



(ISSN: 2602-4047)

Orhan, E. & Değirmencioğlu, L. (2022). A New Approach in Turkish Music Instrument Training: Augmented Reality Technology, *International Journal of Eurasian Education and Culture*, 7(18), 1917-1967.

DOI: <http://dx.doi.org/10.35826/ijoecc.601>

Article Type (Makale Türü): Research Article

## A NEW APPROACH IN TURKISH MUSIC INSTRUMENT TRAINING: AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

**Ersin ORHAN**

PhD Student, Erciyes University, Kayseri, Türkiye, [ersin.orhan1@hotmail.com](mailto:ersin.orhan1@hotmail.com)

ORCID: 0000-0003-3933-6751

**Levent DEĞİRMENCİOĞLU**

Asst. Prof. Dr, Erciyes University, Kayseri, Türkiye, [leventdegoglu@hotmail.com](mailto:leventdegoglu@hotmail.com)

ORCID: 0000-0001-7162-8645

Received: 21.05.2022

Accepted: 05.08.2022

Published: 02.09.2022

### ABSTRACT

In the present research, it is aimed to use augmented reality technology in Turkish music instrument training and to develop a teaching approach prototype that will allow instrument training to be carried out asynchronously and in a qualified manner in non-instructor guided environments within this context. In line with this purpose, from the qualitative research models, Design and Development Research Model (DDRM) was used in the research. The research was completed in three stages. In the first stage of the research, a literature review was conducted and resources that could shed light on the research were reached for augmented reality applications and the areas where they were used. Domestic and foreign written sources and practices related to the field were examined in detail at this stage. Subsequently, an expert group was formed to take an active role in all stages of the DDRM. Two from the field of visual communication and design (educator and software developer) and four from the field of Turkish music instrument training (two from Classical Turkish Music, two from Turkish Folk Music), a total of six people were included in the expert group. In the second stage of the research, in line with the opinions of the expert group, it was determined that which need will be met in the field of instrument training in Turkish music, on which stages of the instrument training dimension of the prototype will be handled in this context, with which technology and tools the applications to be created will be carried out. It has been decided to design the software for the teaching approach in an integrated way with VR glasses (Virtual Reality) and smart phones, due to determining criteria such as not burdening the student financially (every student has a smart phone), being easily accessible, easy to use, being portable to any environment and etc. Again, in line with the expert opinions, it was decided to use the "Ud" to represent the Classical Turkish Music (CTM) instrument training and the "Bağlama" to represent the Turkish Folk Music (TFM) instrument training for the implementation stage. The content of the prototype for the teaching approach was planned through the same stages in both instruments. These stages were designated as Musical Work Descriptions, Reference Performances (From Different Performers), Bona, Special Fields of Study, Educator Performances, Cursor Tracking Performances, Accompaniment, Note, Space Design. In the third and final stage of the research, the software of all stages for the prototype was completed through the iterative (renewed) cycle in which the expert group took an active role, and the prototype was made ready for the use of the student in the fields of CTM and TFM instrument training. Subsequently, the research was reported.

**Keywords:** Music, Music Education, Turkish Music instrument training, Technology, Augmented Reality.

## **INTRODUCTION**

It is almost impossible to think of education and technology separately. Today, the new possibilities offered by technology (computers, tablets, smart phones, etc.) have become an integral part of education. The use and application of these opportunities in different areas of education is a necessity of the age we are in. Bearing in mind this situation, the development of education and training activities in all fields in parallel with technology is considered important in order to meet the needs of the age and bring innovations to the field. The COVID 19 pandemic process we are experiencing these days has been a process in which the relationship between education and technology is re-evaluated in order to protect and increase the quality of education, and within this context, new teaching approaches (synchronous/asynchronous) have been created, developed and adopted through technology-supported applications. In regard of education-technology, one of the innovations entering the field of education is the "Augmented Reality (AR)". This technology has been developed and applied in many fields (military, aviation, industry, television, game consoles, construction, decoration, defense industry, repair-maintenance, health, architecture, engineering and education, etc.) apart from the field of education.

### **Augmented Reality**

In this section, some definitions of Augmented Reality (AR) technology from its emergence to the present and information on the areas where AR technology is used are given. The term augmented reality (in the name of augmented reality) was first used by Tom Caudel and David Mizell in the 1990s (Topal, 2015: 14). AR is a relatively new form of human-computer interaction called "enriched" or "augmented reality". Rather than completely replacing reality, it aims to increase the perception of the user and aims to support the existing reality. It is the augmentation of the real world through objects created in the computer environment (Milgram & Kishino, 1994, 3). Virtual objects added to real objects with augmented reality show information that the user cannot perceive directly with his/her senses (Furth, 2011: 4). In other words, augmented reality is a technology in which virtual information, visuals etc. are added and aims to increase the user's sensory perception (Feiner, 2002: 50), and it is a real-time interaction that overlaps human feelings with computer-generated models (Höhl, 2009: 10). These computer-generated contents have become quite realistic today.

The nineties were a turning point for AG (Polat & Ayan: 3). Caudell and Mizell (1992), who used the term "Augmented Reality" for the first time, prepared a head-mounted imager for the workers and technicians of Boeing in the early 1990s to make the correct cable connections on airplanes (Altınpulluk, 2018: 20).

- According to Azuma, augmented reality has three basic elements. These are;
- Combining real and virtual,
- Providing real-time interaction,
- It is recorded in three dimensions. (Azuma, 1997:356).

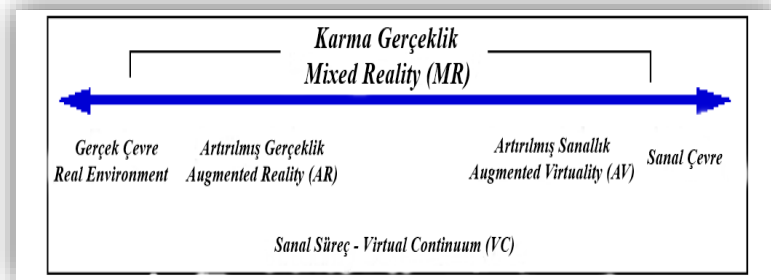
Augmented reality (AR) is a variation of virtual environments or the more common term virtual reality. Augmented reality technologies allow the user to interact with virtual objects without disconnecting them from

the real world. It provides an experience where the virtual and real worlds are intertwined. In augmented reality, 3D virtual objects are integrated into the 3D real environment in real time (Kamacioğlu, 2018: 18).



**Photograph 1.** A Real Table With Virtual Lamp and Chair (Azuma, 1997: 356).

Augmented reality takes place in the virtual process. On the one hand, there is reality, and on the other, there is virtuality. This virtual process works briefly as in the image below.



**Figure 1.** Transition From Reality to Virtuality (Milgram & Kishino, 1994).

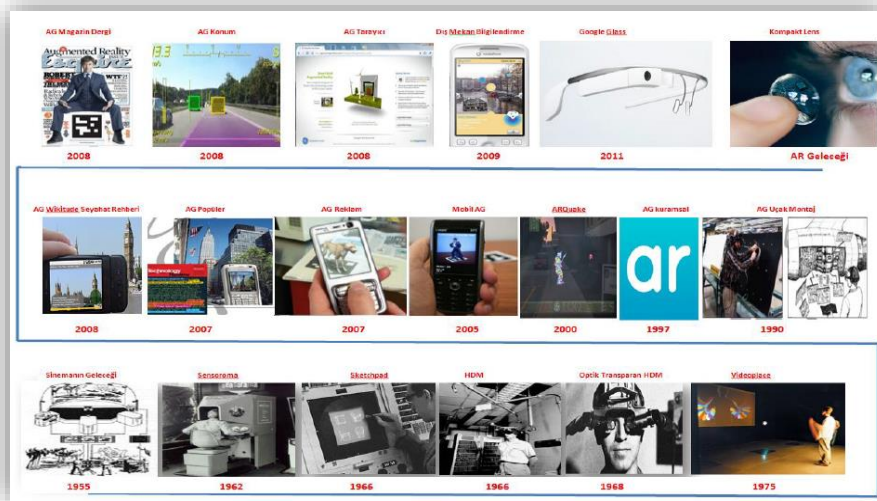
As you move to the left of the diagram, the reality increases. However, augmented reality occurs thanks to virtual add-ons added to the real environment. To the right of the diagram, an environment created by virtual objects is formed in order to give the feeling of the real environment. With the addition of real objects to the virtual environment, increased virtuality occurs. (Gül & Şahin, 2017: 355). With this technology, virtual objects such as text, 2D or 3D objects, sounds, videos, animations or simulations created on the computer are added to the image of the real world environment to create reality (Küçük, 2015: 1).

Yılmaz & Gökteş (2018: 512) summarized the historical process of augmented reality with the following statements:

When we look at the historical process of augmented reality, in 1950s Morton Heiling with "Sensorama", in 1962 Ivan Sutherland with "Sketchpad", in 1962 Morton Heiling with "Head-mounted device" patented the head-mounted augmented reality device, but did not commence production, In 1966, Ivan Sutherland produced a virtual reality lab called "Ultimate Display", and in 1975, Myron Krueger produced "Videoplace". Steve Mann produced "wearable devices", in 1989, Jaron Lanier coined the term "Virtual Reality", in 1990, Tom Caudell coined the term "Augmented Reality". In 1992 L.B. Rosenberg, the first augmented reality systems named "Virtual

Fixtures”. In 1998 Ramesh Raskar, Greg Welch and Henry Funchs made “Spatial Augmented Reality” study. In 1999, Hirokazu Kato discovered ARToolKit in Japan. In 2000, Bruce Thomas made the first mobile augmented reality game called “ARQuake”, again in the 2000s Nokia developed mobile augmented reality applications called “MARA”. Wikitude emerged in 2008, and as of the 2010s, it is seen that Mobile AR applications have started to be used on smart phones.

Babur (2016: 34) explained the historical process of AR technology through the image below.



**Photograph 2.** Brief History of Augmented Reality Technology.

Şentürk (2018: 8) explained the historical process of AR technology through the image given below.



**Photograph 3.** Brief History of Augmented Reality Technology.

As can be seen from the visuals of the history of AR technology, it has experienced significant developments since the 1950s. When we examine the postgraduate (maste’s and doctoral studies) studies on augmented reality in Turkey, it is possible to say that the studies are increasing every year. According to CoHE (Council of Higher Education) thesis center data (2022), these numbers are explained in the table below.

**Table 1.** Studies Conducted on Ag in Cohe Thesis Center (YOK, 2022).

Year	Master's	PhD / Proficiency in Art	Total Number
2007	1	-	1
2009	1	-	1
2010	1	-	1
2012	1	-	1
2013	4	4	8
2014	5	2	7
2015	10	3	13
2016	16	3	19
2017	14	6	20
2018	24	9	33
2019	78	18	96
2020	41	14	55
2021	44	17	61
2022	7	-	7...

When the table is examined, it is possible to say that the number of studies in the field of AR has increased over the years, and the studies in this field have become widespread.

In order to maintain the educational process more efficiently and to increase the quality in education, the use of new technologies in educational environments has become a necessity, and it is necessary to ensure the integration of education and technology. In parallel with all these changes in technology, many hardware has emerged and new software has been developed. Thanks to these developed opportunities, it has revealed the necessity of using technology sufficiently in educational environments in order to provide education and training appropriate to the age, especially to young people who grow up in the digital age (Ateş, 2018: 2).

Among these new technologies, projectors, computers, smart boards recently provided to all our schools by the MoNE (Ministry of National Education), tablets and smartphones, which gained a significant momentum in their use with distance education during the pandemic process, can be given as examples. In addition to these, AR has emerged in recent years in terms of current software or technologies. In recent years, studies in the literature have shown that a significant portion of the student population has smartphones and tablets on which mobile applications can be run and used. (Korkmaz, 2015: 2). Considering the rate of students owning tablets and smart phones, it would be correct to state that AR technology is/will become widespread rapidly.



**Figure 2.** Uses of Augmented Reality

Some of the application forms of augmented reality are as follows;

- Adding a third dimension to two-dimensional books.
- Teaching about cognitive and psychomotor maintenance/repair tasks.
- Aircraft maintenance operations.
- Laser printer repair.
- Three-dimensional representation of concepts in fields such as physics, chemistry, biology, or in the realization of experiments.
- Teaching the concept of magnetism in physics.
- Demonstrating molecular structures in the field of chemistry.
- Showing cells in three dimensions in the field of biology.
- Following and experimenting with facts, videos and images on various subjects in science museums.
- Visualizing concepts and spatial relationships in a mathematics and geometry lesson.
- Visualizing concepts in geography education.
- Gaining various knowledge and skills in the field of health education, guiding interventions.
- Gaining experience in military personnel training through meaningful and authentic assignments.
- Gaining classroom management experience in teacher education
- Gaining knowledge/skills about tools and materials in engineering education (Somyürek, 2014: 69-70).
- Education and human science applications (Omurtak, 2019: 19).

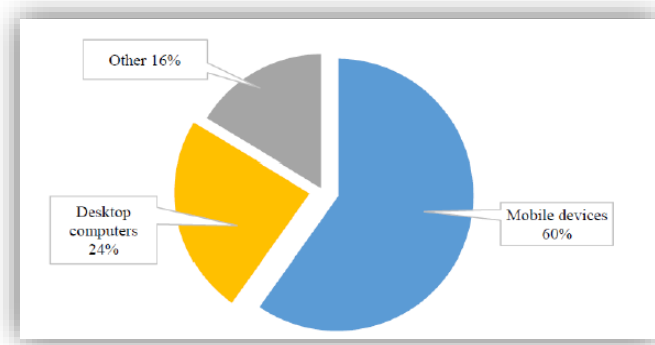
AG has found unique application areas in mobile devices with the benefits of today's technologies. With its diversity of use and the advantage of being mobile, AR applications have made it possible to appeal to users from all walks of life (Karatay, 2015: 66). The rapid increase in the interest in mobile devices, and consequently in mobile usage, is sourced from the need for users to meet their needs whenever and wherever they want. In order to meet these needs, the competition between mobile hardware and technology manufacturers has affected the development of mobile devices very quickly. As a result of these developments, high-performance mobile devices are available to end users (Boz, 2019: 5). The development and popularization of mobile technology platforms ((ios, Android etc.) have made significant contributions to accessing the AR field. Currently, AR appears in most areas of our lives with audio and visual contents and makes significant contributions to the development of AR with different exciting contents (Yuen et al., 2011: 120).

The design of applications in the field of AR in integration with mobile devices (tablets, smart phones, etc.) has expanded the interaction area of applications. At this point, it has made all individuals (especially students) using mobile devices the target audience of trainings that can be given through applications. The widespread use of mobile applications and devices in this regard has also been instrumental in the transfer of this technology to classroom environments outside of business environments especially through students. In parallel with this development, improvements made in educational processes have now turned mobile devices into materials used

directly in educational processes. AR content has also found a place in this change, and a new page has been opened in education with the integrated use of AR glasses with mobile devices, tablets and computers.

Some of the educational-oriented advantages of AR studies are expressed as increased attention, high success in lessons, active learning, deep learning, reduction of anxiety and fears towards lessons, facilitation in learning, motivation, easy implementation of difficult-to-apply experiences, and effective-efficient learning. Doğan (2016: 46) used the following statements on the subject: “Especially when learning is enriched with mobile devices and Augmented Reality applications, they have the chance to form their own ideas about the learning content with their own experiences. Therefore, they are not passive learners, but active learners who actively involve themselves in the learning process where they choose to learn when and where they will feel.”

Bahadır, (2019: 43) quoted the following image from Akçayır and Akçayır (2016) regarding the usage percentages of portable devices also used in AR technology.



**Figure 3.** Percentage of Use of Portable Devices Used in AR Technology.

### **Education Area**

Offering a new combination, AR technology provides great advantages to education processes in general (Tulgar, Yılmaz & Topu, 2022:77). Augmented reality can technically be used to strengthen the five senses, but the most common use today is the visual field (Kipper & Rampolla, 2013: 1). Among the usage areas, augmented reality applications in the field of education have started to gain popularity in recent years. In the field of education, AR allows a more touching kinetic approach to learning (Aksu, 2019: 20-21). The use of new technologies and approaches in educational environments can create differences in the educational content being implemented, and it supports students to interact in the learning process by making learning environments active and flexible. At this point, the integration of augmented reality (AR) applications with educational environments comes to the fore (Göçmen, 2019: 5). It can be assumed that the capabilities of AR will be one of the most fascinating technologies used in education in the near future (Cevahir, Özdemir & Baturay, 2022: 229)

The question of how technology can be used in the classroom environment has been directing recent studies in the field of education. It has been seen in the literature that AR applications have a wide application area, which are stated as one of the technologies that can be used in the classroom environment.

Today there are many software, websites, and apps available that allow teachers, educators, and trainers to incorporate AR materials into their lessons. Most of the mentioned applications work with mobile phones, tablets and computers (Şenel, 2016: 60). These applications appear with application areas such as educational trips, activities in textbooks, educational games, virtual laboratory environments, orientation and guidance activities (Şentürk, 2018: 20).

For example, AR experiences can be used to get children an idea of how big dinosaurs really were, or for biology students to observe DNA sequences in 3D, or for historians to recreate famous battles in the classroom. This technology can naturally turn today's learning methods, encouragement and desire of children to experience into an intriguing element.(Aksu, 2019: 20-21). Stating that young children like to be a part of stories, Billinghurst (2002) developed an application called "MagicBook" and enabled the figures in the story to be displayed in three dimensions by holding a hand-held pointer to the markers placed on the pages of a story book (Sünger, 2019: 31).



**Photograph 4.** The First Augmented Reality Magicbook Example in Education (Sünger, 2019: 31).

AR can make educational environments more effective and usable. With this aspect, it makes many contributions to the education and training environments. Cavas et al. (2004: 115) Some of the contributions of AR technology to education are as follows.

- It increases motivation.
- It shows some features and important points of the subject to be taught in a more realistic way than other methods.
- It provides the opportunity to observe from long distances.
- It allows students with disabilities to participate in these environments, who have not had the opportunity to participate in experiments and learning environments before.
- It provides opportunities for the development of new understandings.
- It allows each student to experience according to their own learning pace and thus to realize the learning event more effectively.
- It provides students with a wider range of time rather than giving them experience in confined classroom environments.
- Since it requires mutual interaction, it enables students to switch from passive to active.
- It encourages creativity.



- It creates a social atmosphere.
- It develops computer skills.

Augmented reality presents an interdisciplinary framework of practice that seems to be the most research area of education and learning today. In fact, AR allows to support learning, such as increasing content understanding and preserving memory, as well as motivation to learn (Nelson, 2014:). Kara (2018: 45) has stated the fields of education where AR studies are most intense in the table below.

**Table 2.** Educational Fields Where Augmented Reality Studies Are Made

Educational Fields and Topics	f	%
Sciences	43	29,66
Engineering	25	17,24
Social Sciences	14	9,66
Language Education	13	8,97
Health	8	5,52
Social Life	8	5,52
Business and Work	7	4,83
Child Education	6	4,14
Fine Arts	5	3,45
Mathematics	5	3,45
Vital Skills	4	2,76
Tourism and Entertainment	1	0,69
Other ( General Status in Education)	6	4,14
Total	<b>145</b>	<b>100</b>

When the table is examined, the field of Science (29.66%) is at the top of the education fields in which AR studies are carried out most intensively. After the field of Science, fields such as Engineering (25%), Social Sciences (14%), Language Education (23%) are seen as the fields with a high percentage of studies on augmented reality. In the field of Fine Arts, which also includes the field of music, which is the subject of the research, a rate of 3.45% (5 studies) emerges as of 2018. This indicates that AR studies in the field of music are very new.

### ***Instrument Training and Augmented Reality Applications***

In this section, some definitions for instrument training and some examples where augmented reality technology is included in instrument training processes are given.

Uçan (2005) defines music education as “basically a process of gaining, changing or developing a musical behavior”. Based on this definition, it is possible to define instrument training, which is an important dimension of music education, as “the process of acquiring, changing or improving an individual’s behavior towards his/her instrument”. Akgül (1997: 2) used the following expressions regarding instrument training: “Instrument training enables the individual to meet music and people through the use of a musical instrument, gives the person the ability to know oneself, is a source of instrument-human integration in expressing one’s feelings, and as a result, is one of the most important dimensions of music education that enables people, who are social beings, to take their place in life.”

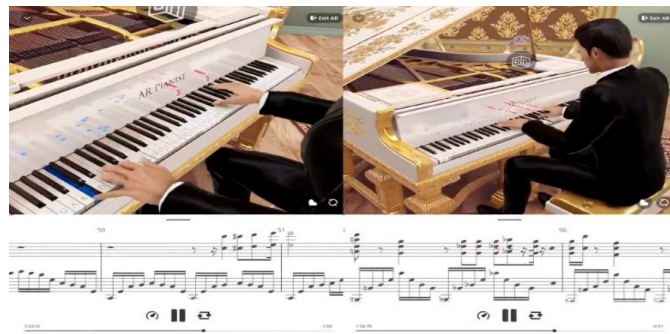
Based on the definitions, we can say that there is a need for a process in which the instructor, student, instrument, teaching method, teaching materials, teaching environment and similar factors are determinative in order to acquire the behaviors targeted in instrument training.

As in other teaching processes for music education, determining the appropriate teaching method in instrument training teaching processes (in a teaching environment where there are instructors and students and sufficient physical infrastructure is provided) is a very important step in gaining the targeted behaviors. Today, it is possible to talk about a teaching approach adopted by the instructor for the teaching of all instruments, in a formal or informal dimension. In the formal dimension, these approaches can be expressed as the approaches that focus on the master-apprentice method or the systematic teaching methods that adopt the easy-to-hard principle together with the master-apprentice method.

The rapid change in today's technology, the developments in all fields of education in parallel, have also shown themselves in the dimension of instrument training especially in the change of teaching methods and environments. The pandemic period, which was announced on March 11, 2020 due to COVID19, has been a period in which this change has been experienced and clearly observed in regards to instrument training. While educational environments were moved from classrooms to virtual classrooms that can be accessed via computers and mobile devices (tablets, smartphones, etc.), education was carried out via online education platforms (Zoom, Perculus, Teams, etc.) with two different methods, synchronous and asynchronous. From the student's point of view, the transfer of teaching environments from classrooms to virtual environments and thus outside the school (homes, offices, etc.) has led to the creation of new teaching environments where instructor guidance is absent or limited. This situation changes the student's study habit, study method, etc. therefore, it can be interpreted as a situation that affects the success of his/her instrument.

"The process of playing the instrument in instrument training is seen as one of the most basic actions in terms of the development of instrument skill. From this point of view, how the student plays his/her instrument, the study tactics he/she uses and his/her conscious study habits are the factors that affect his/her performance significantly" (Özmenteş, 2008: 161).

When we look at it from the perspective of technology, a new technology included in musical education and thus instrument training processes has been the 'Augmented Reality' (AR) technology. Although it is very new, studies in this field give us ideas (environment, method, material, etc.) about the future of instrument training. Below are some examples of instrument training prepared on AR technology.



**Photo 5.** AR Pianist Application (<https://www.youtube.com/watch?v=LhqGgM3UpQ>).

In the photo, there are parts from a performance obtained with the AR application. With the AR piano training application, 3D piano and 3D human avatar were added to the real environment simultaneously, and piano performance was presented in the virtual environment. The application makes it possible to play with the 3D pianist by touching the piano displayed on the screen.

King (2016: 371), with a foresight that supports the development in this field, pointed out that the instruments to be created in the virtual environment with AR technology can replace real instruments in the future.



**Photograph 6.** AR application on Northeast Thailand Traditional Folk Music instruments (Suwichai, 2014: 66).

The photo shows a postcard for the application that Suwichai introduces Northeast Thai traditional folk musical instruments using augmented reality technology to spread Thai identity and culture. Suwichai presented 11 traditional musical instruments such as Pong lang, Phin, Wode and Kaen with the help of augmented reality. When the business cards are read by smart device cameras, the 3D image and original sound of the prepared instrument can be accessed.

Suwichai (2014: 68) used the following statements about the application: “AR is just one way to design postcard-sized images according to the type of Northeast Thai musical instruments and to design postcards to be sent to friends at home or abroad so that people can watch and listen to rare Thai folk music. ”

### **Problem Status**

The problem statement of the research is as follows:

“How can a prototype of a new teaching approach regarding Turkish musical instrument training be created through Augmented Reality Technology?”

Within the scope of the main problem statement, answers to the following sub-problems will also be sought in the research.

- How can a new teaching approach prototype be created for Classical Turkish Music instrument training through Augmented Reality Technology?
- How can a new teaching approach prototype be created for Turkish Folk Music instrument training through Augmented Reality Technology?

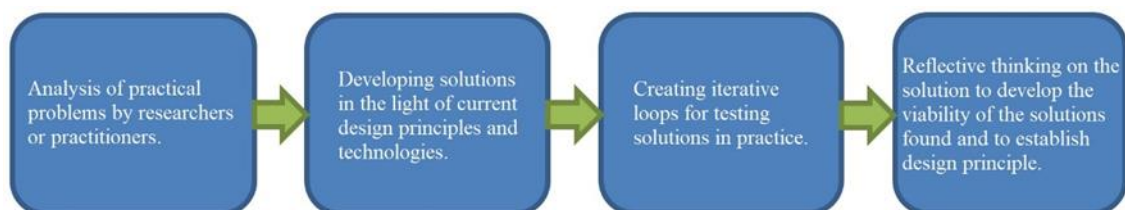
### **Aim**

In this research, it is aimed to use AR technology, which has become widespread in all fields of education, in Turkish music instrument training, and to develop a teaching approach prototype that will provide Turkish music instrument training to be continued asynchronously in non-instructor guided environments within this context.

### **METHOD**

#### **Research Model**

In present research, which aims to develop a teaching approach prototype for Turkish music instrument training through AR technology, the Design and Development Research Method (DDRM) was used, from one of the qualitative research models. The Design and Development Research Model is the systematic examination of design, development and evaluation processes, adhering to empirical (experimental) research methods, in the creation of didactic and non-educational products, tools and new or improved models that govern their development, in order to produce knowledge based on data systematically derived from practice (Richey & Klein, 2007:1).



**Figure 4.** Design and Development Research Model Stages.

Richey & Klein (2007:8) discussed DDRM in two categories: Product and Tool and Model Research. Product and Tool Development processes can be defined in three stages as analysis, detailed explanation of product development processes and evaluation of the final product (Mutlu, 2016: 54). DDRM’s Product and Tool Development type was adopted in the research, and within this scope the research was completed in three stages. In the first stage of the research, a literature review was conducted, and resources that could shed light on the research regarding augmented reality applications and the areas in which it was used were reached.

Domestic and foreign written sources and practices related to the field were examined in detail at this stage. Afterwards, an expert group was formed to take an active role in all DDRM stages. A total of six people were included in the expert group, two from the visual communication and design field (instructor and software developer), and four from the field of Turkish music instrument training (two from Classical Turkish Music, two from Turkish Folk Music). In the second stage of the research, in line with the opinions of the expert group, it was determined that which need will be met in the field of instrument training in Turkish music, on which stages of the instrument training dimension of the prototype will be handled in this context, with which technology and tools the applications to be created will be carried out. It has been decided to design the software for the teaching approach in an integrated way with VR glasses (Virtual Realty) and smart phones, due to determining criteria such as not burdening the student financially (every student has a smart phone), being easily accessible, easy to use, being portable to any environment and etc. Again, in line with the expert opinions, it was decided to use the “Ud” to represent the Classical Turkish Music (CTM) instrument training and the “Bağlama” to represent the Turkish Folk Music (TFM) instrument training for the implementation stage. The content of the prototype for the teaching approach was planned through the same stages in both instruments. These stages were designated as Musical Work Descriptions, Reference Performances (From Different Performers), Bona, Special Fields of Study, Educator Performances, Cursor Tracking Performances, Accompaniment, Note, Space Design. In the third and final stage of the research, the software of all stages for the prototype was completed through the iterative (renewed) cycle in which the expert group took an active role, and the prototype was made ready for the use of the student in the fields of CTM and TFM instrument training. Subsequently, the research was reported.

## **FINDINGS**

In this section, detailed information about the stages of the teaching approach prototype created for Turkish music instrument education through AR technology is given.

### **Application Selection for Teaching Approach Prototype**

The teaching approach prototype developed over AR consists of 2D and 3D content on the real world environment, designed to be integrated into VR glasses and smart phones (Android). In this context, the user must first determine on which device s/he will perform the applications.



**Photograph 7.** Device selection for AR applications.

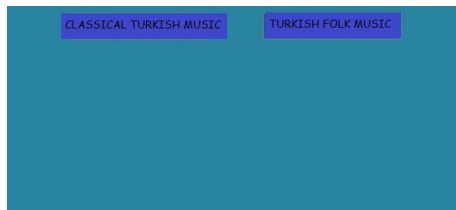
### **Smartphone and Applications**

To use the applications on smartphones, first of all, it is necessary to download the application called “augmented reality instrument training application” to the smartphone through Google Play Store services.



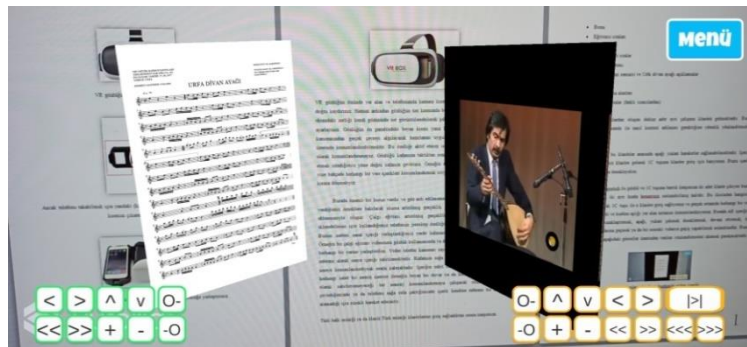
**Photograph 8.** The Image of The Application On The Phone Screen.

In the phone software, commands can be given by touch via the boxes ( ) on the phone screen. After selecting the device (Phone or VR Glasses) in the relevant interface, the field where the application will be used (Classical Turkish Music or Turkish Folk Music) is determined.



**Photograph 9.** Field Selection for Applications.

After the field is selected, the contents listed above are displayed on the screen, and the application for the desired content can be run.



**Photograph 10.** Image of Using The Application on A Smartphone.

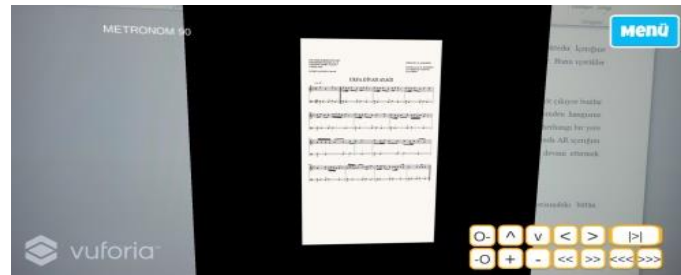
### ***VR Glasses and Applicatios***

The VR glasses, where AR applications will be used, are controlled by a Bluetooth-connected remote control. In the applications, there is also a section where the use of the remote control is explained in detail on the avatar. This section can be accessed via a QR code placed on the interface.



**Photograph 11.** VR glasses, Bluetooth Control and Qr Code Application.

After selecting the device (Phone or VR Glasses) in the relevant interface, the field where the application will be used (Classical Turkish Music or Turkish Folk Music) is determined. After the area is selected, the contents listed above can be seen on the VR glasses screen, and the application for the desired content can be run.



**Photograph 12.** Image of Using The Application Over Vr Glasses.

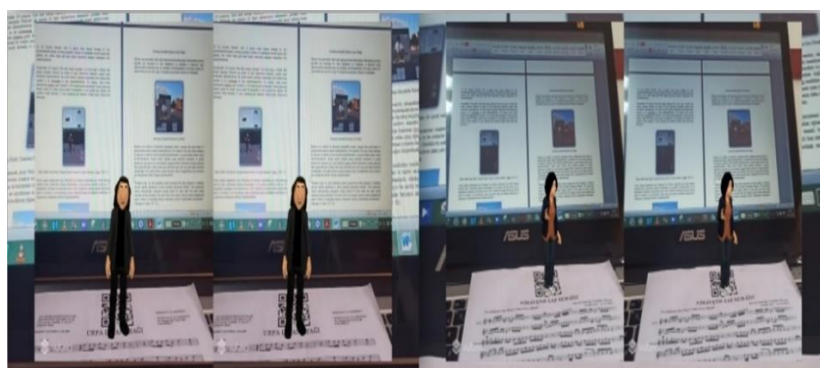
### **Content for Teaching Approach**

In this section, the contents of the teaching approach designed according to Ud and Bağlama training are explained in detail through the titles. VR glasses and phone applications for titles are the same, only the control types change according to the preferred device.

### **Musical Work Descriptions**

In the applications (VR Glasses and Phone), there is the note of the work that is aimed to be taught in the “Musical Work Descriptions” menu. When the QR code on the note is scanned on the application screen, 3D (three dimensional) animated, sound and augmented reality avatars that we can position anywhere (table, computer, instrument etc.) on the real environment convey information (period, region, mode, form, composer knowledge, etc.) about the work to be taught. By using the application features (stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward, etc.) effectively, the student can take the time s/he wants, in a real environment of his/her choice, with the number of repetitions s/he wants and about the piece he will play from his own trainer's voice or avatar, they will be able to acquire theoretical knowledge.

By using the application features (stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward, etc.) effectively, the student will be able to obtain theoretical information about the piece s/he will play from the voice or avatar of his/her instructor, with the number of repetitions s/he wants, in a real environment of his/her choice, by allocating the time s/he wants.



**Photograph 13.** Avatar Explanations for Nihâvend Saz Semaisi and Urfa Divan Ayağı.

### Reference Performances

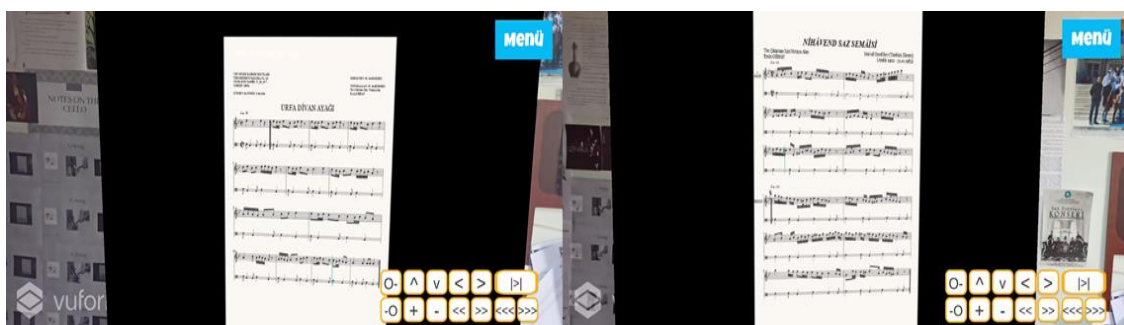
In the applications (VR Glasses and Phone), the "Reference Performances" menu contains the performance records that the student will refer to for the work that is aimed to be taught. Performance records (3 pieces each) were selected from among the leading virtuoso performers of the field. By using the application features (stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward, etc.) effectively, the student will be able to listen to the recordings of the piece s/he will play, in a real environment of his/her choice, by allocating the time s/he wants, with the number of repetitions he wants. In this context, they will be able to develop performance techniques (producing quality sound, right-left hand vocalization techniques, manner, style, etc.).



Photograph 14. Nihâvend Saz Semaisi and Urfa Divan Ayağı Reference Performance Records.

### Bona (Rhythmic Pattern)

In the applications (VR Glasses and Phone), there are two bona (rhythmic patterns) recordings for the piece aimed to be taught in the "Bona" menu, which will help the student to solve the rhythmic structure of the pieces. In the recordings prepared at two different (slow and normal) speeds, only the notes of the works according to the rhythmic patterns are read accompanied by cursor tracking and a rhythm instrument ('Kudüm' in Classical Turkish Music, 'Bendir' in Turkish Folk Music). By using the application features (stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward, etc.) effectively, the student can use the desired time in a real environment, with the number of repetitions s/he wants, cursor tracking and rhythm instrument accompaniment, will be able to analyze the rhythmic structure of the works more easily, and within this context, they will be able to make solfeggio and vocalization more easily.



Photograph 15. Nihâvend Saz Semaisi and Urfa Divan Ayağı Bona Recordings.



### **Special Fields of Study**

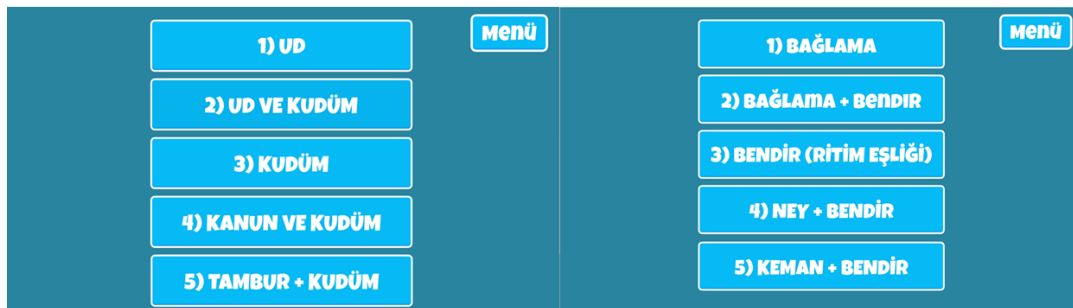
In the applications (VR Glasses and Phone), there are instructors explanations for the works that are aimed to be taught in the “Special Fields Study” menu. These explanations about the parts of the works that require special study are conveyed with detailed practices in which the style and attitude of the period are voiced / sampled by the instructor, as well as right and left hand vocalization techniques. The dimensions/sections that are explained are determined by the instructor and are marked in red. By using the application features (stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward, etc.) effectively, the student will be able to learn the parts that require special study with the guidance of the instructor, by taking the time s/he wants, by listening to the explanation and vocalization practices about the number of repetitions s/he wants.



**Photograph 17.** Instructor Performances Of Nihâvend Saz Semaisi And Urfa Divan Ayağı.

### **Cursor Tracking Performances**

In the applications (VR Glasses and Phone), there are cursor tracking performances in the “Cursor Tracking Performances” menu, in which the piece that is aimed to be taught is performed by digital instruments. The digital instruments were chosen among the Turkish music instruments (ud, kanun, tambur, kaval, kabak kemane, bendir, kudüm etc.) included in the mus2 notation program. In the photo below, there is a view of the mentioned instruments on the application screen.



**Photograph 18.** Instruments That Can Be Performed With Ctm and Tfm Accompaniment.

The cursor tracking feature in the Mus2 program was combined with the performances in a synchronized manner, and within this context, the student’s tracking of the work was facilitated. By using the application

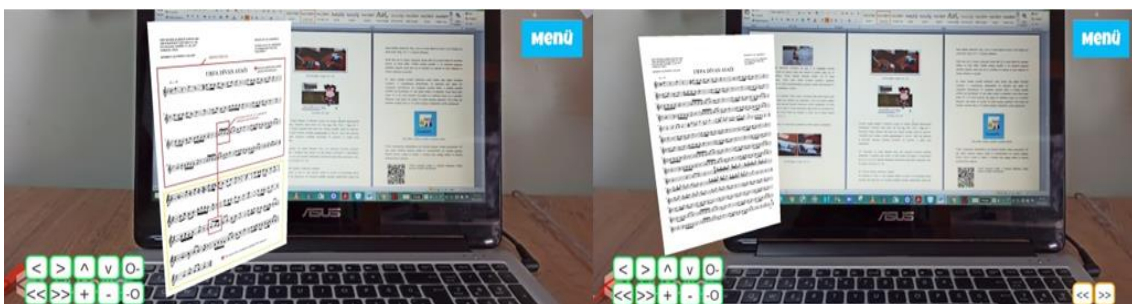
features (stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward, etc.) effectively, the student can listen and learn to the performances made by digital instruments with the number of repetitions in a real environment they want, by tracking the cursor. Cursor-tracked recordings for digital instruments also allow students to work with accompaniment. In this context, only rhythm instrument accompaniment can be preferred in applications, as well as the simultaneous accompaniment of more than one instrument. In the CTM field, only kudum, ud, ud+kudüm, kanun+kudüm and tambur+kudüm options, while in the TFM field only bendir, bağlama, bağlama+bendir, kaval+bendir and kaval+bendir options can be preferred for accompaniment. The student will be able to use these instruments as accompaniment in case of need.



**Photograph 19.** Nihâvend Saz Semaisi and Urfa Divan Ayağı Cursor-Tracked Performances.

### **Accompaniment**

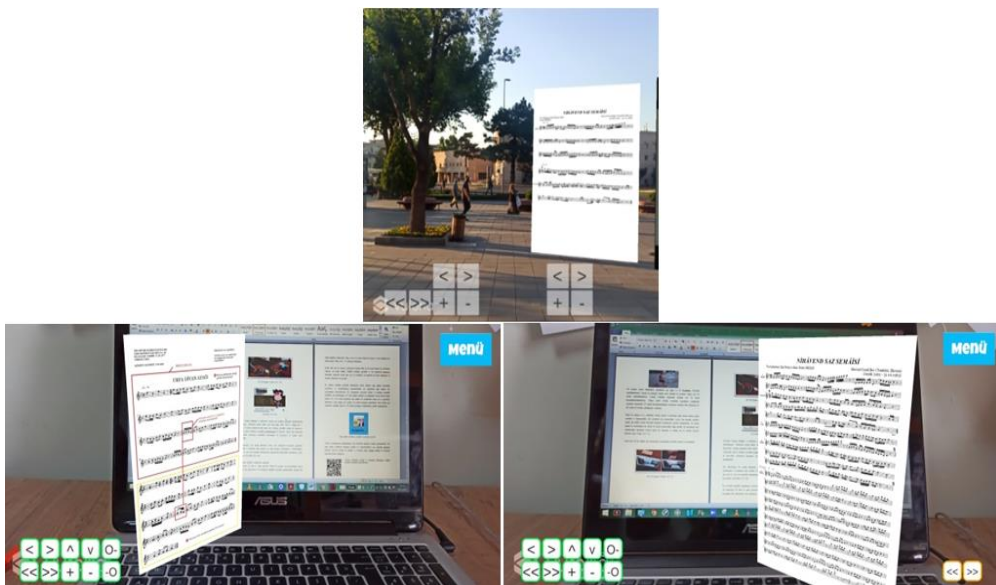
In the applications (VR Glasses and Phone), in the “Accompaniment” menu, there are the notes of the piece that is aimed to be taught and the performances (ideal) in which the piece is performed by real instruments (ud and bağlama). The performances were made by the instructors of the relevant field, and the necessary vocalization techniques (plectrum direction, finger numbers, left hand position numbers, etc.) were marked on the notes. By using the application features (stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward, etc.) effectively, the student will be able to listen to these recordings, which are performed by real instruments with the desired number of repetitions, in a real environment of their choice, by taking the time s/he want, by following the notes, and combining the relevant vocalization techniques, attitude and style with aural vocalization.



**Photograph 20.** Accompanied Performances of Nihâvend Saz Semaisi and Urfa Divan Ayağı.

**Note**

In the applications (VR Glasses and Phone), there is the score of the work that is aimed to be taught in the “Note” menu. The notes are prepared in two different ways, as a single piece and over sections (division, delivery, introduction-development section, etc.). Thus, the student was able to view and work independently of the entire work or the section s/he wanted. By using the application features (zoom in-out, reduce-enlarge, turn left-right) effectively, the student will be able to easily view the notes of the piece in a real environment of his/her choice, taking the time he/she wants.



**Photograph 21.** Nihâvend Saz Semaisi and Urfa Divan Ayağı Notes in Real Environment.

**Space Design**

In the applications (VR Glasses and Phone), there is a 3D concert hall prepared in a virtual environment, in the “Space Design” menu, where the student will perform. The same space design was used for the CTM and TFM fields. In line with the preferences of the student, 3D space design can be made according to any real environment that can affect the performance positively.



**Photograph 22.** Virtual Performance Environment.

## CONCLUSION and DISCUSSION

In this research, which aims to develop a teaching approach prototype through AR technology for Turkish music instrument education, the following results have been reached:

- In the study, an instrument teaching approach prototype was created by using a total of 9 categories are used in the fields of CTM (Ud) and TFM (Bağlama) as Musicial Work Descriptions, Reference Performances (From Different Performers), Bona, Special Study Areas, Instructor Performances, Cursor Tracking Performances, Accompaniment, Note and Space Design.
- In the “Musicial Work Descriptions” menu, a design was developed that can be positioned anywhere (table, computer, instrument, etc.) on the real environment, where the student can listen to the theoretical information about the work aimed to be taught from a three-dimensional (3D) augmented reality avatar (from the voice of his/her own instructor). The design becomes active with the QR code application. With the features of stopping, slowing down, zooming in-out, reducing-enlarging, forward-backward etc., it will allow the achievement of the targeted gains (period, region, mode, form, composer knowledge, etc.) in this field by allocating the desired time in a desired real environment, with the desired number of repetitions.
- A design was developed in the “Reference Performances” menu, which includes the performance records (three for each) that the student will refer to for the piece that is aimed to be taught. The recordings were selected from among the leading virtuoso performers of the field. With the features of design, stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward, in a desired real environment, by allocating the desired time, the desired number of repetitions and the targeted gains in this field (qualified voice production, right-left hand vocalization techniques, attitude, style, etc.).
- A design was developed in which the rhythmic structures of the piece intended to be taught in the “Bona” menu are analyzed and there are bona recordings (two pieces). The rhythmic patterns of the works are analyzed in the accompaniment of cursor tracking and a rhythm instrument (‘Kudüm’ in Classical Turkish Music, ‘Bendir’ in Turkish Folk Music). The design will enable the gains targeted in this field (ability to analyze the work rhythmically) to be achieved with the desired number of repetitions, by allocating the desired time in a desired real environment, with the features of stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward at two different speeds (slow and normal).
- A design was developed in the “Special Study Areas” menu, which includes explanation records for the parts of the works that are aimed to be taught, which require special study. In these explanations made by the instructor of the course, besides the right and left hand vocalization techniques, the style and attitude characteristics of the works related to their own periods are conveyed through vocalization practices. The dimensions/sections that are explained are predetermined by the trainer and are marked in red. The design will allow the desired gains (using right and left hand vocalization techniques, intonation, reflecting the attitude and stylistic features of the period, etc.) to be achieved with the desired number of repetitions by allocating the desired time in a desired real environment with the features of stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward etc.

- A design was developed in the “Instructor Performances” menu, which includes the instructor’s performance records for the works aimed to be taught. The performances consist of video recordings that focus the right hand, left hand and right-left hand together. The design will allow the desired gains (correct sitting and holding the instrument, positioning the right and left hands correctly on the instrument, using right and left hand vocalization techniques, intonation, reflecting the attitude and style characteristics of the period, etc.) to be achieved with the desired number of repetitions by allocating the desired time in a desired real environment with the features of stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward etc.
- A design was developed in the “Cursor Tracking Performances” menu, in which the recordings of the works aimed to be taught are performed by digital instruments. The digital instruments were chosen among the Turkish music instruments (ud, kanun, tambur, kaval, kabak kemane, bendir, kudüm etc.) available in the Mus2 notation program. Again, the cursor tracking feature in the Mus2 program was combined with the performances in a synchronized manner. Cursor-tracked recordings for digital instruments were created in a way that allows the student to work with accompaniment. In applications, only rhythm instrument accompaniment can be preferred, as well as simultaneous accompaniment of more than one instrument. In the CTM area, only kudüm, ud, ud+kudüm, kanun+kudüm and tambur+kudüm options, while in the TFM area, only bendir, bağlama, bağlama+bendir, kaval+bendir and keman+bendir options can be preferred for accompaniment. The design will allow the desired gains to be achieved (To be able to play with the tempo, to play with another instrument, to play with the tempo and another instrument, etc.) with the desired number of repetitions by allocating the desired time in a desired real environment with the features of stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward etc.
- A design was developed in the “Accompaniment” menu, in which the (ideal) recordings of the pieces aimed to be taught are performed by real instruments (ud and bağlama). The performances were made by the instructors of the relevant field (plectrum direction, finger numbers, left hand position numbers, etc.) were marked. The design will allow the desired gains to be achieved (Using right and left hand vocalization techniques, intonation, reflecting the attitude and stylistic features of the period, playing with another instrument of the same type, etc.) with the desired number of repetitions by allocating the desired time in a desired real environment with the features of stop, slow down, zoom in-out, reduce-enlarge, forward-backward etc.
- A design was developed in the “Note” menu, which includes the notes of the works aimed to be taught. The notes were prepared in two different ways, one piece and one section, and in this context, it was ensured that the students could view the whole piece or a section they wanted independently. The design will enable the achievement of the targeted gains (deciphering, performing from a note, following from a note, etc.) in this area with its zoom in-out, reduce-enlarge, right-left flip features.

In the “Space Design” menu, a design was developed that includes a 3D concert hall prepared in a virtual environment, which the student will see while performing. In the menus (for CTM and TFM areas), the same

space design is used as an example. The design allows the use of new virtual performance environments in line with the student's preferences.

## RECOMMENDATIONS

The present study, which aims to bring a new perspective to Turkish music instrument education through augmented reality technology, is a study that will guide the studies to be done in this field. In the study, the stages of augmented reality technology and instrument training were discussed in detail and combined, and within this context, a prototype was created in which the achievements that can be realized are exemplified.

In these days, when the Covid19 pandemic period continues, it is thought that the difficulties that arise when learning environments are moved from real environments to virtual environments where instructor guidance cannot be adequately provided, can be overcome with qualified studies of this type, especially in instrument education.

## ETHICAL TEXT

In this article, journal writing rules, publication principles, research and publication ethics rules, journal ethics rules were followed. Responsibility for any violations that may arise regarding the article belongs to the author(s). This article is not included in the scope of studies that require ethics committee permission.

**Author(s) Contribution Rate:** The first content contribution published on this site is 50 percent, the second author contribution is 50 percent.

## REFERENCES

- Akgül, D. (1997). *Anadolu güzel sanatlar liseleri keman eğitimi sürecinin değişkenlerinin analizi yorumlanması ve öneriler* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Aksu, E. (2019). *Artırılmış Gerçeklik İçin Oyunlaştırıcı Kullanıcı Arayüzü* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Altınpulluk, H. (2018). *Açık ve Uzaktan Öğrenmede Evrensel Tasarım İlkeleri Çerçevesinde Artırılmış Gerçekliğin Kullanılabilirliği* (Yayınlanmamış yüksek doktora tezi). Anadolu Üniversitesi.
- Ateş, A. (2018). *7. Sınıf Fen Ve Teknoloji Dersi "Maddenin Tanecikli Yapısı Ve Saf Maddeler" Konusunda Artırılmış Gerçeklik Teknolojileri Kullanılarak Oluşturulan Öğrenme Materyalinin Akademik Başarıya Etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 6 (4), 355-385. <https://direct.mit.edu/pvar>

- Bahadır, D. (2019). *İlkokullarda İngilizce Öğretiminde Web 3.0 Teknolojilerinin Kullanımı: Artırılmış Gerçeklik Üzerine Bir Araştırma* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi.
- Babur, A. (2016). *Artırılmış Gerçeklik, Benzetim ve Gerçek Nesne Kullanımının Öğrenme Başarılarına, Motivasyonlarına ve Psikomotor Performanslarına Etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Sakarya Üniversitesi.
- Boz, U. (2019). *Derin Öğrenme Algoritması Kullanan Bir Mobil Artırılmış Gerçeklik Oyunu* (Yayınlanmamış doktora tezi). Okan Üniversitesi.
- Caudell, T. and Mizell, D. (1992). Augmented Reality: An Application of heads-up displays technology to manual manufacturing processes. *Twenty-Fifth Hawaii International Conference, System Sciences, 1*, 659 – 669.
- Cevahir, H., Özdemir, M. & Baturay, M. H. (2022). The Effect of Animation-Based Worked Examples Supported with Augmented Reality on the Academic Achievement, Attitude and Motivation of Students towards Learning Programming. *Participatory Educational Research, 9* (3), 226-247. <https://doi.org/10.17275/per.22.63.9.3>
- Crypto, C. B. (2020, April 4). *AR Pianist app is fun to watch, but that's about it* [Video], YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=LhqGgM3UupQ>.
- Çavaş, B., Çavaş, P. H., and Can, B. T. (2004). Eğitimde sanal gerçeklik. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 3*(4), 110-116. <http://www.tojet.net/articles/v3i4/3415.pdf>
- Doğan, Ö. (2016). *Artırılmış Gerçeklik İle Desteklenmiş Materyallerin Kelime Öğrenimi Ve Akılda Kalıcılığı Üzerine Etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Feiner, S. K. (2002). Augmented reality: A new way of seeing. *Scientific American, 286* (4), 48-55. <https://doi:10.1038/scientificamerican0402-48>. PMID: 11905108.
- Furth, B. (2011). *Handbook of Augmented Reality*: Springer Science.
- Göçmen, H. (2019). *Güneş Sistemi ve Ötesi Konusunun Etkili Öğrenimi İçin Artırılmış Gerçeklik Odaklı Bir Tasarım* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kocatepe Üniversitesi.
- Gül, K. and Şahin, S. (2017). Bilgisayar Donanımı Öğretimi İçin Artırılmış Gerçeklik Materyalinin Geliştirilmesi ve Etkililiğinin İncelenmesi. *Journal of Information and Technology, 10* (4), 353-362. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.347604>
- Höhl, W. (2009). *Interactive Environments With Open-Source Software: 3D Walkthroughs and Augmented Reality For Architects With Blender*: Springer.
- Kamacioğlu, B. (2018). *İnteraktif Bir Olan Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi ve Uygulama Örneği* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Kara, A. (2018). *Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Eğitimde Kullanılmasına Yönelik Araştırmaların İncelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi.
- King, B. (2016). *Augmented (augmented reality)* Trans: Kerem Balaban: Kapital media services.
- Kipper, G. and Rampolla, J. (2013). *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR*. Syngress.
- Korkmaz, O. (2015). New Trends on Mobile Learning in The Light of Recent Studies. *Participatory Educational Research, 2*(1), <https://doi.org/10.17275/per.14.16.2.1>

- Kul, H. H. (2019). *Fen Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Osmangazi Üniversitesi.
- Küçük, S. (2015). *Artırılmış Gerçeklikle Anatomi Öğreniminin Tıp Öğrencilerinin Akademik Başarıları İle Bilişsel Yüklerine Etkisi ve Öğrencilerin Uygulamaya Yönelik Görüşleri* (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi.
- Milgram P. and 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)
- Mutlu, N. (2016). *Qualitative Research Methods for Production Based Studies in Education*: Anı Publishing.
- Nelson, F. (2014). *The Past, Present, and future of VR and AR: The pioneers speak*. tom'sHardware. <http://www.tomshardware.com/reviews/ar-vr-technology-discussion>.
- Omurtak, E. (2019) *Biyoloji Dersinde Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Etkililiğinin İncelenmesi ve Uygulamalara İlişkin Öğrenci Görüşleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi.
- Özmentes, S. (2008). Self-regulated learning tactics in instrument training. *Journal of İnönü University Faculty of Education*, 9(16), 157-175. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/inuefd/issue/8707/108711>.
- Polat, Enes and Ayan Buğra (2020). *Uygulamalarla Artırılmış Gerçeklik (Arkit ve Core ml teknolojileriyle [Augmented Reality with Applications (with Arkit and Core ml technologies)*. Abaküs Book Publishing Education Ltd. Co.
- Punar Özçelik, N., Ekşi, G. & Baturay, M. H. (2022). Augmented Reality (AR) in Language Learning: A Principled Review of 2017-2021. *Participatory Educational Research*, 9 (4), 131-152. <https://doi.org/10.17275/per.22.83.9.4>
- Somyürek, S. (2014). Öğrenme Sürecinde Z Kuşağının Dikkatini Çekme: "Artırılmış Gerçeklik" *Education Technology Theory and Practice*, 4 (1), 63-80. <https://doi.org/10.17943/etku.88319>.
- Suwichai, P. (2014, December). *Applying Augmented Reality Technology to Promote Traditional Thai Folk Musical Instruments on Postcards* [Conference presentation]. International Conference on Computer Graphics, Malaysia. <http://www.wikicfp.com/cfp/servlet/event.showcfp?eventid=33934&copyownerid=41342>.
- Sünger, İ. (2019). *Artırılmış Gerçeklik Kavramı Üzerine İçerik Analizi Çalışması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi.
- Şenel, M. (2017). Mall and Augmented Reality. *Participatory Educational Research*, 4 (2), 58-64. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/per/issue/47596/601258>
- 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 Modelle İncelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi.
- Takkaç Tulgar, A., Yılmaz, R. M. and Topu, F. B. (2022). Research Trends on the Use of Augmented Reality Technology in Teaching English as a Foreign Language. *Participatory Educational Research*, 9 (5), 76-104. <https://doi.org/10.17275/per.22.105.9.5>.



Topal, B. (2015). *Appraisal of Augmented Reality Technologies for Supporting Industrial Design Practices*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Middle East Technical Üniversitesi.

Ulusal Tez Merkezi (2022). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp#top2> (April 5, 2022).

Yılmaz, R. M. and Göktaş, Y. (2018). Using augmented reality technology in education. *Çukurova University Journal of Education Faculty*, 47 (2), 510-537. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cuefd/issue/40033/376066>

Yuen, S., Yaoyuneyong, G., Johnson, E. (2011). An Overview and Five Directions for AR in Education. *Journal of Educational Technology and Development and Exchange*, 4 (1), 119-140. <https://doi:10.18785/jetde.0401.10>.

## **TÜRK MÜZİĞİ ÇALGI EĞİTİMİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM: ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK TEKNOLOJİSİ**

### **Öz**

Bu araştırmada, Türk müziği çalgı eğitiminde artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanılması bu bağlamda; çalgı eğitiminin asenkron olarak, eğitimci rehberliğinin bulunmadığı ortamlarda nitelikli bir şekilde sürdürülebilmesine imkân sağlayacak bir öğretim yaklaşımı prototipinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırma, nitel araştırma modellerinden Tasarım ve Geliştirme Araştırma Modelinde (TGAM) (Design and Development Research Method) yürütülmüş, üç aşamada tamamlanmıştır. Araştırmanın ilk aşamasında, literatür taraması yapılmış, artırılmış gerçeklik uygulamaları ve kullanıldığı alanlara yönelik olarak, araştırmaya ışık tutabilecek kaynaklara ulaşılmıştır. Alanla ilgili yerli ve yabancı yazılı kaynaklar ve uygulamalar bu aşamada detaylı olarak incelenmiştir. Sonrasında, TGAM aşamalarının tamamında aktif rol alacak bir uzman grubu oluşturulmuştur. Uzman grubuna, görsel iletişim ve tasarım alanından (eğitimci ve yazılımcı) iki, Türk müziği çalgı eğitimi alanından (ikisi Klasik Türk Müziği, ikisi Türk Halk Müziği) dört olmak üzere toplamda altı kişi dahil edilmiştir. Araştırmanın ikinci aşamasında, uzman grubunun görüşleri doğrultusunda artırılmış gerçeklik uygulamasını temel alan öğretim yaklaşımına yönelik prototipin, Türk müziği çalgı eğitimi alanında hangi ihtiyacı karşılayacağı bu bağlamda prototipin çalgı eğitimi boyutunun hangi aşamaları üzerinden ele alınacağı, oluşturulacak uygulamaların hangi teknoloji ve araçlarla gerçekleştirileceği belirlenmiştir. Maddi olarak öğrenciye yük getirmemesi (her öğrencinin akıllı telefonu olması), kolay ulaşılabilir olması, kolay kullanılabilir olması, her ortama taşınabilir olması vb. gibi belirleyici kriterler üzerinden, öğretim yaklaşımına yönelik yazılımın, VR gözlük (Virtual Realty) ve akıllı telefonlara bütünleşik bir şekilde tasarlanmasına karar verilmiştir. Yine uzman görüşleri doğrultusunda, uygulama aşaması için Klasik Türk müziği (KTM) çalgı eğitimi temsilen Ud'un, Türk Halk Müziği (THM) çalgı eğitimi temsilen de Bağlama'nın kullanılmasına karar verilmiştir. Öğretim yaklaşımına yönelik prototipin içeriği, her iki çalgıda da aynı aşamalar üzerinden planlanmış; bu aşamalar; Eser Açıklamaları, Referans İcralar (Farklı İcracılardan), Bona, Özel Çalışma Alanları, Eğitimci İcraları, İmleç Takipli İcralar, Eşlik, Nota, Mekân Tasarımı olarak belirlenmiştir. Araştırmanın üçüncü ve son aşamasında, uzman grubunun aktif rol aldığı iteratif (yenilemeli) döngü üzerinden prototipe yönelik tüm aşamaların yazılımı tamamlanmış, prototip KTM ve THM çalgı eğitimi alanlarında öğrencinin kullanımına hazır hale getirilmiştir. Devamında araştırma raporlaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Müzik, Müzik Eğitimi, Türk Müziği Çalgı Eğitimi, Teknoloji, Artırılmış Gerçeklik.

## GİRİŞ

Eğitim ve teknolojiyi birbirinden ayrı düşünmek neredeyse imkânsızdır. Günümüzde teknolojinin sunduğu yeni imkânlar (bilgisayarlar, tabletler, akıllı telefonlar vb.) eğitimin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu imkânların eğitimin farklı alanlarında kullanılması ve uygulanması da içerisinde bulunduğumuz çağın bir gereksinimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, tüm alanlarda gerçekleştirilen eğitim-öğretim faaliyetlerinin teknolojiyle paralel olarak geliştirilmesi, çağın gereksinimlerini karşılamak ve yenilikleri alana kazandırabilmek adına önemli görülmektedir. Bu günlerde yaşadığımız COVID 19 pandemi süreci, eğitimin niteliğinin korunması ve artırılması adına, eğitim ve teknoloji ilişkisinin yeniden değerlendirildiği bu bağlamda teknoloji destekli uygulamalar üzerinden yeni öğretim yaklaşımlarının (senkron/asenkron) oluşturulduğu, geliştirildiği ve benimsendiği bir süreç olmuştur.

Eğitim-teknoloji bağlamında, eğitim alanına giren yeniliklerden biri de “Augmented Reality” olarak isimlendirilen “Artırılmış Gerçeklik” (AG) teknolojisidir. Bu teknoloji eğitim alanı dışında birçok alanda (askeri, havacılık, sanayi, televizyon, oyun konsolları, inşaat, dekorasyon, savunma sanayii, onarım-bakım, sağlık, mimari, mühendislik ve eğitim vb.) geliştirilmekte ve uygulanmaktadır.

### **Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality)**

Bu bölümde, Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisine yönelik olarak, ortaya çıkışından günümüze kadarki süreçte yapılan bazı tanımlamalara ve AG teknolojisinin kullanıldığı alanlara yönelik bilgilere yer verilmiştir.

Artırılmış gerçeklik terimi (artırılmış gerçeklik adıyla) ilk olarak 1990’larda Tom Caudel ve David Mizell tarafından kullanılmıştır (Topal, 2015: 14). AG, “Zenginleştirilmiş” veya “artırılmış gerçeklik” olarak adlandırılan insan-bilgisayar etkileşiminin nispeten yeni bir şeklidir. Tamamı ile gerçekliğin yerine geçmektense kullanıcının algısını artırmak amacını taşımaktadır ve var olan gerçekliğin desteklenmesi amaçlanmaktadır. Bilgisayar ortamında oluşturulan nesnelere aracılığıyla gerçek dünyanın artırılmasıdır (Milgram ve Kishino, 1994, 3). Artırılmış gerçeklik ile gerçek nesnelere eklenen sanal nesnelere, kullanıcının doğrudan duyularıyla algılayamadığı bilgileri göstermektedir (Furth, 2011: 4). Başka bir ifadeye göre artırılmış gerçeklik, sanal bilgilerin, görsellerin vb. eklendiği ve kullanıcının duyuşsal algısını artırmayı amaçlayan bir teknoloji (Feiner, 2002: 50), insan hisleri ile bilgisayar aracılığıyla oluşturulan modelleri örtüştüren gerçek zamanlı bir etkileşimdir (Höhl, 2009: 10). Bilgisayar aracılığıyla oluşturulan bu içerikler günümüzde oldukça gerçekçi hale gelmiştir.

Doksanlı yıllar AG için dönüm noktası olmuştur (Polat ve Ayan, 2020). İlk defa “Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality)” terimini kullanan Caudell ve Mizell (1992), 1990’ların başında Boeing firmasında çalışan işçi ve teknisyenlerin uçaklardaki kablo bağlantılarının doğru yapılmasına yönelik başa takılan görüntüleyici hazırlamışlardır (Altınpulluk, 2018: 20).

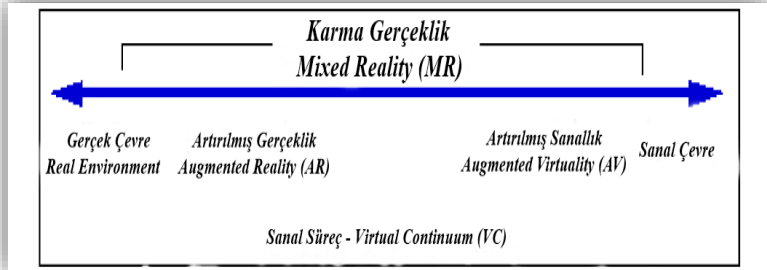
Azuma’ya göre artırılmış gerçekliğin temel üç ögesi vardır. Bunlar;

- Gerçek ve sanalı birleştirmesi,
- Gerçek zamanlı olarak etkileşim sağlaması,
- Üç boyutlu olarak kaydedilmesidir. (Azuma, 1997:356).

Artırılmış gerçeklik (AR), sanal ortamların veya daha yaygın bir terim olan sanal gerçekliğin bir varyasyonudur. Artırılmış gerçeklik teknolojileri kullanıcıyı gerçek dünyadan koparmadan sanal nesnelere etkileşime geçmesine izin verir. Sanal ile gerçek dünyanın iç içe olduğu bir deneyim yaşatır. Artırılmış gerçeklikte, 3 boyutlu sanal nesnelere gerçek zamanlı olarak 3 boyutlu gerçek ortama entegre edilmiştir (Kamacıoğlu, 2018: 18).



**Fotoğraf 1.** Sanal Lamba ve Sandalyeli Gerçek Bir Masa (Azuma, 1997)



**Şekil 1.** Gerçeklikten Sanallığa Geçiş Süreci (Milgram ve Kishino 1994).

Diyagramın soluna doğru gidildikçe gerçeklik artmaktadır. Bununla birlikte gerçek ortama eklenen sanal eklentiler sayesinde artırılmış gerçeklik meydana gelmektedir. Diyagramın sağına doğru gerçek ortamın hissini vermek amacıyla sanal nesnelere oluşturduğu bir ortam oluşmaktadır. Sanal ortama gerçek nesnelere eklenmesi ile de artırılmış sanallık meydana gelmektedir. (Gül ve Şahin, 2017: 355).

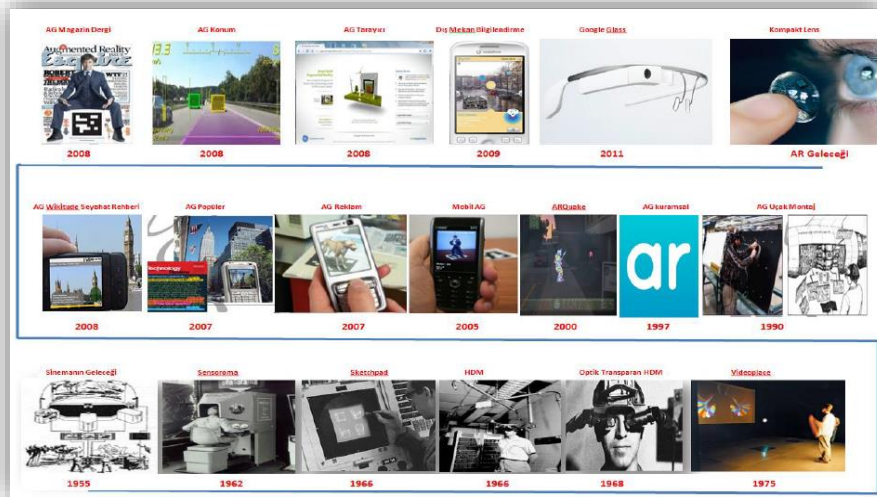
Bu teknolojiyle bilgisayarda oluşturulan metin, 2 boyutlu (2B) ya da 3 boyutlu (3B) nesnelere, sesler, videolar, animasyonlar veya simülasyonlar gibi sanal nesnelere gerçek dünya ortamının görüntüsü üzerine eklenerek gerçeklik oluşturulmaktadır (Küçük, 2015: 1).

Bu teknolojiyle bilgisayarda oluşturulan metin, 2 boyutlu (2B) ya da 3 boyutlu (3B) nesnelere, sesler, videolar, animasyonlar veya simülasyonlar gibi sanal nesnelere gerçek dünya ortamının görüntüsü üzerine eklenerek gerçeklik oluşturulmaktadır (Küçük, 2015: 1).

Yılmaz ve Göktaş ( 2018: 512), artırılmış gerçekliğin tarihsel sürecini aşağıdaki ifadelerle özetlemiştir:

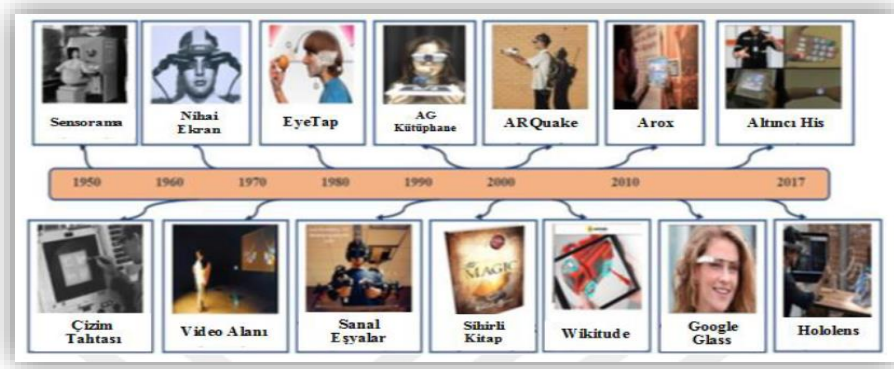
Artırılmış gerçekliğin tarihsel sürecine baktığımızda 1950’lerde Morton Heiling “Sensorama”, 1962’de Ivan Sutherland “Sketchpad”, 1962’de Morton Heiling “Head mounted device” başa takılan artırılmış gerçeklik cihazının patentini aldı ama üretime geçirmedi, 1966’da Ivan Sutherland “Ultimate Display”, 1975’te, Myron Krueger “Videoplace” bir sanal gerçeklik laboratuvarını üretti, 1980’de, Steve Mann “wearable devices” giyilebilir cihazları üretti, 1989’da, Jaron Lanier “Virtual Reality” terimini, 1990’da, Tom Caudell “Augmented Reality” terimini ortaya çıkardı. 1992’de by L.B. Rosenberg. “Virtual Fixtures”, ilk artırılmış gerçeklik sistemlerini, 1998’de Ramesh Raskar, Greg Welch ve Henry Funchs “Spatial Augmented Reality” (mekânsal - konumsal artırılmış gerçeklik) çalışmasını yaptılar, 1999’da, Hirokazu Kato Japonya’da ARToolKit’i ortaya çıkardı, 2000’de Bruce Thomas “ARQuake” isimli ilk mobil artırılmış gerçeklik oyununu yaptı, yine 2000 lerde Nokia “MARA” mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarını geliştirdi. 2008’de Wikitude ortaya çıktı, 2010’lu yıllar itibari ile de akıllı telefonlarda Mobil AR uygulamaların kullanılmaya başlandığı görülmektedir.

Babur (2016: 34), AG teknolojisine ilişkin tarihsel süreci aşağıdaki görsel üzerinden anlatmıştır.



**Fotoğraf 2.** Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kısa Tarihiçesi.

Şentürk (2018: 8), AG teknolojisine ilişkin tarihsel süreci aşağıda verilen görsel üzerinden anlatmıştır.



Fotoğraf 3. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kısa Tarihi.

AG teknolojisi tarihçesine ait görsellerden de anlaşılacağı üzere, 1950'lerden günümüze kadar oldukça önemli gelişmeler yaşamıştır. Türkiye'de artırılmış gerçeklik üzerine yapılan lisansüstü (yüksek lisans ve doktora çalışmaları) çalışmaları incelediğimizde, çalışmaların her geçen yıl daha da arttığını söylemek mümkündür. YÖK tez merkezi verilerine (2022) göre bu sayılar aşağıdaki tabloda açıklanmıştır.

Tablo 1. AG YÖK Tez Merkezi Yapılan Çalışmalar (YÖK, 2022).

Yıl	Yüksek Lisans	Doktra/Sanatta Yeterlik	Toplam Sayı
2007	1	-	1
2009	1	-	1
2010	1	-	1
2012	1	-	1
2013	4	4	8
2014	5	2	7
2015	10	3	13
2016	16	3	19
2017	14	6	20
2018	24	9	33
2019	78	18	96
2020	41	14	55
2021	44	17	61
2022	7	-	7...

Tablo incelendiğinde, AG alanındaki çalışmaların yıllara göre sayı olarak arttığını, bu alanda yapılan çalışmaların yaygınlaştığını söylemek mümkündür.

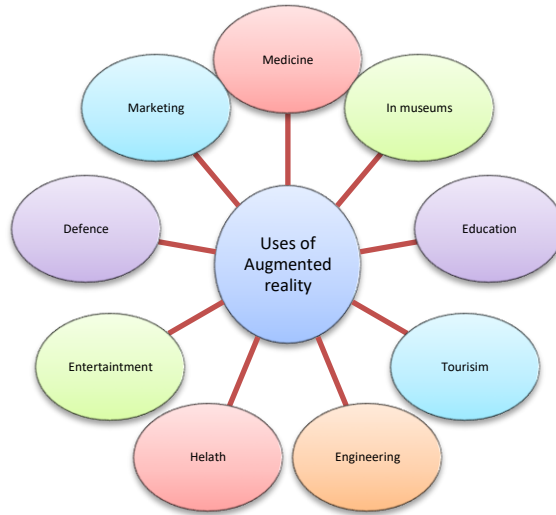
Eğitim sürecinin daha verimli bir şekilde sürdürülmesi ve eğitimde kalitenin artırılması için yeni teknolojilerin eğitim ortamlarında kullanılması zorunluluk haline gelmiş olup eğitim ile teknoloji entegrasyonunun sağlanması gerekmektedir. Teknolojide meydana gelen tüm bu değişimlere paralel birçok donanım ortaya çıkmış yeni yazılımlar geliştirilmiştir. Geliştirilen bu olanaklar sayesinde günümüzde, özellikle de dijital çağda yetişen gençlere çağa uygun eğitim-öğretim verebilmek için eğitim ortamlarında teknolojiye yeterince faydalanılması gerekliliğini ortaya koymuştur (Ateş, 2018: 2).

Bu yeni teknolojiler arasında projeksiyonlar, bilgisayarlar, yakın zamanda tüm okullarımıza MEB tarafından sağlanan akıllı tahtalar, yine pandemi sürecinde uzaktan eğitim ile beraber kullanımları noktasında önemli bir

ivme yakalayan tablet ve akıllı telefonlar örnek olarak verilebilir. Bunların yanı sıra güncel yazılımlar ya da teknolojiler noktasında AG son yıllarda karşımıza çıkmaktadır. Son yıllarda, literatürde yer alan çalışmalar öğrenci nüfusunun önemli bir bölümünün mobil uygulamaların çalıştırılabildiği, kullanılabilirdiği akıllı telefon ve tabletlere sahip olduğunu göstermiştir. (Korkmaz, 2015: 2). Öğrencilerin özellikle tablet ve akıllı telefonlara sahip olma oranlarına bakıldığında, AG teknolojisinin hızlı bir şekilde yaygınlaştığını/yaygınlaşacağını ifade etmek doğru olacaktır.

### AG teknolojisinin Kullanım Alanları

Değişen ve gelişen teknoloji ile birlikte, vazgeçilemeyen ve etkisi büyük olan sayısız yeni sistem hayatımızın bir parçası haline gelmektedir. Bu sistemlerden biri de sihir olarak iddia edilen artırılmış gerçekliktir (AG) (Özçelik, Ekşi ve Baturay, 2022:131). Artırılmış gerçeklik teknolojisine yönelik uygulamalar, günümüzde pek çok alanda karşımıza çıkmaktadır. Kul (2019: 27) AG uygulama ve kullanım alanlarından bazılarını aşağıdaki görselde ifade etmiştir.



**Şekil 2.** Artırılmış Gerçeklik Kullanım Alanları.

Artırılmış gerçekliğin uygulandığı alanlardan bazı uygulama biçimleri şu şekildedir;

- İki boyutlu kitaplara üçüncü bir boyut kazandırma.
- Bilişsel ve psikomotor bakım/onarım görevleri hakkında eğitim verme.
- Uçak bakım işlemleri.
- Lazer yazıcı tamiri.
- Fizik, kimya, biyoloji, gibi alanlarda kavramların üç boyutlu gösterimi ya da deneylerin gerçekleştirilmesinde.
- Fizik alanında manyetizma kavramını öğretme.
- Kimya alanında moleküler yapıları gösterme.
- Biyoloji alanında üç boyutlu olarak hücreleri gösterme.
- Bilim müzelerinde çeşitli konulardaki olguları, videolar ve görsellerden takip etme ve deney yapma.

- Matematik ve geometri dersinde kavramları ve uzamsal ilişkileri görselleştirme.
- Coğrafya eğitiminde kavramları görselleştirme.
- Sağlık eğitimi alanında çeşitli bilgi ve becerileri kazandırma, müdahaleleri kılavuzlama.
- Askeri personel eğitiminde anlamlı ve otantik görevler aracılığıyla deneyim kazandırma.
- Öğretmen eğitiminde sınıf yönetimi deneyimi kazanma
- Mühendislik eğitiminde araçlar ve malzemeler hakkında bilgi/beceri kazandırma (Somyürek, 2014: 69-70).
- Eğitim ve insan bilimi uygulamaları (Omurtak, 2019: 19).

AG, günümüz teknolojilerinin getirileriyle birlikte mobil cihazlarda kendine has uygulama alanları bulmuş ve kullanım çeşitliliği ve mobil olması avantajıyla AG uygulamalarının her kesimden kullanıcıya hitap edebilir özelliklere sahip olmasını sağlamıştır (Karatay, 2015: 66). Mobil cihazlara olan ilginin ve dolayısıyla mobil kullanımın yıldan yıla büyük bir hızla artış göstermesi, kullanıcıların ihtiyaçlarını istedikleri an, istedikleri yerde giderebilme ihtiyacından kaynaklanmaktadır. Bu ihtiyaçları karşılamak adına mobil donanım ve teknoloji üreticileri arasında oluşan rekabet mobil cihazların gelişimini çok hızlı bir şekilde etkilemiştir. Bu gelişmeler sonucunda yüksek performanslı olarak çalışan mobil cihazlar son kullanıcıların kullanımına sunulmuştur (Boz, 2019: 5). Mobil teknoloji platformlarının gelişmesi ve popüler oluşuyla beraber (ios, Android vb.) AG alanına erişimde önemli katkılar sağlamıştır. Hali hazırda AG sesli ve görsel içeriklerle hayatımızın çoğu alanında karşımıza çıkmakta ve farklı heyecan verici içeriklerle AG alanın geliştirilmesine önemli katkılar sağlamaktadır (Yuen ve diğerleri, 2011:120).

AG alanındaki uygulamaların mobil cihazlara (tabletler, akıllı telefonlar vb.) bütünleşik olarak tasarlanması uygulamaların etkileşim alanını genişletmiş; bu noktada mobil cihazları kullanan tüm bireyleri (özellikle de öğrencileri), uygulamalar üzerinden verilebilecek eğitimlerin hedef kitlesi haline getirmiştir. Mobil uygulamaların bu bağlamda cihazların kullanımının yaygınlaşması, iş ortamları dışında özellikle öğrenciler üzerinden, bu teknolojinin sınıf ortamlarına taşınmasına da vesile olmuştur. Bu gelişim paralelinde eğitim süreçlerinde yapılan iyileştirmeler, mobil cihazları artık eğitim-öğretim süreçlerinde doğrudan kullanılan materyallere dönüştürmüştür. AG içerikleri de bu değişimin içinde kendine yer bulmuş; AG gözlüklerinin mobil cihazlar, tabletler ve bilgisayarlarla bütünleşik kullanımı ile öğretimde yeni bir sayfa açılmıştır.

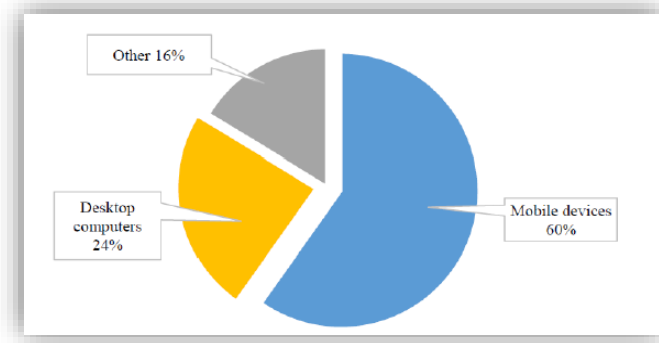
AG çalışmaların eğitim odaklı avantajlarından bazıları; dikkatin artması, yüksek ders başarısı, aktif öğrenme, derinlemesine öğrenme, derslere karşı kaygı ve korkuların azalması, öğrenmede kolaylaşma, motivasyon, uygulanması zor deneyimlerin kolaylıkla uygulanabilmesi ve etkili-verimli öğrenmenin sağlanması şeklinde ifade edilmektedir.

Doğan (2016: 46), konuyla ilgili şu ifadeleri kullanmıştır: “Özellikle mobil cihazlar ve Artırılmış Gerçeklik uygulamaları ile öğrenme zenginleştirildiğinde, kendi deneyimleriyle öğrenme içeriği hakkında kendi fikirlerini

oluşturma şansı elde ediyorlar. Bu nedenle, pasif öğrenenler değil, ne zaman ve nerede hissedeceklerini öğreneceklerini seçtikleri öğrenme sürecine kendilerini aktif olarak dâhil eden aktif öğrenenler olurlar.”



Bahadır, (2019: 43), AG teknolojisinde de kullanılan taşınabilir cihazların kullanım yüzdelerine yönelik Akçayır ve Akçayır (2016) dan aşağıdaki görseli aktarmıştır.



**Şekil 3.** AG Teknolojisinde Kullanılan Taşınabilir Cihazların Kullanım Yüzdeleri.

### Eğitim Alanı

Yeni bir kombinasyon sunan AR teknolojisi, genel olarak eğitim süreçlerine büyük avantajlar sağlamaktadır (Tulgar, Yılmaz ve Topu, 2022:77). Artırılmış gerçeklik teknik olarak beş duyuyu güçlendirmek için kullanılabilir, ancak günümüzdeki en yaygın kullanımı görsel alandır (Kipper ve Rampolla, 2013: 1). Kullanım alanları arasında, eğitim alanındaki artırılmış gerçeklik uygulamaları son yıllarda oldukça yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Eğitim alanında AR, öğrenmeye daha dokunaklı kinetik bir yaklaşıma olanak tanımaktadır (Aksu, 2019: 20-21). Eğitim ortamlarında yeni teknoloji ve yaklaşımların kullanımı uygulanmakta olan eğitim içeriklerinde farklılıklar yaratabilmekte, öğrenme ortamlarının aktif ve esnek hale getirilerek öğrencilerin öğrenme sürecinde etkileşim halinde olmasını desteklemektedir. Bu noktada artırılmış gerçeklik (AR) uygulamalarının eğitim ortamlarıyla bütünleştirilmesi ön plana çıkmaktadır (Göçmen, 2019: 5). AG'nin yeteneklerinin yakın gelecekte eğitimde kullanılan en büyüleyici teknolojilerden biri olacağı varsayılabilir (Cevahir, Özdemir ve Baturay, 2022: 229)

Teknolojinin sınıf ortamında nasıl kullanılabileceği sorusu son zamanlarda eğitim alanında yapılan çalışmalara yön vermektedir. Sınıf ortamında kullanılabilecek teknolojilerden biri olarak belirtilen AG uygulamalarının kendine geniş bir uygulama alanı bulduğu alan yazınında görülmüştür.

Bu gün, öğretmenlerin, eğitimcilerin ve eğitimcilerin AR materyallerini derslerine dâhil etmelerini sağlayan birçok yazılım, web sitesi ve uygulama bulunmaktadır. Bahsedilen uygulamaların çoğu cep telefonları, tabletler ve bilgisayarlar ile çalışmaktadır (Şenel, 2016: 60). Bu uygulamalar, eğitim gezileri, ders kitaplarındaki etkinlikler, eğitsel oyunlar, sanal laboratuvar ortamları, oryantasyon ve rehberlik faaliyetleri gibi uygulama alanlarıyla karşımıza çıkmaktadır (Şentürk, 2018: 20).

Örneğin, çocukların gerçekte ne kadar büyük dinazorların olduğu hakkında bir fikir edinmelerini sağlamak veya biyoloji öğrencilerinin DNA dizilerini 3D ortamda gözlemlemesi ya da tarihçilerin sınıfta ünlü savaşları yeniden canlandırması için AR deneyimleri kullanılabilir. Bu teknoloji bugünün öğrenme yöntemlerini, teşvikini ve

çocukların deneyimleme arzusunu doğal olarak merak uyandırıcı bir unsura dönüştürebilir.(Aksu, 2019: 20-21). Küçük çocukların hikâyelerin bir parçası olmaktan hoşlandığını belirten Billinghurst (2002) geliştirdiği "Sihirli Kitap (MagicBook)" adlı uygulama ile bir hikâye kitabının sayfalarına yerleştirmiş olduğu işaretçilere elle taşınabilen bir göstericinin tutulmasıyla hikâye de geçen figürlerin üç boyutlu olarak görüntülenebilmesini sağlamıştır (Sünger, 2019: 31).



**Fotoğraf 4.** Eğitimde Alanında İlk Artırılmış Gerçeklik MagicBook örneği (Sünger, 2019: 31).

AG eğitim ortamlarını daha etkili ve kullanılabilir hale getirebilmektedir. Bu yönü ile eğitim öğretim ortamlarına pek çok katkı sağlamaktadır. Çavaş vd. (2004: 115) AG teknolojisinin eğitime katkılarında bazılarını aşağıda gibi ifade etmişlerdir.

- Motivasyonu arttırır.
- Öğretilecek konunun bazı özelliklerini ve önemli noktalarını diğer yöntemlere göre daha gerçekçi bir biçimde gösterir.
- Uzun mesafelerden gözlem yapma olanağı sağlar.
- Daha önce deneylere ve öğrenme ortamlarına katılma imkânı bulamamış yetersizliği olan öğrencilerin bu ortamlara katılmalarına olanak sağlar.
- Yeni anlayışların gelişmesi için olanaklar sağlar.
- Her öğrencinin kendi öğrenme hızına göre deneyim yaşamasına ve böylelikle öğrenme olayını daha etkin bir biçimde gerçekleştirmesine izin verir.
- Öğrencilere sınırlı sınıf ortamlarında sıkıştırılmış zamanlarda deneyim kazandırmaktan ziyade daha geniş bir zaman aralığı sağlar.
- Karşılıklı bir etkileşim gerektirdiğinden öğrencilerin pasif durumdan aktif konuma geçmelerini sağlar.
- Yaratıcılığı teşvik eder.
- Sosyal bir atmosfer oluşturur.
- Bilgisayar becerilerini geliştirir.

Artırılmış gerçeklik, günümüzde eğitim ve öğrenimin en çok araştırma alanı olduğu görünen disiplinler arası bir uygulama çerçevesi göstermektedir. Aslında, AR, öğrenmeye destek vermeye, örneğin içerik anlayışını arttırmaya ve hafızayı korumaya, ayrıca öğrenme motivasyonuna izin verir (Nelson, 2014:). Kara (2018: 45) AG çalışmalarının en yoğun olarak yapıldığı eğitim alanlarını aşağıdaki tabloda ifade etmiştir.

**Tablo 2.** Artırılmış Gerçeklik Çalışmalarının Yapıldığı Eğitim Alanları.

Yapılan Eğitim Alanları ve Konuları	f	%
Fen Bilimleri	43	29,66
Mühendislik	25	17,24
Sosyal Bilimler	14	9,66
Dil Eğitimi	13	8,97
Sağlık	8	5,52
Sosyal Yaşam	8	5,52
İş ve Çalışma	7	4,83
Çocuk Eğitimi	6	4,14
Güzel Sanatlar	5	3,45
Matematik	5	3,45
Yaşamsal Beceriler	4	2,76
Turizm ve Eğlence	1	0,69
Diğer (Eğitimdeki Genel Durumu)	6	4,14
<b>Toplam</b>	<b>145</b>	<b>100</b>

Tablo incelendiğinde, AG çalışmalarının en yoğun olarak yapıldığı eğitim alanlarının başında Fen Bilimleri alanı (%29.66) yer almaktadır. Fen Bilimleri alanının ardından, Mühendislik (%25), Sosyal Bilimler (%14), Dil Eğitimi (%23) gibi alanlar, artırılmış gerçeklik adına yapılan çalışmaların yüzde oranlarının yüksek olduğu alanlar olarak görülmektedir. Yine araştırmaya konu olan müzik alanının da içerisinde yer aldığı Güzel Sanatlar alanında, 2018 itibari ile %3,45 gibi bir oran (5 çalışma) karşımıza çıkmaktadır. Bu durum müzik alanında AG çalışmalarının çok yeni olduğuna işaret etmektedir.

#### **Çalgı Eğitimi ve Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları**

Bu bölümde, çalgı eğitimine yönelik olarak yapılmış bazı tanımlarla, artırılmış gerçeklik teknolojisinin çalgı eğitimi süreçlerine dahil edildiği bazı örneklerle yer verilmiştir.

Uçan (2005) müzik eğitimini, “temelde bir müziksel davranış kazandırma, değiştirme veya geliştirme süreci” olarak tanımlamaktadır. Bu tanımdan yola çıkarak, müzik eğitiminin önemli bir boyutu olan çalgı eğitimini “bireyin çalgısına yönelik davranış kazandırma, değiştirme veya geliştirme süreci” olarak tanımlamamız mümkündür. Akgül (1997: 2), çalgı eğitimine yönelik olarak şu ifadeleri kullanmıştır: “Çalgı eğitimi; bireyin bir müzik aletini kullanımı yolu ile müzik-insan buluşmasını sağlayan, kişiye kendini tanıma becerisini kazandıran, insanın duygularını ifade edebilmesinde çalgı insan bütünleşmesine kaynaklık eden, sonuç olarak da toplumsal bir varlık olan insanın yaşamda yerini alabilmesini sağlayan müzik eğitiminin en önemli boyutlarından biridir.”

Tanımlardan hareketle, çalgı eğitiminde hedeflenen davranışların kazanılabilmesi için öğretici, öğrenci, çalgı, öğretim yöntemi, öğretim materyalleri, öğretim ortamı vb. unsurların belirleyici olduğu bir sürece ihtiyaç olduğunu söyleyebiliriz.

Müzik eğitimine yönelik diğer öğretim süreçlerinde olduğu gibi, çalgı eğitimine yönelik öğretim süreçlerinde de (öğretici ve öğrencinin bulunduğu, yeterli fiziksel alt yapının sağlandığı bir öğretim ortamında) uygun öğretim yönteminin belirlenmesi, hedeflenen davranışların kazandırılmasında çok önemli bir aşamadır. Bugün, formal ya

da informal boyutta, tüm çalgıların öğretimine yönelik olarak, öğretici tarafından benimsenen bir öğretim yaklaşımından söz etmek mümkündür. Formal boyutta bu yaklaşımlar, usta-çırak yöntemini ya da usta çırak yöntemiyle birlikte kolaydan-zora ilkesini benimseyen sistematik öğretim metotlarını odağa alan yaklaşımlar olarak ifade edilebilir.

Günümüz teknolojisindeki hızlı değişim, paralel olarak tüm eğitim alanlarında yaşanan gelişmeler, çalgı eğitimi boyutunda da kendi göstermiş; özellikle öğretim yöntem ve ortamlarını değişmesi noktasında etkili olmuştur. COVID19 nedeniyle 11 Mart 2020 de ilan edilen pandemi dönemi, çalgı eğitimi adına bu değişimin yaşandığı ve açıkça gözlemlendiği bir dönem olmuştur. Eğitim ortamları sınıflardan bilgisayarlar ve mobil cihazlar (tablet, akıllı telefon vb.) üzerinden ulaşılabilen sanal sınıflara taşınırken, eğitim senkron ve asenkron olmak üzere iki farklı yöntem ile online eğitim platformları (Zoom, Perculus, Teams vb.) üzerinden sürdürülmüştür. Öğrenci açısından baktığımızda, öğretim ortamlarının sınıflardan sanal ortamlara dolayısıyla okul dışına (evlere, ofislere vs.) taşınması, öğretici rehberliğinin bulunmadığı ya da sınırlı kaldığı yeni öğretim ortamlarının oluşmasına neden olmuştur. Bu durum, öğrencinin çalışma alışkanlığını, çalışma yöntemini vs. dolayısıyla da çalgısındaki başarısını etkileyen bir durum olarak yorumlanabilir.

“Çalgı eğitiminde çalgıyı çalışma süreci, çalgı becerisinin gelişimi açısından en temel eylemlerden biri olarak görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında öğrencinin çalgısını nasıl çalıştığı, kullandığı çalışma taktikleri ve bilinçli çalışma alışkanlıkları onun performansını önemli derecede etkileyen etkenler olarak karşımıza çıkmaktadır” (Özmenteş, 2008: 161).

Teknoloji penceresinden baktığımızda, müzik eğitimi dolayısıyla da çalgı eğitimi süreçlerine dahil olan yeni bir teknoloji de ‘Artırılmış Gerçeklik’ (AG) teknolojisi olmuştur. Henüz çok yeni olsa da, bu alanda yapılan çalışmalar bize çalgı eğitiminin geleceği ile ilgili fikirler (ortam, yöntem, materyal vb.) vermektedir.

Aşağıda AG teknolojisi üzerinden hazırlanmış, çalgı eğitimine ilişkin bazı örneklerle yer verilmiştir.



**Fotoğraf 5.** AG Piyanist Uygulaması (<https://www.youtube.com/watch?v=LhqGgM3UupQ>).

Fotoğrafta AG uygulamasıyla elde edilmiş bir performanstan bölümler yer almaktadır. AG piyano eğitimi uygulaması ile gerçek ortama eş zamanlı olarak 3D piyano ve 3D insan avatari eklenmiş, sanal ortamda piyano

performansı sunulmuştur. Uygulama, ekranda görüntülenen piyanoya dokunarak 3D piyanistle birlikte çalabilmeyi mümkün kılmaktadır.

King (2016:371), bu alandaki gelişimi destekleyen bir öngörü ile AG teknolojisi ile sanal ortamda oluşturulacak çalgıların, ilerleyen zamanlarda gerçek çalgıların yerini alabileceğine işaret etmiştir.



**Fotoğraf 6.** Tayland Geleneksel Halk Müziği Çalgılarına İlişkin AG Uygulaması (Suwichai, 2014).

Fotoğrafta, Suwichai'nin Tayland kimliğini ve kültürünü yaymak için Kuzeydoğu Tayland geleneksel halk müzik aletlerini artırılmış gerçeklik teknolojisinden faydalanarak tanıttığı uygulamaya yönelik bir postkart yer almaktadır. Geleneksel müzik aletleri olan Pong lang, Phin, Wode ve Kaen gibi 11 müzik aleti artırılmış gerçeklik yardımı ile sunmuştur. Akıllı cihaz kameraları ile kartvizitler okutulunca hazırlanan enstrümanın 3D görüntüsü ve orijinal sesine erişilmektedir.

Suwichai (2014: 68), uygulamayla ilgili şu ifadeleri kullanmıştır: “AR, Kuzeydoğu Tay müzik aletlerinin türüne göre kartpostal boyutunda görüntüler tasarlanmasının ve insanların nadir görülen Tay halk müziğini izleyebilmesi ve dinleyebilmesi için yurt içi veya yurt dışındaki arkadaşlarına gönderilecek kartpostallar tasarlanmasının sadece bir yoludur.”

### **Problem Durumu**

Araştırmanın problem cümlesi şu şekildedir:

“Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi üzerinden Türk müziği çalgı eğitimine ilişkin yeni bir öğretim yaklaşımı prototipi nasıl oluşturulabilir?

Ana problem cümlesi kapsamında, araştırmada aşağıdaki alt problemlere de cevap aranacaktır.

- Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi üzerinden Klasik Türk Müziği çalgı eğitimine ilişkin yeni bir öğretim yaklaşımı prototipi nasıl oluşturulabilir?
- Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi üzerinden Türk Halk Müziği çalgı eğitimine ilişkin yeni bir öğretim yaklaşımı prototipi nasıl oluşturulabilir?

## Amaç

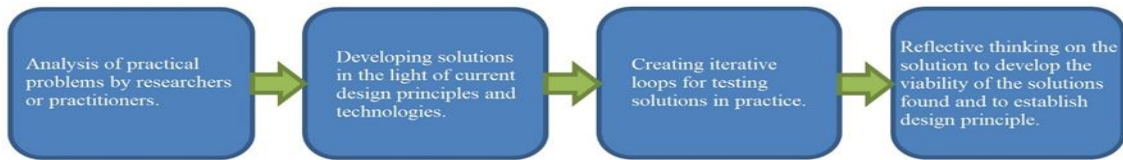
Bu araştırmada, eğitimin tüm alanlarında yaygınlaşmaya başlayan AG teknolojisinin Türk müziği çalgı eğitiminde kullanılması bu bağlamda Türk müziği çalgı eğitiminin asenkron olarak, eğitimci rehberliğinin bulunmadığı ortamlarda nitelikli bir şekilde sürdürülebilmesine imkân sağlayacak bir öğretim yaklaşımı prototipinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

## YÖNTEM

### Araştırma Modeli

Türk müziği çalgı eğitimine yönelik olarak, AG teknolojisi üzerinden bir öğretim yaklaşımı prototipi geliştirmeyi amaçlayan bu araştırmada, nitel araştırma modellerinden Tasarım ve Geliştirme Araştırma Modeli (TGAM) (Design and Development Research Method) kullanılmıştır. Tasarım ve Geliştirme Araştırma Modeli, uygulamadan sistematik olarak türetilen verilere dayalı bilgi üretmek amacıyla, öğretici ve öğretici olmayan ürün, araç ve bunların gelişimini yöneten yeni veya geliştirilmiş modellerin oluşturulmasında, ampirik (deneysel) araştırma yöntemlerine bağlı kalınarak tasarım, geliştirme ve değerlendirme süreçlerinin sistematik olarak incelenmesidir (Richey ve Klein, 2007:1).

Mutlu (2016:54), TGAM'e ilişkin aşamaları Reeves (2006)'den uyarlayarak aşağıdaki şekil üzerinden aktarmıştır.



**Şekil 4.** Tasarım ve Geliştirme Araştırma Modeli Aşamaları.

Richey ve Klein (2007:8) TGAM'ı Ürün ve Araç Geliştirme (Product and Tool) ve Model Araştırması (Model Research) olmak üzere iki kategoride ele almıştır. Ürün ve Araç Geliştirme süreçleri; *analiz, ürün geliştirme süreçlerinin detaylı açıklanması ve son ürünün değerlendirilmesi* olarak üç aşama üzerinden tanımlanabilir (Mutlu, 2016: 54). Araştırmada TGAM'ın Ürün ve Araç Geliştirme türü benimsenmiş; bu kapsamda araştırma üç aşamada tamamlanmıştır. Araştırmanın ilk aşamasında, literatür taraması yapılmış, artırılmış gerçeklik uygulamaları ve kullanıldığı alanlara yönelik olarak, araştırmaya ışık tutabilecek kaynaklara ulaşılmıştır. Alanla ilgili yerli ve yabancı yazılı kaynaklar ve uygulamalar bu aşamada detaylı olarak incelenmiştir. Sonrasında, TGAM aşamalarının tamamında aktif rol alacak bir uzman grubu oluşturulmuştur. Uzman grubuna, görsel iletişim ve tasarım alanından (eğitimci ve yazılımcı) iki, Türk müziği çalgı eğitimi alanından (ikisi Klasik Türk Müziği, ikisi Türk Halk Müziği) dört olmak üzere toplamda altı kişi dahil edilmiştir. Araştırmanın ikinci aşamasında, uzman grubunun görüşleri doğrultusunda artırılmış gerçeklik uygulamasını temel alan öğretim yaklaşımına yönelik prototipin, Türk müziği çalgı eğitimi alanında hangi ihtiyacı karşılayacağı bu bağlamda prototipin çalgı eğitimi boyutunun hangi aşamaları üzerinden ele alınacağı, oluşturulacak uygulamaların hangi teknoloji ve araçlarla gerçekleştirileceği

belirlenmiştir. Maddi olarak öğrenciye yük getirmemesi (her öğrencinin akıllı telefonu olması), kolay ulaşılabilir olması, kolay kullanılabilir olması, her ortama taşınabilir olması vb. gibi belirleyici kriterler üzerinden, öğretim yaklaşımına yönelik yazılımın, VR gözlük (Virtual Realty) ve akıllı telefonlara bütünleşik bir şekilde tasarlanmasına karar verilmiştir. Yine uzman görüşleri doğrultusunda, uygulama aşaması için Klasik Türk müziği (KTM) çalgı eğitimini temsilen Ud'un, Türk Halk Müziği (THM) çalgı eğitimini temsilen de Bağlama'nın kullanılmasına karar verilmiştir. Öğretim yaklaşımına yönelik prototipin içeriği, her iki çalgıda da aynı aşamalar üzerinden planlanmış; bu aşamalar; *Eser Açıklamaları*, *Referans İcralar (Farklı İcracılardan)*, *Bona*, *Özel Çalışma Alanları*, *Eğitimci İcraları*, *İmleç Takipli İcralar*, *Eşlik*, *Nota*, *Mekân Tasarımı* olarak belirlenmiştir. Araştırmanın üçüncü ve son aşamasında, uzman grubunun aktif rol aldığı iteratif (yenilemeli) döngü üzerinden prototipe yönelik tüm aşamaların yazılımı tamamlanmış, prototip KTM ve THM çalgı eğitimi alanlarında öğrencinin kullanımına hazır hale getirilmiştir. Devamında araştırma raporlaştırılmıştır.

## BULGULAR

Bu bölümde, AG teknolojisi üzerinden Türk müziği çalgı eğitimine yönelik olarak oluşturulan öğretim yaklaşımı prototipinin aşamalarıyla ilgili detaylı bilgilere yer verilmiştir.

### Öğretim Yaklaşımı Prototipi İçin Uygulama Seçimi

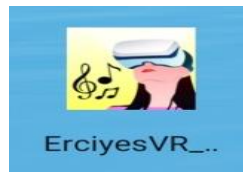
AG üzerinden geliştirilen öğretim yaklaşımı prototipi, VR gözlük ve akıllı telefonlara (Android) bütünleşik olarak tasarlanmış, gerçek dünya ortamı üzerine 2 ve 3 boyutlu olarak hazırlanmış içeriklerden oluşmaktadır. Bu bağlamda kullanıcı öncelikle uygulamaları hangi cihaz üzerinden gerçekleştireceğini belirlemelidir.




**Fotoğraf 7.** Ag Uygulamaları İçin Cihaz Seçimi

### Akıllı Telefon ve Uygulamalar

Uygulamaları akıllı telefonlar üzerinden kullanabilmek için öncelikle Google Play Store hizmetleri üzerinden, "artırılmış gerçeklik çalgı eğitimi uygulaması" isimindeki uygulamayı telefona indirmek gerekmektedir.



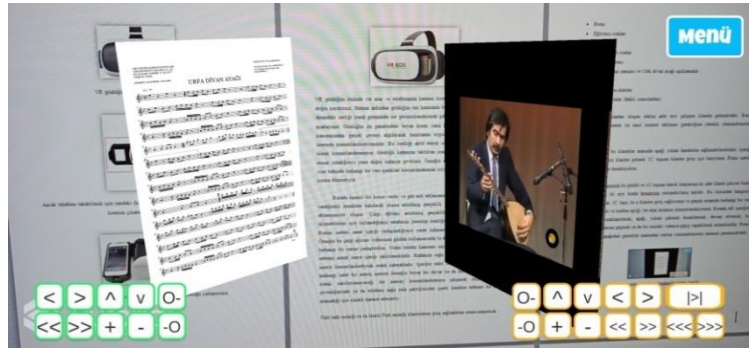
**Fotoğraf 8.** Uygulamanın Telefon Ekranındaki Görseli

Telefon yazılımında, komutlar telefon ekranında yer alan kutucuklar  üzerinden dokunmatik olarak verilebilmektedir. İlgili arayüzde cihaz seçiminin (Telefon ya da VR Gözlük) yapılmasının ardından, uygulamanın kullanılacağı alan (Klasik Türk Müziği veya Türk Halk Müziği) belirlenmektedir.



**Fotoğraf 9.** Uygulamalara Yönelik Alan Seçimi

Alan seçildikten sonra, yukarıda sıralanan içerikler ekranda görülmekte, istenilen içeriğe yönelik uygulama çalıştırılabilmektedir.



**Fotoğraf 10.** Uygulamanın Akıllı Telefon Üzerinden Kullanımına İlişkin Görşel

### **VR Gözlük ve Uygulamalar**

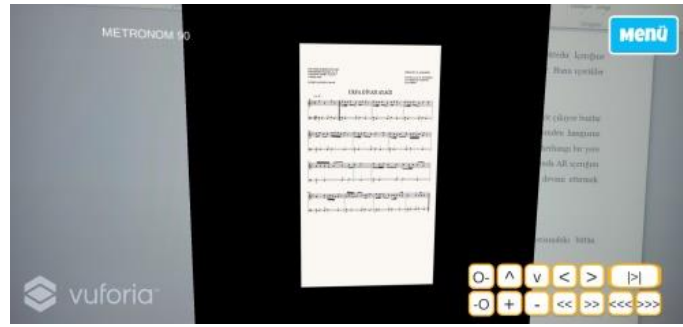
AG uygulamalarının kullanılacağı VR gözlük, Bluetooth bağlantılı kumanda ile kontrol edilmektedir. Uygulamalarda, kumanda kullanımının avatar üzerinden detaylı olarak anlatıldığı bir bölüm de yer almaktadır. Bu bölüme arayüze yerleştirilen bir karekod üzerinden ulaşılabilir.



**Fotoğraf 11.** VR gözlük, Bluetooth Kumandası ve Karekod Uygulaması

İlgili arayüzde cihaz seçiminin (Telefon ya da VR Gözlük) yapılmasının ardından, uygulamanın kullanılacağı alan (Klasik Türk Müziği veya Türk Halk Müziği) belirlenmektedir. Alan seçildikten sonra, yukarıda sıralanan içerikler VR gözlük ekranında görülmekte, istenilen içeriğe yönelik uygulama çalıştırılabilmektedir.





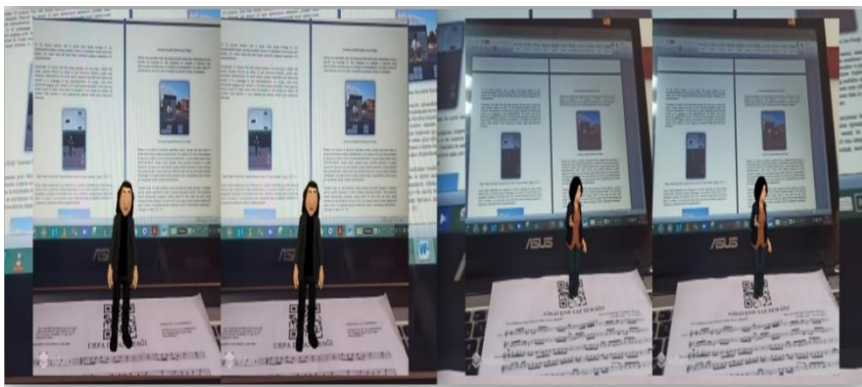
**Fotoğraf 12.** Uygulamanın VR Gözlük Üzerinden Kullanımına İlişkin Görsel

### **Öğretim Yaklaşımına Yönelik İçerik**

Bu bölümde Ud ve Bağlama eğitimine göre tasarlanmış öğretim yaklaşımı içerikleri, başlıklar üzerinden detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Başlıklara yönelik VR gözlük ve telefon uygulamaları aynı olup, tercih edilen cihaza göre sadece kontrol şekilleri değişmektedir.

### **Eser Açıklamaları**

Uygulamalarda (VR Gözlük ve Telefon), “Eser Açıklamaları” menüsünde, öğretimi hedeflenen eserin notası yer almaktadır. Nota üzerindeki karekod uygulama ekranında taratıldığında, 3D (üç boyutlu) hareketli, sesli ve gerçek ortam üzerinde herhangi bir yere (masa, bilgisayar, çalgı vs.) konumlandırabileceğimiz artırılmış gerçeklik avaturları, öğretmek istenilen esere yönelik bilgiler (dönem, yöre, makam, form, besteci bilgisi vs.) aktarmaktadır. Öğrenci, uygulama özelliklerini (durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb.) etkin bir şekilde kullanarak; istediği bir gerçek ortamda, istediği zamanı ayırarak, istediği tekrar sayısı ile kendi eğitimcisinin sesinden ya da avatarından çalacağı eserle ilgili teorik bilgileri edinebilecektir.



**Fotoğraf 13.** Nihâvend Saz Semaisi ve Urfa Divan Ayağı'na Yönelik Avatar Açıklamaları

### **Referans İcralar**

Uygulamalarda (VR Gözlük ve Telefon), “Referans İcralar” menüsünde, öğretimi hedeflenen esere yönelik öğrencinin referans alacağı icra kayıtları yer almaktadır. İcra kayıtları (3'er tane), alanın önde gelen virtüöz

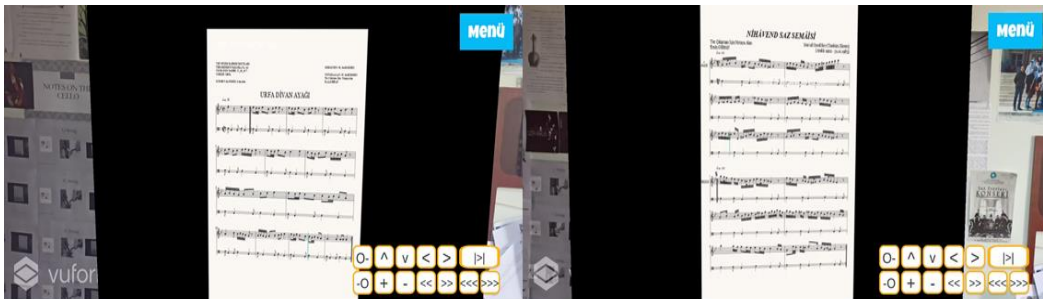
icracılarının kayıtları arasından seçilmiştir. Öğrenci, uygulama özelliklerini (durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb.) etkin bir şekilde kullanarak; istediği bir gerçek ortamda, istediği zamanı ayırarak, istediği tekrar sayısı ile çalacağı esere yönelik icra kayıtlarını dinleyebilecektir. Bu bağlamda icra tekniklerini (nitelikli ses üretebilme, sağ-sol el seslendirme teknikleri, tavır, üslup vb.) geliştirebilecektir.



**Fotoğraf 14.** Nihâvend Saz Semaisi ve Urfa Divan Ayağı Referans İcra Kayıtları

### **Bona (Ritmik Kalıp)**

Uygulamalarda (VR Gözlük ve Telefon), “Bona” menüsünde, öğretilmesi hedeflenen esere yönelik, öğrencinin eserlerin ritmik yapısını çözmeye yardımcı olacak iki tane bona (ritmik kalıp) kaydı yer almaktadır. İki farklı (yavaş ve normal) hız üzerinden hazırlanan kayıtlarda, ritmik kalıplara göre eserlerin sadece notaları, imleç takibi ve ritim çalgı (Klasik Türk Müziğinde ‘Kudüm’, Türk Halk Müziğinde ‘Bendir’) eşliğinde okunmaktadır. Öğrenci, uygulama özelliklerini (durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme- büyültme, ileri-geri alma vb.) etkin bir şekilde kullanarak; istediği bir gerçek ortamda, istediği zamanı ayırarak, istediği tekrar sayısı ile imleç takibi ve ritim çalgı eşliği ile birlikte, eserlerin ritmik yapısını daha kolay çözümleyebilecek bu bağlamda solfejini ve seslendirmesini daha kolay yapabilecektir.



**Fotoğraf 15.** Nihâvend Saz Semaisi ve Urfa Divan Ayağı Bona Kayıtları.

### **Özel Çalışma Alanları**

Uygulamalarda (VR Gözlük ve Telefon), “Özel Çalışma Alanları” menüsünde, öğretilmesi hedeflenen eserlere yönelik eğitimci açıklamaları yer almaktadır. Eserlerin özel çalışma gerektiren bölümlerine ilişkin bu açıklamalar; sağ ve sol el seslendirme tekniklerinin yanı sıra döneme yönelik üslup ve tavrın eğitimci tarafından seslendirildiği/örneklendiği detaylı pratiklerle aktarılmaktadır. Açıklama yapılan ölçüler/bölümler eğitimci tarafından belirlenmiş, kırmızı renkle işaretlenmiştir. Öğrenci, uygulama özelliklerini (durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb.) etkin bir şekilde kullanarak; istediği bir gerçek ortamda, istediği zamanı ayırarak, istediği tekrar sayısı ile ilgili açıklama ve seslendirme pratiklerini dinleyerek, özel çalışma gerektiren bölümleri eğitimci rehberliği ile öğrenebilecektir.



**Fotoğraf 16.** Nihâvend Saz Semaisi ve Urfa Divan Ayağı Özel Çalışma Alanları

### **Eğitimci İcraları**

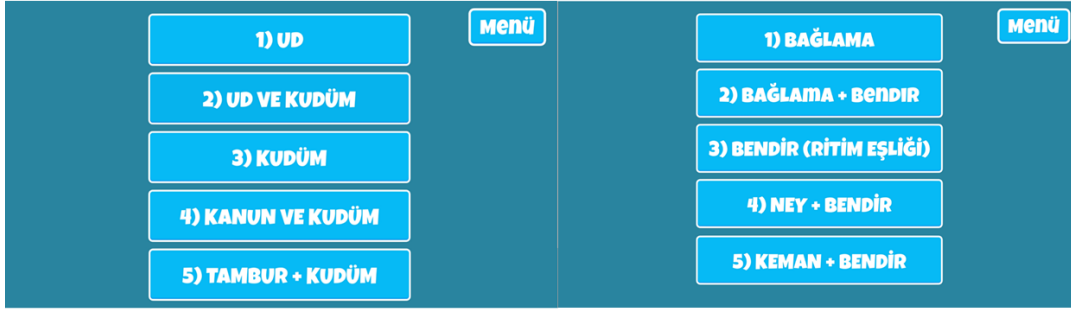
Uygulamalarda (VR Gözlük ve Telefon), “Eğitimci İcraları” menüsünde, öğretilmesi hedeflenen eserlere yönelik eğitimci icraları yer almaktadır. İcralar sağ eli, sol eli ve sağ-sol eli birlikte odağa alan video kayıtlarından oluşmaktadır. Öğrenci, uygulama özelliklerini (durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb.) etkin bir şekilde kullanarak; istediği bir gerçek ortamda, istediği zamanı ayırarak, istediği tekrar sayısı ile sağ ve sol ele yönelik seslendirme tekniklerini görsel ve işitsel olarak kendi eğitimcisinden öğrenebilecektir.



**Fotoğraf 17.** Nihâvend Saz Semaisi ve Urfa Divan Ayağı Eğitimci İcraları

### İmleç Takipli İcralar

Uygulamalarda (VR Gözlük ve Telefon), “İmleç Takipli İcralar” menüsünde, öğretilmesi hedeflenen eserin dijital çalgılar tarafında seslendirildiği imleç takipli icralar yer almaktadır. Dijital çalgılar, mus2 nota yazım programında yer alan Türk müziği çalgıları (ud, kanun, tambur, kaval, kabak kemane, bendir, kudüm vb.) arasından seçilmiştir. Aşağıdaki fotoğrafta, bahsedilen çalgıların uygulama ekranı üzerinden görünümü yer almaktadır.



**Fotoğraf 18.** KTM ve THM eşlikli İcra Yapılabilecek Çalgılar

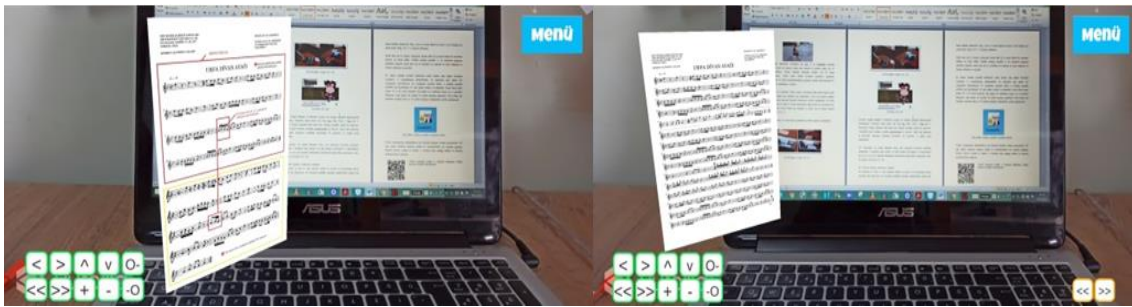
Mus2 programında bulunan imleç takibi özelliği icralarla senkronize bir şekilde birleştirilmiş bu bağlamda öğrencinin eseri takibi kolaylaştırılmıştır. Öğrenci, uygulama özelliklerini (durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb.) etkin bir şekilde kullanarak; istediği bir gerçek ortamda, istediği zamanı ayırarak, istediği tekrar sayısı ile dijital çalgılar tarafından yapılan icraları imleç takibi ile dinleyip öğrenebilecektir. Dijital çalgılara yönelik imleç takipli kayıtlar, aynı zamanda öğrencinin eşlikli olarak da çalışmasına imkân vermektedir. Bu bağlamda uygulamalarda sadece ritim çalgı eşliği tercih edilebildiği gibi, birden fazla çalgının aynı anda eşlik etmesi de tercih edilebilmektedir. KTM alanında, sadece kudüm, ud, ud+kudüm, kanun+kudüm ve tambur+kudüm seçenekleri, THM alanında ise sadece bendir, bağlama, bağlama+bendir, kaval+bendir ve keman+bendir seçenekleri eşlik için tercih edilebilmektedir. Öğrenci, ihtiyaç halinde bu çalgıları eşlik olarak ta kullanabilecektir.



**Fotoğraf 19.** Nihâvend Saz Semaisi ve Urfa Divan Ayağı imleç takipli icralar

### Eşlik

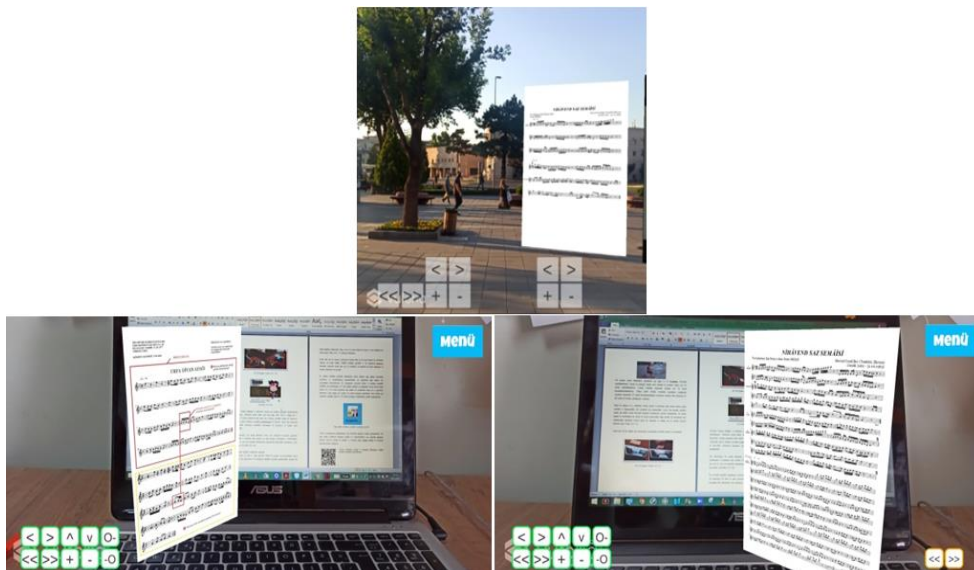
Uygulamalarda (VR Gözlük ve Telefon), “Eşlik” menüsünde, öğretilmesi hedeflenen eserin notası ve eserin gerçek çalgılar (ud ve bağlama) tarafından seslendirildiği icralar (ideal) yer almaktadır. İcralar, ilgili alanın eğitimcileri tarafından yapılmış, notaların üzerinde gerekli görülen seslendirme teknikleri (mızrap yönü, parmak numaraları, sol el pozisyon numaraları vs.) işaretlenmiştir. Öğrenci, uygulama özelliklerini (durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb.) etkin bir şekilde kullanarak; istediği bir gerçek ortamda, istediği zamanı ayırarak, istediği tekrar sayısı ile gerçek çalgılar tarafından seslendirilen bu kayıtları, nota takibi yaparak dinleyebilecek; ilgili seslendirme tekniklerini, tavır ve üslubu işitsel olarak seslenmeyle birleştirebilecektir.



**Fotoğraf 20.** Nihâvend Saz Semaisi ve Urfa Divan Ayağı Eşlik İcralar

### Nota

Uygulamalarda (VR Gözlük ve Telefon), “Nota” menüsünde, öğretilmesi hedeflenen eserin notası yer almaktadır. Notalar tek parça ve bölümler (hane, teslim, giriş-gelişme bölümü, vs.) üzerinden olmak üzere iki farklı şekilde hazırlanmıştır. Böylece öğrencinin eserin tamamını ya da istediği bölümü müstakil olarak görüntüleyebilmesi, çalışabilmesi sağlanmıştır. Öğrenci, uygulama özelliklerini (yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, sağa-sola çevirme vb.) etkin bir şekilde kullanarak; istediği bir gerçek ortamda, istediği zamanı ayırarak, eserin notasını rahatlıkla görüntüleyebilecektir.



**Fotoğraf 21.** Nihâvend Saz Semaisi ve Urfa Divan Ayağı Gerçek Ortamda Notalar

### **Mekân Tasarımı**

Uygulamalarda (VR Gözlük ve Telefon), “Mekan Tasarımı” menüsünde, öğrencinin performansını sergileyeceği, sanal ortamda hazırlanmış bir 3D bir konser salonu yer almaktadır. KTM ve THM alanları için aynı mekân tasarımı kullanılmıştır. Öğrencinin tercihleri doğrultusunda, performansını olumlu yönde etkileyebilecek, her hangi bir gerçek ortama göre 3D mekân tasarımı yapılabilmektedir.



**Fotoğraf 22.** Sanal Performans Ortamı.

### **TARTIŞMA ve SONUÇ**

Türk müziği çalgı eğitimine yönelik olarak, AG teknolojisi üzerinden bir öğretim yaklaşımı prototipi geliştirmeyi amaçlayan bu araştırmada, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Çalışmada, AG teknolojisi kullanılarak KTM (Ud) ve THM (Bağlama) alanlarında; Eser Açıklamaları, Referans İcralar (Farklı İcracılardan), Bona, Özel Çalışma Alanları, Eğitimci İcraları, İmleç Takipli İcralar, Eşlik, Nota ve Mekân Tasarımı olmak üzere toplam 9 kategori üzerinden, bir çalgı öğretim yaklaşımı prototipi oluşturulmuştur.
- “Eser Açıklamaları” menüsünde; gerçek ortam üzerinde herhangi bir yere (masa, bilgisayar, çalgı vs.) konumlandırabilen, öğrencinin öğretilmesi hedeflenen esere yönelik teorik bilgileri üç boyutlu (3D) artırılmış gerçeklik avatarından (kendi eğitimcisinin sesinden) dinleyebileceği bir tasarım geliştirilmiştir. Tasarım, karekod uygulaması ile aktif hale gelmekte; durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb. özellikleriyle istenilen bir gerçek ortamda, istenilen zamanı ayırarak, istenilen tekrar sayısı ile bu alanda hedeflenen kazanımların (dönem, yöre, makam, form, besteci bilgisi vs.) gerçekleştirilmesine imkân sağlayacaktır.
- “Referans İcralar” menüsünde; öğretilmesi hedeflenen esere yönelik öğrencinin referans alacağı icra kayıtlarının (üçer tane) yer aldığı bir tasarım geliştirilmiştir. İcra kayıtları alanın önde gelen virtüöz icracılarının kayıtları arasından seçilmiştir. Tasarım, durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb. özellikleriyle istenilen bir gerçek ortamda, istenilen zamanı ayırarak, istenilen tekrar sayısı ile bu alanda hedeflenen kazanımların (nitelikli ses üretebilme, sağ-sol el seslendirme teknikleri, tavır, üslup vb.) gerçekleştirilmesine imkân sağlayacaktır.

- “Bona” menüsünde; öğretilmesi hedeflenen esere yönelik ritmik yapıların çözümlendiği bona kayıtlarının (iki tane) yer aldığı bir tasarım geliştirilmiştir. Eserlerin ritmik kalıpları, imleç takibi ve ritim çalgı (Klasik Türk Müziğinde ‘Kudüm’, Türk Halk Müziğinde ‘Bendir’) eşliğinde çözümlenmektedir. Tasarım, iki farklı hızda (yavaş ve normal); durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb. özellikleriyle istenilen bir gerçek ortamda, istenilen zamanı ayırarak, istenilen tekrar sayısı ile bu alanda hedeflenen kazanımların (eserin ritmik çözümlenmesini yapabilme) gerçekleştirilmesine imkân sağlayacaktır.
- “Özel Çalışma Alanları” menüsünde, öğretilmesi hedeflenen eserlerin özel çalışma gerektiren bölümleriyle ilgili açıklama kayıtlarının yer aldığı bir tasarım geliştirilmiştir. Dersin eğitimcisi tarafından yapılan bu açıklamalarda; sağ ve sol el seslendirme tekniklerinin yanı sıra, eserlerin kendi dönemleriyle ilgili üslup ve tavır özellikleri seslendirme pratikleri üzerinden aktarılmaktadır. Açıklama yapılan ölçüler/bölümler eğitimci tarafından önceden belirlenmiş, kırmızı renkle işaretlenmiştir. Tasarım; durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb. özellikleriyle istenilen bir gerçek ortamda, istenilen zamanı ayırarak, istenilen tekrar sayısı ile bu alanda hedeflenen kazanımların (sağ ve sol el seslendirme tekniklerini doğru kullanabilme, entonasyon, dönemin tavır ve üslup özelliklerini yansıtabilme vb.) gerçekleştirilmesine imkân sağlayacaktır.
- “Eğitimci İcraları” menüsünde, öğretilmesi hedeflenen eserlere yönelik eğitimci icra kayıtlarının yer aldığı bir tasarım geliştirilmiştir. İcralar sağ eli, sol eli ve sağ-sol eli birlikte odağa alan video kayıtlarından oluşmaktadır. Tasarım; durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb. özellikleriyle istenilen bir gerçek ortamda, istenilen zamanı ayırarak, istenilen tekrar sayısı ile bu alanda hedeflenen kazanımların (çalgıyı ya yönelik doğru oturuş ve doğru tutuş, sağ ve sol eli çalgı üzerinde doğru konumlandırabilme, sağ ve sol el seslendirme tekniklerini doğru kullanabilme, entonasyon, dönemin tavır ve üslup özelliklerini yansıtabilme vb.) gerçekleştirilmesine imkân sağlayacaktır.
- “İmleç Takipli İcralar” menüsünde, öğretilmesi hedeflenen eserlerin dijital çalgılar tarafından seslendirilen kayıtlarının yer aldığı bir tasarım geliştirilmiştir. Dijital çalgılar, Mus2 nota yazım programında mevcut olan Türk müziği çalgıları (ud, kanun, tambur, kaval, kabak kemane, bendir, kudüm vb.) arasından seçilmiştir. Yine Mus2 programında bulunan imleç takibi özelliği icralarla senkronize bir şekilde birleştirilmiştir. Dijital çalgılara yönelik imleç takipli kayıtlar, aynı zamanda öğrencinin eşlikli olarak da çalışmasına imkân verecek şekilde oluşturulmuştur. Uygulamalarda sadece ritim çalgı eşliği tercih edilebildiği gibi, birden fazla çalgının aynı anda eşlik etmesi de tercih edilebilmektedir. KTM alanında, sadece kudüm, ud, ud+kudüm, kanun+kudüm ve tambur+kudüm seçenekleri, THM alanında ise sadece bendir, bağlama, bağlama+bendir, kaval+bendir ve keman+bendir seçenekleri eşlik için tercih edilebilmektedir. Tasarım; durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb. özellikleriyle istenilen bir gerçek ortamda, istenilen zamanı ayırarak, istenilen tekrar sayısı ile bu alanda hedeflenen kazanımların (usul ile birlikte çalabilme, başka bir çalgıyla birlikte çalabilme, usul ve bir başka çalgıyla birlikte çalabilme vb.) gerçekleştirilmesine imkân sağlayacaktır.
- “Eşlik” menüsünde, öğretilmesi hedeflenen eserlerin gerçek çalgılar (ud ve bağlama) tarafından seslendirilen (ideal) kayıtlarının yer aldığı bir tasarım geliştirilmiştir. İcralar, ilgili alanın eğitimcileri tarafından yapılmıştır.

(mızrap yönü, parmak numaraları, sol el pozisyon numaraları vs.) işaretlenmiştir. Tasarım; durdurma, yavaşlatma, yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, ileri-geri alma vb. özellikleriyle istenilen bir gerçek ortamda, istenilen zamanı ayırarak, istenilen tekrar sayısı ile bu alanda hedeflenen kazanımların (sağ ve sol el seslendirme tekniklerini doğru kullanabilme, entonasyon, dönemin tavır ve üslup özelliklerini yansıtabilme, aynı türde başka bir çalgıyla birlikte çalabilme vb.) gerçekleştirilmesine imkân sağlayacaktır.

- “Nota” menüsünde, öğretilmesi hedeflenen eserlerin notalarının yer aldığı bir tasarım geliştirilmiştir. Notalar tek parça ve bölümler (hane, teslim, giriş-gelişme bölümü, vs.) üzerinden olmak üzere iki farklı şekilde hazırlanmış bu bağlamda öğrencinin eserin tamamını ya da istediği bir bölümü müstakil olarak görüntüleyebilmesi sağlanmıştır. Tasarım; yakınlaştırma-uzaklaştırma, küçültme-büyültme, sağa-sola çevirme vb. özellikleriyle bu alanda hedeflenen kazanımların (deşifre yapabilme, notadan icra yapabilme, notadan takip yapabilme vb.) gerçekleştirilmesine imkân sağlayacaktır.
- “Mekân Tasarımı” menüsünde, öğrencinin performansını sergilerken göreceği, sanal ortamda hazırlanmış bir 3D bir konser salonunun yer aldığı bir tasarım geliştirilmiştir. Menülerde (KTM ve THM alanları için), örnek olması bakımından aynı mekân tasarımı kullanılmıştır. Tasarım; öğrencinin tercihleri doğrultusunda yeni sanal icra ortamlarının kullanılmasına imkân sağlamaktadır.

## ÖNERİLER

Türk müziği çalgı eğitimine artırılmış gerçeklik teknolojisi üzerinden yeni bir bakış açısı getirmeyi hedefleyen bu çalışma, bu alanda yapılacak çalışmalara yol gösterecek nitelikte bir çalışmadır. Çalışmada, artırılmış gerçeklik teknolojisi ve çalgı eğitimine yönelik aşamalar detaylı olarak ele alınmış, birleştirilmiş bu bağlamda gerçekleştirilebilecek kazanımların örneklendiği bir prototip oluşturulmuştur.

Covid19 pandemi döneminin devam ettiği bu günlerde, özellikle çalgı eğitiminde, öğrenme ortamlarının gerçek ortamlardan eğitimci rehberliğinin yeterince sağlanamadığı sanal ortamlara taşınmasıyla ortaya çıkan zorlukların, bu türde yapılan nitelikli çalışmalar ile aşılabileceği düşünülmektedir.

## Etik Metni

Bu makalede dergi yazım kurallarına, yayın ilkelerine, araştırma ve yayın etiği kurallarına, dergi etik kurallarına uyulmuştur. Makale ile ilgili doğabilecek her türlü ihlallerde sorumluluk yazar(lar)a aittir. Bu makale araştırma makalesidir. Makale için etik kurul onayı gerekmemektedir.

**Yazar(lar)ın Katkı Oranı Beyanı:** Bu çalışmada birinci yazarın katkı oranı %50, ikinci yazarın katkı oranı %50'dir.



**KAYNAKÇA**

- Akgül, D. (1997). *Anadolu güzel sanatlar liseleri keman eğitimi sürecinin değişkenlerinin analizi yorumlanması ve öneriler* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Aksu, E. (2019). *Artırılmış Gerçeklik İçin Oyunlaştırıcı Kullanıcı Arayüzü* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Altınpulluk, H. (2018). *Açık ve Uzaktan Öğrenmede Evrensel Tasarım İlkeleri Çerçevesinde Artırılmış Gerçekliğin Kullanılabilirliği* (Yayınlanmamış yüksek doktora tezi). Anadolu Üniversitesi.
- Ateş, A. (2018). *7. Sınıf Fen Ve Teknoloji Dersi "Maddenin Tanecikli Yapısı Ve Saf Maddeler" Konusunda Artırılmış Gerçeklik Teknolojileri Kullanılarak Oluşturulan Öğrenme Materyalinin Akademik Başarıya Etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 6 (4), 355-385. <https://direct.mit.edu/pvar>
- Bahadır, D. (2019). *İlkokullarda İngilizce Öğretiminde Web 3.0 Teknolojilerinin Kullanımı: Artırılmış Gerçeklik Üzerine Bir Araştırma* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi.
- Babur, A. (2016). *Artırılmış Gerçeklik, Benzetim ve Gerçek Nesne Kullanımının Öğrenme Başarılarına, Motivasyonlarına ve Psikomotor Performanslarına Etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Sakarya Üniversitesi.
- Boz, U. (2019). *Derin Öğrenme Algoritması Kullanan Bir Mobil Artırılmış Gerçeklik Oyunu* (Yayınlanmamış doktora tezi). Okan Üniversitesi.
- Caudell, T. and Mizell, D. (1992). Augmented Reality: An Application of heads-up displays technology to manual manufacturing processes. *Twenty-Fifth Hawaii International Conference, System Sciences*, 1, 659 – 669.
- Cevahir, H., Özdemir, M. & Baturay, M. H. (2022). The Effect of Animation-Based Worked Examples Supported with Augmented Reality on the Academic Achievement, Attitude and Motivation of Students towards Learning Programming. *Participatory Educational Research*, 9 (3), 226-247. <https://doi.org/10.17275/per.22.63.9.3>
- Crypto, C. B. (2020, April 4). *AR Pianist app is fun to watch, but that's about it* [Video], YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=LhqGgM3UupQ>.
- Çavaş, B., Çavaş, P. H., and Can, B. T. (2004). Eğitimde sanal gerçeklik. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(4), 110-116. <http://www.tojet.net/articles/v3i4/3415.pdf>
- Doğan, Ö. (2016). *Artırılmış Gerçeklik İle Desteklenmiş Materyallerin Kelime Öğrenimi Ve Akılda Kalıcılığı Üzerine Etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Feiner, S. K. (2002). Augmented reality: A new way of seeing. *Scientific American*, 286 (4), 48-55. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0402-48>. PMID: 11905108.
- Furth, B. (2011). *Handbook of Augmented Reality*: Springer Science.
- Göçmen, H. (2019). *Güneş Sistemi ve Ötesi Konusunun Etkili Öğrenimi İçin Artırılmış Gerçeklik Odaklı Bir Tasarım* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kocatepe Üniversitesi.

- Gül, K. and Şahin, S. (2017). Bilgisayar Donanımı Öğretimi İçin Artırılmış Gerçeklik Materyalinin Geliştirilmesi ve Etkililiğinin İncelenmesi. *Journal of Information and Technology*, 10 (4), 353-362. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.347604>
- Höhl, W. (2009). *Interactive Environments With Open-Source Software: 3D Walkthroughs and Augmented Reality For Architects With Blender*: Springer.
- Kamacioğlu, B. (2018). *İnteraktif Bir Olan Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi ve Uygulama Örneği* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Kara, A. (2018). *Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Eğitimde Kullanılmasına Yönelik Araştırmaların İncelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi.
- King, B. (2016). *Augmented (augmented reality)* Trans: Kerem Balaban: Kapital media services.
- Kipper, G. and Rampolla, J. (2013). *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR*. Syngress.
- Korkmaz, O. (2015). New Trends on Mobile Learning in The Light of Recent Studies. *Participatory Educational Research*, 2(1), <https://doi.org/10.17275/per.14.16.2.1>
- Kul, H. H. (2019). *Fen Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Osmangazi Üniversitesi.
- Küçük, S. (2015). *Artırılmış Gerçeklikle Anatomi Öğreniminin Tıp Öğrencilerinin Akademik Başarıları İle Bilişsel Yüklerine Etkisi ve Öğrencilerin Uygulamaya Yönelik Görüşleri* (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi.
- Milgram P. and 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)
- Mutlu, N. (2016). *Qualitative Research Methods for Production Based Studies in Education*: Anı Publishing.
- Nelson, F. (2014). *The Past, Present, and future of VR and AR: The pioneers speak*. tom'sHardware. <http://www.tomshardware.com/reviews/ar-vr-technology-discussion>.
- Omurtak, E. (2019) *Biyoloji Dersinde Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Etkililiğinin İncelenmesi ve Uygulamalara İlişkin Öğrenci Görüşleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi.
- Özmentes, S. (2008). Self-regulated learning tactics in instrument training. *Journal of İnönü University Faculty of Education*, 9(16), 157-175. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/inuefd/issue/8707/108711>.
- Polat, Enes and Ayan Buğra (2020). *Uygulamalarla Artırılmış Gerçeklik (Arkit ve Core ml teknolojileriyle [Augmented Reality with Applications (with Arkit and Core ml technologies)*. Abaküs Book Publishing Education Ltd. Co.
- Punar Özçelik, N., Ekşi, G. & Baturay, M. H. (2022). Augmented Reality (AR) in Language Learning: A Principled Review of 2017-2021. *Participatory Educational Research*, 9 (4), 131-152. <https://doi.org/10.17275/per.22.83.9.4>
- Somyürek, S. (2014). Öğrenme Sürecinde Z Kuşağının Dikkatini Çekme: "Artırılmış Gerçeklik" *Education Technology Theory and Practice*, 4 (1), 63-80. <https://doi.org/10.17943/etku.88319>

- Suwichai, P. (2014, December). *Applying Augmented Reality Technology to Promote Traditional Thai Folk Musical Instruments on Postcards* [Conference presentation]. International Conference on Computer Graphics, Malaysia. <http://www.wikicfp.com/cfp/servlet/event.showcfp?eventid=33934&copyownerid=41342>.
- Sünger, İ. (2019). *Artırılmış Gerçeklik Kavramı Üzerine İçerik Analizi Çalışması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi.
- Şenel, M. (2017). Mall and Augmented Reality. *Participatory Educational Research*, 4 (2), 58-64. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/per/issue/47596/601258>
- 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 Modelle İncelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi.
- Takkaç Tulgar, A., Yılmaz, R. M. and Topu, F. B. (2022). Research Trends on the Use of Augmented Reality Technology in Teaching English as a Foreign Language. *Participatory Educational Research*, 9 (5), 76-104. <https://doi.org/10.17275/per.22.105.9.5>.
- Topal, B. (2015). *Appraisal of Augmented Reality Technologies for Supporting Industrial Design Practices*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Middle East Technical Üniversitesi.
- Ulusal Tez Merkezi (2022). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp#top2> (5 Nisan, 2022)
- Yılmaz, R. M. and Gökteş, Y. (2018). Using augmented reality technology in education. *Çukurova University Journal of Education Faculty*, 47 (2), 510-537. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cuefd/issue/40033/376066>
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., Johnson, E. (2011). An Overview and Five Directions for AR in Education. *Journal of Educational Technology and Development and Exchange*, 4 (1), 119-140. <https://doi:10.18785/jetde.0401.10>.