

The Effect of Using Augmented Reality Technology on Students' Achievements and Motivations Against the Course in Science Education¹

Saliha Sarıyıldız², Paşa Yalçın³, Sema Altun Yalçın⁴

About the Article

Received: 10.02.2024

Accepted: 05.11.2024

Published: 16.11.2024

Keywords

Academic achievement

Augmented reality

Science education

Pure substances and mixtures

Abstract

This study aims to explore the effect of using augmented reality technology in the 7th-grade science lesson "pure substances and mixtures" theme on the student's academic achievements and their motivations towards the course. The study was carried out with 76 7th graders in the 2019-2020 academic year. A mixed method which consisted of the qualitative and quantitative approaches was employed in the research. In the research, the quantitative data were collected with the pre-test and post-test control group semi-experimental design; the qualitative data were collected with the semi-structured interviews with the students. While the courses for the control group were given according to the MoNE Curriculum, experimental group were held with augmented reality applications besides the practices in the curriculum. "The Pure Substance and Mixtures Theme Academic Achievement Test" and "The Motivation Scale for the Science Course" were applied for the pre-and post-test. In obtaining the qualitative data, the interviews were held using the "Augmented Reality Student Interview Questions" which were developed by the researcher. At the end of the research, it was determined that using the augmented reality learning material in courses increased the students' academic achievements and their attitudes towards the course. In addition, the interviews which were held with the students indicated that using the augmented reality applications in the courses was entertaining, remarkable, intriguing and easy to comprehend.

For Citation

Sarıyıldız, S., Yalçın, P. & Altun Yalçın, S. (2024). The effect of using augmented reality technology on students' achievements and motivations against the course in science education. *MSKU Journal of Education*, 11(2), 261-292. DOI: 10.21666/muefd.1384620

Introduction

Science, which is a part of daily life, is a discipline that enables one to understand the environment, the value of science and its effect on life, think through the scientific method and acquire problem-solving skills (Hançer et al., 2003; Korkmaz & Kaptan, 2001). While the need for individuals with science literacy increases day by day, it becomes difficult to attract the attention of students who are exposed to multiple stimuli to science. Current textbooks and other course materials are becoming insufficient to attract the student's attention. This situation, which has become a more important problem, especially in matters that students cannot concretize and do not have the opportunity to observe, encourages teachers, who give science education, to use innovative methods in their courses (Ketchen, 2014). Since there are subjects that include many abstract concepts and terms, events and situations that cannot be experienced in a science course, using education technologies in learning environments gives a lot of opportunities to the students.

Today, the changing and developing technology has become commonly applied in every field of our life by changing our several habits. Even education is one of these fields. This change, which has emerged as the concept of "Education technologies", refers to associating technology pedagogically with an approach, learning model or method. It is predicted that several benefits will be provided by the effective use of technology in the teaching processes (Anıl & Batdı, 2020).

¹ This article was produced from the first author's master's thesis.

² Erzincan Binali Yıldırım University- salihasyildiz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2660-5692>

³ Erzincan Binali Yıldırım University- pasayalcin@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8085-7914>

⁴ Erzincan Binali Yıldırım University- saltun_11@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6349-2231>

One of the most used and prominent technological applications in education currently is Augmented Reality (AR) technology. Augmented reality, aims to make our job easier in every side of our lives and is one of the technological applications that have begun to be used in almost every field from advertising to industry, from sports to entertainment, from health to military, from archaeology to education, from media to design depending on the increasing interest (Sabah & Şimşek, 2018; 38). According to the definition of Azuma (1997), augmented reality is the placing of virtual objects in the real world. In other words, augmented reality combines real-world images by transferring virtual images in real-time with the help of a technological tool such as a computer, tablet or phone (Özarslan, 2011). Milgram and Kishino (1994) defined augmented reality as "the real environment is the place in which the digital environment objects are used instead of the real world objects." Augmented reality is, according to the definition by Özarslan (2011), the combination of virtual images on real images with a computer, tablet or a technological device by transferring them in real-time.

Augmented reality technology is the combination of four different environment units. These environment units include primarily a camera, secondly a computer, thirdly a pointer and finally the real world. The augmented reality visualized by locating these four different units in the real world in 3D (Çakal and Eymirli, 2012).

The learning environments which are structured with AR, provide natural communication between students, offer the opportunity to experience three-dimensional virtual images of objects in the physical environment, and create entertaining and remarkable learning environments (Kesim and Özarslan, 2012).

By using the augmented reality material in courses, the learning environment, and we can transform the teaching environment into an augmented reality laboratory on subjects that are difficult for the student to learn, experiment and examine. Particularly in a science course, concretizing abstract concepts, directing students to research and question, and benefiting from technological applications for qualified science teaching appear to be essential requirements.

In this study, we investigated the effect of using augmented reality in the "Pure Substances and Mixtures" unit in the 7th class Science course on the students' academic achievements and their motivations for to course. In the study, we think that using augmented reality applications in science courses will contribute to the literature. We expect that determining the positive and negative situations of using augmented reality applications in learning environments will shed light on further research.

In this scope, we determined the research question as "What is the effect of using the augmented reality applications in the Pure Substances and Mixtures unit of the 7th class on students' academic achievements and motivations. The sub-problems are:

1. Does using augmented reality applications affect the students' science achievement?
2. Does using augmented reality applications as teaching material affect students' motivations?
3. What are the students' thoughts about using augmented reality applications as teaching material in teaching?

Literature Review

Augmented reality offers environments enabling users to interact both with the real world and virtual objects by transferring virtual data and objects to the physical environment. There are studies in the literature on which using AR, which ensures a new point of view on the teaching environment, in education. Herein, Di Serio et al., (2013) investigated the effect of the augmented reality-based learning environment with a presentation-based learning environment on student motivation. At the end of the reviews, they found that the students' satisfaction levels with the courses in the augmented reality-based learning environment were higher and they attended the courses more focused. Similarly, when the studies in the literature were reviewed, we determined that the AR supported teaching environment increased the students' active participation to the course activities, increased their motivations (Giasirani & Sofos, 2016; Chang & Hwangy, 2018), made the difficult subjects to be learned that the student approaches with bias easier (Ivanova & Ivanov, 2011; Enyedy et al., 2015; Kamarainen et al., 2013; Yuen et al., 2011), contributed to the students' cooperations with their environment (Billinghurst, 2002; Dunleavy, Dede & Mitchell, 2009), raised the student's creativity and scientific thinking skills by developing their imagination and gaining different perspectives (Klopfer & Yoon, 2005; Squire & Jan, 2007), that the AR applications made the courses more fun (Dunleavy, Dede & Mitchell, 2009; Ibanez

et al., 2014; Rambli, Matcha & Sulaiman, 2013), increased the students' academic achievements (Hsiao et al., 2016; Huang et al., 2016; Sommerauer & Müller, 2014; Estapo & Nadolny, 2015).

In the literature, with the integration of AR into the learning-teaching processes, the significance of AR and its contributions to different areas have also been put forth. However, it was noticed that the AR research that can be applied particularly in science teaching was not sufficient in some subjects. It is thought that the use of augmented reality learning material, which is one of the innovative technological tools, increases the interest in the course, facilitates learning by appealing to more than one sensory organ, and thus increases the success of the course since there are many abstract concepts in a science course, that there are subjects which are difficult to be experimented and investigated (Kapucu, 2020). In teaching human anatomy among the subjects of the science course, augmented reality applications allow the students to examine by enabling three-dimensional visualisations and by the student's interaction in the physical environment. For instance, it enables one to examine a lung model by touching it with his/her hands. On Solar System subjects, interaction with three-dimensional simulations of the solar system can be achieved in the real world with augmented reality applications. Thus, the objects that cannot be examined in the learning environment can be concretized with visualisations based on the interaction in different perspectives in the teaching environment (Nielsen et al., 2016). In one of these studies, Şentürk (2018) investigated the effects of the teaching activities supported with AR in the subjects of the seventh-grade science course "Solar System and Beyond Unit" on the student's academic achievement towards science teaching, their motivation toward science, their science attitudes, their attitudes towards technology and their attitudes towards AR applications. In the results, it was reported that there was a significant difference in favour of the experimental group in terms of the student's academic achievement, motivation and attitudes towards technology.

When the relevant literature was reviewed, in the studies on the effect of using augmented reality applications the science courses commonly focused on units such as Space Explorations, Sun, Earth and Moon, Solar System and Beyond: Celestial Objects, Systems in Our Body, Let's Get to Know Living Things. In the current research, there are abstract concepts, the effects of augmented reality on the use of augmented reality in lessons were investigated by considering the subject of the Particulate Structure of Matter and Pure Substances in terms of including the subjects and acquisitions that students were curious about and that were difficult to conduct experiments and examinations.

Method

Research Design

We employed a mixed method, in which the quantitative and qualitative data were used together, in the research. The mixed method is to get results by applying both the quantitative and qualitative research methods (Johnson and Onwuegbuzie, 2004). In the research, we applied a pre-test post-test control group semi-experimental design which is among the quantitative research methods. The content analysis was used for the qualitative part of the research. The content analysis is based on the classification system of a large number of texts under certain categories. The main purpose of content analysis is to organize the data and determine their themes (Yavuz & Yavuz, 2017).

Participants

The study group of this research consisted of 76 students who were in the 7th grade of a secondary school of the Directorate of National Education in a province located in the Eastern Anatolia Region in the 2019-2020 educational year. The semi-structured interviews were held with 16 students in the experimental group.

Data Collection Tool and Process

In this study, we investigated the effect of using augmented reality technology in the 7th grade Science course "Pure Substances and Mixtures" unit on the student's academic achievement and motivations towards the course. The research was carried out with four classes consisting of two classes as the experimental group, and two classes as the control group. While determining the experimental and control groups, the homogeneity of the student achievement was taken into consideration.

Consisting of the subject for each group, we used the "Particulate Structure of Matter and Pure Substances Subject Area Achievement Test" prepared by Erden Alan and Okur Akçay (2020). We applied to the achievement tests published by the MoNE by considering the achievements and functions

of 46 units in preparing the tests. We constituted the validity and reliability work by applying it to 65 8th-grade students who had learned the subject. We calculated the KR-20 reliability coefficient of the test with 25 multiple-choice questions as 0,762. We performed the pre-test by applying the academic achievement test to the groups before the lecture. Then, for the experimental and control groups, the determined subject parts of the Pure Substances and Mixtures Unit were taught to the experimental group for three weeks by adding the augmented reality application together with the normal course curriculum. We decided the applications that would be used as “Armolviz”, “Rapp Chemistry”, “Atom Modeli”, “Chemistry AR”, “Molecular Experience” and “Atoms Revealed AR” which could be downloaded and used on mobile devices and tablets with Android and IOS operating system and included the achievements best. We specified the augmented reality applications containing materials covering the determined subject on their tablets or phones, downloaded and prepared to come to the next lesson by informing the students in the experimental group one week earlier. In the control group, the determined subject parts were taught with the course curriculum as stipulated by the MoNE curriculum. The difference between the groups was that the course was given with augmented reality applications as teaching material. We aimed to reach the most efficient results by minimising other negative effects that will affect the research. In this scope, in addition to the class homogeneity in the experimental and control groups, the same teacher gave the courses to the four classes; thus, we tried to eliminate the teacher-originated influences. To examine the effect of augmented reality applications on the motivation status towards the course, we used the "Motivation Scale for Science Course"- developed by Dede and Yaman (2008). We applied the test in 5 5-point Likert-type consisting of 23 items applied to 421 students in the secondary school and created the final form. We performed the exploratory factor analysis to determine the validity of the scale and found the Cronbach Alpha reliability coefficient as 0.80. This scale was applied to the experimental and control groups as the pre-test and post-test. By examining the data obtained, the relationship between the motivation for the course was determined statistically. In obtaining the qualitative data of the research, in the experimental group, one-to-one interviews were conducted with the students who were chosen impartially after we taught the lesson with the augmented reality application along with the curriculum prescribed by the Ministry of Education. In this interview, the "Augmented Reality Interview Questions", developed by the researcher, were asked to the students related to giving courses with the augmented reality application and their answers were included in the study. We paid attention to creating the interview questions appropriate to the research problem and purpose. We carried out the reliability tasks for using the scale. We provided the reliability of the scale by considering the separate coding by two coders. Two different researchers coded the same interviews separately and checked the coding by comparing the results. We found the reliability coefficient as 86% in the reliability study. We applied the $Reliability = \frac{Consensus}{(Consensus + Discord)} \times 100$, developed by Miles and Huberman (1994). In the literature, related to coder reliability, the fit rate between two coders over 70% is considered to be sufficient (Batdı and Oral, 2020).

Data Analysis

We applied the "Pure Substance and Mixture Unit Academic Achievement Test", "Motivation Scale for Science Learning" and "Augmented Reality Interview Questions" to obtain the research data by determining appropriate statistical methods. According to the normality analysis results of the "Pure Substance and Mixtures Unit Academic Achievement Test" and "Motivation Scale for Science Learning", we performed the analysis by using the appropriate ones among the parametric and nonparametric tests.

In the analysis of the "Augmented Reality Interview Questions", we analyzed the semi-structured interviews with the students with the content analysis method. In evaluating the obtained data, the interviews made by giving the numbers S1, S2, S3,, and S16 to the students were analyzed by transferring them to paper. The answers given to the questions during the analysis stage were divided into themes and codes according to the question types and answers. The answers given were transferred to the created theme and code table and analyzed with frequency and percentage values. In addition, the analysis process was also carried out by giving a few examples from the answers given by the students to the questions about the use of augmented reality learning material in the lessons.

Findings

Findings Related to the First Sub-problem

The first sub-problem of the research was to investigate the effect of using augmented reality applications on students' academic achievement. According to this purpose, we did relevant evaluations related to the question "Is there a significant difference between the pre-test augmented reality achievement scores of the students in the experimental and control groups?" by analysing the academic achievement tests with the statistical methods within the light of the methods in the experimental and control groups

Is there a significant difference between the pre-test augmented reality achievement scores of the students in the experimental and control groups?

To determine the analysis method, appropriate to the research problem, we applied firstly the normality tests related to the pre-test augmented reality scores of the experimental and control groups. The parametric tests can be applied if the data distribution is normal at the end of the analysis (Can, 2016). When the significance value (p) of the quantitative data was evaluated, we concluded that the pre-test achievement scores of the experimental and control groups demonstrated a normal distribution. After determining that the variances of the experimental and control groups had a normal distribution, we applied an independent samples t-test to determine whether there was a significant relationship between the pre-test achievement scores. The independent samples t-test is applied to test whether there is a significant difference between the averages obtained from two different sample groups (Büyüköztürk, 2011). As a result of the independent samples t-test, the obtained findings are presented in Table 1.

Table 1. The relationship between the experimental and control group pre-test achievement scores

Groups	N	\bar{x}	Ss	T	Sd	p
Experimental	38	28.21	6.53			
Control	36	29.72	9.69	-.974	58.80	.334*

* $p > .05$

As a result of the independent samples t-test applied to determine the relationship between the pre-test achievement scores obtained from the experimental and control groups' Pure Substances and Mixture Achievement Test, we found the p-significance value as .334. Since the significance value was greater than 0,05, we concluded that there was not a significant difference between the experimental and control groups' pre-test achievement scores. This case is significant in terms that there was no difference between the pre-test academic scores of the experimental and control groups.

Is there a significant difference between the post-test augmented reality achievement scores of the students in the experimental and control groups?

To determine the analysis method suitable for the research problem, we performed firstly the normality tests related to the post-test augmented reality scores appropriate to the research problem. When the obtained descriptive statistics values were examined, we concluded that the scores demonstrated normal distribution considering the skewness and kurtosis values and significance values in the experimental and control groups. After the post-test achievement scores of the groups were determined to be normal, the independent samples t-test was applied to determine whether there was a significant difference between them. The obtained findings were transferred to Table 2.

Table 2. The relationship between the post-test achievement scores of the experimental and control groups

Groups	N	\bar{x}	Ss	T	Sd	p
Experimental	40	50.23	16.17			
Control	36	42.61	10.49	2.46	67.55	.017*

* $p < .05$

When the post-test academic score findings of the experimental and control groups were evaluated, it was found that the experimental group's post-test academic score average value was 50.23 and the control group's academic average score was 42.61. The significance value was found as .017. That the p-value is below 0.05 indicates that there is a significant difference in favour of the experimental group between the post-test academic scores between the experimental and control groups.

Findings Related to the Second Sub-problem

We intended to investigate the effect of augmented reality applications on student motivations in the second sub-problem of the research. According to this purpose, we analyzed the data obtained from the "Augmented Reality Motivation Scale" applied as a pre-test and post-test to the experimental and control groups with the appropriate statistical methods.

To determine the statistical method during the analysis stage of the data, first of all, we performed normality analysis on the pre-test and post-test data of the experimental and control groups, and it was decided whether the scores met the parametric test assumptions. As a result of the analysis, we determined while the pre-test scores of the experimental group and the pre-test motivation scores of the control group demonstrated normal distribution, the experimental group post-test and control group post-test motivation scores did not demonstrate normal distribution.

Is there a significant difference between the pre-test motivation scores of the students in the experimental and control groups?

The independent samples test was applied to analyse the relationship between the pre-test motivation scores of the students in the experimental and control groups since it met the parametric test assumptions. The obtained statistical results are indicated in Table 3.

Table 3. The relationship between the experimental and control group pre-test motivation scores, independent groups' t-test results

Groups	<i>N</i>	\bar{x}	<i>Ss</i>	<i>T</i>	<i>Sd</i>	<i>p</i>
Experimental	38	96.42	9.03	-.644	72	.522
Control	36	97.83	9.82			

$p > .05$

As a result of the statistical analysis, in addition, we found the motivation score averages to be close to each other ($\bar{X}_{\text{experimental}} = 96.42$ and $\bar{X}_{\text{control}} = 97.83$), the significance value was calculated as $p = .522$, and since it was greater than 0.05 value, we noticed that there was no significant difference between the pre-test motivation scores between the experimental and control groups, that is, the pre-motivation levels of the students in the groups were at a similar level.

Is there a significant relationship between the post-test motivation scores of the students in the experimental and control groups?

As the post-test motivation scores of both groups did not have a normal distribution, the non-parametric Mann-Whitney U test was applied (Can, 2016). The data obtained as a result of the statistical analysis are presented in Table 4.

Table 4. The results of the Mann-Whitney U test show the relationship between the experimental and control group post-test motivation scores

Groups	<i>N</i>	<i>Rank Average</i>	<i>Rank Total</i>	<i>U</i>	<i>p</i>
Experimental	40	43.53	1741	519	.036
Control	36	32.92	1185		

$p < .05$

As a result of the analysis, since the significance value is lower than 0.05 value, it was concluded that there was a significant difference between the post-test motivation scores of the experimental and control

groups ($p=0.036$; $p<0.05$; Kul, 2014). Considering the average rank values, it was seen that the students in the experimental group had higher motivation.

The Opinions of the Students in the Experimental Group related to the Augmented Reality Applications

Interviews were held with the experimental group of students related to augmented reality applications. The data obtained by asking the interview questions consisting of eight semi-structured items to the 16 students were analysed with the content analysis method according to the order below.

Have you known or used augmented reality applications before? If used, with what purpose have you used it?

As a result of the interviews which were held with 16 students selected from the experimental group, 15 students claimed that they had never known, or heard about augmented reality applications before, and they used it in the course first. Only one student stated that he had seen it in the application store in the communication tool, he downloaded it but did not use it as he did not know how to use it.

How did teaching using the augmented reality application affect your learning? Why?

All of the students who participated in the interview stated that using the augmented reality application in the course contributed positively to their learning. To the question why they stated that the lessons were fun, they saw the contents of the subject visually in 3D, they increased their curiosity, and they increased their interest in the lesson by seeing the granular structure of the materials and contributed to learning easily.

Table 5. The students' Opinions Related to The Question "How did teaching using the AR application affect your learning? Why? "

Theme	Code	Frequency (f)	Rate (%)
Positive sides of using AR applications in the courses	Entertaining classroom environment	4	25
	3D visuality	5	31.3
	Interest increase	2	12.5
	Easy learning	3	18.8
	Arousing curiosity	2	12.5

When the answers were examined, in general, the students who participated in the interview stated that using the AR applications in the courses contributed to their learning positively. The reason for this is they referred to the statements that the lesson was more fun, arousing curiosity, increasing interest by providing 3D visuals, and providing easy learning.

Some of the students expressed their thoughts related to the question "How did teaching using the augmented reality application affect your learning? Why? "

S1: "... Easier now. Normally it was boring. It's more fun like this..."

S2: "... Good... I saw their shapes in 3D and it increased my interest even more. I learned better..."

S3: "... I learned easier. I did not understand the teacher in the course. I saw the atomic model as real. It is more fun now..."

S4: "... Good... There was an entertaining classroom environment, I learned easily in 3D with visuals and pictures. ..."

S5: "... I understood better. I am interested in the topic. It made it easier to understand. I could answer the questions..."

How did you feel while using the AR applications?

In the interview, the question "How did you feel while using the AR applications?" was asked of the students and their answers were analyzed and presented in Table 6.

Table 6. Students' opinions related to the question "How did you feel while using the AR applications?"

<i>Theme</i>	<i>Code</i>	<i>Frequency (f)</i>	<i>Rate (%)</i>
Feeling toward the AR application	Excitement	5	31.3
	Happiness	3	18.8
	Entertaining	4	25
	Interesting	2	12.5
	Curiosity	2	12.5

Table 6 consists of the students' answers related to the question "How did you feel while using the AR application in the course?" during the interviews. When the answers were analysed, they stated that their interest in the course increased most (f=5). The students' answers were coded as fun (f=4), happiness (f=3), interesting (f=2) and arousing curiosity (f=2).

Some students' opinions related to the question "How did you feel while using the AR application in the course?" are given below.

- S₂: "... I was excited, happy and had fun ..."
- S₃: "... I was excited, curious..."
- S₄: "... I curious..."
- S₇: "... I'm excited and happy ..."
- S₁₂: "... It was interesting, I had fun, I was curious... "
- S₁₆: "... It was interesting, I was curious, I was happy ..."

Did you have difficulty using the AR application?

We asked the students "Did you have difficulty using the AR application?" analyzed their answers and presented in Table 7.

Table 7. Students' opinions related to the question "Did you have difficulty using the AR application?"

<i>Theme</i>	<i>Code</i>	<i>Frequency (f)</i>	<i>Rate (%)</i>
The status of having difficulty in using the AR application	Partly	4	25
	No	12	75

The students' opinions related to the question "Did you have difficulty using the AR application?" are presented in Table 7. 4 of the interviewed students stated that they had difficulty a bit, and 12 students claimed that they did not have difficulty.

Some students' opinions related to the question "Did you have difficulty using the AR application?" are presented below.

- S₁: "... A bit... I had difficulty reading the QR code ..."
- S₄: "... No..."
- S₅: "... A bit..."
- S₈: "... I bit in using the application in the course..."
- S₁₀: "... A bit... In using the phone..."
- S₁₃: "... No ..."
- S₁₅: "...No..."

Do you want to use the AR application even in the other course? Why?

While the students' answers related to the question "Do you want to use the AR application even in the other course? Why?" were analysed, among 16 students 15 students, except 1, claimed they wanted to use it.

Some students' answers related to the question "Do you want to use the AR application even in the other course? Why?" are presented below.

- S₄: "... I want to. It is more fun and efficient... It made it easier for me to understand ..."
- S₅: "... No. Only in the Science course. It cannot be as the contents in other courses..."

S₈: "... İsterim... Normally I like... The course is more fun if there..."
 S₁₂: "... I would like to... It allows us to learn permanently, my success increases ..."
 S₁₃: "... Yes... I understand the topics better... Because I saw it as real, it enabled me to participate in the lesson more effectively in a 3-dimensional way. My motivation increased as I understood..."
 S₁₄: "... Yes... Because I understood better when I was doing it in science course... I can understand better if it is used in other lessons ..."
 S₁₅: "... Yes... Because, as the teacher was explaining, I understood better the points that I did not understand. I would like it to be especially in Social Studies and English courses..."
 In the students' answers to the question "Do you want to use the AR application even in the other course? Why?" asked to determine whether the students wanted to use the augmented reality applications even in other courses, the students stated that they wanted to use it in other lessons as it was fun, provided three-dimensional visualizations, facilitated their learning, and understood better.

Did the use of AR application on the atom, molecule, and element subjects make it easier for you to learn? Why?

All of the 16 students who participated in the interview, answered the question "Did the use of AR application on the atom, molecule, and element subjects make it easier for you to learn?" as "Yes". Their answers for the reason for this were evaluated and are presented in Table 8.

Table 8.

The Students' answers related to the question "Did the use of AR application on the atom, molecule, and element subjects make it easier for you to learn? Why? "

Theme	Code	Frequency (f)	Rate (%)
Reasons for using AR applications to facilitate learning	3D reality	8	50
	Arousing curiosity	1	6.3
	Visuality	7	43.8

In Table 8, there are the students' answers to the question "Did the use of AR application on the atom, molecule, and element subjects make it easier for you to learn?" "Why?" When their answers were analyzed, the codes 3D reality (f=8), visuality (f=7) and arousing curiosity (f=1) codes emerged. In general, they claimed that since the element, atom, and molecule topics are abstract and difficult to understand, with the use of augmented reality teaching material, these concepts were provided with the opportunity to interact with virtual images in a real environment as if they are real, learning was provided by concretising, their interest in the lesson increased and their curiosity about the subject increased and they understood better.

There are some student opinions related to the question "Did the use of AR application on the atom, molecule, and element subjects make it easier for you to learn?" "Why?"

S₁: "... Yes... I understood the elements better by seeing the atomic particles ..."
 S₅: "... Yes ... I sat the atomic particles... It was a fun environment. I understood better as it was in 3D..."
 S₆: "... Yes. Because thanks to its being in 3D, I learned easier, I saw the atomic models..."
 S₈: "... Yes. It was difficult to understand when only my teachers taught it. I saw it in 3D with this application, it became more permanent in my mind... "
 S₁₀: "... Yes ... We analysed the particulate structure of matter in 3D... It was not eye-catching when our teachers wrote on the blackboard, but it increased my interest in this application to the course..."
 S₁₂: "... Yes... It increased my curiosity, even more, I understood the points that my teacher taught thanks to the application..."
 S₁₅: "... Yes ... Because I saw the particulate structure of matter in 3D as if it were real. My teacher drew on the board, I didn't understand, but I understood better thanks to the application..."

Do you think you can learn the subjects that you have difficulty learning more easily with the AR application?

All of the students who participated in the interview stated that they would learn the subjects with the AR application more easily (f=16)

Is there anything that you want to add related to the use of AR applications in lessons?

The question "Is there anything you would like to add regarding the use of AR application in lessons?" was directed to the students who participated in the interview. The answers from the students were examined and presented in Table 9.

Table 9. The students' opinions related to the question "is there anything you would like to add regarding the use of AR applications in lessons?"

Theme	Code	Frequency (f)	Rate (%)
Student suggestions regarding the use of AR applications	It should be more common	5	31.3
	It should be used even in other courses.	8	50
	Tablet and phone needs should be met	2	12.5
	The usability of the applications should be improved	1	6.2

In Table 9, the students' opinions related to the question "Is there anything you would like to add regarding the use of AR application in lessons?" are presented. When their answers were analyzed, they claimed that the AR applications should be used even in the other courses (f=8), that their use should be more common (f=5), tablet and mobile phones, etc. materials should be brought to the classroom (f=2), and the usefulness of the applications should be increased a little more (f=1).

Some students' opinions related to the question "Is there anything you would like to add regarding the use of AR application in lessons?" are presented below.

S₃: "... We can use it in the courses we have difficulty with. It can be more common..."

S₅: "... It was a good application, I learned better. I am pleased. It better be used in other lessons, it will be more efficient..."

S₈: "... It would be better if everyone had a mobile phone."

S₁₁: "... It should be used even in other courses, it affected positively, we saw it as it was real, and we experienced permanent learning..."

S₁₃: "... It would be better if there was a direct display without scanning the picture..."

S₁₅: "... Everyone should use a phone or tablet... It would be much better if it was found in school and everyone used it..."

Conclusion and Discussion

We applied the "Pure Substance and Mixtures Unit Academic Achievement Test" as the pre-test and post-test to the experimental and control groups to explore the effect of using the augmented reality application as the teaching material on the academic achievement of the students. In the results of the analyses, while the pre-test academic achievement scores of the experimental and control groups were at a similar level, there is a significant difference in favour of the experimental group in terms of the post-test academic achievement scores indicated that the augmented reality teaching material during the learning and teaching process affected the student's academic achievements in science education positively. Similarly, reviewing the literature, we realized that there were studies that supported the result that using the augmented reality learning material in the courses increased the students' academic achievement. Demirel (2019) found that using the augmented reality applications in the 7th grade Science course "Cells and Organelles" unit affected the student's academic achievements positively. In Güngördü's (2018) study, in which the effect of using the augmented reality materials in the "Atomic Structure and Atomic Models" unit on the secondary school students' achievements and attitudes, it was found that the students in the experimental group were more successful compared with the students in the control group. Enyedy, Danish and DeLiema (2015), who conducted a study to investigate the effect of augmented reality on students' academic achievement, found that the augmented reality application increased the students' achievements by making it easier to learn abstract concepts. Using the augmented reality applications during the teaching process enabled the students' active participation in the courses and enabled them to be examined in three dimensions of the real world by concretising abstract concepts

that are difficult to learn. The study by Klopfer and Squire, (2008) supports this view. Thanks to all these opportunities, a student-centred learning environment was provided and the students had the chance to express themselves comfortably. By actively participating in the lesson in a collaborative learning environment with their peers, they were able to ask what they were curious about and the points they did not understand without hesitation. We observed that this situation increased the students' academic achievements by making their learning easy. Matcha and Rambli, (2013), in their study in which they tried to investigate the relationship between augmented reality and collaborative interaction in science learning, concluded that augmented reality is an application that supports collaborative activities by providing a natural communication environment between groups.

We applied to the "Augmented Reality Motivation Scale" to the experimental and control groups before and after the application to investigate the effect of using augmented reality applications in the teaching process on lesson motivation. As a result of the analyses, we concluded that the augmented reality applications in the teaching process affected the students' motivations positively. Erbaş (2016) reached out in a study carried out with high school ninth-grade students that using augmented reality learning materials in Biology courses increased the student's motivations towards the course. An experimental study was carried out by Ersoy et al., (2016) and investigated the effect of augmented reality applications on students' achievements and motivations. At the end of the study, they found that the students' motivations in the experimental group were higher than the students' motivations in the control group. Önal (2017), who investigated the effect of using augmented reality applications in Mathematics courses on the students' motivations, found that having the course with the augmented reality learning materials affected the control group students' motivations positively. İzgi-Onbaşılı (2018) observed in the research conducted on primary school 4th-grade students using augmented reality applications, it was seen that there was an increase in students' motivation. In the present study, we encouraged the students to attend the course more willingly by providing a fun learning environment with the use of augmented reality teaching material in the teaching environment. Atom, atomic particles, element, compound, and molecule models were embodied and learning was facilitated. The concepts, experiments or historical places that are difficult to observe in the classroom can be experienced interactively in the real physical environment in three dimensions thanks to the augmented reality applications. We observed that there was a remarkable increase in the in-class performance of the students with the educational activities carried out with augmented reality applications. They had the opportunity to interact with virtual objects in three dimensions by increasing the motivation for their performance as if they were a part of the existing environment, with their tablets or phones, atom, molecule, and element models in cooperation with their peers. With this aspect, the student's sensitivity towards communicating developed and they were able to express themselves easily in the learning environment with their friends and teacher. They had the chance to discuss the points that they did not understand, and both asked the questions in their minds to their friends and their teachers. Thus, we observed that their motivations related to research from different points of view to the events by developing their critical thinking. Individuals will be able to learn while having fun, and with augmented reality applications, more detailed information on the subject will be carried out easily without much difficulty. Individuals who research, question, and turn to different sources to reach information will also gain science course target behaviours.

In the study, we held interviews with the experimental group of students related to augmented reality applications. As a result of the interviews, nearly all of the students stated that they did not know about augmented reality applications before. They claimed that giving the course with the augmented reality applications contributed positively to their learning, and made their learning easy as they learned the concepts relevant to the subjects in 3D. By using the augmented reality learning material in the course, it is seen that the courses became more entertaining and increased the motivation of the learners towards the course. In the relevant literature, the opinions of the secondary school seventh and eighth graders related to augmented reality applications were examined by Durak and Karaoğlan-Yılmaz (2019), and they reached the results that support this study. As a result of the interviews, the students claimed that using the augmented reality materials in the courses contributed positively and made their understanding better by making the learning process interesting and effective. In the interviews, the students in the experimental group claimed that they became more excited while they were using the augmented reality application, and became more curious and happy. Another result obtained from the interviews was that the students used the augmented reality learning material easily and they did not have difficulty while they were using it. Accordingly, in the study conducted by Küçük et al., (2015), they investigated the

opinions of the students at the faculty of medicine related to the use of augmented reality applications in anatomy education and their opinions that the augmented reality applications in learning created a sense of reality in learning, concretized the subject, increased the interest in the lesson, provided a flexible learning environment and was beneficial in individual studies supported the results of this study. The students claimed that they also wanted to use augmented reality applications in other courses. They stated that they were bored in the courses normally or had difficulty understanding, but they learned with fun and ease with this application. They stated that especially in social studies and English classes, it would be much more productive to teach with augmented reality learning materials. This situation coincides with the findings of the study of İzgi-Onbaşılı (2018). In the study conducted by Bursztyn et al., (2017) a field trip of a large canyon was carried out using augmented reality application in the learning environment. The study emphasized that the augmented reality field trip increased the interest in learning by increasing the motivation towards the course. This situation also supports the belief that using augmented reality applications in other courses creates positive effects. In addition, in the study by Giasiranis and Sofos (2017), using augmented reality applications in class environments increases the students' participation in the classes by finding the course more entertaining. They determined that using the augmented reality learning materials in the atom, molecule, and element subjects which are the abstract subjects of science since the use of learning materials facilitates learning by providing three-dimensional visualizations' in the real world. The students claimed that they understood this subject better with the augmented reality applications and their interest in the lesson increased by claiming that they had difficulty understanding what the teacher said about this subject and that they could not understand the visuals during the lesson. Another significant point that came forth in the interviews was that all of the students stated that they could learn easily what they had difficulty with the augmented reality applications. In general, the students were satisfied with the use of augmented reality learning material in the lessons. They expressed their thoughts related to its use even in other courses by expanding its use. They reported that their interest and curiosity towards the lesson increased, the lesson was productive, they learned by having fun and their participation in the lesson increased. When we review the relevant literature, we can see that there are research results similar to the results of this study (Winkler et al., 2002; Finkelstein et al., 2005; Demirci & Çirkinoğlu, 2004; Dori & Belcher, 2005; Kye & Kim, 2008; Lee, 2012; Abdüsselem, 2014; Baysan, Uluyol, 2016; Saygıner & Seferoğlu, 2017). In the interviews with the students in the experimental group, most of the students claimed that it was beneficial when the question "Is there anything that you want to add related to the use of the augmented reality application in the courses?" was asked to them. The students referred to its beneficial side that the use of augmented reality applications in lessons should be used even in other courses to increase interest and participation in the course, to facilitate the teaching of abstract and difficult subjects in daily life, and to provide an enriched teaching environment. In addition, they stated that it would be more effective for everyone to use it individually during this application in the learning environment by providing the necessary technological equipment in schools in the use of augmented reality teaching material in the course.

Ethical Board Approval Information

In this research, all the rules specified under the "Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive" were adhered to. Approval was obtained from Erzincan Binali Yıldırım University Rectorate Human Research Ethics Committee with the following date and number.

Date of Ethical Evaluation Decision: 28/08/2019

Ethics Assessment Document Issue Number: 44495147-50.01.04-E.40188

Conflict of Interest

There is no personal or financial conflict of interest for any of the authors regarding the research covered in this article. The similarity of surnames is purely coincidental and cannot be a relationship of kinship or blood relationship.

Author Contribution

Design of Study: SS (%33), PY (%34), SAY (%33)

Data Acquisition: SS (%33), PY (%34), SAY (%33)
Data Analysis: SS (%33), PY (%34), SAY (%33)
Writing Up: SS (%33), PY (%34), SAY (%33)
Submission and Revision: SS (%33), PY (%34), SAY (%33)

References

- Abdüsselam, M. S. (2014). Teachers' and students' views on using augmented reality environments in physics education: 11th grade magnetism topic example. *Pegem Journal of Education & Instruction*, 4(1), 59-74. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/209618>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence*, 6(4), 355-385. <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>
- Baysan, E., Uluyol, Ç. (2016) *The effect of augmented reality book (ar-book) on the student's academic achievements and the opinions of students about its use in educational environments*. *Journal of Education and Humanities: Theory and Practice*. 7 (14) 55-78. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/306630>
- Billinghurst, M. (2002). Augmented reality in education. *New horizons for learning*, 12(5), 1-5. <http://www.newhorizons.org/strategies/technology/billinghurst.htm>
- Bursztyn, N., Walker, A., Shelton, B., & Pederson, J. (2017). Assessment of student learning using augmented reality Grand Canyon field trips for mobile smart devices. *Geosphere*, 13(2), 260-268. <https://doi.org/10.1130/GES01404.1>
- Büyüköztürk, Ş. (2011). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı - İstatistik, Araştırma Deseni, Spss Uygulamaları ve Yorum. (15. Baskı), Pegem Akademi. <https://pegem.net/urun/Sosyal-Bilimler-icin-Veri-Analizi-El-Kitabi-Istatistik-Arastirma-Deseni-SPSS-Uygulamalari-ve-Yorum/61926>
- Can, A. (2016). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (4.baskı). Pegem Akademi, 32-150. <https://pegem.net/urun/SPSS-ile-Bilimsel-Arastirma-Surecinde-Nicel-Veri-Analizi/61921>
- Chang, S.C., & Hwang, G.J. (2018). Impacts of an Augmented Reality-Based Flipped Learning Guiding Approach on Students' Scientific Project Performance and Perceptions. *Computers & Education*, 125, 226-239. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.007>
- Dede, Y., & Yaman, S. (2008). A questionnaire for motivation toward science learning: a validity and reliability study. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 2 (1), 19-37. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/39760>
- Demirci, N., & Çirkinoğlu, A. (2004). Öğrencilerin elektrik ve manyetizma konularında sahip oldukları ön bilgi ve kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 1 (2), 116-136. <https://www.tused.org/index.php/tused/article/view/46/19>
- Demirel, G. (2019). The effect of a science lecture taught using augmented reality applications on 7th grade students' academic achievement and attitudes toward augmented reality applications (*M.S. thesis*). Gazi University Graduate School of Educational Sciences, Ankara. <file:///C:/Users/ebyu/Desktop/575389.pdf>
- Dori, Y. J., & Belcher, J. (2005). Learning electromagnetism with visualizations and active learning. *In Visualization in science Education*, 187-216. https://link.springer.com/chapter/10.1007/1-4020-3613-2_11
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
- Durak, A., & Karaoğlu Yılmaz, F. (2019). Opinions of secondary school students on educational practices of augmented reality. *Abant İzzet Baysal University Faculty of Education Journal*, 19 (2), 468-481. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2019.19.46660-425148>
- Enyedy, N., Danish, J. A., & DeLiema, D. (2015). Constructing liminal blends in a collaborative augmented-reality learning environment. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 10(1), 7-34. <https://doi.org/10.1007/s11412-015-9207-1>
- Erbaş, Ç. (2016). The effects of mobile augmented reality applications on students' academic achievement and motivation Master's Thesis, Süleyman Demirel University, Graduate School of Educational Sciences, Department of Computer Education and Instructional Technologies, İsparta. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Erden Alan, H., & Okur Akçay, N. (2020). The effect of using interactive white board on students' academic achievement, permanence of learning and attitudes towards science on particulate

- structure of matter and pure matters. *Marmara University Atatürk Education Faculty Journal of Educational Sciences*, 52,442-459• ISSN: 2147-5202, DOI: [10.15285/maruaebd.659001](https://doi.org/10.15285/maruaebd.659001)
- Ersoy, H., Duman, E., & Öncü, S. (2016). Artırılmış gerçeklik ile motivasyon ve başarı: deneysel bir çalışma. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 5(1), 39-44. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/231347>
- Estapo, A., & Nadolny, L. (2015). The Effect of an Augmented Reality Enhanced Mathematics Lesson on Student Achievement and Motivation. *Journal of STEM Education*, 16 (3), 40-48. <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/1981>
- Finkelstein, N. D., Perkins, K. K., Adams, W., Kohl, P., & Podolefsky, N. (2005). Can computer simulations replace real equipment in undergraduate laboratories? *In AIP Conference Proceedings*, 790, 101. <https://doi.org/10.1063/1.2084711>
- Giasirani, S., & Sofos L. (2016). Production and Evaluation of Educational Material Using Augmented Reality for Teaching the Module of "Representation of the Information on Computers" in Junior High School. *Creative Education*, 7(09), 1270-1291. DOI: [10.4236/ce.2016.79134](https://doi.org/10.4236/ce.2016.79134)
- Giasirani, S., & Sofos, L. (2017). Flow experience and educational effectiveness of teaching informatics using AR. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(4), 78-88. <https://www.jstor.org/stable/26229207>
- Güngördü, D. (2018). *The effect of augmented reality applications on secondary school students' achievement of atom models and their attitudes (M.S Thesis)*. Kilis 7 Aralık University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Mathematics and Science Education of Science Education, Kilis. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Hançer, A.H., Şensoy, Ö., & Yıldırım, H.İ. (2003). An evaluation about the importance of contemporary science education at elementary schools and how this kind of science teaching must be. *Pamukkale University Journal of Education*, 13(13), 80-88. <https://dergipark.org.tr/en/pub/pauefd/issue/11130/133116>
- Hsiao, H. S., Chang, C. S., Lin, C. Y., & Wang, Y. Z. (2016). Weather observers: a manipulative augmented reality system for weather simulations at home, in the classroom, and at a museum. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 205-223, <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.834829>
- Huang, T.C., Chen, C.C., & Chou, Y.W. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers & Education*, 96, 72-82. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>
- Ibanez, M.B., Di Serio, A., Villaran, D., & Kloos, C.D. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004>
- Ivanova, M., & Ivanov, G. (2011). Enhancement of learning and teaching in computer graphics through marker augmented reality technology. *International Journal on New Computer Architectures and Their Applications*, 1(1), 176-184. [http://sdiwc.net/ijncaa/previous-issue-\(vol.-1,-no.-1\)](http://sdiwc.net/ijncaa/previous-issue-(vol.-1,-no.-1))
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational researcher*, 33(7), 14-26. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probe ware with environmental education field trips. *Computers ve Education*, 68, 545-556. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>
- Kesim, M., & Özarslan, Y. (2012). Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia- Social and Behavioral Science*, 47, 297-302. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.654>
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6>
- Klopfer, E., & Yoon, S. (2005). Developing games and simulations for today and tomorrow's tech savvy youth. *TechTrends*, 49(3), 41-49. <https://doi.org/10.1007/BF02763645>
- Korkmaz, H., & Kaptan, F. (2001). The effects of project-based learning on elementary school students' academic achievement, academic self-concepts and study time in science education. *Hacettepe*

- University Journal of Education, 20, 193-200,
<http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/yonetim/icerik/makaleler/933-published.pdf>
- Kul, S. (2014). Interpretation of statistical results: what is p value and confidence interval? *Plevra Bülteni*, 8(1), 11.
<https://www.proquest.com/docview/1511121053?parentSessionId=9U%2ByM0nw9NIBwp%2FFWmD%2FLH604cTnqRJWFbTGYJilx6s%3D>
- Küçük, S., Kapakin, S., & Göktaş, Y. (2015). Medical Faculty Students' Views on Anatomy Learning via Mobile Augmented Reality Technology. *Journal of Higher Education and Science*, 5(3), 316-323. DOI: [10.5961/jhes.2015.133](https://doi.org/10.5961/jhes.2015.133)
- Kye, B., & Kim, Y. (2008). Investigation of the relationships between media characteristics, presence, flow, and learning effects in augmented reality based learning. *International Journal for Education Media and Technology*, 2(1), 4-14. <https://jaems.jp/contents/iconej/vol2/IJEMT2.4.14.pdf>
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), 13- 21. <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>
- Matcha, W., & Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory study on collaborative interaction through the use of augmented reality in science learning. *Procedia computer science*, 25, 144-153. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.018>
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Realty Visual Displays. *IEICE Transactions on Information Systems*. 12, 1-15. <https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram IEICE 1994.pdf>
- Onbaşılı, Ü. İ. (2018). The Effect of Augmented Reality Practices on the Attitudes of Primary School Students Towards Augmented Reality Practices and Science Motivation isi. *Ege Journal of Education*, 19(1), 320-337. <https://doi.org/10.12984/egcefd.390018>
- Önal, N. (2017). Do augmented reality education practices have an impact on primary school mathematics teacher candidates' academic motivations? *Journal of the Human and Social Science Researches*, 5, 2847-2857. <https://dergipark.org.tr/en/pub/itobiad/issue/31500/347510>
- Özarslan, Y. (2011). Enhancing Learning and Teaching with Augmented Reality: OptikAR Application. 5. International Computer & Instructional Technologies Symposium, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 22-24. <https://ab.org.tr/ab13/bildiri/155.pdf>
- Rambli, D. R. A., Matcha, W. & Sulaiman, S. (2013). Fun learning with AR alphabet book for preschool children. *Procedia Computer Science*, 25, 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.026>
- Sabah, L., & Şimşek, M. (2018). Spatial Mobile Campus Information System via Augmented Reality Methods. *Duzce University Journal of Science and Technology*, 6(3), 637-649. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dubited/issue/35736/362677>
- Saygıner, Ş., & Seferoğlu, S. S. (2017). *Eğitim ortamlarında kullanılan artırılmış gerçeklik yazılımları: karşılaştırmalı bir inceleme*. 1. International Educational Technologies Symposium, Sivas, 1-33. https://yunus.hacettepe.edu.tr/~sadi/yayin/UETS2017_Sayginer-Seferoglu_ArtirilmisGerceklik.pdf
- Sommerauer, P., & Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79, 59-68. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.013>
- Squire, K.D., & Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 5-29. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9037-z>
- Şentürk, M. (2018). *The investigation with solomon four-group design on the effect of using mobile augmented reality(ar) applications in the unit titled "solar system and beyond" in the seventh-grade on the students' academic success, motivation, science and technology attitude* (Master's Thesis). Kocaeli University Institute of Science and Technology, Kocaeli. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/415844>
- Winkler, T., Herczeg, M., & Kritzenberger, H. (2002). Mixed reality environments as collaborative and constructive learning spaces for elementary school children. *In World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, EFF-089 (1), 1034-1039. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED477046.pdf>



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

Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanımının Fen Eğitiminde Öğrenci Başarılarına ve Derse Karşı Motivasyonlarına Etkisi¹

Saliha Sarıyıldız², Paşa Yalçın³, Sema Altun Yalçın⁴

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 10.02.2024
Kabul Tarihi: 05.11.2024
Yayın Tarihi: 16.11.2024

Anahtar Kelimeler

Akademik başarı
Artırılmış gerçeklik
Fen eğitimi
Saf madde ve karışımlar

Özet

Bu çalışmanın amacı 7. sınıf Fen Bilimleri dersi "Saf Madde ve Karışımlar" ünitesinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına ve derse karşı motivasyonlarına etkisini araştırmaktır. Çalışma 2019-2020 eğitim-öğretim yılında 7. sınıfta öğrenim gören 76 öğrenci ile gerçekleştirildi. Araştırmada nicel ve nitel yaklaşımların birlikte yer aldığı karma yöntem kullanıldı. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak nicel veriler, öğrenciler ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak da nitel veriler elde edildi. Kontrol grubunda dersler MEB müfredat programının öngördüğü şekilde işlenirken, deney grubunda programın öngördüğü şeklin yanında artırılmış gerçeklik uygulamaları da eklenerek işlendi. Ön test ve son test olarak "Saf Madde ve Karışımlar Ünitesi Akademik Başarı Testi", "Fen Bilimleri Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği" kullanıldı. Nitel verilerin elde edilmesinde ise araştırmacı tarafından oluşturulan "Artırılmış Gerçeklik Öğrenci Görüşme Soruları" kullanılarak yarı yapılandırılmış bir şekilde görüşmeler gerçekleştirildi. Araştırma sonucunda derslerde artırılmış gerçeklik öğrenme materyali kullanımının öğrencilerin akademik başarılarını ve derse karşı olan motivasyonlarını artırdığı tespit edildi. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmeler, derslerde artırılmış gerçeklik uygulamasının kullanılmasını eğlenceli, dikkat çekici, merak uyandırıcı ve anlamayı kolaylaştırıcı olarak bulduklarını göstermektedir.

For Citation

Sarıyıldız, S., Yalçın, P. ve Altun Yalçın, S. (2024). Artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanımının fen eğitiminde öğrenci başarılarına ve derse karşı motivasyonlarına etkisi. *MSKU Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2), 261-292. DOI: 10.21666/muefd.1384620

Giriş

Günlük hayatın bir parçası olan fen bilimleri, bilgi ve teknoloji çağında bireyin içinde bulunduğu çevreyi, bilimin değerini ve yaşantı üzerindeki etkisini anlamasını, bilimsel yöntem süreciyle düşünme ve problem çözme becerilerinin kazandırıldığı bir disiplindir (Hançer vd., 2003; Korkmaz ve Kaptan, 2001). Gün geçtikçe fen okuyazarı bireylere olan ihtiyaç artmaktayken birden çok uyarıcıya maruz kalan öğrencilerin ilgisini fen bilimlerine çekmek zorlaşmaktadır. Mevcut ders kitapları ve diğer konu anlatım materyalleri öğrencilerin ilgisini çekmekte yetersiz kalmaktadır. Özellikle öğrencilerin somutlaştıramadıkları, gözlem yapma imkânının olmadığı konularda daha önemli bir sorun haline gelen bu durum, fen eğitimini veren öğretmenleri de yenilikçi yöntemleri derslerinde kullanmaya teşvik etmektedir (Ketchen, 2014). Fen Bilimleri dersinde birçok soyut kavram ve terim, deneyimlenemeyecek olay ve durumları içeren konuların bulunmasından dolayı öğrenme ortamlarında eğitim teknolojilerinin kullanılması öğrencilere pek çok fırsat sunmaktadır.

Günümüzde değişen ve gelişen teknoloji birçok alışkanlığımızı değiştirerek hayatımızın hemen her alanında yaygın olarak kullanılır duruma gelmiştir. Eğitimde bu alanlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. "Eğitim teknolojileri" kavramı olarak ortaya çıkan bu değişim teknolojiyi bir yaklaşım,

¹ Bu makale birinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

² Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi- salihasyildiz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2660-5692>

³ Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi - pasayalcin@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8085-7914>

⁴ Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi- saltun_11@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6349-2231>

öğrenme modeli ya da bir yöntemle beraber pedagojik olarak ilişkilendirmeyi ifade etmektedir. Teknolojinin öğretim süreçlerinde etkin bir şekilde kullanılmasıyla pek çok fayda sağlayacağı öngörülmektedir (Anıl ve Batdı, 2020).

Son zamanlarda eğitimde kullanılan ve en çok dikkat çeken teknolojik uygulamalardan biri de Artırılmış Gerçeklik (AG) olarak ifade edilen Augmented Reality (AR) teknolojisidir. Hayatımızın her alanında işimizi kolaylaştırmayı hedefleyen teknolojik uygulamalardan biri olan artırılmış gerçeklik artan ilgiye bağlı olarak reklamcılıktan sanayiye, spordan eğlenceye, sağlıktan askeriye, arkeolojiden eğitime, medyadan tasarıma hemen hemen her alanda kullanılmaya başlanmıştır (Sabah ve Şimşek, 2018; 38). Azuma'nın (1997) tanımına göre artırılmış gerçeklik, gerçek dünya üzerine sanal nesnelerin yerleştirilmesidir. Bir başka ifade ile artırılmış gerçeklik (augmented reality), gerçek dünya görüntüsünün üzerine bilgisayar, tablet ya da telefon gibi teknolojik bir araç yardımıyla sanal görüntülerin gerçek zamanlı olarak aktarılmasıyla bir araya getirilmesidir (Özarslan, 2011). Milgram ve Kishino (1994), artırılmış gerçekliği "Gerçek dünya nesnelere yerine dijital ortam ürünlerinin kullanıldığı gerçeklik ortamıdır" şeklinde ifade etmiştir. Özarslan'ın (2011) yaptığı tanıma göre artırılmış gerçeklik; gerçek dünya görüntüsünün üzerine bilgisayar, tablet ya da telefon gibi teknolojik bir araç yardımıyla sanal görüntülerin gerçek zamanlı olarak aktarılmasıyla bir araya getirilmesidir.

AG (Augmented reality) teknolojisi 4 farklı çevre biriminin kombinasyonudur. Bu çevre birimleri; öncelikli olarak kamera, ikinci olarak bilgisayar alt yapısı, üçüncü olarak bir işaretleyici ve son olarak gerçek dünyadan oluşmaktadır. Artırılmış gerçeklik bu farklı dört birimin 3D olarak gerçek dünyada konumlandırılması olarak görülebilir (Çakal ve Eymirli, 2012).

AG ile yapılandırılan öğrenme ortamları öğrenciler arasında doğal iletişim sağlamakta, nesnelerin üç boyutlu sanal görüntülerini fiziksel ortam üzerinde deneyimleme fırsatı sunmakta, eğlenceli ve dikkat çekici öğrenme ortamlarının oluşmasını sağlamaktadır (Kesim ve Özarslan, 2012).

Artırılmış gerçeklik öğrenme materyali derste kullanılarak öğrencinin öğrenmekte zorlandığı, deney yapılması ve incelenmesi zor olan konularda öğretim ortamı bir artırılmış gerçeklik laboratuvarına çevirebilir. Özellikle fen bilimleri dersinde, soyut kavramları somutlaştırmak, öğrencileri araştırma ve sorgulamaya yöneltmek ve nitelikli fen öğretimi için teknolojik uygulamalardan faydalanmak önemli bir gereklilik olarak gözükmektedir.

Bu çalışmada 7. sınıf fen bilimleri dersi "Saf Madde ve Karışımlar" ünitesinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılmasının öğrenci akademik başarılarına ve derse karşı motivasyonlarına etkisini araştırıldı. Yapılan çalışmada artırılmış gerçeklik uygulamalarının fen bilimleri dersinde kullanılmasının öğrenci akademik başarılarına ve motivasyonlarına etkisinin araştırılması bakımından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Öğrenme ortamında teknolojik ürünlerden biri olan artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılmasının sağlayacağı olumlu ya da olumsuz durumların belirlenerek gelecek çalışmalara ışık tutması beklenmektedir.

Bu kapsamda araştırmanın problemi "7. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Saf Madde ve Karışımlar ünitesinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılmasının öğrenci akademik başarılarına ve derse yönelik motivasyonlarına etkisi nedir?" şeklinde belirlendi. Alt problemler olarak ise:

1. "Artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımı fen bilimleri ders başarısını etkiler mi?"
2. "Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğretim materyali olarak kullanımı öğrencilerin derse karşı motivasyonlarını etkiler mi?"
3. "Öğrencilerin öğretimde artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğretim materyali olarak kullanımına ilişkin düşünceleri nelerdir?" sorularına yanıt aranmıştır.

Literatür İncelemesi

Artırılmış gerçeklik sanal veri ve nesnelerin fiziki ortam üzerine aktarılmasıyla kullanıcının hem gerçek dünya nesneleriyle hem de sanal nesnelerle etkileşim içinde bulunmasını sağlayan ortamlar sunmaktadır. Öğretim ortamına yeni bir bakış açısı sağlayan AG' nin eğitimde kullanımı üzerine literatürde yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Bu noktada Di Serio vd., (2013) tarafından sunum temelli öğrenme ortamıyla artırılmış gerçeklik temelli öğrenme ortamının öğrenci motivasyonuna etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda artırılmış gerçeklik temelli öğrenme ortamındaki öğrencilerin derse karşı memnuniyet düzeylerinin daha fazla olduğu ve derse daha dikkatli katıldıkları yapılan araştırmalarla gösterilmiştir. Benzer şekilde alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde AG destekli öğretim ortamının; öğrencilerde ders etkinliklerine aktif olarak katılımı artırdığı, motivasyonu artırdığı

(Giasiranis ve Sofos, 2016; Chang ve Hwangy, 2018), öğrencinin ön yargıyla yaklaştığı zor konuların öğrenilmesini kolaylaştırdığı (Ivanova ve İvanov, 2011; Enyedy vd., 2015; Kamarainen vd., 2013; Yuen vd., 2011), öğrencilerin çevresiyle iş birliği içerisinde olmasına katkı sağladığı (Billinghurst, 2002; Dunleavy, Dede ve Mitchell, 2009), öğrencinin hayal gücünü geliştirdiği ve farklı bakış açıları kazandırarak yaratıcı ve bilimsel düşünme becerisi kazanmasına katkı sağladığı (Klopfer ve Yoon, 2005; Squire ve Jan, 2007), AG uygulamalarıyla derslerin daha eğlenceli olarak geçmesi sağlandığı (Dunleavy, Dede ve Mitchell, 2009; Ibanez vd., 2014; Rambli, Matcha ve Sulaiman, 2013). öğrencilerin ders başarılarını artırdığı (Hsiao vd., 2016; Huang vd., 2016; Sommerauer ve Müller, 2014; Estapo ve Nadolny, 2015) gibi tespitlere ulaşılmıştır. Alanyazında öğrenme-öğretme süreçlerine AG'nin entegre edilmesi ile farklı alanlardaki uygulamalarına ilişkin yapacağı katkılar ve AG nin önemi ortaya konulmuştur. Ancak özellikle fen öğretiminde kullanılabilecek AG araştırmalarının bazı konularda yeterli düzeyde olmadığı görülmüştür. Fen bilimleri dersinde soyut kavramların fazla olması, deney yapılması ve incelemesi zor olan konuların bulunması sebebiyle yenilikçi teknolojik araçlardan biri olan artırılmış gerçeklik öğrenme materyalinin kullanılmasıyla derse yönelik ilginin artmasını sağladığı, birden fazla duyu organına hitap ederek öğrenmeyi kolaylaştırdığı ve böylelikle ders başarısını artırdığı düşünülmektedir (Kapucu, 2020).

Fen bilimleri konularından insan anatomisinin öğretiminde artırılmış gerçeklik uygulamaları üç boyutlu görselleştirmeler sağlayarak öğrencinin fiziksel ortamda etkileşime girerek incelemesine olanak sağlamaktadır. Örneğin bir akciğer modelini avuç içine alarak inceleyebilme imkanı sunulmaktadır. Güneş Sistemi konularında artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla gerçek dünya üzerinde güneş sistemine ait üç boyutlu simülasyonlarla etkileşim sağlanabilmektedir. Böylelikle öğrenme ortamında incelenmesi mümkün olmayan cisimler öğretim ortamında değişik perspektiflerde etkileşime dayalı olarak görselleştirmelerle somutlaştırılmaktadır (Nielsen vd., 2016). Bu çalışmaların bir tanesinde Şentürk (2018), yedinci sınıf fen bilimleri dersi "Güneş Sistemi ve Ötesi Ünitesi" kapsamında AG ile desteklenen öğretim etkinliklerinin öğrencilerin fen öğretimine yönelik akademik başarılarına, fen bilimlerine karşı motivasyonlarına, fen tutumlarına, teknolojiye yönelik tutumlarına ve AG uygulamalarına yönelik tutumlarına etkisini araştırmıştır. Çalışmadan elde ettiği sonuçlarda öğrenci akademik başarıları, motivasyon, teknolojiye karşı tutum yönünden deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğunu rapor etmiştir.

İlgili alan yazın incelendiğinde fen bilimleri dersinde artırılmış gerçeklik uygulamaları kullanımının etkisi üzerine yapılan çalışmalarda özellikle Uzay Araştırmaları, Güneş, Dünya ve Ay, Güneş Sistemi ve Ötesi: Gök Cisimleri, Vücutumuzdaki Sistemler, Canlıları Tanıyalım üniteleri üzerine yoğunlaştığı görülmüştür. Yapılan bu çalışmada da soyut kavramlarının olması, öğrencilerin merak ettiği ayrıca deney yapılması ve incelenmesi zor olan konu ve kazanımları içermesi bakımından Maddenin Tanecikli Yapısı ve Saf Maddeler konusu ele alınarak artırılmış gerçekliğin derslerde kullanımı üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

Yöntem

Araştırma Deseni

Araştırmada nicel ve nitel verilerin birlikte yer aldığı karma yöntem kullanıldı. Karma yöntem nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte verilerin kullanılarak sonuçların elde edilmesidir (Johnson ve Onwuegbuzie, 2004). Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanıldı. Araştırmanın nitel kısmı için ise içerik analizi kullanıldı. İçerik analizi, fazla sayıdaki metinlerin belli kategoriler altında sınıflandırılması sistemine dayanmaktadır. İçerik analizlerinin temel amacı eldeki verileri düzenleyip temalarını saptayabilmektir (Yavuz ve Yavuz, 2017).

Katılımcılar

Bu araştırmanın çalışma grubunu 2019-2020 eğitim öğretim yılında Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan bir ilde Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı bir ortaokulda 7. sınıfta öğrenim gören 76 öğrenci oluşturmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler ise deney grubu örnekleminin içerisinde yer alan 16 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama Araçları ve Süreç

Bu çalışma da fen bilimleri dersi "Saf Madde ve Karışımlar" ünitesinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılmasının öğrenci akademik başarılarına ve derse yönelik motivasyonları araştırıldı. İki şube deney grubu ve iki şube kontrol grubu olarak toplamda dört şube ile araştırma gerçekleştirildi. Deney ve kontrol grupları belirlenirken gruplarda öğrenci başarı homojenliği göz önünde bulunduruldu.

Her iki grup için de konuyu kapsayan Erden Alan ve Okur Akçay (2020) tarafından hazırlanan "Maddenin Tanecikli Yapısı ve Saf Maddeler Konu Alanı Başarı Testi" uygulandı. Test hazırlanırken 46 ünite konu kazanımları dikkate alınarak MEB'in yayımlamış olduğu kazanım testlerinden yararlanıldı. Hazırlanan soruların geçerlik ve güvenilirlik çalışması konuyu daha önceden öğrenmiş olan 65 kişiden oluşan 8. sınıf öğrencilerine uygulanarak yapıldı. 25 tane çoktan seçmeli sorudan oluşan testin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,762 olarak bulundu. Akademik başarı testi gruplara konu anlatımından önce uygulanarak ön test yapıldı. Ardından deney ve kontrol gruplarının amacına yönelik olarak deney grubuna üç haftalık süre boyunca Saf Madde ve Karışımlar Ünitesi'nin belirlenen konu kısımları normal ders müfredatı ile birlikte artırılmış gerçeklik uygulaması eklenerek işlendi. Kullanılacak olan artırılmış gerçeklik uygulamaları konu kazanımlarını en iyi kapsayacak şekilde seçilerek bu amaçla Android ve IOS işletim sistemine sahip mobil cihazlarda, tabletlerde rahatlıkla indirilip kullanılacak uygulamalar olan "Armolvis", "Rapp Chemistry", "Atom Modeli", "Chemistry AR", "Molecular Experience" ve "Atoms Revealed AR" uygulamalarına karar verildi. Deney grubunda bulunan öğrencilere bir hafta öncesinde gerekli bilgilendirmeler yapılarak tablet ya da telefonlarına belirlenen konuyu kapsayan materyalleri içeren artırılmış gerçeklik uygulamaları belirtilerek indirilmiş şekilde gelecek derse hazır olarak gelmeleri sağlandı. Kontrol grubunda ise belirlenen konu kısımları MEB programının öngördüğü şekliyle ders müfredatına uygun bir şekilde işlendi. Her iki grup arasında da tek farklılığın artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğretim materyali olarak kullanılma durumunun olmasına dikkat edildi. Araştırmayı etkileyecek diğer olumsuz etkiler en aza indirilerek en verimli sonuçlara ulaşılması hedeflendi. Bu kapsamda deney ve kontrol gruplarındaki sınıf homojenliğinin yanı sıra dört sınıfa da aynı öğretmenin ders işleme sağlanarak öğretmen faktöründen kaynaklanacak etkilerde ortadan kaldırılmaya çalışıldı.

Çalışmada artırılmış gerçeklik uygulamalarının derse karşı olan motivasyon durumunu incelemek için Dede ve Yaman (2008) tarafından geliştirilen "Fen Bilimleri Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği" kullanıldı. Beşli likert tipinde 23 maddeden oluşan test ilköğretim II. kademedeki bulunan 421 öğrenciye uygulanarak son hali elde edilmiştir. Ölçeğin geçerliğini belirlemek için açılımlı faktör analizi yapılmış ve ölçeğin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı 0,80 olarak bulunmuştur. Geliştirilmiş bu ölçek deney ve kontrol gruplarına ön test son test olarak uygulandı. Elde edilen veriler incelenerek derse karşı olan motivasyon durumları arasındaki ilişki istatistiksel olarak belirlendi. Araştırmanın nitel verileri elde edilirken ise deney grubunda belirlenen süre içinde MEB' in öngördüğü ders müfredatı ile birlikte artırılmış gerçeklik uygulaması ile ders işlendikten sonra yansız olarak seçilen öğrencilerle bire bir görüşmeler yapıldı. Bu görüşmede öğrencilere artırılmış gerçeklik uygulamasıyla ilgili ders işlenmesi hakkında araştırmacı tarafından geliştirilen "Artırılmış Gerçeklik Görüşme Soruları" sorularak mülakat gerçekleştirilerek öğrencilerden gelen dönütler çalışmaya dahil edildi. Araştırmada görüşme soruları oluşturulurken çalışmanın problemine ve amacına uygun araştırma soruları oluşturulmaya dikkat edildi. Ölçeğin kullanımı ile ilgili olarak güvenilirlik çalışmaları yapıldı. Görüşme sorularının güvenilirliği farklı kodlayıcıların ayrı ayrı yaptıkları kodlamalar arasındaki uyuma bakılarak sağlandı. Farklı iki araştırmacı aynı görüşmeleri ayrı ayrı kodladı ve ardından sonuçlar karşılaştırılarak kontrol kodlaması yapıldı. Yapılan güvenilirlik çalışmasında görüşme soruları için güvenilirlik katsayısı %86 olarak bulundu. Bu katsayının hesaplanmasında Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen Güvenirlik=(Görüş birliği/(Görüş birliği+Görüş ayrılığı))×100 bağıntısı kullanıldı. Alan yazında kodlayıcı güvenilirliğine yönelik olarak iki kodlayıcı arasındaki uyuma yüzdesinin %70 den yüksek olmasının yeterli olduğu kabul edilmiştir (Batdı ve Oral, 2020).

Verilerin Analizi

Araştırma verilerini elde etmek amacıyla kullanılan "Saf Madde ve Karışımlar Ünitesi Akademik Başarı Testi", "Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği" ve "Artırılmış Gerçeklik Görüşme Soruları" uygun istatistiksel yöntemler belirlenerek yapıldı. "Saf Madde ve Karışımlar Ünitesi Akademik Başarı Testi" ve "Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği" verilerinin normallik analizleri sonuçlarına göre parametrik veya parametrik olmayan testlerden uygun olanları kullanılarak analiz edildi.

"Artırılmış Gerçeklik Görüşme Soruları" verilerinin analizinde öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler içerik analizi yöntemiyle değerlendirildi. Elde edilen veriler değerlendirilirken öğrencilere Ö1, Ö2, Ö3,Ö16 numaraları verilerek yapılan görüşmeler kâğıda aktarılarak analiz edildi. Analiz aşamasında sorulara verilen cevaplar soru türüne ve verilen cevaplara göre tema ve kodlara ayrıldı. Verilen cevaplar oluşturulan tema ve kod tablosuna aktarılarak frekans ve yüzde değerleriyle analizi gerçekleştirildi. Ayrıca öğrencilerin artırılmış gerçeklik öğrenme materyalinin derslerde kullanılmasıyla ilgili sorulara verdiği cevaplardan birkaç örnek verilerek de analiz süreci gerçekleştirildi.

Bulgular

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi derste artırılmış gerçeklik uygulamaları kullanılmasının öğrenci akademik başarısına etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda deney ve kontrol gruplarında belirtilen yöntemler ışığında yapılan akademik başarı testlerinin istatistiksel yöntemlerle analizi yapılarak "Deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin ön test artırılmış gerçeklik başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?" sorusuna ilişkin değerlendirmeler yapıldı.

Deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin ön test artırılmış gerçeklik başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Araştırma problemine uygun analiz yöntemini belirlemek için öncelikle deney ve kontrol gruplarının ön test artırılmış gerçeklik puanlarına ilişkin normallik testleri yapıldı. Yapılan analiz sonucunda verilerin dağılımı normal çıkarsa parametrik testler yapılabilir (Can, 2016). Elde edilen nicel verilerin anlamlılık değeri (p) değerlendirildiğinde deney ve kontrol gruplarının ön test başarı puanlarının normal bir dağılım gösterdiği sonucuna ulaşıldı. Deney ve kontrol gruplarının varyanslarının normal bir dağılıma sahip olduğu belirlendikten sonra ön test başarı puanları arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımsız gruplar t testi (independent samples test) yapıldı. Bağımsız gruplar t testi, iki farklı örneklem grubundan elde edilen ortalamalar arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını test etmek için kullanılır (Büyüköztürk, 2011). Yapılan bağımsız gruplar t testi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 1'e aktarıldı.

Tablo 1. Deney ve kontrol grubu ön test başarı puanları arasındaki ilişki

Gruplar	N	\bar{x}	Ss	T	Sd	p
Deney	38	28.21	6.53			
Kontrol	36	29.72	9.69	-.974	58.80	.334*

* $p > .05$ Deney ve kontrol gruplarının Saf Madde ve Karışımlar Başarı Testi'nden ön test başarı puanları arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan bağımsız gruplar t testi sonucunda p anlamlılık değerinin .334 olduğu görülmektedir. Anlamlılık değeri 0.05'den büyük olduğu için deney ve kontrol gruplarının ön test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşıldı. Bu durum deney ve kontrol gruplarının ön test akademik puanları arasında fark olmaması açısından önem taşımaktadır.

Deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin son test artırılmış gerçeklik başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Araştırma problemine uygun analiz yöntemini belirlemek için öncelikle deney ve kontrol gruplarının son test artırılmış gerçeklik puanlarına ilişkin normallik testleri yapıldı. Elde edilen betimsel istatistik değerleri incelendiğinde deney ve kontrol gruplarında çarpıklık ve basıklık değerleri ve anlamlılık değerlerinden yola çıkılarak puanların normal dağılım gösterdiği sonucuna ulaşıldı. Grupların son test başarı puanlarının normal olduğu belirlendikten sonra aralarında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımsız gruplar t testi yapıldı. Elde edilen bulgular Tablo 2'ye aktarıldı.

Tablo 2. Deney ve kontrol grubu son test başarı puanları arasındaki ilişki

Gruplar	N	\bar{x}	Ss	T	Sd	p
Deney	40	50.23	16.17	2.46	67.55	.017*
Kontrol	36	42.61	10.49			

*p<.05

Deney ve kontrol grupları son test akademik puanları bulguları değerlendirildiğinde deney grubu son test akademik başarı puanı ortalama değerinin 50.23 olduğu kontrol grubunun ortalama değerinin 42.61 olduğu görülmektedir. Anlamlılık değeri ise .017 olarak elde edilmiştir. P değerinin 0.05'den küçük olması deney ve kontrol grupları arasında son test akademik başarı puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt probleminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrenci motivasyonuna etkisini araştırmak amaçlandı. Bu amaç doğrultusunda deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test olarak uygulanan "Artırılmış Gerçeklik Motivasyon Ölçeği"nden elde edilen veriler uygun istatistiksel yöntemlerle analiz edildi.

Verilerin analiz aşamasında hangi istatistiksel yöntemin uygulanmasına karar verebilmek amacıyla öncelikle deney ve kontrol grubu ön test son test verilerine normallik analizi yapılarak puanların parametrik test varsayımlarını karşılayıp karşılamadığına karar verildi. Yapılan analizler neticesinde deney grubunun ön test ve kontrol grubunun ön test motivasyon puanları normal dağılım gösterirken deney grubu son test ve kontrol grubu son test motivasyon puanlarının normal dağılım göstermediği sonucuna ulaşıldı.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test motivasyon puanları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

Parametrik test varsayımlarını karşıladığı için deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön test motivasyon puanları arasındaki ilişkiyi analiz etmek amacıyla bağımsız gruplar t testi (independent samples test) uygulandı. Elde edilen istatistiksel sonuçlar Tablo 3'e aktarıldı.

Tablo 3. Deney ve kontrol grubu ön test motivasyon puanları arasındaki ilişki bağımsız gruplar t testi sonuçları

Gruplar	N	\bar{x}	Ss	T	Sd	p
Deney	38	96.42	9.03	-.644	72	.522
Kontrol	36	97.83	9.82			

p>.05

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda motivasyon puan ortalamalarının birbirine yakın olduğu ($\bar{X}_{deney}=96.42$ ve $\bar{X}_{kontrol}=97.83$) görülmesi birlikte anlamlılık değeri p .522 olarak hesaplanarak 0.05 değerinden büyük olduğu için deney ve kontrol grupları arasında ön test motivasyon puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı yani gruplardaki öğrencilerin ön test motivasyon düzeylerinin benzer düzeyde olduğu görülmektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test motivasyon puanları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

Her iki grubun son test motivasyon puanlarının normal dağılıma sahip olmaması sonucunda parametrik olmayan testlerden mann-whitney u testi uygulandı (Can, 2016). Yapılan istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Tablo 4'e aktarıldı.

Tablo 4. Deney ve kontrol grubu son test motivasyon puanları arasındaki ilişkiyi gösteren mann-whitney u testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney	40	43.53	1741	519	.036
Kontrol	36	32.92	1185		

p<.05

Yapılan analiz sonucunda anlamlılık değeri 0.05 değerinden küçük olduğu için deney ve kontrol gruplarının son test motivasyon puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. (p=0.036; p<0.05; Kul, 2014). Sıra ortalaması değerlerine bakıldığında deney grubu öğrencilerinin daha yüksek motivasyona sahip olduğu görüldü.

Deney Grubu Öğrencilerinin Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarına İlişkin Görüşleri

Deney grubu öğrencileriyle artırılmış gerçeklik uygulamalarına ilişkin görüşmeler gerçekleştirildi. On altı öğrenciyle yarı yapılandırılmış bir şekilde sekiz maddeden oluşan görüşme soruları öğrencilere sorularak elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle aşağıdaki verilen sıraya göre sorularak değerlendirildi.

Artırılmış gerçeklik uygulamalarını daha önce biliyor muydunuz veya kullanmış mıydınız? Kullandıysanız hangi amaçla kullanmıştınız?

Deney grubundan seçilen on altı öğrencileriyle yapılan görüşmeler sonucunda on beş öğrenci artırılmış gerçeklik uygulamalarını daha önce hiç duymadıklarını, bilmediklerini ifade ederek ilk defa derste kullandıklarını belirtmişlerdir. Sadece bir öğrenci iletişim araçlarında bulunan uygulama mağazasında gördüğünü, ne olduğunu merak edip indirdiğini fakat nasıl kullanıldığını anlamadığı için kullanmadığını söylemiştir.

Artırılmış gerçeklik uygulamasını kullanarak ders işlemek öğrenmenize nasıl etki etti? Niçin?

Görüşmeye katılan tüm öğrenciler artırılmış gerçeklik uygulamasını kullanarak ders işlemenin öğrenmelerine olumlu katkı sağladığını belirtmişlerdir. Niçin sorusuna ise derslerin eğlenceli olması, konuya ait içerikleri görsel bir şekilde 3 boyutlu olarak görmeleri, meraklarının artmasını sağladığını, maddelerin tanecikli yapısını görerek derse olan ilgilerinin artması, kolay bir şekilde öğrenmeye katkı sağlaması olarak dile getirmişlerdir.

Tablo 5. "Artırılmış gerçeklik uygulamasını kullanarak ders işlemek öğrenmenize nasıl etki etti? Niçin?" sorusuna ilişkin öğrenci görüşleri

Tema	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
AG uygulamalarını kullanarak ders işlemenin olumlu yönleri	Eğlenceli sınıf ortamı	4	25
	3 boyutlu görsellik	5	31.3
	İlgiyi artırma	2	12.5
	Kolay öğrenme	3	18.8
	Merak uyandırma	2	12.5

Cevaplar incelendiğinde; genel olarak görüşmeye katılan öğrenciler AG uygulamasını kullanarak ders işlemenin öğrenmelerine olumlu katkı sağladığını belirtmişlerdir. Bunun nedeni olarak da dersin daha eğlenceli geçmesi, merak uyandırması, 3 boyutlu görseller sağlayarak ilgiyi artırması, kolay öğrenmeyi sağladığını belirten ifadelerle yer verilmiştir.

"Artırılmış gerçeklik uygulamasını kullanarak ders işlemek öğrenmenize nasıl etki etti? Niçin?" sorusuna ilişkin öğrencilerin bazıları düşüncelerini aşağıdaki şekilde ifade etmiştir.

Ö1: "... Daha kolay. Normalde sıkıcı oluyordu. Böyle daha eğlenceli..."

Ö2: "... İyi... Şekillerini 3 boyutlu gördüm merakım daha da arttı. İyi öğrendim..."

Ö3: "... Kolay öğrendim. Öğretmeni anlatırken anlamıyordum. Gerçek gibi atom modellerini gördüm. Daha eğlenceli oldu..."

- Ö4: "... İyi... Eğlenceli bir sınıf ortamı vardı görsellerle resimlerle 3 boyutlu olarak kolaylıkla öğrendim..."
Ö5: "... Daha iyi anladım. Konuya ilgi duydum. Öğrenmemi kolaylaştırdı. Sorulara cevap verebildim..."

Derste AG uygulaması kullanırken neler hissettin?

Yapmış olduğumuz görüşmede öğrencilere "AG uygulamasını kullanırken neler hissettin?" sorusu yöneltildi verilen cevaplar incelenerek Tablo 6'ya aktarıldı.

Tablo 6. "Derste AG uygulaması kullanırken neler hissettin?" sorusuna ilişkin öğrenci görüşleri

Tema	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
AG uygulamasına karşı hissedilen duygu	Heyecan	5	31.3
	Mutluluk	3	18.8
	Eğlenceli	4	25
	İlginç	2	12.5
	Merak	2	12.5

Tablo 6' da yapılan görüşmelerdeki "Derste AG uygulaması kullanırken neler hissettin?" sorusuna ilişkin öğrenci cevaplarına yer verilmiştir. Cevaplar incelendiğinde öğrencilerden en çok derse karşı olan heyecanlarının arttığı görüşü alınmıştır (f=5). Eğlenceli (f=4), mutluluk (f=3), ilginç (f=2) ve merak uyandırdığı (f=2) öğrencilerin verdiği cevaplar olarak kodlanmıştır.

"Derste AG uygulaması kullanırken neler hissettin?" sorusuna ilişkin bazı öğrenci görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

- Ö2: "... Heyecanlandım, mutlu oldum, eğlendim..."
Ö3: "... Heyecanlandım, merak ettim..."
Ö4: "... Merak ettim..."
Ö7: "... Heyecanlı ve mutlu oldum..."
Ö12: "... İlginç geldi, eğlendim, merak ettim..."
Ö16: "... İlginç geldi, meraklandım, mutlu oldum..."

AG uygulamasını kullanırken zorlandın mı?

Öğrencilere "AG uygulamasını kullanırken zorlandın mı?" sorusu yönlendirildi ve alınan cevaplar incelenerek Tablo 7'ye aktarıldı.

Tablo 7. "AG uygulamasını kullanırken zorlandın mı?" Sorusuna ilişkin öğrenci görüşleri

Tema	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
AG uygulamasını kullanırken zorlanma durumu	Kısmen	4	25
	Hayır	12	75

Tablo 7'de "AG uygulamasını kullanırken zorlandın mı?" Sorusuna ilişkin öğrenci görüşlerine yer verilmiştir. Görüşme yapılan öğrencilerden 4 öğrenci biraz zorlandığını 12 öğrenci ise zorlanmadıklarını kolaylıkla kullandıklarını ifade etmiştir.

"AG uygulamasını kullanırken zorlandın mı?" sorusuna ilişkin bazı öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

- Ö1: "... Biraz... Kare kodu okuturken zorlandım..."
Ö4: "... Hayır..."
Ö5: "... Biraz..."
Ö8: "... Biraz konu içinde uygulamayı kullanırken..."
Ö10: "... Biraz... Telefonu kullanırken..."
Ö13: "... Hayır..."
Ö15: "... Hayır..."

Diğer derslerde de AG uygulamasını kullanmak ister misiniz? Niçin?

Öğrencilere sorulan "Diğer derslerde de AG uygulamasını kullanmak ister misiniz? Niçin?" sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde 16 öğrenciden 1 öğrenci hariç diğer 15 öğrenci evet kullanmak isterim cevabını vermiştir.

"Diğer derslerde de AG uygulamasını kullanmak ister misiniz? Niçin?" sorusuna ilişkin bazı öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

Ö4: "... İsterim. Daha eğlenceli ve verimli... Anlamamı kolaylaştırdı..."

Ö5: "... Hayır. Sadece Fen Bilimleri dersinde olsun. Başka derslerde içerik olarak olamaz gibi..."

Ö8: "... İsterim... Normalde de hoşuma gidiyor... Derste de olursa daha eğlenceli geçiyor..."

Ö12: "... İsterim... Kalıcı öğrenmemizi sağlar, başarımlar artar..."

Ö13: "... Evet... Daha iyi anlarım konuları... Çünkü gerçekmiş gibi gördüm 3 boyutlu bir şekilde derse daha etkili şekilde katılmamı sağladı. Anladığım için derse motivasyonum arttı..."

Ö14: "... Evet... Çünkü Fen Bilimleri dersinde yaparken daha iyi anladım... Diğer derslerde de olsa daha iyi anlayabilirim..."

Ö15: "... Evet... Çünkü öğretmen anlatırken anlamadığım noktalarda daha iyi anladım. Özellikle Sosyal Bilgiler ve İngilizce dersinde olsun isterim..."

Öğrencilerin diğer derslerde de artırılmış gerçeklik uygulamalarını kullanmayı isteyip istemediklerini tespit etmek amacıyla sorulan "Diğer derslerde de AG uygulamasını kullanmak ister misiniz? Niçin?" sorusu altında alınan cevaplarda öğrencilerden eğlenceli olduğu, üç boyutlu görselleştirmeler sağladığı, öğrenmelerini kolaylaştırdığı, daha iyi anladıkları için diğer derslerde de kullanmak istediklerini belirtmişlerdir.

Atom, molekül, element konularında AG uygulaması kullanılması öğrenmenizi kolaylaştırdı mı? Niçin? Görüşmeye katılan 16 öğrencinin tamamı "Atom, molekül, element konularında AG uygulaması kullanılması öğrenmenizi kolaylaştırdı mı?" sorusuna "Evet" olarak cevap vermişlerdir. Bunun sebebi olarak verilen cevaplar değerlendirilerek Tablo 8'e aktarıldı.

Tablo 8. "Atom, molekül, element konularında AG uygulaması kullanılması öğrenmenizi kolaylaştırdı mı? Niçin?" sorusuna ilişkin öğrenci görüşleri

Tema	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
AG uygulamalarının kullanılmasının öğrenmeyi kolaylaştırma sebepleri	3 boyutlu gerçeklik	8	50
	Merak uyandırma	1	6.3
	Görsellik	7	43.8

Tablo 8'de "Atom, molekül, element konularında AG uygulaması kullanılması öğrenmenizi kolaylaştırdı mı? Niçin?" sorusuna ilişkin öğrencilerin cevaplarına yer verilmiştir. Cevaplar incelendiğinde 3 boyutlu gerçeklik (f=8), görsellik (f=7) ve merak uyandırma (f=1) kodları ortaya çıkmaktadır. Genel olarak element, atom, molekül konularının soyut olmasından dolayı anlaşılmasının güç olduğu fakat artırılmış gerçeklik öğretim materyalinin kullanılmasıyla bu kavramların gerçek ortam üzerinde sanal görüntülerle gerçekmiş gibi etkileşime girme imkanı sunulmasıyla öğrenmelerin somutlaştırılarak sağlandığı, derse yönelik ilgilerinin artarak konuya olan meraklarının arttığını ve daha iyi anladıklarını ifade etmişlerdir.

"Atom, molekül, element konularında AG uygulaması kullanılması öğrenmenizi kolaylaştırdı mı? Niçin?" sorusuna ilişkin bazı öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir.

Ö1: "... Evet... Elementleri, atom taneciklerini görerek daha iyi anladım..."

Ö5: "... Evet... Atom taneciklerini gördüm... Eğlenceli bir ortam oldu. 3 boyutlu olduğu için daha iyi kavradım..."

Ö6: "... Evet. Çünkü 3 boyutlu olması sayesinde daha kolay öğrendim atom modellerini gördüm..."

Ö8: "... Evet. Öğretmenim sadece anlattığında anlamak zordu. Bu uygulamayla 3 boyutlu gördüm aklımda daha kalıcı oldu..."

Ö10: "... Evet... Çünkü 3 boyutlu olarak maddelerin tanecikli yapısını inceledik... Öğretmenim tahtaya yazdığında çok dikkatimizi çekmiyordu ama bu uygulamayla derse ilgim arttı dikkatimi çekti..."

Ö12: "... Evet... Merakım daha da arttı öğretmenim anlatırken anlamadığım noktaları uygulama sayesinde daha iyi anladım..."

Ö15: "... Evet... Çünkü maddelerin tanecikli yapısını gerçekmiş gibi 3 boyutlu olarak gördüm. Öğretmenim tahtaya çizmişti anlamamıştım ama uygulama sayesinde daha iyi anladım..."

Sizce öğrenmede zorlandığınız konuları AG uygulamasıyla daha kolay öğrenebilir misiniz?
Görüşmeye katılan öğrencilerin tamamı AG uygulamasıyla konuları daha kolay öğrenebileceklerini ifade etmişlerdir (f=16).

Derslerde AG uygulaması kullanılmasıyla ilgili olarak eklemek istediğiniz bir şey var mı?
Görüşme yapılan öğrencilere "Derslerde AG uygulaması kullanılmasıyla ilgili olarak eklemek istediğiniz bir şey var mı?" sorusu yönlendirildi. Öğrencilerden gelen cevaplar değerlendirilerek Tablo 9' a aktarıldı.

Tablo 9. "Derslerde AG uygulaması kullanılmasıyla ilgili olarak eklemek istediğiniz bir şey var mı?" sorusuna ilişkin öğrenci görüşleri

Tema	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
AG uygulamaları kullanımına ilişkin öğrenci önerileri	Yaygınlaştırılmalı	5	31.3
	Diğer derslerde de kullanılmalı	8	50
	Tablet, telefon ihtiyacı giderilmeli	2	12.5
	Uygulamaların kullanılabilirliği geliştirilmeli	1	6.2

Tablo 9' da "Derslerde AG uygulaması kullanılmasıyla ilgili olarak eklemek istediğiniz bir şey var mı?" sorusuna ilişkin öğrenci görüşlerine yer verilmiştir. Cevaplar incelendiğinde; öğrenciler diğer derslerinde de AG uygulamalarının kullanılmasını istediklerini (f=8), kullanımının yaygınlaştırılması gerektiğini (f=5), tablet, telefon vb. kullanım materyalinin sınıf ortamında tedarik edilmesi gerektiğini (f=2) ve uygulamaların kullanılabilirliğinin biraz daha artırılarak kolaylaştırılması gerektiğini (f=1) belirten ifadeler vermişlerdir.

"Derslerde AG uygulaması kullanılmasıyla ilgili olarak eklemek istediğiniz bir şey var mı?" sorusuna ilişkin bazı öğrenci görüşlerine aşağıda yer verilmiştir.

Ö3: "... Zorlandığımız derslerde kullanabiliriz. Yaygınlaştırılabilir..."

Ö5: "... Güzel bir uygulama oldu daha iyi öğrendim. Memnun kaldım. Diğer derslerde de kullanılsa iyi olur, daha verimli geçer..."

Ö8: "... Herkesin telefonu ya da tableti olsa daha iyi bir ders olurdu."

Ö11: "... Diğer derslerde de kullanılmalı olumlu etkisi oldu, gerçekmiş gibi gördük öğrenmemiz kalıcı oldu..."

Ö13: "... Resim okutmadan direkt gösterim olsa daha iyi olabilirdi..."

Ö15: "... Tablet ya da telefon herkeste olabilsin... Okulda bulunsa herkes kullansa çok daha iyi olur..."

Tartışma ve Sonuç

Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğretim materyali olarak kullanılmasının öğrencilerin akademik başarısına olan etkisini araştırmak için deney ve kontrol grubuna ön test ve son test olarak "Saf Madde ve Karışımlar Ünitesi Akademik Başarı Testi" uygulandı. Yapılan analiz sonuçlarında deney ve kontrol gruplarının ön test akademik başarı puanları benzer düzeydeyken son test akademik başarı puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılığın tespit edilmesi artırılmış gerçeklik öğretim materyalinin öğrenme öğretme sürecinde kullanılmasının fen eğitiminde akademik başarıyı olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşıldı. Benzer şekilde alan yazın incelendiğinde derslerde artırılmış gerçeklik öğrenme materyalinin kullanılmasının akademik başarıyı artırdığı sonuçlarını ortaya koyarak çalışmayı destekler nitelikte olan araştırmaların olduğu görülmektedir. Demirel (2019), çalışmasında 7. sınıf Fen Bilimleri dersinde "Hücre ve Organelleri" konusunda artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına olumlu olarak etki ettiği sonucuna ulaşmıştır. Güngördü'nün (2018), "Atom Yapısı ve Atom Modelleri" ünitesinde artırılmış gerçeklik öğrenme materyalinin kullanımının ortaokul öğrencilerinin başarılarına ve tutumlarına olan etkisini incelediği çalışmasında deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Artırılmış gerçekliğin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini araştıran Enyedy, Danish ve DeLiema (2015) yaptıkları çalışma sonucunda artırılmış gerçeklik uygulamalarının soyut kavramları öğrenmeyi kolaylaştırarak başarıyı artırdığını tespit etmiştir. Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğretim sürecinde kullanılması öğrencilerin derse daha aktif olarak katılmalarına imkan tanımış ve öğrenilmesi zor olan soyut kavramları somutlaştırarak gerçek dünya üzerinde üç boyutlu olarak incelenmesini sağlamıştır. Klopfer ve Squire, (2008) tarafından yapılan çalışma da bu görüşü destekler niteliktedir. Tüm bu fırsatlar sayesinde öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı sunulmuş öğrenciler kendilerini rahat bir şekilde ifade etme imkanı bulmuştur. Akranlarıyla birlikte işbirlikli olarak öğrenme ortamında etkin olarak derse katılarak merak ettiklerini, anlamadıkları noktaları çekinmeden sorabilmişlerdir. Bu durumun öğrenmelerini kolaylaştırarak akademik başarılarını da artırdığı gözlemlendi. Matcha ve Rambli, (2013) fen öğreniminde artırılmış gerçeklikle işbirlikçi etkileşim arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada gruplar arası doğal iletişim ortamı sağlayarak artırılmış gerçekliğin işbirlikli etkinlikleri destekler bir uygulama olduğunu ortaya koyan sonuca ulaşmışlardır.

Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğretim sürecinde kullanılmasının ders motivasyonuna olan etkisini araştırmak amacıyla deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrasında “Artırılmış Gerçeklik Motivasyon Ölçeği” uygulandı. Yapılan analizler sonucunda artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğretim sürecinde kullanılmasının öğrencilerin motivasyonlarını olumlu yönde etkilediği derse karşı olan motivasyonlarını artırdığı sonuçlarına ulaşıldı. Erbaş (2016), ortaöğretim dokuzuncu sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmada Biyoloji dersinde artırılmış gerçeklik öğrenme materyali kullanımının öğrencilerin derse karşı olan motivasyonlarını artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Ersoy vd., (2016) tarafından deneysel bir çalışma gerçekleştirilerek artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrenciler üzerindeki başarı ve motivasyonlarına etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin derse karşı motivasyonlarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Artırılmış gerçeklik uygulamalarının Matematik dersinde kullanılmasının öğrencilerin motivasyonları üzerindeki etkisini araştıran Önal (2017), artırılmış gerçeklik öğrenme materyali ile ders işlenen deney grubunun motivasyon düzeyine olumlu yönde etki ettiği sonucuna ulaşmıştır. İzgi-Onbaşılı (2018) tarafından ilkököl 4. sınıf öğrencileri üzerinde artırılmış gerçeklik uygulamaları kullanılarak yapılan araştırmada öğrencilerin motivasyonlarında artış olduğu görülmüştür. Bu çalışmada da öğretim sürecinde artırılmış gerçeklik öğretim materyalinin kullanılmasıyla eğlenceli bir öğrenme ortamı sağlanarak öğrenciler derse karşı daha istekli hale getirildi ve aktif bir şekilde derse katılmaları sağlandı. Atom, atom parçacıkları, element, bileşik, molekül modelleri somutlaştırılarak öğrenmeleri kolaylaştırıldı.

Artırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde sınıf ortamında gözlemlenmesi zor olan kavramlar, deneyler ya da tarihi mekanlar üç boyutlu olarak gerçek fiziki ortam üzerinde etkileşimli olarak deneyimlenebilir. Artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla gerçekleştirilen eğitim öğretim faaliyetleriyle öğrencilerin ders içi performanslarında fark edilebilir ölçüde artış meydana geldiği izlendi. Performansına yönelik motivasyonu artırarak akranlarıyla işbirlikli olarak tablet ya da telefonlarıyla atom, molekül, element modellerini var olan ortam üzerinde sanki o ortamın bir parçasıymış gibi üç boyutlu olarak sanal nesnelere etkileşime geçme fırsatı yakalamışlardır. Bu yönüyle öğrencinin iletişim kurmaya yönelik duyarlılığı gelişerek arkadaşlarıyla ve öğretmeniyle öğrenme ortamında kendini rahatlıkla ifade edebildiler. Anlamadığı noktaları, aklına takılan soruları hem arkadaşlarıyla tartışma imkanı buldular hem de öğretmene rahatlıkla sorabildiler. Böylelikle eleştirel bakış yönü gelişerek olaylara farklı bakış açılarından bakarak araştırma yapmaya yönelik motivasyonları arttığı gözlemlendi. Bireyler eğlenirken öğrenebilecek ve artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla konuya dair daha ayrıntılı bilgilendirmeler çok zorlanmadan rahatlıkla gerçekleştirilebilecektir. Araştıran, sorgulayan, bilgiye ulaşmak için farklı kaynaklara yönelebilen bireyler fen bilimleri dersi hedef davranışlarını da kazanmış olacaktır.

Çalışmada deney grubu öğrencileriyle artırılmış gerçeklik uygulamalarına ilişkin görüşmeler gerçekleştirildi. Yapılan görüşmeler sonucunda öğrencilerin tamamına yakını daha önce artırılmış gerçeklik uygulamalarını bilmedikleri ifade etmişlerdir. Artırılmış gerçeklik uygulaması kullanarak ders işlemenin öğrenmelerine olumlu yönde katkı sağladığını, konuyla ilgili olan kavramları üç boyutlu olarak görerek öğrenmeyi kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Derste artırılmış gerçeklik öğrenme materyalinin kullanılmasıyla derslerin daha eğlenceli olduğu ve öğrenenlerin derse karşı olan meraklarının daha da arttığı görülmektedir. İlgili alan yazında Durak ve Karaoğlan-Yılmaz (2019),

tarafından ortaokul yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin artırılmış gerçeklik uygulamalarına dair görüşleri incelenmiş ve bu çalışmayı destekler nitelikte olan sonuçlara ulaşılmıştır. Görüşmeler sonucunda öğrenciler, artırılmış gerçeklik öğrenme materyalinin derslerde kullanılmasının olumlu katkı sağladığını, öğrenme sürecini dikkat çekici ve etkili yaparak anlamalarını kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Yapılan görüşmelerde deney grubundaki öğrenciler artırılmış gerçeklik uygulamasını kullanırken derse karşı heyecanlandıklarını, merak ettiklerini ve mutlu olduklarını belirtmişlerdir. Görüşmelerden elde edilen bir diğer sonuç artırılmış gerçeklik öğrenme materyalini kullanırken zorluk yaşanmadığı ve kolay bir şekilde ders materyali olarak öğrenciler tarafından kullanıldığı yönündedir. Bu doğrultuda Küçük vd., (2015) tarafından çalışmalarında tıp fakültesi öğrencilerinin anatomi eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılmasına ilişkin görüşlerini incelemiş ve artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrenmede gerçeklik hissi oluşturduğunu, konuyu somutlaştırdığını, derse karşı ilgiyi artırdığını, esnek bir öğrenme ortamı sağlayarak bireysel çalışmalarında faydalı olduğunu ifade eden görüşler çalışmayı destekler niteliktedir.

Öğrenciler diğer derslerde de artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılmasını istediklerini ifade etmişlerdir. Normal ders sırasında sıkıldıklarını ya da anlamakta zorlandıklarını söylerken bu uygulama sayesinde daha kolay bir şekilde eğlenceli olarak öğrendiklerini söylemişlerdir. Özellikle sosyal bilgiler ve İngilizce derslerinde artırılmış gerçeklik öğrenme materyali ile ders işlemlerinin çok daha verimli olacağını belirtmişlerdir. Bu durum İzgi-Onbaşılı (2018)'nin çalışmasının bulguları ile örtüşmektedir. Bursztyń vd., (2017) tarafından yapılan çalışmada öğrenme ortamında artırılmış gerçeklik uygulaması kullanılarak büyük bir kanyonun saha gezisi gerçekleştirilmiştir. Artırılmış gerçeklik saha gezisinin derse karşı olan motivasyonu artırarak öğrenmeye olan ilgiyi artırdığı vurgulanmıştır. Bu durum diğer derslerde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılmasının olumlu etkiler oluşturduğunu desteklemektedir. Ayrıca Giasirani ve Sofos, (2017) tarafından yapılan çalışmada sınıf ortamında artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımının öğrencilerin derse eğlenceli bularak katılımlarını artırdığına dair sonuçlara ulaşılmıştır.

Fen bilimlerinin soyut konularından olan atom, molekül, element konularında artırılmış gerçeklik öğrenme materyali kullanılmasının gerçek dünya üzerinde üç boyutlu olarak görselleştirmeler sağlanmasıyla öğrenmelerini kolaylaştırdığı tespit edildi. Öğrenciler ders sırasında öğretmenin bu konu hakkında anlattıklarını anlamakta zorlandığını görselleri anlayamadığını söyleyerek artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla bu konuyu daha iyi anladıklarını derse karşı olan ilgilerinin arttığını belirtmişlerdir. Görüşmelerde öne çıkan bir diğer önemli nokta ise öğrencilerin tamamının öğrenmede zorlandığı konularda artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla daha kolay öğrenebileceklerini ifade etmeleridir.

Genel olarak öğrenciler artırılmış gerçeklik öğrenme materyalinin derslerde kullanılmasından memnun kaldıklarını belirtmişlerdir. AG yaygınlaştırılarak diğer derslerde de kullanılabilmesi yönünde isteklerini söylemişlerdir. Derse karşı olan ilgi ve meraklarının arttığını, dersin verimli geçtiğini, eğlenerek öğrendiklerini ve derse olan katılımlarının arttığını söylemişlerdir. İlgili alan yazın incelendiğinde bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer sonuçlar ortaya koyan çalışmaların yer aldığı görülmektedir (Winkler vd., 2002; Finkelstein vd., 2005; Demirci ve Çirkinoğlu, 2004; Dori ve Belcher, 2005; Kye ve Kim, 2008; Lee, 2012; Abdüsselem, 2014; Baysan ve Uluyol, 2016; Saygıner ve Seferoğlu, 2017). Deney grubu öğrencileriyle yapılan görüşmelerde öğrencilere "Derslerde artırılmış gerçeklik uygulaması kullanılmasıyla ilgili olarak eklemek istediğiniz bir şey var mı?" sorusu yönlendirildiğinde öğrenci cevapları çoğunluk ile olumludur. Çoğu öğrenci derslerde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılmasının derse olan ilgi ve katılımı artırması, soyut ve günlük hayatta uygulanması zor olan konuların öğretimini kolaylaştırması ve zenginleştirilmiş öğretim ortamı sunması açısından diğer derslerde de kullanılarak yaygınlaştırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca artırılmış gerçeklik öğretim materyalinin derste kullanımında okullarda gerekli teknolojik donanımın sağlanarak öğrenme ortamında bu uygulama sırasında herkesin bireysel olarak kullanımının daha etkili olacağını vurgulamışlardır.

Çıkar Çatışması

Makalenin yazarları arasında, araştırma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır. Soyadı benzerliğinde, akrabalık veya kan bağı ilişkisi olamayıp tamamen tesadüfidir.

Etik Kurul İzin Bilgileri

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur.

Etik Değerlendirme Kararının Tarihi: 28/08/2019

Etik Değerlendirme Belgesi Sayı Numarası: 44495147-50.01.04-E.40188

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): SS(%33), PY(%34), SAY(%33)

Veri Toplanması (Data Acquisition): SS(%33), PY(%34), SAY(%33)

Veri Analizi (Data Analysis): SS(%33), PY(%34), SAY(%33)

Makalenin Yazımı (Writing Up): SS(%33), PY(%34), SAY(%33)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): SS(%33), PY(%34), SAY(%33)

Kaynakça

- Abdüsselam, M. S. (2014). Teachers' and students' views on using augmented reality environments in physics education: 11th grade magnetism topic example. *Pegem Journal of Education ve Instruction*, 4(1), 59-74. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/209618>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence*, 6(4), 355-385. <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>
- Baysan, E., Uluçay, Ç. (2016) *The effect of augmented reality book (ar-book) on the students' academic achievements and the opinions of students about its use in educational environments. Journal of Education and Humanities: Theory and Practice*. 7 (14) 55-78. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/306630>
- Billinghurst, M. (2002). Augmented reality in education. *New horizons for learning*, 12(5), 1-5. <http://www.newhorizons.org/strategies/technology/billinghurst.htm>
- Bursztyn, N., Walker, A., Shelton, B., ve Pederson, J. (2017). Assessment of student learning using augmented reality Grand Canyon field trips for mobile smart devices. *Geosphere*, 13(2), 260-268. <https://doi.org/10.1130/GES01404.1>
- Büyükoztürk, Ş. (2011). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı - İstatistik, Araştırma Deseni, Spss Uygulamaları ve Yorum. (15. Baskı), Pegem Akademi. <https://pegem.net/urun/Sosyal-Bilimler-icin-Veri-Analizi-El-Kitabi-Istatistik-Arastirma-Deseni-SPSS-Uygulamaları-ve-Yorum/61926>
- Can, A. (2016). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (4.baskı). Pegem Akademi, 32-150. <https://pegem.net/urun/SPSS-ile-Bilimsel-Arastirma-Surecinde-Nicel-Veri-Analizi/61921>
- Chang, S.C., ve Hwang, G.J. (2018). Impacts of an Augmented Reality-Based Flipped Learning Guiding Approach on Students' Scientific Project Performance and Perceptions. *Computers ve Education*, 125, 226-239. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.007>
- Cheng, K. H., ve Tsai, C.C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>
- Dede, Y., ve Yaman, S. (2008). A questionnaire for motivation toward science learning: a validity and reliability study. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 2 (1), 19-37. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/39760>
- Demirci, N., ve Çirkinöğlü, A. (2004). Öğrencilerin elektrik ve manyetizma konularında sahip oldukları ön bilgi ve kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 1 (2), 116-136. <https://www.tused.org/index.php/tused/article/view/46/19>
- Demirel, G. (2019). The effect of a science lecture taught using augmented reality applications on 7th grade students' academic achievement and attitudes toward augmented reality applications (*M.S. thesis*). Gazi University Graduate School of Educational Sciences, Ankara. <file:///C:/Users/ebyu/Desktop/575389.pdf>
- Dori, Y. J., ve Belcher, J. (2005). Learning electromagnetism with visualizations and active learning. *In Visualization in science Education*, 187-216. https://link.springer.com/chapter/10.1007/1-4020-3613-2_11

- Dunleavy, M., Dede, C., ve Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7–22. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
- Durak, A., ve Karaoğlan Yılmaz, F. (2019). Opinions of secondary school students on educational practices of augmented reality. *Abant İzzet Baysal University Faculty of Education Journal*, 19 (2), 468-481. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2019.19.46660-425148>
- Enyedy, N., Danish, J. A., ve DeLiema, D. (2015). Constructing liminal blends in a collaborative augmented-reality learning environment. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 10(1), 7–34. <https://doi.org/10.1007/s11412-015-9207-1>
- Erbaş, Ç. (2016). The effects of mobile augmented reality applications on students' academic achievement and motivation Master's Thesis, Süleyman Demirel University, Graduate School of Educational Sciences, Department of Computer Education and Instructional Technologies, İsparta. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=WVfUfXSuJEmlmsY08Sxh-Q&no=FMZBEZm6XVWoz5xjlQwxGw>
- Erden Alan, H., ve Okur Akçay, N. (2020). The effect of using interactive white board on students' academic achievement, permanence of learning and attitudes towards science on particulate structure of matter and pure matters. *Marmara University Atatürk Education Faculty Journal of Educational Sciences*, 52,442-459• ISSN: 2147-5202, DOI: [10.15285/maruaeabd.659001](https://doi.org/10.15285/maruaeabd.659001)
- Ersoy, H., Duman, E., ve Öncü, S. (2016). Artırılmış gerçeklik ile motivasyon ve başarı: deneysel bir çalışma. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 5(1), 39-44. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/231347>
- Estapa, A., ve Nadolny, L. (2015). The Effect of an Augmented Reality Enhanced Mathematics Lesson on Student Achievement and Motivation. *Journal of STEM Education*, 16 (3), 40-48. <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/1981>
- Finkelstein, N. D., Perkins, K. K., Adams, W., Kohl, P., ve Podolefsky, N. (2005). Can computer simulations replace real equipment in undergraduate laboratories? *In AIP Conference Proceedings*, 790, 101. <https://doi.org/10.1063/1.2084711>
- Giasirani, S., ve Sofos L. (2016). Production and Evaluation of Educational Material Using Augmented Reality for Teaching the Module of "Representation of the Information on Computers" in Junior High School. *Creative Education*, 7(09), 1270-1291. DOI: [10.4236/ce.2016.79134](https://doi.org/10.4236/ce.2016.79134)
- Giasirani, S., ve Sofos, L. (2017). Flow experience and educational effectiveness of teaching informatics using AR. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(4), 78–88. <https://www.jstor.org/stable/26229207>
- Güngördü, D. (2018). *The effect of augmented reality applications on secondary school students' achievement of atom models and their attitudes (M.S Thesis)*. Kilis 7 Aralık University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Mathematics and Science Education of Science Education, Kilis. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=fWstzD9t2jzN5yWatpZAmw&no=zBh5Nj9NqpUyl0nCT9XlgA>
- Hançer, A.H., Şensoy, Ö., ve Yıldırım, H.İ. (2003). An evaluation about the importance of contemporary science education at elementary schools and how this kind of science teaching must be. *Pamukkale University Journal of Education*, 13(13), 80-88. <https://dergipark.org.tr/en/pub/pauefd/issue/11130/133116>
- Hsiao, H. S., Chang, C. S., Lin, C. Y., ve Wang, Y. Z. (2016). Weather observers: a manipulative augmented reality system for weather simulations at home, in the classroom, and at a museum. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 205-223, <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.834829>
- Huang, T.C., Chen, C.C., ve Chou, Y.W. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers & Education*, 96, 72-82. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>
- Ibanez, M.B., Di Serio, A., Villaran, D., ve Kloos, C.D. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004>

- Ivanova, M., ve Ivanov, G. (2011). Enhancement of learning and teaching in computer graphics through marker augmented reality technology. *International Journal on New Computer Architectures and Their Applications*, 1(1), 176-184. [http://sdiwc.net/ijncaa/previous-issue-\(vol.-1.-no.-1\)](http://sdiwc.net/ijncaa/previous-issue-(vol.-1.-no.-1))
- Johnson, R. B., ve Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational researcher*, 33(7), 14-26. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., ve Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probe ware with environmental education field trips. *Computers ve Education*, 68, 545-556. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>
- Kesim, M., ve Özarslan, Y. (2012). Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia- Social and Behavioral Science*, 47, 297-302. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.654>
- Klopfer, E., ve Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6>
- Klopfer, E., ve Yoon, S. (2005). Developing games and simulations for today and tomorrow's tech savvy youth. *TechTrends*, 49(3), 41-49. <https://doi.org/10.1007/BF02763645>
- Korkmaz, H., ve Kaptan, F. (2001). The effects of project-based learning on elementary school students' academic achievement, academic self-concepts and study time in science education. *Hacettepe University Journal of Education*, 20, 193-200, <http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/yonetim/icerik/makaleler/933-published.pdf>
- Kul, S. (2014). Interpretation of statistical results: what is p value and confidence interval? *Plevra Bülteni*, 8(1), 11. <https://www.proquest.com/docview/1511121053?parentSessionId=9U%2ByM0nw9NIBwp%2FFWmD%2FLH604cTnqRJWFbTGYJilx6s%3D>
- Küçük, S., Kapakin, S., ve Göktaş, Y. (2015). Medical Faculty Students' Views on Anatomy Learning via Mobile Augmented Reality Technology. *Journal of Higher Education and Science*, 5(3), 316-323. DOI: [10.5961/jhes.2015.133](https://doi.org/10.5961/jhes.2015.133)
- Kye, B., ve Kim, Y. (2008). Investigation of the relationships between media characteristics, presence, flow, and learning effects in augmented reality based learning. *International Journal for Education Media and Technology*, 2(1), 4-14. <https://jaems.jp/contents/iconej/vol2/IJEMT2.4-14.pdf>
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), 13- 21. <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>
- Matcha, W., ve Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory study on collaborative interaction through the use of augmented reality in science learning. *Procedia computer science*, 25, 144-153. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.018>
- Milgram, P. ve Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Realty Visual Displays. *IEICE Transactions on Information Systems*. 12, 1-15. <https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram IEICE 1994.pdf>
- Onbaşılı, Ü. İ. (2018). The Effect of Augmented Reality Practices on the Attitudes of Primary School Students Towards Augmented Reality Practices and Science Motivation isi. *Ege Journal of Education*, 19(1), 320-337. <https://doi.org/10.12984/egeefd.390018>
- Önal, N. (2017). Do augmented reality education practices have an impact on primary school mathematics teacher candidates' academic motivations? *Journal of the Human and Social Science Researches*, 5, 2847-2857. <https://dergipark.org.tr/en/pub/itobiad/issue/31500/347510>
- Özarslan, Y. (2011). Enhancing Learning and Teaching with Augmented Reality: OptikAR Application. 5. International Computer & Instructional Technologies Symposium, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 22-24. <https://ab.org.tr/ab13/bildiri/155.pdf>
- Rambli, D. R. A., Matcha, W. ve Sulaiman, S. (2013). Fun learning with AR alphabet book for preschool children. *Procedia Computer Science*, 25, 211-219. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.026>
- Sabah, L., ve Şimşek, M. (2018). Spatial Mobile Campus Information System via Augmented Reality Methods. *Duzce University Journal of Science and Technology*, 6(3), 637-649. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dubited/issue/35736/362677>

- Saygıner, Ş., ve Seferoğlu, S. S. (2017). *Eğitim ortamlarında kullanılan artırılmış gerçeklik yazılımları: karşılaştırmalı bir inceleme*. 1. International Educational Technologies Symposium, Sivas, 1-33. https://yunus.hacettepe.edu.tr/~sadi/yayin/UETS2017_Sayginer-Seferoglu_ArtirilmisGerceklik.pdf
- Sommerauer, P., ve Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79, 59-68. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.013>
- Squire, K.D., ve Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 5-29. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9037-z>
- Şentürk, M. (2018). *The investigation with solomon four-group design on the effect of using mobile augmented reality(ar) applications in the unit titled "solar system and beyond" in the seventh-grade on the students' academic success, motivation, science and technology attitude* (Master's Thesis). Kocaeli University Institute of Science and Technology, Kocaeli. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/415844>
- Winkler, T., Herczeg, M., ve Kritzenberger, H. (2002). Mixed reality environments as collaborative and constructive learning spaces for elementary school children. *In World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, EFF-089 (1), 1034-1039. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED477046.pdf>
- Yuen, S., Gallayanee, G., ve Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 4(1), 119-140. <https://doi.org/10.18785/jetde.0401.10>