzerine etkisi: Bir meta analiz çalışması, *Trakya Eğitim Dergisi*, 11(1), 1-15. <https://doi.org/10.24315/tred.581539>
- Harman, G. ve Yenikalaycı, N. (2019). Renk kodları ile direnç okumanın öğretiminde simülasyon kullanımının öğrenme üzerindeki etkisi ve öğrencilerin görüşleri. *Trakya Eğitim Dergisi*, 9 (3), 415-436. <https://doi.org/10.24315/tred.454318>
- Huizenga, J., Admiraal, W., ten Dam, G. ve Voogt, J. (2019). Mobile game-based learning in secondary education: Students' immersion, game activities, team performance and learning outcomes. *Computers in Human Behavior*. DOI: [10.1016/j.chb.2019.05.020](https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.05.020)
- Keçeci, G., Yıldırım, P. ve Kırbag Zengin, F., (2021). Determining the effect of science teaching using mobile augmented reality application on the secondary school students' attitudes of toward science and technology and academic achievement. *Journal of Science Learning*, 4(4), 327-336, 2021. <https://doi.org/10.33828/sei.v32.i2.7>
- Keskin, D. (2019). *Bitki ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme ünitesinde tasarlanan yavaş geçişli animasyonların 6. sınıf öğrencilerinin teknolojiye ve fene yönelik tutumlarına etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Aksaray Üniversitesi.
- Keskin, N. Ö. ve Kılınç, H. (2015). Mobil öğrenme uygulamalarına yönelik geliştirme platformlarının karşılaştırılması ve örnek uygulamalar. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 1 (3), 68-90. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/auad/issue/3028/42073>
- Kılınç, H. (2015). Mobil öğrenme: eğitim ve öğrenimin dönüşümü [Kitap tanıtımı: Mobile learning: transforming the delivery of education and training, M. Ally (Ed.)]. AUAd, 1(4), 132-138. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/402539>
- Kırbag Zengin, F., Keçeci, G. ve Kırılmazkaya, G. (2012). İlköğretim öğrencilerinin nükleer enerji sosyo-bilimsel konusunu online argümantasyon yöntemi ile öğrenmesi. *Education Sciences*, 7 (2), 647-654. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsaedu/issue/19816/211957>

- Kızılca, G. (2019). *Ortaokul 3. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinde mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının, fene yönelik tutumlarına ve akademik başarılarına etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
- Kolonich, A. (2017). *Supporting secondary science teachers in promoting equitable science classrooms through inclusive three-dimensional instruction*. [Doktora tezi] Michigan Eyalet Üniversitesi. <https://www.researchgate.net/publication/342788617>
- Korucu, T. A., Usta, E. ve Çoklar A. N., (2019). Eğitim fakültesi öğrencileri ile turizm fakültesi öğrencilerinin mobil öğrenmeye yönelik tutumları. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 12(1), 1-15. <https://doi.org/10.30831/akukeg.512541>
- Küçük, M., Taşcan, M. ve Ünal, İ. (2022). Animasyon destekli ses konusu öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (3), 1404-1428. <https://doi.org/10.17679/inuefd.1194670>
- Loucas T. Louca ve Zacharias C. Zacharia (2012). Modeling-based learning in science education: cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational Review*, 64, (4), 471-492. <https://doi.org/10.1080/00131911.2011.628748>
- Milli Eğitim Bakanlığı 2019-2023 Stratejik planı. [https://www.meb.gov.tr/stratejik\\_plan/](https://www.meb.gov.tr/stratejik_plan/)
- Okur, M. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mobil teknolojilerin laboratuvar ortamında kullanılmasına yönelik görüşlerinin değerlendirilmesi. *Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 982-1008. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.957382>
- Oberer, B. ve Erkollar, A. (2013). Mobile learning in higher education: a marketing course design project in austria, procedia. *Social and Behavioral Sciences*, Volume 93, 2013, Pages 2125-2129. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.177>
- Özbay, U., 2016. *Fen bilimleri öğretmenlerinin mobil uygulamaları kullanım durumları ve fen eğitimi sürecindeki kullanımı hakkındaki görüşleri*. [Yüksek Lisans Tezi]. Aksaray Üniversitesi.

- Sırakaya, M. ve Alsancak Sırakaya, D. (2018). Artırılmış gerçekliğin fen eğitiminde kullanımının tutum ve motivasyona etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26 (3), 887-905. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.415705>
- Siemens, G. (2002). Instructional design in elearning. Retrieved January, 21, 2013.
- Şaban, A. ve Çelik, İ. (2018). Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adaylarının eğitsel mobil uygulamalara yönelik algıları. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4 (1), 14-26. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ekvad/issue/35893/410887>
- Şahin, D. (2017). *Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile yapılan fen öğretiminin ortaokul öğrencilerinin başarılarına ve derse karşı tutumlarına etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Erzurum Atatürk Üniversitesi.
- Şentürk, M. (2018). *Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının yedinci sınıf "güneş sistemi ve ötesi" ünitesinde kullanılmasının öğrencilerin akademik başarı, motivasyon, fene ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisinin solomon dört gruplu modellerle incelenmesi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kocaeli Üniversitesi.
- Talan, T. (2020). The effect of mobile learning on learning performance: A meta-analysis study. *Educational Sciences: Theory and Practice* 20(1), 79–103. DOI 10.12738/jestp.2020.1.006
- Traxler, J. (2005). Defining mobile learning. *IADIS International Conference Mobile Learning*, 261 (266). [https://www.academia.edu/download/48311578/Defining\\_mobile\\_learning20160825-18088-1t8r01w.pdf](https://www.academia.edu/download/48311578/Defining_mobile_learning20160825-18088-1t8r01w.pdf)
- Telli, S. (2022). Fen bilgisi öğretmeni eğitiminde yerleşke bahçesinin öğrenme ortamı olarak kullanılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24 (1), 47-70. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.890853>
- Timur B., Timur S., Özdemir M. ve Şen C. (2016). İlköğretim fen bilimleri dersi öğretim programındaki ünitelerin öğretiminde karşılaşılan güçlükler ve çözüm önerileri, *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12 (2), 389-402. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/eku/issue/26698/280869>

- Trifonova, A. (2003). Mobile learning. Review of the literature. (Rapor No: DIT-03-009). Trento Üniversitesi.
- Turan, B. N. (2019). *Mobil uygulama destekli öğretimin ilkökul öğrencilerinin kesirler konusundaki akademik başarılarına etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Türk Dil Kurumu, (2023). <https://www.tdk.gov.tr>
- Tün, Ş. (2022). *Arttırılmış gerçeklik uygulamaları ile yürütülen işletimdeki sistemler biriminin öğrencilerin başarı akademiklerine ve arttırılmış uygulamaların gerçekliğe yönelik tutumlarına etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Uslu, B., Gur, S., Eren, T. ve Ozcan, E. (2020). Determination of criteria effective for mobile application selection and sample application. *İstanbul İktisat Dergisi-Istanbul Journal of Economics*, 70(1), 113-139. <https://doi.org/10.26650/ISTJECON2019-0022>
- Yeşiltaş, H. M. (2019). *Animasyon ve sanal gerçekliğe dayalı rehber materyallerin bazı öğrenme ürünlerine etkisi: Dolaşım sistemi örneği*. [Yüksek Lisans Tezi]. Ordu Üniversitesi.
- Yetişir, H. (2019). *Mobil cihazlarla arttırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, tutum ve kalıcılığına etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Yıldırım, S. (2016). *Fen bilimleri dersinde arttırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin başarısına, motivasyonuna, problem çözme becerilerine yönelik algısına ve tutumlarına etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Yıldız, E., Aydoğdu, B., Akpınar, E. ve Ergin, Ö. (2015). Fen bilgisi öğretmenlerinin fen deneylerine yönelik tutumları. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 24 (2), 71-86. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/buje/issue/3824/51416>

## BÖLÜM 14

### FEN EĞİTİMİNDE EĞİTSEL DİJİTAL OYUN UYGULAMALARI

Doktora Öğrencisi Mehmet POLAT<sup>1</sup>  
Dr. Öğr. Üyesi Ömer YILAYAZ<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye. polat.mehmet.1719@gmail.com, Orcid: 0000-0002-5955-5620

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Öğretimi Bölümü, Elazığ, Türkiye. oyilayaz@firat.edu.tr, Orcid: 0000-0001-2345-6789



## GİRİŞ

Fen bilimleri soyut ve karmaşık yapıları konu ve kavramların yer aldığı bir disiplindir. Fen öğrenme-öğretme sürecinde soyut kavramların somutlaştırılması ve kavramlar arası ilişkilerin açıklanması, etkili ve kalıcı öğrenmeler edinilmesi (Polat ve Karakoyun, 2022), hürstiklerin engellenebilmesi (Önal Karakoyun ve Asiltürk, 2022; Robledo ve ark., 2021; Dale, 2015) ve öğrenilen bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi (Canpolat ve ark., 2019) açısından oldukça önemlidir (Aikenhead, 2006). Teknolojik gelişmelerle birlikte günlük yaşantımıza giren internet, sanal laboratuvarlar, dijital simülasyonlar (Shegog ve ark., 2012) eğitim-öğretim sürecinde soyut ve karmaşık yapıları somutlaştırarak kalıcı öğrenmeler edinme, öğrenme-öğretme sürecini ilgi çekici hale getirme, öğrenenlere kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları sunma, mekan ve zaman kısıtlaması olmaksızın öğrenme yaşantılarını kişiselleştirme olanakları sağlayabilmektedir (Keçeci ve ark., 2021; Alan ve ark., 2021; NAS, 2019; U.S. Department of Education, 2017; NGGS Lead States, 2013). Eğitim teknolojileri öğrenme-öğretme sürecini kişiselleştirerek fen ve matematik alanları başta olmak üzere birçok farklı disipline ilişkin soyut ve karmaşık yapıları konu ve kavramlara ilişkin kavram yanılgılarının belirlenmesi ve öğrenme-öğretme sürecinin verimliliğine ilişkin anında geri bildirim verilmesi gibi avantajlar da sunmaktadır (Keçeci ve ark., 2021; Alan ve ark., 2021; Çil ve Çakmak, 2014; Kaya ve Yılayaz, 2013; Türkdoğan ve ark., 2010; Tutak ve ark., 2010).

Dijital oyunların sınıf ortamlarında kullanılmasının ilk amacı öğrencilerin oyun oynarken sahip oldukları coşku ve motivasyondan yararlanarak öğrenme-öğretme sürecine aktif katılımlarını sağlamaktır (Yang ve Chang, 2013). Öğrenci bağlılığı duygusal bağlılık, davranışsal bağlılık ve bilişsel bağlılık olmak üzere üç temel bileşenden oluşan çok boyutlu bir yapıya sahiptir (Fredricks ve ark., 2004). Bilişsel, duygusal ve davranışsal boyutları bütünleştirici bir yapıya sahip olan dijital oyunlar (Plass ve ark., 2015; Shah ve ark., 2017) yeni bilgilerin sanal ortamlarda uygulanmasına olanak sağlayarak bilginin yeniden yapılandırılması sürecini hızlandırır ve kolaylaştırır (Kalogiannakis ve ark., 2021; Holbert ve Wilensky, 2019; Cicchino, 2015; Hamari ve ark., 2014; Su ve Cheng, 2013).

Öğrencilerin öğrenme-öğretme sürecine aktif katılımları, ders içeriklerinin sunulmasında kullanılan yöntemlere bağlı olarak değişmektedir. Ders içeriklerinin öğretmen tarafından sunulduğu öğrenme-öğretme yöntemlerinde öğrenciler soyut konuları somutlaştırmakta ve kavramlar arası ilişkileri kurmada güçlük çekebilmektedir. Dijital oyunlar, sanal ortamlarda sunulan eğlenceli ve ilgi çekici etkinliklerle öğrencilerin öğrenme-öğretme sürecine aktif katılımlarını sağlamaktadır (Lutfi ve Hidayah, 2021; Pho ve Dinscore, 2015). Dijital oyunlar ve eğlenceli simülasyonlar, fen öğrenme-öğretme sürecini eğlenceli hale getirerek verimliliğin artmasına (Hosseini ve ark., 2019; Wilson ve ark., 2018), bilimsel düşünme, akıl yürütme ve tartışma becerilerinin geliştirilmesine (Garneli ve Chorianopoulos, 2018; Rodríguez-Aflecht ve ark., 2018; Wilson ve ark., 2018; Halpern ve ark., 2012), bilimsel bilgilerin kavranmasına, öğrenme motivasyonunun artmasına (Adukaite ve ark., 2017; Hainey ve ark., 2016; Sáez-López ve ark., 2015), fen bilimlerine yönelik olumlu tutumlar geliştirmelerine (Sung ve ark., 2016; Hwang ve ark., 2015) ve motivasyon düzeyinin artmasına (Campos ve ark., 2021; Foster, 2008) katkı sağlar. Dijital oyunlar, sanal ortamlarda sunulan içeriklerle fen bilimlerine ilişkin etkinliklere ve problem süreçlerine aktif olarak katılmalarını sağlayarak öğrenme isteklerini artırır (Wang ve Zheng, 2020). Öğrenme-öğretme sürecinin etkililiğini ve verimliliğini artırabilmek amacıyla tasarlanan dijital oyun içerikleri, öğrencilerin motivasyon düzeylerini artırarak fen bilimlerine ilişkin etkili ve kalıcı öğrenmeler edinmelerinde etkili sonuçlar vermektedir.

### **Dijital Oyun Tabanlı Öğrenme**

Dijital oyun tabanlı öğrenme, öğrencilerin öğrenme-öğretme sürecine katılımlarını artırmak amacıyla geliştirilen ve eğitim ortamlarında kullanılan teknolojik uygulamalardır (Sukirno Putri ve ark., 2022; Andersen ve Rustad, 2022; Cao ve ark., 2021). Dijital oyun tabanlı öğrenmeye ilişkin yapılan başka bir tanımda ise öğrencilerin bilgi ve becerilerini kullanabilecekleri ve geliştirebilecekleri eğlenceli içeriklerin sunulduğu sanal ortamlar olarak tanımlanmıştır (Erhel ve Jamet, 2013). Dijital oyun tabanlı öğrenmede öğrencilere animasyon ve simülasyon içerikleriyle karmaşık problemleri çözmelerini gerektiren farklı zorluk derecesine sahip görevler ve problemler sunulmaktadır. Öğrenciler oyunda ilerledikçe oyunun zorluğu ve problemin çözebilmek için gerekli olan beceriler artmakta ve hedeflenen öğrenme



kazanımlarını edinmektedirler (Hamari ve ark., 2016). Dijital oyun tabanlı öğrenmenin yararları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Coleman ve Money, 2019):

- Öğrenci merkezli öğrenme ortamları geliştirilmesini sağlar.
- Öğrenciler, öğrenme-öğretme sürecine aktif olarak katılırlar.
- Öğrencilerin öğrenme-öğretme sürecindeki bağımsızlıklarını ve sorumluluklarını artırır.
- Problem çözme stratejileri geliştirerek etkili ve kalıcı öğrenmeler edinilmesini sağlar.

Dijital oyunlar, öğrenme-öğretme sürecinde tartışma ve rekabet ortamları oluşturarak öğrencilere problemlerin çözümüne yönelik deneme-yanılma yöntemlerini uygulamalarına ve yaparak yaşayarak öğrenmelerine olanak sağlamaktadır (Andersen ve Rustad, 2022; Janakiraman ve ark., 2021; Vázquez ve ark., 2020). Dijital oyunların içerik, zorluk ve görsel öğeleri gibi unsurlarının öğrencilerin gelişim dönemlerine uygun olması fen eğitiminde etkili ve kalıcı öğrenmeler edinilmesi açısından oldukça önemlidir (Smith ve ark., 2019). Dijital oyun tabanlı öğrenmede öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirebilmeleri açısından, dijital oyunların öğrenme içeriğine entegre edilmesi gerekmektedir (Fonseca ve ark., 2018). Öğrenme-öğretme sürecinin etkililiği ve verimliliği açısından dijital oyunların rekabet, eğlence ve öğrenme kombinasyonuna sahip olması gereklidir.

### **Dijital Oyun Tabanlı Öğrenme Türleri**

Dijital oyunlar genel olarak eğitsel dijital oyunlar ticari dijital oyunlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Öğrenme-öğretme sürecinde verimliliği artırmak, etkili ve kalıcı öğrenmeler gerçekleştirilmesini sağlamak ve öğrenme sürecine aktif katılımı sağlamak açısından birçok farklı dijital oyun türleri kullanılmaktadır. Aksiyon oyunları, macera oyunları, dövüş oyunları, bulmacalar, rol yapma oyunları, simülasyon oyunları, strateji oyunları, spor oyunları, çevrimiçi oyunlar ve sanal gerçeklik oyunları eğitim amacıyla öğrenme-öğretme süreçlerinde yaygın olarak kullanılan oyun türleridir (Campos ve ark., 2021; El Mawas ve ark., 2019; Khenissi ve ark., 2017; Cheah ve ark., 2013). Eğitim-öğretim ortamlarında kullanılacak oyun türlerinin etkililik düzeyi öğrencilerin gelişim dönemlerine, dersin ve konunun özelliklerine ve teknolojik olanaklara bağlı olarak farklılık göstermektedir (Klit ve ark., 2018). Dersin, konunun ve kazanımların özellikleri göz önünde

bulundurularak öğrenme-öğretme süreçlerinde kullanılmak üzere tasarlanan oyunların öncelikli amacı, oyuncuların yaşam becerilerini veya hedef kazanımların gerektirdiği özel becerileri geliştirmektir (Clapper, 2018). Eğitsel oyunlar oyun, amaç ve alan bilgisi olmak üzere üç temel bileşen içermektedirler (Alvarez ve Djaouti, 2011). Dijital oyunlar öğrencilere öğrenme-öğretme sürecinde veya gerçek yaşamlarında deneyimlemeleri mümkün olmayan eğitim konularını öğrenme ve bilişsel, duyuşsal ve davranışsal becerilerini geliştirme olanağı sağlamaktadır (Ypsilanti ve ark., 2014).

Dijital oyun tabanlı öğrenmede, öğrenme-öğretme sürecinin etkililiğinin ve verimliliğinin artırılması açısından oyunun olay örgüsü ve üretimi, gerçekçilik düzeyi, öğrencilerin gelişim düzeylerine ve öğrenme stiline uyumu, etkileşim ve geri bildirim düzeyleri ile eğitsel içeriklerin uyumlu olması gerekmektedir (Ravysse ve ark., 2017). Eğitsel dijital oyunlar öğrenme içeriğini sanal ortamlarda gerçeğe yakın bir şekilde görselleştirerek, soyut ve karmaşık yapıları konuların anlaşılmasını kolaylaştırmak için tasarlanmıştır (Cheng ve ark., 2015). Gerçek yaşamın simüle edildiği dijital oyunlarda bireyler, oyunun hedefine ulaşmak için konuya ilişkin bilgilerini kullanırlar ve kazanmak için gerçekleştirdikleri eylemlerin sonuçlarına ilişkin anında geri bildirim alırlar (Smith ve ark., 2019; Huang ve ark., 2010). Dijital oyunlar ilgi çekici, eğlenceli, zorlayıcı ve motive edici etkinlikler ve içeriklerle oyuncuların bilişsel, duyuşsal ve davranışsal becerilerini geliştirmektedir (Cao ve ark., 2021; Silva ve ark., 2019; Pellas ve ark., 2019, Addy ve ark., 2018; Ypsilanti ve ark., 2014).

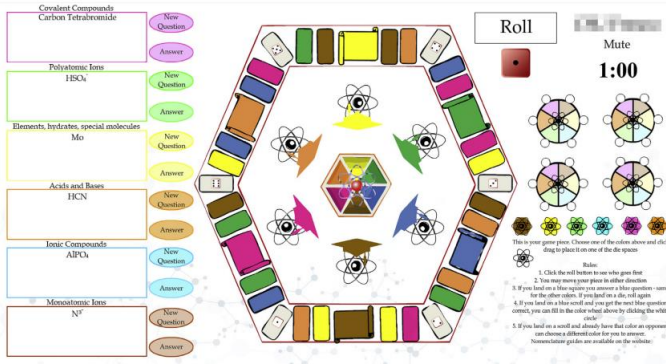
### **Fen Eğitiminde Dijital Oyunlar**

Dijital oyunlar, fene ilişkin konu ve kavramları öğrenmede etkili sonuçlar veren teknolojik uygulamalardır (Ağırşöl ve ark., 2022; Yıldız ve Zengin, 2021; Zuiker ve Anderson, 2019). Eğitsel dijital oyunların fen eğitiminde kullanılması zaman, mekân, güvenlik ve maliyet sınırlamalarına bağlı olarak gerçek hayatta ya da eğitim-öğretim ortamlarında gerçekleştirilmesi mümkün olmayan olayların görselleştirmesine olanak sağlamıştır (Johnson, 2019; Smith ve ark., 2019; Zuiker ve Anderson, 2019; Swain ve ark., 2018). Fen öğrenme sürecine entegre edilen eğitsel dijital oyunlar sanal ortamlarda sunulan animasyon ve simülasyonlarla varsayımlar, sınırlamalar ve bilimsel kanıtlara dayalı çıkarımlar yapılmasına, oyunun bir model olarak değerlendirilmesine ve yeni modellerin geliştirilmesine olanak

sağlamaktadır. Dijital oyunlar aynı zamanda oyuncuların kararlarını ve eylemlerini yapılandıran ve eylemlerinin sonuçlarına ilişkin geri bildirimler sunan kurallar ve yönergeleri de içermektedir. Dijital oyunlar aynı zamanda olaylar ve olgular arasında neden-sonuç ilişkisi kurabilme gibi bilimsel akıl yürütme becerilerini geliştirme ve öğrenme içeriği çerçevesinde sistemler ve sistem modellerini keşfetme olanağı da sağlamaktadır (Cao ve ark., 2021; Lauren ve ark., 2016). Fen öğrenme sürecinde içerik bilgisi, süreç becerileri ve bilimin doğasını anlama becerilerini geliştiren dijital oyunlar, fen okur-yazarı bireyler yetiştirilmesini sağlar (Morris ve ark., 2013).

Fen olgularını ve deneyleri modelleyen eğitsel dijital oyunlar, fen öğrenme-öğretme sürecini ilgi çekici hale getirmektedir. Öğrenme-öğretme sürecinde tehlikeli durumlar ve sonuçlar olmaksızın bilimsel yöntemlerin uygulanabilmesine olanak sağlayan dijital oyunlar, sebep-sonuç ilişkisi kurarak öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirir (Ching ve Hagood, 2019; Spires ve ark., 2011). Fen öğrenme sürecinde oyuncuların bilimsel süreç basamaklarını uygulayarak sorunlara yaklaşmalarını gerektiren dijital oyunlar, aktif yaşantılarla edinilen deneyimler ve bilimsel olgular çerçevesinde bilginin oluşturulmasını ve yeniden yapılandırılmasını sağlar (Zuker ve Anderson, 2019). Eğitsel dijital oyunların entegre edildiği fen derslerinde öğrenciler soyut ve karmaşık yapıları eğlenerek öğrenmekte ve fen derslerine yönelik motivasyon düzeyleri de artmaktadır (Smith ve ark., 2019). Dijital oyunların entegre edildiği fen bilimleri derslerinde öğrenciler, fen bilimlerine ilişkin özgüven ve özyeterlilik algılarındaki artışa bağlı olarak bilim kimliği geliştirebilirler (Gaydos ve Devan, 2019; Gilliam ve ark., 2017).

Fen eğitiminde dijital oyunların kullanımına ilişkin literatürde yer alan araştırmalarda farklı eğitsel dijital oyunların kullanımı ve bu oyunların fen öğrenmeleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. “Topynomica” oyununun (Şekil 1) üniversite öğrencilerinin kimyasal terminolojiyi öğrenmeleri üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir araştırmada, eğitsel dijital oyunların konuya ilişkin ön bilgileri düşük düzeyde olan öğrencilerin bilimsel kavramları anlama becerilerini daha fazla artırdığı belirlenmiştir (Wood ve Donnelly-Hermosillo, 2019).



Şekil 1. “Topnomica” oyunu elektronik oyun tahtası düzeni

**Kaynak:** Wood ve Donnelly-Hermosillo, (2019)

Elektrik oyununun ortaokul öğrencilerinin enerji transferini anlama düzeylerine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise dijital oyunların öğrencilerin elektrik ünitesi akademik başarılarını artırdığı ve enerji transferini anlama becerilerini pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir (Martin ve ark., 2019). “Sanal Çağ” oyununun (Şekil 2) ortaokul öğrencilerinin biyolojik evrim konusu öğrenmeleri üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada dijital oyunların, öğrencilerin fen kavramlarını anlamalarını artırdığı ve konuya ilişkin bilgileri uzun vadede korudukları tespit edilmiştir (Cheng ve ark., 2015).



Şekil 2. Sanal çağ oyunu giriş menüsünden bir görünüm

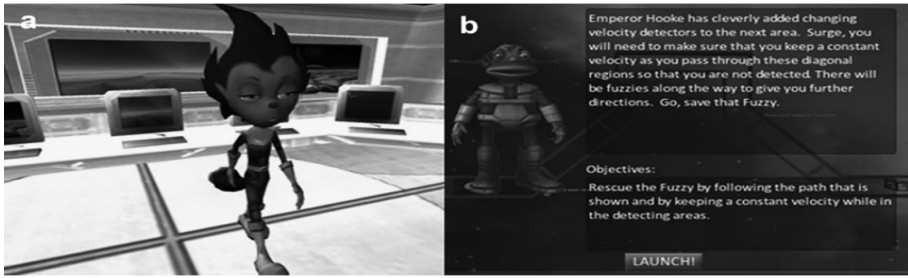
**Kaynak:** Cheng ve ark., 2015

“Carrot Land” oyununun, öğrencilerin kuvvet türleri ve denge konularını anlama düzeylerini artırdığı (Şekil 3) (Chen ve ark., 2015), “Surge” adlı 3D fizik oyunu (Şekil 4) ile işlenen fizik derslerinin, öğrencilerin fiziğe yönelik motivasyonlarını ve Newton mekaniğini anlama düzeylerini artırdığı belirlenmiştir (Clark ve ark., 2011).



Şekil 3. “Carrot land” oyun menüsünden bir görünüm

**Kaynak:** Chen ve ark. (2015)



Şekil 4. “Surge” oyunu seviye belirleme menüsünden bir görünüm

**Kaynak:** Clark ve ark. (2011)

Fen eğitimine entegre edilen eğitsel dijital oyunlar, öğrencilerin bilime yönelik ilgilerini ve fen derslerinde başarılı olmaya yönelik özyeterlilik inançlarını pozitif yönde etkilemektedir (Meluso ve ark., 2012; Ketelhut, 2007). Eğitsel dijital oyunların fen eğitimi üzerindeki etkisini araştıran çalışmalarda genel olarak dijital oyun tabanlı öğrenme etkinliklerinin fen kavramlarını anlama düzeyini (Ishak ve ark., 2021; Ramos ve Melo, 2019; Brown ve ark., 2018), sorgulama becerilerini (Bayir, 2019; Bressler ve ark., 2019), fene yönelik öz yeterlilik (Foster ve ark., 2018; Foster ve Shah, 2016), motivasyon ve katılım düzeylerini (Cheng ve ark., 2016; Franciosi, 2016) artırdığı ve bilimsel düşünme becerilerini (Lester ve ark., 2014; Jaipal ve Figg, 2009) geliştirdiği belirlenmiştir.

## KAYNAKÇA

- Addy, T. M., Dube, D., Croft, C., Nardolilli, J. O., Paynter, O. C., Hutchings, M. L., Honsberger, M.J. ve Reeves, P. M. (2018). Integrating a serious game into case-based learning. *Simulation & Gaming*, 49(4), 378-400. <https://doi.org/10.1177/1046878118779416>.
- Adukaite, A., van Zyl, I., Er, S. ve Cantoni, L. (2017). Teacher perceptions on the use of digital gamified learning in tourism education: The case of South African secondary schools. *Computers & Education*, 111, 172-190. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.008>.
- Ağırçöl, M., Kara, E. ve Dönel Akgül, G. (2022). Eğitsel dijital oyunlarla işlenen fen bilgisi dersinin öğrencinin bilgilerinin kalıcılığına, akademik başarısına ve tutumuna etkisi. *International Journal of Science and Education*, 5(3), 157-176. DOI: 10.47477/ubed.1063920.
- Aikenhead, G.S. (2006). *Science education for everyday life: evidence-based practice*. Teachers College Press, New York.
- Alan, B., Kırbağ Zengin, F. ve Keçeci, G. (2021). Effects of science, technology, engineering, and mathematics education using algodo to prospective science teachers' scientific process and education orientation skills. *Journal of Education*, 0(0), 1-15. <https://doi.org/10.1177/00220574211044542>.
- Alvarez, J. ve Djaouti, D. (2011). An introduction to serious game definitions and concepts. *Serious Games & Simulation for Risks Management*, 11(1), 11-15. Retrieved from <https://www.ludoscience.com/files/ressources/Proceedings-SGS-Wkshp-2011-ind-0.pdf>.
- Andersen, R. ve Rustad, M. (2022). Using minecraft as an educational tool for supporting collaboration as a 21st century skill. *Computers and Education Open*, 3, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2022.100094>.
- Bayir, E. (2019). Introducing an inquiry-based experiment-integrated science game for elementary students: the shadow races game. *Science Activities*, 56(2), 33-41. <https://doi.org/10.1080/00368121.2019.1673693>.
- Bressler, D.M., Bodzin, A.M., Eagan, B. ve Tabatabai, S. (2019). Using epistemic network analysis to examine discourse and scientific practice during a collaborative game. *Journal of Science Education and Technology*, 28(5), 553-566. DOI:10.1007/s10956-019-09786-8.
- Brown, C.L., Comunale, M.A., Wigdahl, B. ve Urdaneta-Hartmann, S. (2018). Current climate for digital game-based learning of science in further and higher education. *FEMS Microbiology Letters*, 365, 1-10. DOI: 10.1093/femsle/fny237.
- Campos, T.R., Ramos, D.K. ve Brito, C.R. (2021). Aprendizagem de ciências no jogo digital Plague Inc.: análise de conteúdo em uma comunidade de jogadores. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 51-65. DOI: 10.35362/rie8724556.
- Canpolat, E., Ateş, H. ve Ayyıldız, K. (2019). Fen bilimleri öğretmen adayları kimya bilgilerinin günlük yaşamlarıyla ne kadar ilişkilendirebiliyor? *Atatürk*

- Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi, 38, 66-84.  
<https://doi.org/10.33418/ataunikkefd.558150>.
- FCao, Q., Png, B.T., Chai, Y., et al. (2021). *Interactive virtual reality game for online learning of science subject in primary schools*. IEEE TALE2021-An International Conference on Engineering, Technology and Education, December 5-8, Wuhan, China. DOI:10.1109/TALE52509.2021.9678916.
- Ceah, W.S., Wei, T.Z. ve Hue kee, B. (2013). *Interactive mobile game for learning about sustainability education*. 2013 International Conference on Informatics and Creative Multimedia, September 4-6, 2013, IEEE Computer Society 1730 Massachusetts Ave., NW Washington, DC, United States. DOI 10.1109/ICICM.2013.65.
- Chen, C. H., Wang, K. C. ve Lin, Y. H. (2015). The comparison of solitary and collaborative modes of game-based learning on students' science learning and motivation. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(2), 237-248. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1070089>.
- Cheng, M. T., She, H. C. ve Annetta, L. A. (2015). Game immersion experience: Its hierarchical structure and impact on game-based science learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 232-253. <https://doi.org/10.1111/jcal.12066>.
- Cheng, M.T., Lin, Y.W., She, H.C. ve Kuo, P.C. (2016). Is immersion of any value? Whether, and to what extent, game immersion experience during serious gaming affects science learning. *British Journal of Educational Technology*, 48(2), 246-263. <https://doi.org/10.1111/bjet.12386>.
- Ching, C.C. ve Hagood, D. (2019). Activity monitor gaming and the next generation Science standards: Students engaging with data, measurement limitations, and personal relevance. *Journal of Science Education and Technology*, 28(6), 589-601. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1236492>.
- Cicchino, M. (2015). Using GBL to foster critical thinking in student discourse. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 9(2), 1-18. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1481>.
- Clapper, T.C. (2018). Serious games are not all serious. *Simulation & Gaming*, 49(4), 375-377. <https://doi.org/10.1177/1046878118789763>.
- Clark, D.B., Nelson, B.C., Chang, H.Y., Martinez-Garza, M., Slack, K. ve D'Angelo, C.M. (2011). Exploring newtonian mechanics in a conceptually integrated digital game: Comparison of learning and affective outcomes for students in taiwan and the united states. *Computers & Education*, 57(3), 2178-2195. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.05.007>.
- Coleman, T.E. ve Money, A.G. (2019). Student-centered digital game-based learning: A conceptual framework and survey of the state of the art. *Higher Education*, 79, 1-43. DOI:10.1007/s10734-019-00417-0.
- Çil, E. ve Çakmak, G. (2014). Öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik içerik bilgisi yeterliliklerinin bazı değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(1), 140-170. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/turkjes/issue/34150/377627>.

- Dale, S. (2015). Heuristics and biases: the science of decision-making. *Business Information Review*, 32(2), 1-14. <https://doi.org/10.1177/0266382115592536>.
- El Mawas, N., Tal, I., Modovan, A.N., et all. (2019). *Improving STEM learning experience in primary school by using NEWTON project innovative technologies*. CSEDU 2018, CCIS 1022, 214-230. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-21151-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-21151-6_11).
- Erhel, S. ve Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Computers & Education*, 67, 156-167. DOI:10.1016/j.compedu.2013.02.019.
- Fonseca, S., González, S. ve Rodríguez, B. (2018). *Educational nanotechnology video game to inspire middle and high school students to pursue STEM Related Professional Careers*. 978-1-5386-1174-6/18/\$31.00 ©2018 IEEE. DOI: 10.1109/FIE.2018.8658469.
- Foster, A. (2008). Games and motivation to learn science: personal identity, applicability, relevance and meaningfulness. *Journal of Interactive Learning Research*, 19(4), 597-614. Retrieved from <https://www.learntechlib.org/primary/p/24259/>.
- Foster, A., Barany, A., Shah, M., Galoyan, T., Moeung, H., Im, S., Brown, D. ve Watanabe, M. (2018). *Developing science identities through games: An analysis of game design features that support identity exploration* [Paper presentation]. Society for Information Technology&Teacher Education International Conference. Washington, DC, United States. Retrieved from <https://www.learntechlib.org/primary/p/182559/>.
- Foster, A. ve Shah, M. (2016). Examining game design features for identity exploration and change. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 35(4), 369-384. Retrieved from <https://www.learntechlib.org/primary/p/174339/>.
- Franciosi, S.J. (2016). Simulation game impacts on perceptions of nuclear energy. In A. Naweed, M. Wardaszko, E. Leigh & S. Meijer (Eds.), *Intersections in simulation and gaming* (pp. 331-341). Springer. Retrieved from <https://digitalcommons.usf.edu/etd/9652>
- Fredricks, J., Blumenfeld, P. ve Paris, A. (2004). School engagement: potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74, 59-109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>.
- Garneli, V. ve Chorianopoulos, K. (2018). Programming video games and simulations in science education: exploring computational thinking through code analysis. *Interactive Learning Environments*, 26(3), 386-401. <https://doi.org/10.1080/10494820.2017.1337036>
- Gaydos, J.M. ve Devan, B.M. (2019). Designing for identity in game-based learning. *Mind, Culture, and Activity*, 26(1), 61-74. DOI:10.1080/10749039.2019.1572764.
- Gilliam, M., Jagoda, P., Fabiyi, C., Lyman, P., Wilson, C.D., Hill, B. ve Bouris, A. (2017). Alternate reality games as an informal learning tool for generating STEM engagement among underrepresented youth: a qualitative evaluation of



- the source. *Journal of Science Education and Technology*, 26(3), 295-308. DOI:10.1007/s10956-016-9679-4.
- Hainey, T., Connolly, T. M., Boyle, E. A., Wilson, A. ve Razak, A. (2016). A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education. *Computers & Education*, 102, 202-223. DOI: 10.1016/j.compedu.2016.09.001.
- Halpern, D.F., Millis, K., Graesser, A.C., Butler, H., Forsyth, C.Y. ve Cai, Z. (2012). Operation ARA: a computerized learning game that teaches critical thinking and scientific reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 7(2), 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2012.03.006>.
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J. ve Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>.
- Holbert, N. ve Wilensky, U. (2019). Designing educational video games to be objects-to-thinkwith. *Journal of the Learning Sciences*, 28(1), 32-72. DOI:10.1080/10508406.2018.1487302.
- Hosseini, H., Hartt, M. ve Mostafapour, M. (2019). Learning IS child's play: game-based learning in computer science education. *ACM Transactions on Computing Education*, 19(3), 1-18. <https://doi.org/10.1145/3282844>.
- Huang, W. H., Huang, W. Y. ve Tschopp, J. (2010). Sustaining iterative game playing processes in DGBL: The relationship between motivational processing and outcome processing. *Computers & Education*, 55(2), 789-797. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.03.011>.
- Hwang, G. J., Chiu, L. ve Chen, C. H. (2015). A contextual game-based learning approach to improving students' inquiry-based learning performance in social studies courses. *Computers & Education*, 81, 13-25. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.09.006>.
- Ishak, S.A., Din, R. ve Hasran, U.A. (2021). Defining digital game-based learning for science, technology, engineering, and mathematics: a new perspective on design and developmental research. *Journal Of Medical Internet Research*. 23(2), 1-14. DOI: 10.2196/20537.
- İç, Ü. ve Tutak, T. (2019). Correlation between computer and mathematical literacy levels of 6th grade students. *European Journal of Educational Research*, 7(1), 63-70. DOI: 10.12973/eu-jer.7.1.63.
- Jaipal, K. ve Figg, C. (2009). Using video games in science instruction: Pedagogical, social, and concept-related aspects. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 9(2), 117-134. DOI:10.1080/14926150903047780.
- Janakiraman, S., Watson, S. L., Watson, W. R. ve Newby, T. (2021). Effectiveness of digital games in producing environmentally friendly attitudes and behaviors: A mixed methods study. *Computers & Education*, 160(104043), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104043>.

- Johnson, E. K. (2019). Waves: Scaffolding self-regulated learning to teach science in a wholebody educational game. *Journal of Science Education and Technology*, 28(2), 133-151. DOI:10.1007/s10956-018-9753-1.
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S. ve Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in science education: a systematic review of the literature. *Education Sciences*, 11(22), 1-36. <https://doi.org/10.3390/educsci11010022>.
- Kaya, Z. ve Yılayaz, Ö. (2013). Öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonu modelleri ve teknolojik pedagojik alan bilgisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(8), 57-83. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/baebd/issue/3335/46213>.
- Keçeci, G., Yıldırım, P. ve Kırbağ Zengin, F. (2021). Opinions of secondary school students on the use of mobile augmented reality technology in science teaching. *Journal of Science Learning*, 4(4), 327-336. <https://doi.org/10.17509/jsl.v4i4.32310>.
- Ketelhut, D.J. ve Schifter, C.C. (2011). Teachers and game-based learning: Improving understanding of how to increase efficacy of adoption. *Computers & Education*, 56(2), 539-546. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.002>.
- Khenissi, M.A., Essalmi, F., Jemni, M., Chang, T.W. ve Chen, N.S. (2017). Unobtrusive monitoring of learners' interactions with educational games for measuring their working memory capacity. *British Journal of Educational Technology*, 48(2), 224-245. <https://doi.org/10.1111/bjet.12445>.
- Klit, K. J. M., Pedersen, K. S. ve Stege, H. (2018). A prospective cohort study of game-based learning by digital simulation of a pig farm to train agriculture students to reduce piglet mortality. *Porcine Health Management*, 4(1), 1-8. DOI:10.1186/s40813-018-0105-6.
- Lauren, H.Z., Lutz, C., Wallon, R.C. ve Hug, B. (2016). Integrating the dimensions of NGSS within a collaborative board game about honey bees. *The American Biology Teacher*, 78(9), 755-763. DOI: 10.1525/abt.2016.78.9.755.
- Lester, J.C., Spires, H.A., Nietfeld, J.L., Minogue, J., Mott, B.W. ve Lobene, E.V. (2014). Designing game-based learning environments for elementary science education: A narrative-centered learning perspective. *Information Sciences*, 264(20), 4-18. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.09.005>.
- Lutfi, A. ve Hidayah, R. (2021). Gamification for learning media: learning chemistry with games based on smartphone. *Journal of Physics: Conference Series*, 1899(1), 1-6. DOI 10.1088/1742-6596/1899/1/012167.
- Martin, W., Silander, M. ve Rutter, S. (2019). Digital games as sources for science analogies: Learning about energy through play. *Computers & Education*, 130, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.002>.
- Meluso, A., Zheng, M., Spires, A. H. ve Lester, J.C. (2012). Enhancing 5th graders' science content knowledge and self-efficacy through game-based learning. *Computers & Education*, 59(2), 497-504. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.019>.
- Morris, B., Croker, S., Zimmerman, C., Gill, D. ve Romig, C. (2013). Gaming science: The "gamification" of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, 4(607), 1-16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>.

- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2019). *Science and engineering for grades 6-12: Investigation and design at the center*. The National Academies Press. DOI: <https://doi.org/10.17226/25216>.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: for states, by states*. The National Academies Press. NGSS website: [nextgenscience.org](http://nextgenscience.org). DOI: <https://doi.org/10.17226/18290>.
- Önal Karakoyun, G. ve Asiltürk, E. (2022). The effect of heuristics on the reasoning of the pre-service science teachers on the topic of melting and boiling point. *Acta Chim. Slov.* 69, 60-72. DOI:10.17344/acsi.2021.6899.
- Pellas, N., Fotaris, P., Kazanidis, I. ve Wells, D. (2019). Augmenting the learning experience in primary and secondary school education: a systematic review of recent trends in augmented reality game-based learning. *Virtual Reality*, 23(4), 329-346. DOI:10.1007/s10055-018-0347-2.
- Pho, A. ve Dinscore, A. (2015). *Game-based learning*. Spring Association of College and Research Libraries and American Library Association, America. Retrieved from <https://acrl.ala.org/IS/wp-content/uploads/2014/05/spring2015.pdf>.
- Plass, J.L., Homer, B.D. ve Kinzer, C.K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258-283. DOI: 10.1080/00461520.2015.1122533.
- Polat, M. ve Önal Karakoyun, G. (2022). *Studies on "conceptual profile" in science education* [Conference presentation]. International Conference on Economics&Social Sciences 21-23 Ekim 2022, Antalya, Türkiye. Retrieved from [https://eclss.org/publicationsfordoi/pr0cNG118boo8kIE\\_SS2022\\_antalya.pdf](https://eclss.org/publicationsfordoi/pr0cNG118boo8kIE_SS2022_antalya.pdf).
- Ramos, D. K. ve Melo, H. M. (2019). Can digital games in school improve attention? a study of Brazilian elementary school students. *Journal of Computers in Education*, 6(1), 5-19. DOI:10.1007/s40692-018-0111-3.
- Ravysse, W. S., Blignaut, A. S., Leendertz, V. ve Woolner, A. (2017). Success factors for serious games to enhance learning: a systematic review. *Virtual Reality*, 21(1), 31-58. DOI:10.1007/s10055-016-0298-4.
- Robledo, D.A.R., Motin, A.F., Catapang, E.C. ve Maalihan, E.A. (2021). Teaching beyond borders: effectiveness of heuristic approach in teaching science in public secondary schools in area iv, division of batangas, philippines. *International Engineering Journal For Research & Development*, 6(2), 1-13. DOI:10.17605/OSF.IO/37KWH.
- Rodríguez-Aflecht, G., Jaakkola, T., Pongsakdi, N., Hannula-Sormunen, M., Brezovszky, B. ve Lehtinen, E. (2018). The development of situational interest during a digital mathematics game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(3), 259-268. DOI:10.1111/jcal.12239.
- Sáez-López, J. M., Miller, J., Vázquez-Cano, E. ve Domínguez-Garrido, M.C. (2015). Exploring application, attitudes, and integration of video games: minecrafteu in middle school. *Educational Technology & Society*, 18(3), 114-128. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.18.3.114>.

- Shah, M., Foster, A. ve Barany, A. (2017). Facilitating learning as identity change through game-based learning. In Y. Baek (Ed). *Game-based learning: Theory, strategies, and performance outcomes* (pp. 257–278). Nova Publishers.
- Shegog, R., Lazarus, M.M., Murray, N.G., Diamond, P.M., Sessions, N. ve Zsigmond, E. (2012). Virtual transgenics: Using a molecular biology simulation to impact student academic achievement and attitudes. *Research in Science Education*, 42, 875-890. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ978076>.
- Silva, R., Rodrigues, R. ve Leal, C. (2019). Play it again: How game-based learning improves flow in accounting and marketing education. *Accounting Education*, 28(5), 484-507. <https://doi.org/10.1080/09639284.2019.1647859>.
- Smith, G. G., Besalti, M., Nation, M., Feldman, A. ve Laux, K. (2019). Teaching climate change science to high school students using computer games in an intermedia narrative. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(6), 1-16. <https://doi.org/10.29333/ejmste/103570>.
- Spires, A.H., Rowe, J.P., Mott, B.W. ve Lester, J.C. (2011). Problem solving and gamebased learning: effects of middle grade students' hypothesis testing strategies on learning outcomes. *Journal of Educational Computing Research*, 44(4), 453-472. DOI:10.2190/EC.44.4.e.
- Su, C.H. ve Cheng, C.H. (2013). A mobile game-based insect learning system for improving the learning achievements. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 42-50. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.305>.
- Sukirno Putri, I.Y.V., Rahayu, S. ve Dasna, I.W. (2022). Game-based learning application in chemistry learning: a systematic literature review. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(1), 1-12. DOI:10.23960/jpmipa/v23i1.pp01-12.
- Sung, Y.T., Chang, K.E. ve Liu, T.C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: a meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252–275. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.008>.
- Swain, S., Mohan S, L., Choppella, V. ve Reddy, Y.R. (2018). *Model driven approach for virtual lab authoring- chemical sciences labs*. 2018 IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies, July 9-13, 2018, Hyderabad, India. DOI: 10.1109/ICALT.2018.00062.
- Tatlı, Z. ve Ayas, A. (2013). Effect of a virtual chemistry laboratory on students' achievement. *Educational Technology & Society*, 16, 159-170. Retrieved from [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2305990](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2305990).
- Tutak, T., Aydoğdu, M. ve Adır, T. (2010). The effect of exchange of knowledge method on students achievement in properties of whole numbers. *NWSA Education Sciences*, 5(1), 120-129. Retrieved from <https://www.firatakademi.com/upload/articleTmpFiles/NWSA-1264-9-3.pdf>.
- Türkdoğan, A., Baki, A. ve Tutak, T. (2010). The dedection of candidate teachers' misconception in student-centered and computer-assisted environment a case study. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5(3), 868-874. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/348626090\\_the\\_detection\\_](https://www.researchgate.net/publication/348626090_the_detection_)

- of\_candidate\_teachers'\_misconception\_in\_student-centered\_and\_computer-assisted\_environment\_a\_case\_study.
- U.S. Department of Education. (2017). *Reimagining the role of technology in education: 2017 national education technology plan update*. Department of Education Office of Educational Technology. <https://tech.ed.gov/netp/>. Retrieved from <https://tech.ed.gov/files/2017/01/NETP17.pdf>.
- Vázquez, M.H., Torralba-Burrial, A. ve del Moral Pérez, M.E. (2020). Revisión de investigaciones sobre el uso de juegos digitales en la enseñanza de las ciencias de la vida en primaria y secundaria [Review of papers on the use of digital games for life sciences teaching in primary and secondary education]. *Enseñanza De Las Ciencias*, 38(2), 103-119. DOI:10.5565/rev/ensciencias.2806.
- Wang, M. ve Zheng, X. (2020). Using game-based learning to support learning science: a study with middle school students. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 30, 167-176. DOI:10.1007/s40299-020-00523-z.
- Wilson, C.D., Reichsman, F., Mutch-Jones, K., Gardner, A., Marchi, L., Kowalski, S., Lord, T. ve Dorsey, C. (2018). Teacher implementation and the impact of game-based science curriculum materials. *Journal of Science Education and Technology*, 27(4), 285-305. DOI:10.1007/s10956-017-9724-y.
- Wood, J. ve Donnelly-Hermosillo, D.F. (2019). Learning chemistry nomenclature: Comparing the use of an electronic game versus a study guide approach. *Computers & Education*, 141(103615), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103615>.
- Yang, Y.T.C. ve Chang, C.H. (2013). Empowering students through digital game authorship: enhancing concentration, critical thinking, and academic achievement. *Computers & Education*, 68, 334-344. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.023>.
- Yıldız, S. ve Zengin, R. (2021). Dijital ve sınıf içi eğitsel oyunlarla gerçekleştirilen fen eğitiminin okul öncesi öğrencilerinin bilişsel gelişim düzeylerine etkisi. *EKEV Akademi Dergisi*, 0(86), 497-512. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sosekev/issue/71569/1151725>.
- Ypsilanti, A., Vivas, A. B., Räisänen, T., Viitala, M., Ijäs, T. ve Ropes, D. (2014). Are serious video games something more than a game? A review on the effectiveness of serious games to facilitate intergenerational learning. *Education and Information Technologies*, 19(3), 515-529. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-014-9325-9>.
- Zuiker, S. J. ve Anderson, K. T. (2019). Fostering peer dialogic engagement in science classrooms with an educational videogame. *Research in Science Education*, 1-25. DOI:10.1007/s11165-019-9842-z.



## BÖLÜM 15

### FEN EĞİTİMİNDE 3D YAZICILAR

Gamze DENİZ<sup>1</sup>  
Prof. Dr. Raşit ZENGİN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye.  
gamzedeniz2300@gmail.com, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-6451-3118>

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye. rzengin@firat.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-1624-6406>





## GİRİŞ

Sanayi devrimi (Endüstri 4.0) ile birlikte hızlı bir şekilde gelişim gösteren teknoloji sayesinde günümüzde pek çok alanda yenilikler ortaya çıkmaktadır. Varolan teknoloji çağdaş teknolojik vasıtalar aracılığıyla gün geçtikçe daha fazla hız alarak hayatımızdaki bilim, sanat, eğitim, sağlık, sanayi, gıda, askeri gibi her alanda yeniliklerin ortaya çıkmasını sağlayarak etkili olmaya başlamıştır. Buna bağlı olarak varolan bilgiler de devamlı olarak değişim ve gelişim göstermektedir. Aynı şekilde bilgilerde meydana gelen değişimler sayesinde teknoloji de gelişmektedir. Kısacası bilgiler ve teknoloji birbiri ile etkileşim içerisinde. Böylece içerisinde bulunduğumuz toplum da doğal olarak bu durumdan etkilenmektedir. Bilgi ve teknoloji toplumda genellikle pozitif yönde etki oluşturmaktadır. Çevremize baktığımızda elimizden düşürmediğimiz akıllı cep telefonları, taşınabilir tabletler veya bilgisayarlar, kablosuz ve fiber internetler hayatımızın neredeyse her noktasında daha rahat yaşamamızı sağlamaktadır. Daha rahat bir hayat sürdürebilmemizi sağlayan teknolojinin sağladığı yenilikler bireyler tarafından kendi bünyesine alma ve hayatının geri kalanında kullanma noktasında birtakım süreçler oluşturmaktadır (Davis, 1989; Rogers, 2003). Bir market sahibinin ürünü paketlerken, ürünlere etiket belirlerken yeni bir etiketleme yöntemi keşfetmesi veya öğretmenin derse hazırlanırken yeni bir öğretme yöntemi ile karşılaşması gibi günlük hayatta bireyin karşısına çıkan her yeni durum yenilik olarak karşımıza çıkabilmektedir. Bu yeniliklerin birçoğunda teknoloji aktif bir rol göstermektedir. Son zamanlarda sıkça bilinen teknolojilerin yanında geleceğin gözdesi olan 3 boyutlu yazıcılar karşımıza çıkmaktadır.

3D yazıcılar, tasarımların prototipleri teknoloji kullanarak bilgisayar üzerinde modellenerek uzun bir süre geçmeden ele alınabilen, gözle görülebilir somut yapıların oluşturulmasını sağlayan makineler olarak bilinmektedirler. 3D yazıcılar sayesinde yapıların üretiminde artışlar olmaya başlamıştır (Akbaba ve Akbulut, 2021). Her ne kadar teknolojik olarak yeni bir yapı olarak 3D yazıcılar bilinse de temeli 1984 yıllarına dayanmaktadır. Ancak yaygın bir şekilde kullanım gösterme süreci 2000' li yıllara uzandığı için yeni bir teknoloji olarak düşünülmektedir. Zamanla bu teknoloji geliştirilerek 3D yazıcılar ile üretim sağlanmaktadır. 3D yazıcılar üretimin hem maliyetinin azaltılmasında hem de ürünlerin daha hızlı bir şekilde üretilmesinde etkili olduğu için büyük

bir fayda oluşturmaktadır. Hayal olarak düşündüğümüz ürünlerin bilgisayar temel alınarak oluşturulan yazılımlar sayesinde belirlenen modelin üretimi birkaç dakika veya saat içerisinde ortaya çıkarılmaktadır. 3D yazıcılar ile sağlık alanında yapay doku ve organ üretimi, gerekli tıp eğitimleri verilmektedir. Sadece sağlık alanında değil otomotiv alanında araç parçalarının yedeklerini üretmek, araçları veya parçalarını daha kullanışlı bir hale getirmek; gıda alanında çikolata, pasta, et gibi yiyeceklerin üretimini sağlamak; tekstil alanında kıyafetlerin üretimini ve kalıplarının belirlenmesini sağlamak; askeri, havacılık ve uzay alanlarında gerek savunma amaçlı gerekse araştırma amaçlı kullanılacak araçların hem hafif hem dayanıklı hem de yedek parçalara sahip olmasını sağlamak; inşaat alanlarında maliyeti fazla olmayan ve kısa bir süre içerisinde binaların inşa edilmesini sağlama noktasında aktif ve avantajlı bir şekilde kullanılmaktadır (Gilpin, 2014). Bu sayede araştırmalar sonucunda elde edilen verilerden yola çıkılarak 3D yazıcı teknolojileri ile içerisinde yaşadığımız süre boyunca daha fazla ilerleme yol alacağı belirtilmektedir (Johnson ve ark., 2014) 3D yazıcı teknolojileri ile tıpkı 2 boyutlu yazıcılarda bilgisayar ekranındaki verilerin kağıda aktarılmasına benzer şekilde üretim sağlandığı için zaman ve maliyet noktasında büyük bir avantaj oluşturmaktadır. Bunun yanında yeni üretilen ürünler piyasaya sunulduğunda ilk olarak yüksek bir ücrete tabii tutulurken günümüzde gelişen teknoloji ile daha uygun fiyatlara 3D yazıcılar alınarak evlerimizde de kullanılabilir (Çallı ve Taşkın, 2015). Evlerimizde dahi kullanma imkanı oluşturan bu teknoloji dolaylı bir şekilde eğitim alanını da etkilemekte ve değişikliklerin oluşmasını sağlamaktadır. Eğitimde amaç bireyleri günlük hayatta kullanılması gerekli olan becerileri kazandırarak geleceğe hazırlamaktır. Bireylerin bu 21. yüzyıl becerilerini kazanarak geleceğe hazırlanması noktasında belirli derslerde veya bu derslere ilişkin konularda yoğunlaşarak farklı etkinliklerin uygulanmasının yanında öğrenme süreçlerinin ve yöntemlerinin yenilikçi bir şekilde aktarılması büyük bir öneme sahiptir (Papavlasopoulou ve ark., 2017). Bireylerin öğretim gerçekleştirirken tasarım ve üretim yapmasını sağlayacak becerileri kazandırma noktasında gerekli ortamların ve süreçlerin hazırlanması amaçlanmalıdır. Amaçlanan bu durum ele alınarak eğitim alanındaki araştırmacılar da son zamanlarda becerilerin kazandırılması için gerekli ortamlar ve süreçler üzerinde çalışmaktadırlar (Selena ve Neil, 2017; Somyürek, 2015). Bu süreçlerden biri de 3D yazıcılar olarak karşımıza

çıkılmaktadır. 3D yazıcılar ile tasarım yapmayı sağlama genel olarak görsel becerilerin daha önde olmasını sağlamaktadır. Bu görsel becerilerin eksikliği tasarımların başarılı olmasını engellemekte ve 3D yazıcılar ile bu becerilerin gelişimi sağlanmaktadır (Lin ve Lee 2010; Luh ve Chen 2013). Hatta 3D yazıcılar görsel beceri ve yaratıcılık gibi birçok becerinin gelişmesinde öncülük sağlayan araçlar olarak görülmektedir (Kwon, 2017).

Son yıllarda yaygın bir şekilde ortaya çıkan STEM (science, technology, engineering, mathematics) eğitim yaklaşımı da görsel, bedensel beceri ve yaratıcılık noktasını vurguladığı için 3D yazıcılar daha etkin bir şekilde kullanılabilir. STEM eğitiminde amaç birden fazla disiplini bir araya getirmek ve gerekli becerilere ulaştırmayı sağlamaktır. Kısacası STEM eğitiminde fen, matematik, mühendislik ve teknoloji bir bütünlük içerisinde verilmeye çalışılmaktadır. Aslında teknoloji ve fen eğitimi arasındaki ilişki yadsınamayacak şekilde açıktır. Teknoloji ile gelişen, değişen toplumda doğal çevreyi anlamlandırmak ve doğal çevreye ilişkin bilgiler elde edebilmek için ihtiyaç duyulan araçların üretilmesini ve kullanılmasını kapsayan ayrıca bireylere teknoloji vasıtasıyla gerekli davranışların kazandırılmasını sağlayan fen eğitimi doğru ve iyi bir şekilde verilmelidir (Yeşiloğlu, 2007; Hançer ve ark., 2003). Fen eğitimi, bir kaynak üzerinden doğrudan anlatılan ve ezberle dayalı geleneksel yöntemlerin tersine bilginin ezberden uzak yaparak, yaşayarak, araştırarak öğrenilmesini, öğrencilere konular üzerinde düşünen, yorum yapan, sorgulayan ve araştıran özellikler kazandırılmasını ve öğrenilen bilgileri karşılaşılabilecek yeni durumlara uygun bir şekilde kullanabilmesini sağlayacak bir şekilde verilmesi gerekmektedir (Algil ve Yılmaz, 2018). Böylece bireyler daha kolay bir şekilde öğrenerek anlamlandırıp bilgilerin kalıcılığını arttırabilmektedir. 3D yazıcılar sayesinde anlatılan konulardaki soyut kavramlar gerek üretilen ürünler gerekse oyunlar ile bireyler düşledikleri her türlü yapıtı oluşturarak daha somut bir hale getirilebilmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından da bireylerin yaratıcı düşünmeye, mühendislik ve tasarım becerilerinin gelişimini arttırmaya yönelik gerekli ortamların oluşturulmasının sağlanacağı görülmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018).

## 2. 3D Yazıcılar

3D yazıcılar, mürekkep püskürten bir yazıcının kağıdın üzerinde mürekkep kullanılmadan eldeki maddeyi toz halde itecek şekilde 3 boyutlu yapı

oluşturma projesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Genellikle ham maddenin işlenerek ve daha somut bir ürün oluşturarak hızlı bir şekilde ilk örneğinin üretilmesi bu yöntemi tanımlamak için kullanılabilir (Dodziuk, 2016). Genel olarak 3D yazıcılar bilgisayar üzerinde çizilen üç boyutlu yapıları elle tutulabilir somut bir model haline dönüştürerek yazıcı üzerinden fiziksel yapıların oluşturulmasını sağlayan teknolojik bir cihazdır. Normal şartlar altında örneğin bir kumaşın elbiseye dönüştürülme sürecinin geleneksel yöntemler ile zor olarak görünen geometrilerinin üretimi 3D yazıcılar ile kolay ve hızlı bir şekilde sağlanabilmektedir. 3D yazıcılar sayesinde bilgisayar ortamında çizilen yapıların farklı programlar aracılığıyla katmanlara bölünerek dosya biçimine dönüştürülmesiyle yazıcıya gönderilerek çıktı oluşumu sağlanmaktadır. Yazdırma işlemi öncelikle ilk katmanların oluşturularak bu katmanların üzerine diğer katmanların da belirtilen nesnelere üst üste tamamlaması ile devam eden bir süreçten oluşmaktadır (Barnatt, 2016). Ancak yazdırma işleminde tek ve belirli bir süreç oluşumunun yanı sıra farklı teknolojiler ve süreçler de kullanılarak oluşturulmaktadır. Lazer ile termal enerji yardımıyla toz partiküllerini birleştirme, elektron ışınları, sıcaklık ve kimyasal atıklar ile polimer zincirleri çapraz bir şekilde bağlayıp sertleştirme, tortuları kaynaştırma gibi farklı süreçler kullanılmaktadır. 3D yazıcılarda çıktı oluşumunu sağlamak için Rhino 3D, Auto cad gibi maliyeti fazla olan yazılımlar tercih edilmektedir. Bunun yanında Free Cad, Google Sketchup gibi ücretsiz olarak kullanılabilen başarılı birçok yazılım da kullanılabilir. Yazılımlardan sonra üç boyutlu çizimler Stereo Lithography biçimine dönüştürülerek katmanlar halinde ürün oluşumu sağlanır. 3D yazıcılarda plastiğin dayanıklılığı fazla olan yapılar, altın, seramik veya metal tozu gibi termoplastik ham maddeler kağıda çıktı alınan iki boyutlu yazıcıların kartuş görevini sağlayarak filament olarak yer almaktadır. Ancak filamentin düzgün bir şekilde kullanılabilmesi için gerekli erime sıcaklığına ulaşması gerekmektedir. Filamentler birikerek katman olarak yığılma halinde ürün oluşumunu sağlar. 3D yazıcılar eldeki malzemeyi bazen yumuşatarak bazen de tamamen sıvı hale getirerek yığıma işlemini gerçekleştirir ve son olarak malzemeler sertleştirilir.

Yaklaşık on yıldır sürekli olarak gelişen ve sıklıkla kullanılmaya başlayan 3D yazıcılar üretilen ürünlerin ilk halini oluşturmak için geleneksel yöntemler ile gerekli olan beceri ve işçiliğin tersine maliyeti düşük ve kısa bir

zaman içerisinde üretim sağlamayı amaçlamaktadır. Bu nedenle birçok avantaj sağlaması gerekçesiyle daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Ancak olumlu yanları olduğu gibi birçok olumsuz yanları da yer almaktadır. Birçok farklı alanda kullanım imkânı sağlaması, zaman ve maliyet noktasında kazanç sağlaması, ürünlerin doğaya zarar vermeyen çözünebilen yapıya sahip olması, daha sonra kullanım sağlayabilmek için yedek oluşturması, sonuçları hızlı bir şekilde almayı sağlaması, ürünlerin daha önceden üretilmemiş olması 3D yazıcıların olumlu yönleri arasında yer almaktadır. Bunun yanında bazı uygulamaların ücretinin etkisi ile bireysel kullanımda yaygın olmaması, ürün oluşturabilmek için kullanılacak ham maddenin fazla olmaması, fiziksel özellik olarak renk ve dokuların farklı özelliklerin sayılabilir derecede olması, fabrikalarda yapılan toplu üretimlere kıyasla maliyetinin yüksek olması, kötü amaçlara yönelik kullanımının gerçekleştirilmesi ve istenilen boyutlarda ürünlerin üretiminin kolay olmaması 3D yazıcıların olumsuz yönleri arasında yer almaktadır.

3D yazıcılar birçok alanda ve disiplinde kullanım sağlama noktasında avantaj oluşturmaktadır. Ham madde sağlanabilmesi için gerekli olan malzemeler gün geçtikçe artış göstermektedir. Bu nedenle sağlık alanından tekstil alanına, eğitim alanından gıda alanına birçok noktada 3D yazıcılar içerisinde yer alan filamentler etkili olmaktadır. Ham madde ne kadar fazla çeşide sahip olursa o kadar farklı ürün oluşumu sağlanır. Aynı ürünler de kullanılan ham maddeler farklı özellikler ortaya çıkarabilmektedir. 3D yazıcılarda PLA (Polilaktik Asit), ABS (Akrilonitril Bütadien Stiren), PVA(Polivinil Alkol), ahşap, bakır - bronz ve bambu, naylon, PET – PETG, sıvı reçine, seramik ve gümüş gibi yardımcı malzemeler sıklıkla kullanılmaktadır. PLA malzemesi, geri dönüşüm için daha uygun malzemelerden üretebilmektedir. PVA, PLA ve ABS' ye göre daha pahalı bir malzemedir. Ahşap daha çok görüntü ve koku oluşumunu sağlama noktasında kullanılmaktadır. Kuyumculuk, mimarlık ve dişçilik gibi daha çok ayrıntı gerektiren alanlarda sıklıkla sıvı reçine tercih edilir ancak fiyatı yüksektir (Olla, 2015).

### **3. 3D Yazıcıların Tarihçesi**

Son yıllarda sıklıkla kullanılan yeni bir teknoloji olarak görünmesinin aksine 3D yazıcılar 1970' li yıllarda hayal edilmiş ancak 1980' li yıllarda

kullanılmaya başlanmış bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. 3D baskı çalışmalarındaki ilk denemeler Dr. Kodama tarafından geliştirilerek hızlı ilk üretim tekniği oluşturulmuştur. Işığa karşı hassas bir reçine ile UV ışığı çok sayıda monomerin bir araya gelmesiyle birleşerek uzun zincirler oluşturarak üretimi sağlamıştır. Ancak son başvuru tarihini kaçırdığı için patent talebinde bulunamamış ve bu haktan men olmuştur. 3D yazıcıların temeli 1984 yılında Hull aracılığı ile ortaya çıkarılmıştır. Bunu takiben şirket kurulumu gerçekleştirilmiştir. Ardından iki yıl sonra yeni bir üç boyutlu yazıcı aynı şirket tarafından geliştirilmiştir. Ardından SLS (Selective Laser Sintering) ve FDM (Fused Deposition Modelling) adında iki yeni teknoloji keşfedilmiştir. Yüksek çözünürlüklü ve renkli baskılar 1993 yılında elde edilmiştir. Z Corporation tarafından 1995 yılında ise çözünürlüğü fazla olan ve renkli baskı yapmayı sağlayan yeni yazıcılar üretilerek satışı yapılmaya başlanmıştır (Priyoid, 2015). İlk defa 2007 yılında Reprap ile isimlendirilen açık kaynaklar kodlu 3D yazıcı üretiminin artmasıyla 3D yazıcı geliştirme ve yazıcılara ulaşma olanağını arttırmıştır (Priyoid, 2015). 2008 yılında Geometries şirketi farklı malzemeler ile aynı süre içerisinde ürünlerin oluşumunu sağlayan Connex500 isimli yazıcı ile başarılı bir şekilde üretim gerçekleştirilmiştir. 2009 yılı ve sonrasında 3D Systmes şirketi tarafından geliştirilen modeller sayesinde ev türü 3D yazıcılar ile yazıcıların üretimi ve piyasaya sunulması arttırılmıştır (Priyoid, 2015).

Kitle iletişim araçlarında tanıtımının yapılması, farklı alanlarda ilk ürünlerin üretilmesi amacıyla yatırımların artış göstermesi, akademik olarak eğitimlerde kullanımının ilgi odağı olması, fiyatlarının daha uygun düzeylere ulaşması, tasarım yazılım türlerinin sayıca artması, malzeme çeşidinin ve çıktı modellerinin artış göstermesi nedeniyle 2010 yılından günümüze 3D yazıcıların giderek kullanımı artış göstermiştir (Karaduman, 2017). 2012 yılında daha büyük bir büyüme oluşturarak 2011 ile 2012 yılları arasında ilk üretim ve malzemedен oluşabilecek kayıpların önlenmesi ile ticari alanda %29' luk bir büyüme elde edilmiştir (Akgül, 2014). 2014 yılında Hull, Avrupa Patent Ofisi Fiyatı tarafından Avrupa Mucit Ödülü' nün sahibi olarak Avrupa dışındaki ülkeler arasında ödül almıştır.

3D yazıcıların üretiminde veya 3D yazıcılardan üretilen ürünlerde geri dönüşümü mümkün olan maddelerin kullanılması çevreye karşı duyarlı bir durum oluşturmaktadır. Washington Üniversitesi öğrencilerinden biri süt şişesinin ısı etkisiyle eritilerek 3D yazıcılarda ham madde olarak kullanımını

sağlayıp tekne üretmesi normal şartlarda plastikten üretilen tekneye nazaran daha az maliyet oluşturmuştur (Yılmaz ve ark., 2013). Buradan yola çıkılarak geçmişten günümüze 3D yazıcıların gün geçtikçe artarak kullanılmasında bu tür durumların etkili olduğu görülmektedir.

#### 4. 3D Yazıcıların Kullanım Alanları

UV ışınlarının kullanılması ile elle tutulabilir üç boyutta nesnelere oluşturulmasını sağlayan 3D yazıcılar geçmişten günümüze gelişerek gelmektedir. İlk zamanlarda maliyeti yüksek ama yavaş ve sürekli bir düşünüş içerisindeydi. Böylece teknoloji ile gerekli çalışmaların oluşmasını sağlayan 3D yazıcılar birçok çeşitli işkolunda yer almaya başlayarak kullanım çevresinde artış oluşturmuştur. 3D yazıcıların kullanılması genellikle endüstri ve tüketici alanlarında etkin bir şekilde geliştiği görülmektedir. Endüstri alanında ilk üretim ve seri üretimler, kütleler halinde üretimler, giysilerin tasarlanması ve bireylerin merak duyduğu alanlarda kullanım sağlanmaya başlanmıştır. Endüstri alanında kullanılan 3D yazıcıların boyutları ilk yıllarda oldukça büyük ebatlarda iken seri üretim ile birlikte daha küçük ebatlarda yer almaya başlanmıştır (Balcıoğlu, 2014). Zaman içerisinde 3D yazıcılar artık tüketici kullanımına sunulmuş ve tekrardan üretilmeye başlamıştır. 3D yazıcıların herhangi bir ücret alınmadan servis yapılması RepRap projesi ile gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Böylece geliştirilen yazılımlar ile 3D yazıcıların fiyatlarında azalma meydana gelerek tüketicilerin kullanımı arttırılmaya çalışılmaktadır (Horowitz ve Schultz, 2013). Bireylerin daha düşük ücretler ile isteklerine yönelik ürün üretimi için bireysel 3D yazıcıların farklı noktalarda kullanılması sağlanabilmektedir. Doğal olarak 3D yazıcılara karşı oluşan ilginin zamanla arttığı görülmektedir. Maliyetin azalması ile eğitim alanlarında da kullanım göstermektedir. 3D yazıcılar ile matematikten fen ve coğrafyaya, sanattan müziğe birçok alanda kullanım sağlanmaktadır. Böylece bireyler soyut olarak verilen kavramların daha somut bir şekilde ürünler üreterek gerek öğretmenler gerekse öğrenciler açısından birçok etkinlik oluşturmayı sağlamaktadır (Horowitz ve Schultz, 2013). 21.yy içerisinde yer alan teknolojilerinin öğrencilerin öğrenimlerine ve uygulamalarına imkân sağladığı görülmektedir. Konuların düz bir anlatım ile sunulmasının yanı sıra çıktılarının oluşturulması ile üç boyutta model tasarımı sayesinde öğrenme

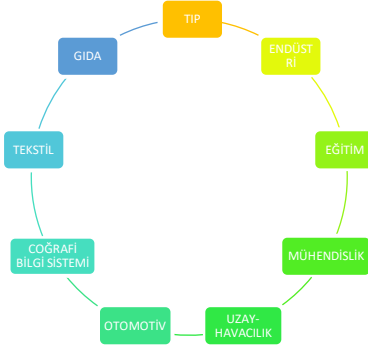
çeşitliliğinin artışı sağlanmış olmaktadır. Ayrıca bireylerin tecrübeleri de artış göstermektedir.

Yapılan araştırmalar 3D yazıcıların mühendislik ve medikal (sağlık) alanlarında ilk sıralarda kullanım sağladığı belirtilmektedir. Medikal alanda genellikle organ veya doku baskıları, yüz, kol, bacak gibi takma organlar, duymaya yönelik işitme cihazları, ortopedik doku ekimi, diş düzenleyici kullanımları gerçekleştirilmekte ve gitgide artış göstermektedir (Sağlık Sektöründeki Yeni Umut Işığı: 3D Printer Teknolojisi, 2014). İlk zamanlarda canlı doku üretiminin gerçekleştirilmesi sağlanırken günümüzde organ üretimi de aktif bir şekilde kullanılmaktadır. Yüzden karaciğere, kalaktan buruna, böbrekten kalbe hatta kafatasına kadar birçok organ basımı yapılabilmektedir. Ek olarak kemik ve kırıldak dokularının üretimi de 3D yazıcılar aracılığı ile gerçekleştirilebilmektedir. Birçok ülke tarafından 3D yazıcılar sayesinde tedavisi zor olan hastalıkların veya yaşam sürdürmeyi sağlayacak organların üretimi sağlanmaktadır. Hollanda, İngiltere ve Belçika' da kafatası, leğen kemiği üretilmesi ve yüz ile çene nakli gerçekleştirilmiştir. İngiltere' de 3D yazıcılar ile üretilen leğen kemiği sayesinde hastanın baston aracılığıyla yürüyebilmesi, Hollanda' da kafatasında hasar olan bir hastanın kafatasının 3D tarayıcılar aracılığıyla taranarak yazıcılar ile kafatası üretilmesi sayesinde beyin fonksiyonlarının yarısından fazlasının aktif olarak tekrar kullanıldığı ve Belçika' da hastaların birine yüz diğerine çene naklinin yapıldığı görülmüştür. (Sağlık Sektöründeki Yeni Umut Işığı:3D Printer Teknolojisi, 2014). Türkiye' de ise canlı hücreler kullanılarak kalp içerisindeki aort damarının dokusal üretimi gerçekleştirilmiştir (Kuzu ve ark., 2016). Mühendislik alanında ise birçok mimari tasarımlarda, bina malzemelerinde, yalıtım ürünlerinde sıklıkla 3D yazıcılardan yararlanılmaktadır.

Günümüzde bunlara ek olarak 3D yazıcılar ile kuyumculukta birçok takı ve mücevher üretiminde, kıyafet ve ayakkabı tasarlanmasında, otomobil sanayi alanında, konumsal olarak bilgilendirme sistemlerinde, uzay ve havacılıkta ve buna benzer birçok çeşitli alanlarda bilimsel olarak yapılan çalışmalar için çoğu ülkede geniş bir şekilde kullanım sağlanmaktadır. Hatta masaüstü 3D yazıcıların oluşturulması ile evlerde, işyerlerinde dahi kullanım sağlanmaktadır. Böylece gereksinim duyulan birçok ürünün bireysel olarak üretiminin sağlanması mümkün olabilmektedir. Bazen ürünün stratejisini bilgisayara yükleyerek bazen de bilgisayarda çizim yapılarak başlanmaktadır



Sonrasında yazdırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Çizimlerin modeli, rengi, sayısı değiştirilerek bireysel olarak farklılık oluşturulabilmektedir. Otomobil, uçak gibi birçok taşıtların ana gövdeleri büyük yazıcıların bulunduğu fabrikalarda hızlı bir şekilde üretilmektedir. Buna bağlı olarak gelecekte ortaya çıkabilecek bilimsel gelişimleri de etkileyebilecektir. 3D yazıcıların sıklıkla kullanıldığı alanlar Şekil.1 de verilmiştir.



**Şekil 1.** 3D Yazıcıların Sıklıkla Kullanıldığı Alanlar

### 5. 3D Yazıcıların Eğitimde Kullanımı

3D yazıcılar son yıllarda maliyetinin azalmasıyla birlikte endüstri, sağlık, sanayi, gıda, mimarlık, askeri, uzay ve havacılık alanlarının yanı sıra eğitim alanında da kullanılmaya başlanmıştır. Kısa bir zaman öncesinde doğmuş olması, eğitim ortamlarının bu uygulamalara entegre edilebilmesi için gerekli teknik yardımın, yazılımların ve donanımların her okulda altyapısal olarak uygunluğunun aynı olmaması nedeni ile her ne kadar eğitimde öncelikli kullanılan teknolojiler arasında yer almamış olsa da kullanımı sağlanmaktadır. Matematikten, coğrafyaya, müzikten resime, fenden sosyal bilgilere kadar birçok derste kullanılması ile eğitimde bazı fırsatların oluşmasını sağlamaktadır. 3D yazıcılar aracılığıyla matematik dersinde üç boyuttaki şekillerde hacim, çevre ve alanların hesaplanmasında, coğrafya dersinde yer şekillerinin incelenmesinde, sanatta veya resim dersinde heykeltıraş gibi eserlerin üretiminde, müzik dersinde çalgıların üretiminde, fen dersinde molekül, bileşik, modellerin üretiminde, sosyal bilgiler dersinde sanal müzelerin gezimi, geçmişten günümüze tarihsel yapıtların incelenmesi noktasında gerekli çıktılarının alınması sağlanabilmektedir. Böylece 3D yazıcılar ile öğrenciler bireysel olarak yaşam alanları tasarlamak, önceki dönemlerde varolan yaşamları canlandırmak, kültürel yapıtları üretmek gibi farklı

deneyimler kazanabilmektedir. 3D yazıcılar öğrencilerin derslere yönelik ilgilerinde ve meraklarında artış sağlamaktadır. Aynı şekilde öğrencilerin kendilerine güven duymalarında, oluşturmacı olmalarında ve kendilerini isteklendirmelerinde 3D yazıcılar aktif bir rol oynamaktadır (Cano, 2015). 3D yazıcılar ilköğretimden üniversiteye kadar her öğrenim düzeyinde kullanılarak öğrencilerin hayal etme yeteneğini artırarak yeni öğrenme olanağı sunmaktadır. Böylece bireylerin eleştirel bir yaklaşım ile daha çok mantık ve muhakeme yaparak karşılaşılan sorunlara çözüm üretip ürün oluşturmasını sağlamaktadır. Günümüzde Avrupa'da yer alan çoğu okulda 3D yazıcıların kullanımı sağlanırken ülkemizde bazı okullarda teknik ve mekanik dersler için kullanımı sağlanmaktadır. Okullarda kullanılması ile daha kalıcı, eğlenceli ve istekli bir öğretimin gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır. Maliyetinin azalması kullanımının artmasında büyük bir rol oynamaktadır. Öğretmenlerin yazılımları alabilmesi ve öğrencilerin bilgisayarlardaki işletim sistemlerini kullanabilmesi ile becerilerini geliştirmeleri sayesinde akıllarında yer alan soyut kavramları daha somut bir yapı haline getirmeleri 3D yazıcılar ile sağlanabilmektedir. Öğrenciler konuya ait kavramları fiziksel olarak inceleyip araştırdığı zaman üretilen üründeki hataları, eksik kavramaları daha kolay bir şekilde bulabilmektedirler. Bu durum öğrencilerin daha yaratıcı, karşılaştıkları problemlere ilişkin daha çözüm odaklı olmalarını sağlamaktadır (Kökhan ve Özcan, 2018).

1900' lü yıllarda bilgisayarlarda yazılan yazılar tepegöz ile yani bir ışık ile duvara yansıtılarak veya akıllı tahtalar ile slaytlar halinde aktarılarak konulardaki soyut kavramların verilmesi öğrencilerde somutlaştırma noktasında etkili olsa dahi eksikliği devam etmektedir. Ancak bu 3D yazıcılar daha somut veriler oluşturmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı eğitimlerde bireylerin doğrudan ezber yöntemi ile bilgiyi almasından ziyade yorumlayarak, yaparak yaşayarak öğrenmelerini, mantık ve muhakeme yaparak karşılaştıkları problemlere çözümler üretilmelerini istemektedir. Öğretim programlarına da bu durum yansıtılmaktadır. Böylece öğretim programlarında fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarının eklenmesi sağlanmıştır. Bunun gerçekleştirilmesi genellikle STEM uygulamaları ile sürdürülmektedir. STEM uygulamalarında bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin birlikte kullanılması sağlanmaktadır. Buda doğal olarak eğitim teknolojilerinin kullanılmasını gerektirmektedir. 3D yazıcılarda bu amaçla aktif bir şekilde kullanılarak daha

somut öğrenmeler sağlayabilmektedir. Aynı şekilde proje tabanlı öğrenme yöntemlerinde de 3D yazıcıların kullanılması gerekmektedir. Öğrenciler proje tabanlı öğrenme ile etkili bir şekilde katılım sağlayarak bilimsel düşüncelere destek sağlayan, sorunlara çözüm üreten çeşitli araçlar ve kaynaklar kullanarak günlük hayatta ve sosyal becerilerde teknolojinin kullanılmasını sağlamaktadır. Günümüzde sıklıkla kullanılan bu yöntem ile öğrenciler daha çok hayal dünyasında olan yapıları, kendine özgü düşünceleri yazıya dökmektedir. 3D yazıcılar ile de yazıya dökülen bu düşünceler çıktı alınarak somut bir ürün oluşturulmaktadır. Böylece hem aktif bir katılım hem de kalıcı öğrenme sağlanırken yanlış öğrenmelerden doğan kavramsal hatalar da giderilebilmektedir. Bu nedenle 3D yazıcı teknolojisi her alanda olduğu gibi eğitim alanında da aktif ve verimli bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Tabii ki maliyetinin azaltılması ve teknik kullanımının öğrenilmesi ile kullanım sıklığının artması beklenmektedir.

### **6. 3D Yazıcıların Fen Eğitiminde Kullanımı**

Teknolojik gelişmelerin ve bilimsel bilgilerin hızla arttığı dünyamızda yaşam biçimimiz değişiklik göstermektedir. Buna bağlı olarak toplumdaki gereksinimler de farklılık göstermektedir. Teknolojik gelişmeler hayatımızın her alanında değişikliğe sebep olmaktadır. Ancak diğer alanlardan ziyade matematik ve fen alanlarında yapılan araştırmaların daha fazla olması nedeniyle bu alanlar teknolojiden daha fazla etkilenmektedir (Doğru ve ark., 2012). Aynı şekilde bulunduğu çağda gereksinimlerinin bilincinde olan, karşılaştığı durumları sorgulayabilen, bu durumlara karşı eleştirel bir yaklaşım sergileyen bireylerin olmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Kenar ve Balcı, 2012). Ortaya çıkan bu ihtiyaçlar ve teknolojik değişimler dolaylı olarak eğitim ortamlarının yapısal ve işlevsel olarak etkilenmesini kaçınılmaz kılmaktadır. Bireylerin de toplumda yaşanan bu değişikliklere karşı isteklerinin gerçekleştirilmesi için fen eğitiminin iyi bir şekilde alınması gerekmektedir (Gürel Taşkıran, 2019). İyi bir fen eğitimi için bireyler varolan bilgileri kendileri anlamlandırıp yorumlayarak günlük hayatta kullanımını sağlayabilmeleri gerekmektedir. Bu durum fen bilimleri öğretim programlarında da yer alan yapılandırmacı yaklaşımı benimseyen bir eğitim yaklaşımını temel almaktadır. Böylece bireyler bilgiyi doğrudan ezber yöntemi ile almayı kendisi anlamlandırmayı sağlamalıdır. Birey bu süreçte aktif bir şekilde yer almaktadır. Fen eğitimi bireylere bulunduğu ortamı algılamasını,

oluşturmacı düşünmesini, iletişimi etkili bir şekilde sağlamayı, doğru bir karakter bilinci oluşturmayı, mantık muhakeme yapma becerisi, karşılaştığı problemleri çözme becerisi kazandırmaktadır (Hançer ve Şensoy, 2003). Yaşadığımız sürecin her noktasında aktif bir şekilde etkili olan fen eğitimi toplumun geleceği için kilit bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. Birçok gelişmiş ülke fen eğitiminde nitelik arttırmayı amaçlamaktadır. Burada en büyük etki daha önce belirlenmiş bir bilginin veya becerinin belirlenen amaçlar doğrultusunda kasti ve bir süre içerisinde belirli bir planlama ile kazandırılması hedeflenen eğitim üzerine düşmektedir.

Gelişen bu dünyada bireylerin değişen ve gelişen teknoloji ile ilişkisini sürekli tutan, etrafını ayrıntılı bir şekilde inceleyen, karşılaştığı durumları sorgulayan, karşısına çıkan sorunlara yönelik çözüm odaklı olan ve bunları yaparken fen eğitiminden yararlanan, edindiği bilgileri kullanabilen fen okuryazarı bireyler yetiştirmek gerekmektedir (MEB, 2005). Çünkü fen hayatımızın her noktasında karşılaştığımız ve genellikle soyut kavramların bulunduğu böylece öğrenciler tarafından anlaşılma noktasında eksiklik veya yanlış anlama oluşturan bir bilim dalıdır. Aynı şekilde fen, teknolojiden bağımsız bir bilim olarak düşünülemez. Sürekli olarak birbiri ile etkileşim içerisinde ve birbirini değiştirme sürecindedir. Gelişen teknoloji ilk zamanlarda sadece endüstri ve sanayi sektöründe kullanılırken son zamanlarda hayatımızın her anında hatta evlerimize kadar ulaşabilmektedir. Telefon, tablet, bilgisayarın yanında son zamanların gözde teknolojisi 3D yazıcılar da fen eğitimi için gerekli olan teknolojilerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelişen teknoloji sayesinde boyut olarak daha küçük bir yapı haline gelerek ev, iş, okul gibi birçok alanda kullanım sağlanabilmektedir. Böylece bireyler ihtiyaç duyduğu ürünleri üreterek oluşturmacı bir yaklaşım sergilemektedir. Birden fazla bilim dalının bir arada kullanılması gerekçesi eğitimin çok yönlü olmasını sağlamaktadır. Bu durum dünya üzerinde ülkeler arasında bir rekabet ve kalkınma oluşturmaktadır. Bunun sağlanabilmesi için de öğretim programlarının içerik bakımından veya biçimsel olarak bulunduğu çağın ihtiyaçlarına yönelik değiştirilmesi gerekmektedir. Aynı şekilde ders anlatımlarında kullanılan öğretim yöntem ve teknikleri de değişiklik göstermektedir. Düz bir anlatım yerine problem odaklı veya proje tabanlı öğretim temel alınarak yapılan, öğrenciyi merkeze alan ve birçok becerinin gelişmesini sağlayan öğretim yöntemlerine gereksinim duyulmaktadır (Bell,

2010; Ravitz ve ark., 2012). Öğrenciler bu yöntemler ile işlenen dersler sonrası tasarım yaparak, verilerin sentezini sağlayarak, oluşturmacı düşünerek, çözüm odaklı ve üretken olarak gelişim sağlayıp birlikte çalışma ile bireyler arası ilişkiler ve iletişimler geliştirebilmektedir (Sarvey, 2015). Fen eğitimi de buna çok uygun eğitimlerden biridir. Etkili bir fen eğitiminin verilebilmesi için eğitim ortamlarında da değişikliğe gidilmiştir. Buna yönelik olarak okullarda akıllı tahta kullanımlarına olanak sağlanmıştır. Akıllı tahta kullanımının öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarında ve başarılarında olumlu etkiler oluşturmaktadır (Kırbağ Zengin ve ark., 2011) Benzer şekilde son zamanlarda 3D yazıcıların kullanıldığı eğitim ortamlarında bilgisayar temelli eğitim ile görsel okuryazarlık da gelişim göstermektedir (Verner ve Merksamer, 2015). 3D yazıcılar ile öğrenciler düşündükleri fikirleri fiziksel olarak elle tutulabilir somut modeller haline dönüştürülmesini sağlamaktadır. Böylece bireylerin hayal dünyasında gelişme meydana gelmektedir. Fen bilimleri öğretim programında son yıllarda temel alınan yapılandırmacı yaklaşım ile dünya genelinde STEM eğitimi olarak adlandırılan eğitim yaklaşımı esas alınmaya çalışılmıştır. Fen bilimleri öğretim programında STEM eğitimine fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları adı altında yer verilmiştir (MEB, 2018). Her ünite sonunda yer alan fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları ile verilen bir problem durumuna ilişkin çözüm yolları üretilerek ürün oluşumu sağlanmaktadır ve ürünlerin prototiplerinin üretimi gerçekleştirilmektedir. STEM etkinlikleri de bunu temel almaktadır. Böylece öğrenciler karşılaştığı durumlara ilişkin yeni fikirler üreterek kendi ürünlerini tasarlama ile fikirlerine dokunarak daha farklı bir tecrübe kazanabilmektedir (Brown, 2015). 3D yazıcılar da öğrencilerin fikirlerine yönelik tasarlanan ürünlerin somut bir şekilde oluşturulmasını sağlamaktadır. Böylece öğrenciler tarafından bilgilerin daha kalıcı ve etkili bir şekilde öğrenilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca varolan kavram yanlışlarının giderilmesi sağlanarak yanlış öğrenmelerin önüne geçilmektedir. Öğrenciler 3D yazıcılar aracılığı ile tasarımlarının başarısını belirleyerek düzenleme imkânı bulmaktadır ve tasarımların geliştirilmesini sağlamaktadır (Kostakis ve Papachristou, 2014). Buna bağlı olarak oluşturulan ilk tasarım ile proje sonunda yapılan tasarım süreci içerisinde yapılan değişiklikler 3D yazıcılar ile daha kolay bir şekilde giderilebilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Algil M. ve Yılmaz, M (2018). Matematik öğretim materyallerinin 3D yazıcılarla üretimi ve eğitimeciye sağladığı katkılar. *Journal of Awareness Dergisi*, 3(14), 319-340. DOI: 10.26809/joa.2018445554
- Akbaba, A. ve Akbulut, E. (2021). Printers and areas of usage. *ETU Synthesis Journal of Economic and Administrative Sciences*. 3, 19- 46. DOI:10.47358/sentez.2021.13
- Akgül, M. K., (2014). Sanayi üretiminde çığır açan teknolojiler üç boyutlu [3D] Yazıcılar, *Anahtar Dergisi*, S.308. <https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-uretiminde-cigir-acan-teknolojiler-uc-boyutlu-%5b3d%5d-yazicilar/1820>
- Balcioğlu, Y.S., (2014). *3 Boyutlu yazıcı ve sinemada kullanımı*. [Yüksek Lisans Tezi]. Yaşar Üniversitesi.
- Barnatt, C. (2016). *3D Printing* (3. basım). CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies*, 83(2), 39-43. DOI:10.1080/00098650903505415
- Brown, A. (2015). 3D Printing in instructional settings: Identifying a curricular hierarchy of activities. *TechTrends*, 59(5), 16-24. DOI:10.1007/s11528-015-0887-1
- Cano, L. M. (2015). *3D printing: A powerful new curriculum tool for your school library*. California: ABC-CLIO, LLC.
- Çallı, L. ve Taşkın, K. (2015). 3D yazıcı endüstrisinin oluşturacağı yeni pazarlar ve pazarlama uygulamaları. *ICEB 2015*. Uluslararası Vizyon Üniversitesi. [https://www.researchgate.net/publication/309740938\\_3D\\_Yazici\\_Endustrisi\\_nin\\_Olustracagi\\_Yeni\\_Pazarlar\\_ve\\_Pazarlama\\_Uygulamalari](https://www.researchgate.net/publication/309740938_3D_Yazici_Endustrisi_nin_Olustracagi_Yeni_Pazarlar_ve_Pazarlama_Uygulamalari)
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- H. Dodziuk, Applications of 3D printing in healthcare, *Kardiochir. Torakochirurgia Pol.*, 2016 Sep; 13(3): 283–293,
- Dodziuk, H. (2016). Applications of 3D printing in healthcare. *Kardiochir. Torakochirurgia Pol*, 13(3): 283-293. doi:10.5114/kitp.2016.62625
- Doğru, M., Gençosman, T., Atakalın, A.N. ve Şeker, F. (2012). Fen bilimleri eğitiminde çalışılan yüksek lisans ve doktora tezlerinin analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi* 9(1). 49–66. <https://www.acarindex.com/pdfler/acarindex-51e156d2-da16.pdf>
- Gilpin, L. (2014). 3D baskı hakkında 10 gerçek: Teknolojinin ezber bozan bir sonraki büyük özelliğini anlamak. <https://www.techrepublic.com/article/10-facts-on-3d-printing-anlayis-teknolojileri-sonraki-buyuk-oyun-degistirici/> adresinden 10.03.2023 tarihinde alınmıştır.
- Gürel Taşkıran A. (2019). *Fen eğitiminde 3d yazıcıların kullanımının öğrencilerin tutumlarına ve görüşlerine etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Hançer, A. H., Şensoy, Ö. ve Yıldırım, H. İ., (2003). İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme.

- Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13). 80–88. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pauefd/issue/11130/133116>
- Horowitz, S.S. ve Schultz, P.H., (2014). Printing space: Using 3D printing of digital models in geosciences education and research. *Journal of Geoscience Education*, 62(1),138-145. doi: 10.5408/13-031.1.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V. ve Freeman, A., (2014). *NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition*. Austin, TX: The New Media Consortium.
- Karaduman, H. (2018). Soyuttan somuta, sanaldan gerçeğe: öğretmen adaylarının bakış açısıyla üç boyutlu yazıcılar. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 273-303. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018.-358818>
- Kenar. İ. ve Balcı. M., (2012). Fen ve teknoloji dersine yönelik tutum ölçeği geliştirme: İlköğretim 4 ve 5.sınıf örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (34). 201–210. <https://hdl.handle.net/20.500.12438/1173>
- Kırbağ Zengin, F., Kırılmazkaya, G. ve Keçeci, G. (2012). Akıllı tahta kullanımının fen ve teknoloji dersindeki başarı ve tutuma etkisi. *Education Sciences*, 7(2), 526-537. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsaedu/issue/19816/211944>
- Kostakis, V., ve Papachristou, M. (2014). Commons-based peer production and digital fabrication: The case of a RepRap-based, Lego-built 3D printing-milling machine. *Telematics and Informatics*, 31(3), 434–443. doi:10.1016/j.tele.2013.09.006
- Kökhan S. ve Özcan, U. (2018). 3D yazıcıların eğitimde kullanımı. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi)* 2(1), 81-85. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/624966>
- Kuzu Demir E. B., Çaka C., Tuğtekin U., Demir K., İslamoğlu H. ve Kuzu A. (2016). Üç boyutlu yazdırma teknolojilerinin eğitim alanında kullanımı: Türkiye’deki uygulamalar. *Ege Eğitim Dergisi* 2(17), 481 - 503. <https://doi.org/10.12984/eegefd.280754>
- Kwon, H. (2017). Effects of 3D printing and design software on students’ interests, motivation, mathematical and technical skills. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 18(4). <https://www.learntechlib.org/p/181996/>
- Lin, H. Y. ve Lee, Y. S. (2010). The effects of spatial short-term memory, spatial working memory and spatial ability on performance in engineering graphics. *Journal of Design*, 15(4), 1–18.
- Luh, D. B. ve Chen, S. N. (2013). A novel CAI system for space conceptualization training in perspective sketching. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 147–160. <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9171-7>
- MEB, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2005). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri (3-8. sınıflar) Dersi Öğretim Programı*, Ankara
- MEB, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2018). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri (3-8. sınıflar) Dersi Öğretim Programı*, Ankara.
- Olla P. (2015). Opening pandora’s three-dimensional printed box. *Technology and Society Magazine*, 34 (3), 74-80. <https://doi.org/10.1109/MTS.2015.2461197>
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., ve Jaccheri, L. (2017). Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review.

- Entertainment Computing*, 18, 57-78.  
<https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.09.002>
- Priyoid (2015). İTÜ, 3D yazıcı ile geliştirdikleri roketi fırlattı. <http://www.priyoid.com/haberler/itu-3d-yazici-ile-gelistirdikleri-roketi-firlatti/> adresinden 12 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- Ravitz, J., Hixson, N., English, M. ve Mergendoller, J. (2012). Using project based learning to teach 21 st century skills : Findings from a statewide initiative. *Annual Meetings of the American Educational Research Association*. içinde (ss. 1-9). Vancouver, BC. [https://www.academia.edu/download/72048510/Using\\_project\\_based\\_learning\\_to\\_teach\\_2120211009-30065-196vftd.pdf](https://www.academia.edu/download/72048510/Using_project_based_learning_to_teach_2120211009-30065-196vftd.pdf)
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations (5. baskı). New York, NY: The Free Press *Sağlık sektöründeki yeni umut ışığı: 3D printer teknolojisi* (2014). <http://www.printondemand.com.tr/saglik-sektorundeki-yeni-umut-isigi-3d-printerteknolojisi/> adresinden 15 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- Sağlık sektöründeki yeni umut ışığı: 3D printer teknolojisi (2014). <http://www.printondemand.com.tr/saglik-sektorundeki-yeni-umut-isigi-3d-printerteknolojisi/> adresinde 13 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- Savery, J. R: (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Selena, N., ve Neil, S. (2017). Making the best of it? Exploring the realities of 3D printing in school. *Research Papers in Education*, 32(5), 578-595. <https://doi.org/10.1080/02671522.2016.1225802>
- Somyürek, S. (2015). An effective educational tool: Construction kits for fun and meaningful learning. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(1). 25-41. DOI:10.1007/s10798-014-9272-1
- Verner, I. ve Merksamer, A. (2015). Digital design and 3D printing in technology teacher education. *Procedia CIRP*, 36, 182-186. [doi:10.1016/j.procir.2015.08.041](https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.08.041)
- Yeşiloğlu. S. N. (2007). *Gazlar konusunun lise öğrencilerine bilimsel tartışma (argumentasyon) odaklı öğretimi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Yılmaz F., Arar, M. E. ve Koç, E. (2013). 3D baskı ile hızlı prototip ve son ürün üretimi. *Metalurji Dergisi*, 168, 35-40. [https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi168/d168\\_3540.pdf](https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi168/d168_3540.pdf)



## BÖLÜM 16

### FEN EĞİTİMİNDE BULUT BİLİŞİM

Dr. Burcu ALAN<sup>1</sup>

Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elâzığ, Türkiye. burcualan@outlook.com, Orcid ID: 0000-0003-3429-0942

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Elâzığ, Türkiye, fzengin@firat.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-0547-8746



## GİRİŞ

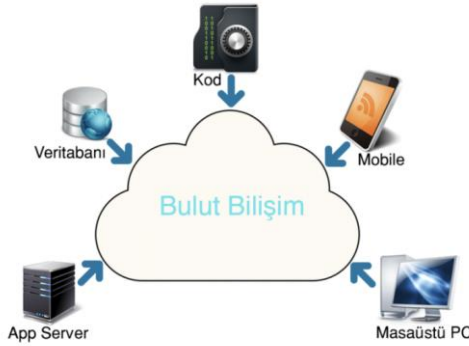
Hızla gelişen teknoloji ile beraber yeniliklerin ortaya çıkması hiç şaşırtıcı değildir. Bu yeniliklerden birisi de Endüstri 4.0'ın yapı taşlarından biri olan “bulut bilişim” dir. Son yıllarda bilişim dünyasında adından sıkça söz edilen, yenilikçi fakat bir o kadarda tartışmalara konu olan “Cloud Computing” kavramı, Türkçe’ye genellikle “Bulut Bilişim” olarak çevrilmiştir. Bulut bilişim, istenilen zamanda ve mekânda internet erişiminin sağlanabildiği bilgisayar, akıllı telefon, laptop ve tablet gibi dijital teknolojik araçlar ile her tür genel ve kişisel veriyi saklamayı ve saklanan veriye ulaşmayı sağlayan sanal bir sunucu ortamıdır. Özellikle Batı ülkelerinde yakın dönemlerde sıklıkla kullanılan bulut bilişimin, teknolojik altyapı maliyetini önemli düzeyde düşürdüğü için firmaları cezbediği, kişisel kullanıcılar bakımından da büyük bir konfor sağladığından söz edilmektedir. Dolayısıyla sadece büyük kurum ve kuruluşların ilgi odağı değil, aynı zamanda hayatın içinden sade internet kullanıcılarının da ilgi odağı olmayı başarmıştır. Bulut bilişim, kullanıcıların ihtiyaç ve beklentilerine olabildiğince kısa sürede ve istenilen ölçüde yanıt vermeyi amaçlamaktadır. Kendi içerisinde üç bölüme ayrılan bulut bilişimde, bu ayrımın altında yatan sebep; yazılımın, hizmet, servis ve altyapı olarak kullanılmasıdır. Sunduğu imkânlar ile popülerliği her geçen gün artan bulut bilişimin, eğitim gibi dinamik gelişim gösteren sektörlerde de kullanımı gittikçe artmaktadır. Bu bölümde öncelikle bulut bilişimin ne olduğundan ve özelliklerinin neler olduğundan bahsedilmiştir. Ardından bulut bilişim servis modelleri, bulut bilişimin avantajları ve dezavantajları, eğitimde bulut bilişim sistemleri ve rolleri anlatılmıştır. Son olarak ise bulut bilişim tabanlı eğitim uygulamalarına örnek verilmiştir.

### **Bulut Bilişim Nedir?**

Amerikan bilişim devi Amazon tarafından 2000’li yılların başlarında geliştirilen bulut bilişim fikri, üzerinde uzlaşa sağlanan bir tanımı olmayan ancak alanında uzman kişiler tarafından farklı tanımlar yapılan yeni bir teknolojidir. Amerikan Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (National Institute of Standards and Technology, [NIST]), bulut bilişimi, minimum çaba ile hızlı bir şekilde sağlanabilen ve serbest bırakılabilen yapılandırılabilir bilgi işlem kaynaklarının (yazılım, yardımcı programlar, depolama, ağlar ve sunucular gibi) paylaşılan bir koleksiyonuna, her yerde bulunan, ergonomik ve

isteğe bağlı ağ erişimi sağlamaya yönelik bir paradigma olarak tanımlanmaktadır (Alhomdy ve ark., 2021). Mell ve Grance'a (2009) göre, bilgisayarlar, ağlar, depolama, geliştirme platformları ya da uygulamalarında dâhil edildiği sanallaştırılmış kaynaklara erişim sağlayan dağıtılmış bir bilgi işlem teknolojisidir. Başka bir tanıma göre depolama, hesaplama gücü ve internet üzerinden hizmet amaçlı sunulan uygulamalarında içerisinde olduğu dinamik olarak ölçeklenebilen, bilgi işlem kaynakları sağlayan dağıtılmış bir bilgi işlem teknolojisidir (Stanoevska-Slabeva ve ark., 2010). Mevcut kaynaklar, kullanıcı tarafından bulut sağlayıcı ile minimum düzeyde etkileşimle tek taraflı olarak talep edilebilmekte, sağlanabilmekte ve yapılandırılabilmektedir (Gonzalez-Martinez ve ark., 2015). Bunların yanı sıra kaynaklar, kullanıcının ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla hızlı bir şekilde aşağı ve yukarı ölçeklenebilmektedir. Teknoloji destekli öğrenme alanında bulut tabanlı teknolojilerin kullanımı, çevrimiçi hizmetlere her yerden erişim sağlayan ve ölçeklenebilirlik, gelişmiş kullanılabilirlik ve maliyet tasarrufu vaat eden (McDonald ve ark., 2010) önemli bir trend olarak ifade edilmiştir (Johnson ve ark., 2016).

Google, Microsoft ya da Amazon gibi sektörün önemli paydaşlarının da desteğiyle bulut bilişim farklı alanlarda yaygın olarak benimsenmekte, kullanılmakta ve giderek büyümektedir. Örneğin, Google Mail ve Dropbox gibi bulut hizmetleri milyonlarca insanın kullanımı ile günlük araçlar haline gelmiştir (Gonzalez-Martinez ve ark., 2015). Bulut tabanlı uygulamalardan olan Salesforce gibi uygulamaları çoğu şirket kullanmakta, büyük ve küçük işletmeler Microsoft Azure ya da Amazon Web Services (AWS) tarafından sunulan sanal altyapıları benimsemektedir (Marston ve ark., 2011). Ayrıca bazı hükümetler arasında bulut bilişimi teşvik edecek adımlar atmakta ve NASA gibi kuruluşlar da araştırma için bulut altyapılarını kullanmaktadır. Bulut bilişim sayesinde, bilgiye her yerden ve her türlü bilgi iletişim cihazı (Android, PC, iOS, Mac ya da Blackberry) kullanılarak ulaşmak mümkündür (Henkoğlu ve Külcü, 2013).



**Şekil 1.** Bulut bilişim ve bileşenleri

**Kaynak:** Kavzoğlu ve Şahin, (2012)

Günümüzde bulut bilişim teknolojisinin yaygınlaşmasında ve popüler hale gelmesinde bu hizmeti sunan çeşitli işletmelerin payları azımsanamayacak düzeydedir. Bu hizmeti sunan büyük işletmeler vardır ve bu işletmeler gerek kişilere gerekse tüzel kişiliklere hizmet sunmaktadır (Batı, 2015). Bulut bilişim hizmeti sunan işletmelere; Microsoft Azure, Microsoft One Drive, Amazon, Google Drive, Oracle, Dropbox, Orangescape, Cloudfurk, Turkcell Bulut, iCloud, Yandex.Disk, IBM ve Eyeos örnek olarak verilebilir (Çelik, 2021).

### **Bulut Bilişim Özellikleri**

Temel bazı karakteristik özellikleri olan bulut bilişim, hesaplama ve depolama amacıyla klasik sunucu sistemlerinden farklı yaklaşım sunmaktadır. Bu özellikler ve farklılıklar aşağıda belirtilmiştir (Buyya ve ark., 2011, Akt. Dokuz ve Çelik, 2017):

- Sanal depolama
- Sanallaştırılabilirlik
- Sanal ağlar
- Sanal kümelemeler
- İstenildiği zaman, kendi kendine kaynak ayırma
- Dinamik kaynak sağlama
- Kullandığın kadar öde modeli
- Yüksek düzeyde erişilebilirlik ve veri kurtarma
- Genel bulut ortamı arayüzleri
- Esneklik

### **Bulut Bilişim Servis Modelleri**

Bulut sağlayıcısının yazılım ve donanım kaynaklarından kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda yetkilendirilmesi ve ulaşımın sağlanması amacıyla oluşturulmuş modeller, bulut bilişim servis modelleri (Mell ve Grance, 2011; Zhang ve ark., 2010) olarak karşımıza çıkmaktadır. Öncelikle hangi seviyede modele ihtiyaç duyulduğu belirlenmekte ve daha sonra bulut sağlayıcıları vasıtasıyla amaca en uygun şekilde hizmet edecek olan servis modeli kiralanabilmektedir. Yazılımdan altyapıya geçişte özgürlükler ve yetki seviyesi ne kadar artarsa ücretlendirmede doğal olarak artacaktır.

Bulut bilişim modellerinin sayısı konusunda alan yazında çeşitli görüşler yer alsa da tipik olarak üç tür servis modelinden bahsetmek mümkündür (Mell ve Grance, 2011). Bunlar; Servis olarak Yazılım (Software as a Service, [SaaS]), Servis olarak Platform (Platform as a Service, [PaaS]) ve Servis olarak Altyapı (Infrastructure as a Service, [IaaS])'dır.

• **SaaS:** Uygulamalara erişmek amacı ile kullanıcıların kendilerine ait sistemlerine herhangi bir kurulum yapmalarına ihtiyaç duymadan, sadece internet tarayıcılarını kullanarak uygulamalara erişip çalışma yapabilmeleridir. Kurulum, lisans ve bakım gibi problemlerle kullanıcılar karşılaşmamaktadır. Dolayısıyla bu işler için harcanan vakit ve maliyette ortadan kalkmaktadır (Çelik, 2021). Bir e-posta hizmetine yönelik yazılımdan tutun da muhasebe, ofis ve finans uygulamalarını da içerisinde barındıran web tabanlı kurumsal hizmetlerdir (Yıldız, 2010). Sunulan hizmetlerden bazıları; e-posta, doküman paylaşımı, ofis yazılımları, satış otomasyonu ve müşteri yönetimidir. SaaS hizmet modeline örnek olarak; Google Docs, Salesforce ya da Dropbox verilebilir.

• **PaaS:** Kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda hizmet sağlayıcının uygulama geliştirerek çalıştırabileceği ve kullanabileceği bir altyapı ile tamamlayıcı hizmetleri sunduğu modeldir (Çelik, 2021). Yıldız ve Şahin'e (2011) göre PaaS, internet üzerinden donanımı, depolama birimini, işletim sistemini ve ağ kapasitesini kiralamak olarak algılanabilir. PaaS hizmet modeline örnek olarak; Google App Engine, OrangeScape, Amazon Elastic Beanstalk, Windows Azure Compute ve Mendix verilebilir (Ege, 2012). Platform hizmeti veren bu servisler, uygulamalarını geliştirmek isteyen gerek kişilere gerekse kurumlara, uygulamalarını geliştirmek ve test etmek amacıyla ihtiyaç duyulan işletim sistemi, donanım, uygulama geliştirme araçları ve veri

tabanı gibi birçok gereksinimi tek bir paket halinde bulut bilişim üzerinden sağlamaktadır (Sarıtaş ve Üner, 2013).

• **IaaS:** “Kullandığın kadar öde” felsefesine göre çalışan bulut bilişim hizmeti, ağırlıklı olarak bellek, veri depolama, bant genişliği vb. işlemler için kullanılmaktadır (Kozan ve ark., 2014). Müşteri, ihtiyacı olan bu kaynakları kendisi yapılandırabilmekte ve ihtiyaç duyduğu işletim sistemi ve uygulamaları bunların üzerine kurabilmektedir (Dokuz ve Çelik, 2017). IaaS hizmet modelinde kullanıcılara sanal donanımlar sunulmaktadır.

### **Bulut Bilişimin Avantajları**

Günümüzde, hayatımızın en önemli parçası haline gelen internet teknolojisinin bir ürünü olan bulut bilişimi görmezden gelmek imkânsız olacaktır. Hemen hemen her gün internet kullanarak iletilerimizi kontrol etmekte, banka hesaplarımızla alakalı işlemler yapmakta, uzaktan eğitim dersleri almakta, sosyal paylaşım sitelerinin sıklıkla ziyaret etmekteyiz. Aslında bu hizmetlerin hepsi, bulut bilişimin bize sağlamış olduğu birtakım imkânlardır. Bulut bilişim teknolojisi bu tarz bireysel katkıların dışında iş dünyasından eğitime ve daha birçok farklı alanda elzem düzeyde katkılar ve yararlar sağlamaktadır. Bu yararlar (Dokuz ve Çelik, 2017; Kozan ve ark., 2014);

- Düşük yazılım ve donanım maliyeti,
- Esneklik,
- Kolay kurulum,
- Kullanılabilirlik ve sürdürülebilirlik,
- Ölçeklendirilebilirlik,
- Servis kalitesi,
- Personel ihtiyacı,
- Yüksek hareketlilik,
- Gelişmiş performans,
- Sonsuz depolama kapasitesi,
- Artırılmış veri güvenliği,
- Uyumlu dosya formatları,
- Anlık güncelleme imkânı olarak sıralanabilir.

Bulut bilişim; öncelikle talep edildiği zaman kullanılabilen, kullanım için herhangi bir işleme gerek kalmayan ve ne kadar kullanılıyorsa o kadar için ödeme yapılan bir sistemdir. Erişim için genel bir altyapı olmamakla birlikte, internet erişimini sağlayan her türlü araçla belirli bir yere bağlı kalmadan, bulunulan her noktadan erişim sağlayarak, planlanan işin daha esnek ve hızlı yapılabildiği, gerek duyulduğu takdirde hizmetin ölçeğinin hızlı bir şekilde azaltılıp artırıldığı, kaynak kullanımının kolaylıkla izlenebildiği, denetlenebildiği ve raporlanabildiği bir yapı söz konusudur. Donanım ve yazılımlar bulut altyapısı tarafından sağlandığı için herhangi bir ücret ödemesi gerektirmemektedir. Ayrıca sunuculardaki veri güvenliği alanında uzman ekipler tarafından sağlandığı için, kişisel sunuculardan daha güvenilir bir ortam sunulmaktadır (Dokuz ve Çelik, 2017). Tüm bu avantajlarından dolayı kurumlar her geçen gün daha fazla bulut bilişim sistemlerinin imkânlarını kullanmaktadırlar (Yıldız, 2010 ).

### **Bulut Bilişimin Dezavantajları**

Bulut bilişim sistemlerinin birçok yararının olmasının yanında uzak sunucularda çalıştıkları için bazı noktalarda dezavantajları da mevcuttur. Bu dezavantajlar (Dokuz ve Çelik, 2017);

- Güvenlik açıkları,
- Sistem güncellemeleri,
- Sabit internet bağlantısı,
- Kalifiyeli olmayan bulut operatörü,
- Düşük bağlantı hızının olduğu durumlarda uygulamaların yavaş çalışması,
- Veri kontrolünün kullanıcının elinde olmaması ve verilerin nerede tutulduğunun bilinmemesi olarak sıralanabilir.

Bulut bilişim sistemlerinde her ne kadar alanında uzman ekipler tarafından güvenlik sağlanmaya çalışılsa da minimum düzeyde yapılan bir hata dahi büyük zararlara sebebiyet verebilmektedir. Bulut bilişim altyapısının güncellenmesi durumunda mevcut altyapı üzerindeki uygulama muntazam bir şekilde çalışmayabilir. Bu sistemlere erişim internet üzerinden sağlandığı için sürekli olarak internet bağlantısına ihtiyaç duyulmaktadır. Düşük internet hızının olması durumu bile uygulamaların yavaş çalışmasına neden olmaktadır (Dokuz ve Çelik, 2017).



### **Eğitimde Bulut Bilişim Sistemleri**

Ağırlıklı olarak 2000’li yıllardan itibaren, teknoloji alanında yaşanan gelişmelerin eğitim sektörüne de hızla girdiği ve hali hazırdaki eğitim ve öğretim strateji ve yöntemlerine yenilikçi uygulamalar sunduğu aşikârdır (Sarıtaş ve Üner, 2013). Bu teknolojilerden birisi de bulut bilişim sistemleridir. Bu teknolojinin son zamanlardaki artan popülerliği, eğitim alanında yapılan çalışmalarında artmasına sebep olmuştur. Teknoloji alanında yaşanan hızlı gelişmeler, mevcut donanım ve yazılım teknolojilerinin güncelliğini yitirmesine sebebiyet vermektedir. Donanım yükseltmeleri ve yazılım güncellemelerinin yapılması ise yüksek maliyeti beraberinde getirmektedir. Bulut bilişim teknolojileri sayesinde gerek bireysel gerekse de kurumsal alanda bilişim teknolojileri maliyetleri önemli oranda düşmekte, daha esnek bir donanımsal ve yazılımsal etkililiğe imkân tanımaktadır. Ayrıca bu teknoloji sayesinde, eğitim sektöründe devamlı olarak yeni altyapıya yatırım yapma ya da yeni yazılımların lisanslarını alma gibi zorunluluklar bulunmamaktadır. Bu sayede bilişim kaynaklarına hızlı bir şekilde erişim imkânı sağlanmaktadır (Sarıtaş ve Üner, 2013). Tüm bunlara ek olarak bulut bilişim uygulamalarının eğitim sektöründe kullanılması ile eğitim kurumları birçok yükten kurtulacak ve esas üzerinde durmaları gereken yani odaklanmaları gereken kaliteli eğitim verme konusuna ağırlık verebileceklerdir. Seveli (2011), bulut bilişim sistemlerinin eğitimci, öğrenci ve personele, bütün ihtiyaç ve beklentilerini zamanında karşılayabilecek türden esnek çözümler sunduğunu belirtmektedir.

Bulut tabanlı eğitim uygulamaları, web üzerinden bilgi ve deneyimlerin aktif bir şekilde paylaşılabilirdiği, projeler üzerinde işbirlikli bir şekilde yani ortak çalışmalar yürütme fırsatı sunan, veri ve servislere ulaşmak amacıyla kullanılan esnek ve yeni bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır (Seveli ve Küçükşille, 2012). Li ve Chen’e (2011) göre bulut bilişim kaynakları, geleneksel modelin tersine, daha sosyal bir altyapının bölümüdür.

### **Eğitimde Bulut Bilişimin Rolü**

Hayatımızın vazgeçilmezi olmaya aday olan bulut bilişim teknolojisinin bağımsız çalışabilmesi, yazılım ve donanım maliyetlerini düşürmesi, çoklu kullanım özelliklerinin olması (Tosun ve Özdoğan, 2013), esnek olması ve doğa dostu olması (Henkoğlu ve Külcü, 2013), ilk etapta dikkati çeken

avantajları arasında sayılabilir. Eğitimdeki ana paydaşlar (öğrenciler, eğitim uygulayıcıları, eğitim kurumları ve bilişim teknolojileri personeli), bulut bilişim teknolojilerinden yararlanabilir, ancak hepsi bulut bilişimin tüm avantajlarından eşit şekilde yararlanamamaktadır (Gonzalez-Martinez ve ark., 2015). Bu olanaklardan bazıları, öğrenme ve öğretme sürecine atıfta bulunurken, bazıları ise bilişim teknolojileri ekonomisi ya da teknoloji yönetimi ve işletimi gibi eğitimin çeşitli yönleriyle ilgilendir. Pallathadka ve arkadaşları (2021), bulut bilişimin eğitimde oynadığı rolü; kişiselleştirilmiş öğrenme, düşük maliyet, sanal sınıf ortamı, öğretmen ve öğrenciler için daha fazla erişim, güvenli veri depolama ve işbirlikleri olarak belirtmiştir.

Bulut bilişimin avantajlarını toplayacak olursak;

- **Teknoloji maliyetlerini düşürmesi:** Bulut bilişimdeki tüm yazılım ve donanımların kurulumu, bakım ve güncelleme işlemlerinin yapılması gibi işlemler servis sağlayıcı tarafından gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla kullanıcıların yazılım ve donanım için bir bütçe ayırmasına gerek kalmamakta ve maliyet otomatik olarak düşmektedir. Eğitim kurumlarında öğrenci ve öğretmenlerinde ayrı ayrı yazılım ve donanım alma gerekliliğini ortadan kaldırmakta ve maliyeti düşürmektedir.
- **Güncel teknolojilerle çalışma:** Kurumlarda elzem kalemlerden birisi de güncel olan teknolojilerin takip edilmesi, kurulumlarının yapılması ve bu teknolojilerin kullanılmasıdır. Ancak bulut bilişimde tüm bu işlemler servis sağlayıcı tarafından yapılmaktadır. Dolayısıyla kullanıcılar ek bir maliyet ödemedi en güncel yazılım ve donanım hizmetlerinden faydalanabilmektedir.
- **Erişim kolaylığı:** Kullanıcılar istedikleri zaman istedikleri yerden, internet erişimini sağlayan herhangi bir teknolojik araç ile (akıllı telefon, dizüstü bilgisayar, notebook vb.) çeşitli işletim sistemlerini kullanarak bulut bilişimden faydalanabilmektedir.
- **Üst düzey veri güvenliği:** Bulut bilişimde veri kayıplarının yaşanmaması adına düzenli bir şekilde veri yedekleme işlemi yapılmaktadır.
- **Ortak çalışma ve işbirliği:** Bulut bilişim teknolojisi sayesinde farklı yerlerde bulunan kişiler birlikte çalışabilme imkânına sahiptir. Uygulamaların ve dosyaların sunucu üzerinde olması ve çalıştırılması

ile farklı mekânlarda bulunan kullanıcılar, internet üzerinden aynı uygulama ya da dosya üzerinde ortaklaşa çalışabilmektedir.

- **Esnek ve dinamik altyapı:** Kullanıcıların ihtiyaçları doğrultusunda ölçeklendirilebilen bulut bilişim, değişen kullanıcı ihtiyaçlarına paralel olarak uygulamalar ve donanımlar üzerinde azaltma ya da artırım yapabilmektedir.

Eğitimde bulut bilişim sadece akademik açıdan değil, özellikle maliyetin düşürülmesi, güvenlik, etkili iletişim, esneklik ve erişilebilirlik sağlama gibi önemli konularda da çözüm sağlayacaktır (Alshuwaier ve ark., 2012).

### **Bulut Bilişim Tabanlı Eğitim Uygulamaları**

Bulut tabanlı eğitim uygulamalarının sunmuş olduğu çözümler ve sağladığı katkılar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Microsoft Education, 2011, Akt. Selvi ve Küçüksille, 2012):

- Öğrenciler istedikleri zaman ve mekânda eğitim faaliyetlerini gerçekleştirebilir, çevrimiçi kaynaklara ve kütüphane içeriklerine elektronik ortamda erişim sağlayabilir.
- Öğrencilere düzenli bir şekilde geri bildirimler verilebilir ve ilerlemeleri sağlanır.
- Öğrencilerin dereceleri ve performansları elektronik olarak kayıt altına alınabilir ve arzu edilen kriterlere göre de sorgulanabilmesi sağlanır.
- Eğitimci, öğrenci ve yöneticilerin tümünün ortak çalışma yapabilecekleri çevrimiçi topluluklar oluşturulabilir.
- Hem öğrencilerin hem de kurum çalışanlarının zaman ve platformdan bağımsız olarak elektronik kaynaklara erişebilmeleri sağlanır.
- Ders ve sınıf kayıtları web tabanlı yapılabilir.
- Öğrencilerin, yöneticilerle ve eğitimcilerle irtibata geçebilecekleri yeni bir yol ve ortam sunar.

Bulut bilişim tabanlı birçok eğitim uygulaması mevcuttur. Bunlar; Google Apps (Takvim, Gmail, Google E-Tablolar, Google Drive, Google Dokümanlar, Google Slaytlar, Google Çeviri, Google Siteler), Amazon Bulut Bilişim, Microsoft Office 365, Microsoft Live@edu, Zoho, Prezi, Dropbox, iCloud ve Evernote olarak sıralanabilir (Kozan ve ark., 2014).

**Google Apps:** Birçok farklı uygulamayı içerisinde barındırmakla beraber, eğitim amaçlı en sık kullanılan uygulamaları Takvim, Google E-Tablolar, Google Mail, Google Drive, Google Slaytlar, Google Dokümanlar, Google Siteler ve Google Çeviri'dir (Google for Education, 2023). Takvim, beraber çalışan kullanıcılara zaman kontrollerinde yardımcı olur ve akıllı planlama özelliği sayesinde herkese uyabilecek uygun toplantı tarihleri önerir. Google E-Tablolar oldukça güçlü bir tablo düzenleyicisidir. Bu uygulama ile e-tablo oluşturulup biçimlendirilebilir. Ayrıca farklı kullanıcılar ile ortak çalışma olanağı sağlayan çevrimiçi bir uygulamadır. Google Mail, öğrencilerin, öğretmenlerin ya da araştırmacıların e-postalarını düzenlemelerine ve gelen ileti akışını yönetebilmelerine olanak tanır. Google Drive adı verilen, dosya depolama ve senkronizasyon hizmeti olarak karşımıza çıkan bu uygulama ile kullanıcılar bulutta dokümanlarını depolayabilmekte, paylaşabilmekte ve farklı kullanıcılar ile ortak çalışabilmektedir. Google Slaytlar, sunu oluşturulup biçimlendirme yapılabilmekte ve farklı kullanıcılar ile ortak çalışmaya olanak tanımaktadır. Google Dokümanlar, doküman oluşturup biçimlendirmeye ve farklı kullanıcılar ile eş zamanlı olarak ortak çalışmaya imkân tanıyan çevrimiçi bir kelime işlemcisidir. Google Çeviri, metinleri, internet sayfalarını ya da kullanıcı tarafından yüklenmiş olan belgeleri hızlı ve ücretsiz bir şekilde çeviren uygulamadır. 28 Nisan 2006 tarihinde sadece İngilizce ve Arapça dilleri arasında çeviri yapmak amacıyla Google tarafından geliştirilmiş ve kullanıcı hizmetine sunulmuştur. Günümüzde ise veri tabanındaki dil sayısının 100'ün üzerinde olduğu bilgisi mevcuttur. Google Siteler ise, herhangi bir kod yazma ihtiyacı olmadan proje siteleri oluşturulmasına imkân tanıyan, yapılandırılmış bir web ve viki sayfası oluşturma uygulamasıdır. Google Apps, daha birçok uygulamayı içerisinde barındıran ve eğitim amacıyla derslerde faydalanılabilecek bulut bilişim tabanlı uygulamalardır.

Google Apss, okullar ve üniversiteler için tasarlanmış ve içerisinde barındırdığı uygulamalar ile farklı kullanıcılar arasında ücretsiz bir şekilde iletişim ve işbirliği sağlamaktadır. Eğitim kurumlarında teknolojik altyapıyı yenileme, çıktı, fotokopi ve kırtasiye gibi masrafları ortadan kaldırdığı için bu uygulamalar okul bütçesine katkıda bulunmaktadır. Google Apps uygulamalarının öğrenme, öğretme, mesleki gelişim, sosyal paylaşım, kayıtları tutma gibi birçok avantajları sayesinde eğitimde büyük bir öneme sahip

oldukları söylenebilir (Google Apps Education, 2023). Ayrıca Atıcı ve Akgün'ün (2021) gerçekleştirdiği çalışmada, eğitimde bulut bilişim çalışmalarında en çok kullanılan ortamın Google Apps olduğunu tespit etmişlerdir.

**Amazon Bulut Bilişim:** Amazon EC<sub>2</sub>, Amazon SimpleDB, Amazon S<sub>3</sub>, Amazon VCL, Amazon SQS gibi bulut bilişim servisleri ile öğrencilerin ve araştırmacıların çeşitli uygulamalar oluşturmalarına imkân tanıyan yüksek kullanılabilirlik, güvenilirlik ve esneklik sağlayan bir platformdur (Alshuwaier ve ark., 2012). Ayrıca amazon web servisleri, mevcut kaynaklara erişim, kendi kendine öğrenme ve akademik çalışmalar için destek gibi eğitime hizmetler sunmaktadır.

**Microsoft Office 365:** Microsoft tarafından sağlanan takvime ve e-postaya her yerden ulaşabilmeyi, anlık mesajlaşabilmeyi ve sesli görüntülü bir şekilde konferans yapabilmeyi, çeşitli Office dokümanlarını (Excel, Word, Paint, PowerPoint vb.) web üzerinden düzenleyebilmeyi ve dosyaları paylaşabilmeyi sağlayan bulut bilişim platformudur (Microsoft 365, 2023).

**Microoft Live@edu:** Öğrencilere ve araştırmacılara eğitim kurumunda aynı Microsoft teknolojilerinden tam olarak yararlanma imkânı sağlar. Yeni teknolojilere kullanıcıların istedikleri zaman ve mekânda, neredeyse tüm cihazlarla erişebilmelerine olanak tanır. Teknoloji altyapı maliyetini düşürür, e-posta sistemlerini korur, öğrenciler ile okul arasında esneklik ve iletişim sağlar, aynı anda birçok öğrenci tarafından paylaşılabilen uygulamalar oluşturulabilir ve ücretsizdir (Alshuwaier ve ark., 2012).

**Zoho:** Yedi milyondan fazla kullanıcı kitlesine sahip olan Zoho, bulut teknolojisi uygulamalarından biridir. Bu uygulama küçük ve orta düzeyli işletmelerin kullanımına elverişli olan web tabanlı hizmetler vermektedir. Zoho platformu üzerinde kullanıcılar çevrimiçi olarak, sunumlar ve belgeler oluşturabilmekte, oluşturdukları ürün üzerinde düzenleme yapabilmekte, görevler belirleyerek takvim uygulamasına ekleyebilmekte ve tüm bunları Zoho'ya ait depolama servislerinde muhafaza edebilmektedir (Sarıtış ve Üner, 2013).

**Prezi:** Bulut teknolojisi üzerinde sunum hazırlamak amacıyla kullanılan uygulamadır. Diğer sunum hazırlama uygulamalarından farklı olarak görsel olarak daha etkili, eğlenceli ve ilgi çekici sunumlar hazırlamaya imkân tanımaktadır. Bir başka avantajı ise hazırlanmış ve bitirilmiş olan sunum

dosyasına Prezi'nin bulut özelliğinden dolayı her türlü cihazla erişim sağlanabilmesidir (Prezi, 2023).

**Dropbox:** Kişilerin ya da kurumların verilerinin bulut ortamında depolanmasını ve hızlı veri aktarımı işlevini sağlayan bir bulut teknoloji uygulamasıdır. Çevrimiçi dosya depolama, dosya paylaşma ve senkronizasyon işlemleri için yalnızca bir merkez sunmaktadır. Her çeşit platformda çalışabilir, istenilen kişiler ile dosya paylaşımı yapılabilir, içerik düzenlenebilir ve otomatik yedek yapma özelliğine sahiptir (Dropbox, 2023).

**iCloud:** Bu uygulamanın en büyük ve en bilinen özelliği, tüm Apple ürünleri arasında dosyaları otomatik bir şekilde senkronize etmesidir. Bu sayede bulut üzerinde daha önceden depolanan fotoğraflar, notlar, belgeler, dosyalar, parolalar ve çok daha fazlasına tüm Apple cihazlardan (iPhone, iPad ya da iPod) erişme olanağı sağlar. Bu durumda veriler yalnızca bir aygıtta değil, bulut üzerinde muhafaza edildiği için her zaman ve her yerde güncel kalır (Apple, 2023).

**Evernote:** Telefon, tablet ve bilgisayarlarda Evernote ile resim, çizim, metin, ses ve videodan oluşan notlar oluşturulabilir, düzenleyebilir, her çeşit cihazdan erişilebilir ve arzu edilen kişilerle paylaşılabilir. Bunlara ek olarak, öğrenciler için ders notu paylaşmak, ses kayıt özelliği sayesinde toplantıları kaydetmek, okunan makaleleri ya da beğenilen resimleri kaydetmek ve notları etiketleyip isteğe göre kategori etmek gibi birçok amaç doğrultusunda kullanılabilir (Ceotudent, 2023).

**KAYNAKÇA**

- Alhomdy, S., Thabit, F., Abdulrazzak, F. A. H., Haldorai, A. ve Jagtap, S. (2021). The role of cloud computing technology: A savior to fight the lockdown in COVID 19 crisis, the benefits, characteristics and applications. *International Journal of Intelligent Networks*, 2, 166-174. <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2021.08.001>
- Apple (2023). <https://support.apple.com/tr-tr/guide/icloud/> 24 Mart tarihinde alınmıştır.
- Atıcı, B. ve Akgün, M. (2021). Eğitimde bulut bilişime ilişkin araştırmaların içerik analizi yöntemiyle incelenmesi. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim (TEKE) Dergisi*, 10(1), 272-284.
- Batı, K. (2015). *Bulut bilişim ve etkileri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Ceotudent (2023). <https://ceotudent.com/evernote-nedir-nasil-kullanilir> 23 Mart tarihinde ulaşılmıştır.
- Çelik, K. (2021). Bulut bilişimde temel konular. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 5(2), 236-250. <https://doi.org/10.46452/baksoder.1018982>
- Dokuz, A. Ş. ve Çelik, M. (2017). Bulut bilişim sistemlerinde verinin farklı boyutları üzerine derleme. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2), 316-338. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.338074>
- Dropbox (2023). <https://www.dropbox.com/official-teams-page?> 24 Mart tarihinde alınmıştır.
- Ege, B. (2012). Bulut Bilişim. *Bilim ve Teknik Dergisi (TÜBİTAK)*, 46(541), 12-15.
- González-Martínez, J. A., Bote-Lorenzo, M. L., Gómez-Sánchez, E. ve Cano-Parra, R. (2015). Cloud computing and education: A state-of-the-art survey. *Computers & Education*, 80, 132-151. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.017>
- Google Apps Education (2023). <http://www.egitimdeteknoloji.com/google-apps/> 26 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- Google for Education (2023). [https://edu.google.com/intl/ALL\\_tr/workspace-for-education/editions/education-fundamentals/](https://edu.google.com/intl/ALL_tr/workspace-for-education/editions/education-fundamentals/) 26 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- Henkoğlu, T. ve Külcü, Ö. (2013). Bilgi erişim platformu olarak bulut bilişim: Riskler ve hukuksal koşullar üzerine bir inceleme. *Bilgi Dünyası*, 14(1), 62-86.
- Johnson, L., Becker, S. A., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. ve Hall, C. (2016). *NMC horizon report: 2016 higher education edition*. The New Media Consortium, 1-50. <https://www.learntechlib.org/p/171478/?nl=1>

- Kavzoğlu, T. ve Şahin, E. K. (2012, Ekim, 16-19). *Bulut bilişim teknolojisi ve bulut CBS uygulamaları* [Sözlü sunum]. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Zonguldak, Türkiye.
- Kozan, M., Bozkaplan, M. F. ve Özek, M. B. (2014, Şubat, 5-7). *Eğitimde bulut bilişim uygulamaları* [Sözlü sunum]. Akademik Bilişim Konferansı, Mersin, Türkiye.
- Li G. ve Chen G. (2011, September, 15-17). *A novel enhanced education application of cloud computing* [Oral presentation]. IEEE International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems Beijing, China.
- Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J. ve Ghalsasi, A. (2011). Cloud computing-The business perspective. *Decision Support Systems*, 51(1), 176-189. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.12.006>
- McDonald, D., Breslin, C. ve MacDonald, A. (2010). Review of the environmental and organisational implications of cloud computing. <https://strathprints.strath.ac.uk/32900/1/cloudstudyreport.pdf>
- Mell, P. ve Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing. *NIST Special Publication* 800- 145, 1-7.
- Microsoft 365 (2023). <https://www.microsoft.com/tr-tr/microsoft-365> 23 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- Pallathadka, H., Sajja, G. S., Phasinam, K., Ritonga, M., Naved, M., Bansal, R. ve Quiñonez-Choquecota, J. (2022). An investigation of various applications and related challenges in cloud computing. *Materials Today: Proceedings*, 51, 2245-2248. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.383>
- Prezi (2023). <https://prezi.com/p/65r6cb-tgocp/prezi-nedir-ve-nasl-kullanlr/> 24 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- Sarıtaş, T. ve Üner N. (2013). Eğitimdeki yenilikçi teknolojiler: Bulut teknolojisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 1-10.
- Selvi, O. ve Küçükşille, E. (2012). Bulut bilişimin eğitim alanında uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16(3), 248-254.
- Sevli, O. (2011). *Bulut bilişim ve eğitim alanında örnek bir uygulama* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Yıldız, E. ve Şahin, S. (2011, Kasım, 17-19). *Bulut bilişimde güvenlik riskleri ve önlemler* [Sözel sunum]. II. Uluslararası Bilişim Hukuku Kurultayı, İzmir, Türkiye.
- Yıldız, Ö. R. (2010). Bilişim dünyasının yeni modeli: Bulut bilişim (cloud computing) ve denetim. *Sayıştay Dergisi*, (74), 5-23.
- Zhang, Q., Cheng, L. ve Boutaba, R. (2010). Cloud computing: State-of-the-art and research challenges. *Journal of Internet Services and Applications*, 1, 7-18.









**ISBN: 978-625-367-037-5**