



Integrating Different Teaching Methods to Teach Magnetic Fields Topic: Using Creative Drama and 7E Learning Model *

Esin ŞAHİN**, Rahmi YAĞBASAN***

• Received: 28.08.2020 • Accepted: 27.08.2021 • Online First: 19.11.2021

Abstract

This study aims to use the 7E learning model integrated with creative drama to determine its effects on the success of physics teacher candidates. Lesson plans were prepared on 'magnetic fields, which combined the 7E learning model with creative drama. These plans were put into practice using 16 physics teacher candidates. A magnetic fields topic achievement test and semi-structured interview forms were used as data collection tools for the research. Based on the magnetic fields topic achievement test findings, the 7E learning model integrated with creative drama increased the success of the physics teacher candidates. In the interviews, it was found that almost all of the incorrect and incomplete information initially given by the students had been replaced by correct information. For these reasons, it can be concluded that the integrated use of creative drama with the 7E learning model increased the general success of the teacher candidates.

Keywords: 7E model, creative drama, magnetic field, physics teaching

Cited:

Şahin, E. & Yağbasan, R. (2022). Integrating different teaching methods to teach magnetic fields topic: Using creative drama and 7e learning model. *Pamukkale University Journal of Education*, 54, 215-248. doi: 109779.pauefd.787276

* This study is a part of the first author's doctoral dissertation. Some parts of this study were presented as oral presentations at the 1st National Physics Education Congress and the XI. National Science and Mathematics Education Congress.

** Asst. Prof. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart University, esahin@comu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6506-1507

*** Prof. Dr., Başkent University, yagbasan@baskent.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-0098-173X

Introduction

Physics plays a large part in daily life, and its importance is undisputed. However, many studies have emphasized that students have difficulty understanding physics topics (Angell, 2004; Gebbels, Evans, & Murphy, 2010; Şahin & Yağbasan, 2012a; Williams, Stanisstreet, Spall, Boyes, & Dickson, 2003). Study results revealed that the reasons for the difficulty in understanding stem from a lack of motivation and real-life application, the subject being too abstract and uninteresting (Örnek, Robinson, & Haugan, 2008; Şahin & Yağbasan, 2012a), student prejudices about physics being difficult (Oon & Subramaniam, 2011), students liking physics less than they do other sciences (Barmby & Defty, 2006), and the inability of students to link physics with their own life experiences (Redish, Saul, & Steinberg, 1998), etc. In order to facilitate students' success in physics, it is important to structure the learning-teaching process in a way that helps eliminate the barriers mentioned above. Thus, it is necessary to provide student-centered education. As indicated in the literature, constructivism, is a student-centered approach, has come to the fore in educational processes, especially since the late 1900s. According to constructivism, learning is an active process where students constantly build ideas from their own experiences. Generally speaking, what students know, what they should know, and how they can begin to assimilate new information is the focus of the student-centered constructivist learning design (Maharg, 2000). In constructivism, an individual creates the knowledge herself or himself instead of taking it readily from an authority or a teacher (Sherman, 2000). The importance of constructivism, especially in science education, is emphasized from the past to the present (e.g., Arık & Yılmaz, 2020; Cobern, 1993; Ural & Bümen, 2016; Weil-Barais, 2001). The 7E learning model, which is based on constructivism (Karplus & Their, 1967), and creative drama, which is compatible with constructivism (Aykaç & Ulubey, 2008), were included in the scope of this study, which focused on teaching one of the physics subjects.

7E Learning Model

The learning cycle model to science education, a student-centered approach, was originally designed as a three-stage cycle based on constructivism (Karplus & Their, 1967). Then, the 5E (consists of five stages; Bybee, 1997) and 7E (consists of seven stages; Bybee, 2003) learning models were created by increasing the number of stages over time. The increasing number of stages has progressed by changing the name or structure of some stages and adding new stages (Kanlı, 2009). Specifically, the number of studies that have used the 5E learning model in physics education is quite high, and general results indicate that this model

contributes significantly to both attitude and success (Ayaz, 2015). In recent years, various researches including the 5E learning model that have positive results on instructing physics subjects are still being conducted (Ceran & Ateş, 2019; Sarıkaya & Akbaş, 2020; Ünlü & Dökme; 2020). However, although studies have been conducted on the use of the 7E learning model (7E model) in physics education, they are much more limited, especially when compared to using the 5E model for teaching physics topics. These studies suggest that the 7E model is an effective method for use in physics education (Baybars & Küçüközer, 2018; Demirezen & Yağbasan, 2013; Kanlı & Yağbasan, 2008; Komikesari et al., 2020; Miadi, Kaniawati, & Ramalis, 2018; Myint & Nyunt, 2018; Primanda, Distrik, & Abdurrahman, 2018; Turgut, Colak, & Salar, 2016; Warliani, Muslim, & Setiawan, 2017; Yerdelen-Damar & Eryılmaz, 2019).

The stages of the 7E model (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Extend, Exchange, and Evaluate) can be briefly summarized as follows (Bybee, 2003). In the 'engage' stage, students' interests and motivations should be increased, and their images should be developed. In the 'explore' stage, students should have the opportunity to share common experiences, develop concepts and skills, and make discoveries in line with their thoughts. In the 'explain' stage, an environment should be created in which the students can explain their findings to others and are encouraged to express their thoughts. In the 'elaborate' stage, students should be allowed to advance their knowledge of concepts and link them to other contexts. In the 'extend' stage, activities should be included that involve applying knowledge to support the previous stage, applying the knowledge in different disciplines, and helping to solve numerical problems about a new concept when needed. In the 'exchange' stage, in an environment where students can freely express their ideas, they should share new concepts with their teachers and peers and try to reinforce their learning through listening and discussion. Finally, in the 'evaluate' stage, feedback should be given to the students using various evaluation criteria (Bybee, 2003).

Creative Drama

Harriet Finlay Johnson, one of the first practitioners of creative drama, argued that students learn better by seeing and doing and that it is better to build educational processes using a new student-centered understanding (Johnson, 1912). In addition, Odegaard (2003) analyzed the use of drama in science education and stated that drama offers students the opportunity to experience the cognitive, affective, and active aspects of learning in an integrated way. Braund's (1999) study on the topic of electricity determined that drama activities helped

science teacher candidates explain abstract ideas. Studies support this finding (Abed, 2016; Dorion, 2009). Therefore, as physics concepts are highly abstract and difficult for students to visualize, a creative drama may help students in these respects. Further, numerous studies emphasize that creative drama activities can help students associate concepts with daily life (Henry, 2000) and positively affect their motivation (Abed, 2016; Batdı, 2020; Odegaard, 2003). A wide range of studies have demonstrated that creative drama is effective in increasing the level of success in science and/or physics topics (Arieli, 2007; Braund, 1999; Çokdar & Yılmaz, 2010; Danckwardt-Lillieström, Andrée, & Enghag, 2020; Kılınçaslan & Şimşek, 2015; Pantidos, Spathi, & Vitoratos, 2001; Saricayir, 2010; Şahin & Yağbasan, 2012b; Zimba & Simpemba, 2019). Moreover, in various meta-analysis studies, it has been found that creative drama has positive and significant effects on success in science subjects (Lee, Patall, Cawthon, & Steingut, 2015; Şimşek & Karataş, 2020). In addition, it has been determined that creative drama positively affects students' attitudes towards a class or topic (Abed, 2016; Stagg, 2020; Taşkın & Moğol, 2016; Timothy & Apata, 2014; Toraman & Ulubey, 2016). Similarly, according to teachers' views, the creative drama increases students' love for and interest in the course (Toksun, 2019).

Although there are various definitions of creative drama in the literature, the definition and stages selected as the basis of this study are explained as follows. Creative drama in education is a form of acting on a topic using techniques such as role-play and improvisation, based on the experiences and lives of the group members. It is managed by a group leader using a predetermined environment and group structure (Adıgüzel, 2006). Adıgüzel (2006) proposed that creative drama activities should be designed in three stages: (1) preparation-warm-up, (2) improvisation, and (3) evaluation-discussion. The main purpose of the first stage is to create a group dynamic and ensure that students are ready for the next stage. This stage is mostly structured by the teacher, during which games are usually played. The games should be chosen so that the students are prepared for the topic to be studied. The second stage is when all development studies are implemented. At this stage, improvisation, role-play, and other techniques are used. Shared experiences and the subsequent evaluation of creative drama are shaped based upon how the individual has 'performed' during this stage and how the experience was perceived. The third stage entails the evaluation of the results obtained in the drama studies. In general, any educational gains are discussed during this stage, and the essential aspects, importance, and quality of the process are determined.

Purpose

Based on the results of these studies on the 7E model and creative drama, the question 'can these methods, which are proven to be effective in physics education, be integrated?' has been raised. If they can be integrated, 'how does this usage affect participants' learning regarding physics subjects?' Although we have not found any studies in the literature that integrate the 7E model with creative drama, certain studies have researched the use of creative drama in conjunction with various methods or techniques such as the 5E model (Ayvaci & Yılmaz, 2009), activity-based teaching (Timothy & Apata, 2014), and the Jigsaw II technique (Demir, 2012), and these combinations were found to have a positive effect on students. Therefore, investigating the effectiveness of the integrated use of the 7E model with creative drama in physics education forms the basis of this study. We chose the subject of magnetism because of the students' difficulty in learning this subject (Maloney, O'Kuma, Hieggelke, & Van Heuvelen, 2001; Şahin & Yağbasan, 2012a). Specifically, the topic 'magnetic fields' was chosen because it served to lay the foundations of the study of magnetism and was part of the physics IV course in the education program that the teacher candidates were studying at a state university. The magnetic fields topic was limited to the magnetic field concept, the magnetic force acting on a charged particle in a magnetic field, and the magnetic force acting on a current-carrying wire.

This study aimed to determine the effects of the integrated use of creative drama with the 7E model on the success of 16 physics teacher candidates enrolled at a state university and taking a physics IV course on the topic of magnetic fields.

Methodology

The study used a mixed model, which includes both qualitative and quantitative research methods. The study was carried out according to the triangulation design developed by Creswell and Clark (2007). Triangulation design is based on the principle of complementation of weak aspects of a type of data by another type of data (Creswell & Clark, 2007). In the quantitative dimension of this research, a multiple-choice achievement test was used as a pre-test and a post-test. Since generalization was not aimed in this study, the results were presented descriptively and interpreted without conducting inferential statistical analysis for quantitative data. In the qualitative aspect of the study, semi-structured interviews were used. Data obtained from the interviews were subjected to content analysis.

Participants

The research focused on 16 teacher candidates enrolled in physics teaching program and physics IV course at a state university. Physics IV is a fourth-semester course in the physics-teaching program. All the teacher candidates had experience participating in creative drama activities. They participated in implementing three preliminary lesson plans in which creative drama was used as a method. The first two lesson plans focused on subjects such as individual differences, communication, improvisation, and role-playing, which are necessary to avoid problems in creative drama. The third lesson plan focused on using creative drama in a physics subject. All lesson plans took two hours each (during the process of developing these three lesson plans, the opinions of three experts were considered. One of these experts was a creative drama instructor, and the other two were academics with expertise in creative drama. In addition, one of the academics was also a physics education specialist). The research included in this study is part of a larger investigation on the subject.

At the beginning of this study, 35 prospective teachers who undertook the Physics IV course were given information about this study and were asked whether they would like to participate. Feedback was received from all pre-service teachers about their wish to participate. Per the scope of this research, the pre-service teachers were selected based on the pre-test scores for the magnetic fields topic achievement test. Based upon these scores, a heterogeneous group consisting of 16 teacher candidates, categorized into the lower, middle, and upper levels, were created. These teacher candidates participated in the practices designed for the 7E model integrated with creative drama prepared for the subject of the magnetic field within the scope of this study.

Data Collection

Data collection tools included a magnetic fields topic achievement test (MFTAT) and semi-structured interview forms (SSIF 1, SSIF 2, and SSIF 3). The MFTAT was administered to all 16 teacher candidates before and after their participation in the practices, and the semi-structured interviews were conducted using three teacher candidates before and after participation in the practices. After applying MFTAT as a pre-test to teacher candidates, three were selected for the interviews using these pre-test results. These three teacher candidates were selected from the lower, middle, and upper levels of the pre-test MFTAT results to provide data diversity.

Magnetic fields topic achievement test

Information on the development of the MFTAT within the scope of this research is summarised as follows. Initially, a 23-item multiple-choice pilot test was prepared based on the opinions of five physics education specialists (the opinions and suggestions of the specialists were taken over a table, including the distribution of the acquisitions to the questions to ensure content validity). The test was then applied to 202 students. These students are non-participants of this study, had undertaken courses covering magnetic fields topics in previous years, and were studying in a science or physics teaching program. After item analysis, obtaining the opinions of 10 specialists (Of the ten faculty member specialists, five completed Ph.D. in Department of Physics Education, one received Ph.D. in Department of Physics while four continued Ph.D. education in Department of Physics Education), making necessary corrections, and removing some questions, the test was finalized. There were 20 multiple-choice items in the revised MFTAT, and Cronbach's alpha was 0.71. The acquisitions related to the questions in the MFTAT are presented in Table 1.

Table 1. *Distribution of the questions in the MFTAT to the acquisitions*

Acquisitions	Question no
Students explain the concept of a "magnetic field" through the example of a magnet.	1, 2
Students explain the relationship between "magnetic field" and "magnetic field lines".	3, 4, 5
The students say that the magnetic field is continuous.	6, 7
Students explain what a magnetic force acting on charged particles in a magnetic field depends on.	8, 9, 10
Students use the right-hand rule to find the direction of the magnetic force acting on charged particles in a magnetic field.	11, 12
Students explain the movement of charged particles in a magnetic field.	13, 14, 15, 16, 17
Students explain which variables depend on the magnetic force acting on the current passing wire in the magnetic field.	18, 19
Students use the right-hand rule to find the direction of the magnetic force acting on a current passing wire in a magnetic field.	20

In order to ensure construct validity, in line with the exploratory factor analysis performed on the data obtained from the test and the opinions of the ten experts mentioned above, it was decided that the test could be considered in three sub-dimensions, and the boundaries of the sub-dimensions were drawn as follows.

First sub-dimension: In this sub-dimension, some direction-finding questions and questions required inference based on direction-finding. For this reason, the name 'questions that required direction finding' was deemed suitable for this sub-dimension. Question numbers in this sub-dimension are 11, 12, 13, 16, and 20. *Second sub-dimension:* There were questions based on conceptual knowledge, questions involving relationships between concepts, and those involving the cause-effect relationship. What is meant here is the concept of magnetic field and related concepts such as magnetic force, magnetic field line, and continuity of the magnetic field. For this reason, the name 'conceptual questions' was deemed suitable for this sub-dimension. Question numbers in this sub-dimension are 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, and 17. *Third sub-dimension:* In this sub-dimension, there were questions involving proportional and sequential comparison of magnitudes, that is, questions that require the use of a formula to answer them. For this reason, the name 'questions that required the use of a formula' was deemed appropriate for this sub-dimension (related formulas: $F=qvB\sin\alpha$, $r=mv/qB$, $T=2\pi m/qB$, $F=ILB\sin\alpha$). Question numbers in this sub-dimension are 9, 10, 14, 15, 18, and 19.

Cronbach's alpha calculated for the sub-dimensions was 0.86, 0.51, and 0.57, respectively. If the number of items is small, the Cr-alpha value may be low (Şeker and Gençdoğan, 2014, p. 47; Taber, 2017). In addition, there are studies in the literature emphasizing/exemplifying that the reliability coefficient may be low, especially in concept tests (e.g. Eryılmaz, 2010; Kaltakçı, 2012; Kanlı, 2015). For these reasons, considering that 10 expert opinions were included in the classification process, the sub-dimensions previously described in this paper were considered when analyzing the MFTAT.

Semi-structured interview forms

The semi-structured interview forms were developed in accordance with the objectives of the lesson plans. There are three subtopics within the subject of the magnetic field, and three different lesson plans were created for each subtopic. Thus, one interview form was developed for each plan (SSIF1, SSIF 2, and SSIF 3). When developing the forms, three academics in the physics education department were asked for their opinions and suggestions regarding the questions in the forms. The student interviews were designed to be conducted before and after

the implementation of each lesson plan. There were no time limits in the interviews, and their durations ranged from 15 to 30 minutes. The interviews were conducted in a quiet environment and were recorded using a tape recorder with the students' permission.

Lesson Plans and Process of Implementation

While designing the lesson plans, creative drama stages were integrated with various stages of the 7E model. We conducted a literature search on the topic to determine the best strategy. All materials obtained from this review were evaluated, and the most appropriate steps were determined. In other words, the way to integrate the stages of creative drama into the pre-selected stages of the 7E model was not followed in this process. The activities obtained as a result of the research and thought to be the most suitable for the subject/creative drama were integrated into the appropriate stages of the 7E model.

For example, in Lesson Plan 2 (see appendix), when the decision was made to revive the speed selector during the creative drama's 'improvisation' stage, it was considered appropriate to mount the 7E model in the 'extend' stage. This was because to animate the speed selector, the students must first discover the right-hand rule and the variables that the magnetic force depends on during the 'explore' stage of the 7E model. In addition, in the 'elaborate' stage, they must understand how the charged particle moves in the magnetic field. In the 'extend' stage, they use the information learned in the 'explore' and 'extend' stages to advance their knowledge using a different sample, and connect it to other contexts. For these reasons, it was decided that creative drama's 'improvisation' stage should be mounted on the 'extend' stage of the 7E model. When developing the lesson plans, the opinions and recommendations of two academics were obtained—one in the field of physics education and the other in the integrated field of physics education and creative drama. In order to assess the feasibility of using the lesson plans following the changes made following the academics' guidance, pilot studies were carried out for the first two lesson plans with a different group of physics teacher candidates. Due to the limited amount of time available to the students and the fact that the course plans would provide sufficient guidance in terms of their applicability, the pilot applications for Lesson Plans 1 and 2 were considered as sufficient. No major problems were encountered in the applicability of the lesson plans during the pilot implementation process; however, time became an issue. Four hours were initially allocated for each lesson plan, and while the pilot applications were implemented, all of the 7E model's stages were carried out consecutively over this duration. However, it was observed that the students had difficulty concentrating after the first three hours. For this reason, the implementation of each plan was

divided over two different days, and the duration was extended by one hour to make the activities more convenient. The final arrangements were made after the pilot applications, and the lesson plans were finalized at a length of five hours each, and the teaching was divided into two different days of three hours and two hours, respectively. Thus, the complete teaching course lasted for 15 lessons. The stages in which creative drama activities took place according to the final lesson plans were the extend and exchange stages for Lesson Plans 1 and 2, and the explore and explain stages for Lesson Plan 3.

Lesson Plan 1 concentrated on the concept of the magnetic field, magnetic field lines, and the continuity of the magnetic field. Lesson Plan 2 was based on the magnetic force acting on the charged particles in a magnetic field, and Lesson Plan 3 focused on the magnetic force acting on a current-carrying wire in a magnetic field. See the summary of Lesson Plan 2 provided in the appendix section to get a sense of the lesson plans.

Data Analysis

Analysis of the data obtained from the MFTAT

The MFTAT was rated out of 100 and contained 20 questions. Therefore, five points were given for each correct answer and zero points for each wrong answer. In the Results section below, the student's scores for each sub-dimension and for the entire test are descriptively presented. In addition, normalized gain scores ($\langle g \rangle$), which are calculated with the
$$\frac{(\text{average of post test scores} - \text{average of pre test scores})}{(\text{maximum possible score} - \text{average of pre-test scores})}$$
 formula, are presented. The criteria for interpreting the $\langle g \rangle$ value are as follows: $\langle g \rangle \geq 0.7$ is high, $0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$ is medium, and $\langle g \rangle < 0.3$ is low (Hake, 1998). Moreover, the frequency and percentages of the correct answers for each question are also presented.

Analysis of data obtained from the semi-structured interview forms

The data obtained from voice recordings were transferred to a computer, subjected to content analysis, and the pre-implementation and post-implementation were separately considered. The process was conducted as follows. The data obtained from the interviews with students were read in order during the analysis. As they were read, the information given by students related to the achievements of the lesson plans was specified and numbered. The coding was completed so that each digit represented a different code. The codes were then placed into three categories (incorrect information, incomplete information, and correct information) by identifying commonalities between the generated codes. The incorrect information category

contained codes that had an error or errors detected from the students' information; the incomplete information category contained codes indicating that the student did not know the information, and the correct information category contained codes indicating that the student had the correct information.

In order to ensure the consistency of the analysis, it was planned to have experts alongside the researchers as the interview data were encoded. The interview inventories were divided into six groups because they were quite long. The list, including the interview inventories and related codes and categories, was given to six academics working in the physics education department. The academics coded the interview inventories based upon the list. Next, the academics' codes were compared with those of the researchers. Following the comparisons, any disagreements were discussed in person with the academicians. The analysis was then completed after making final corrections. In presenting the findings obtained from the interviews, students' names were anonymized, and the aliases 'S1', 'S2', and 'S3' were used.

Results

Findings from the MFTAT

The results of the average scores of the MFTAT and its sub-dimensions for the physics teacher candidates who participated the 7E model integrated with creative drama implementations are given in Table 2.

Table 2. Descriptive results of the teacher candidates' average scores of the MFTAT

MFTAT	Procedure	Avg. Score	S.D.	⟨g⟩	Max. score	The number of the quest.
1 st Sub-dimension: Questions that required direction-finding	Pre-test	5.31	4.64	0.68	25	5
	Post-test	18.75	6.19			
2 nd Sub-dimension: Conceptual questions	Pre-test	13.13	5.12	0.43	45	9
	Post-test	26.88	8.54			
3 rd Sub-dimension: Questions that required the use of a formula	Pre-test	9.06	4.91	0.45	30	6
	Post-test	18.44	6.76			
Whole test	Pre-test	27.50	10.64	0.50	100	20
	Post-test	64.06	14.74			

According to Table 2, the post-test average scores increased for each sub-dimension and of the whole test compared to the pre-test scores. The value of $\langle g \rangle$ is in the medium criteria ($0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$) for each sub-dimension and whole test. In other words, it can say that the improvement of the teacher candidates' learning outcomes was in the medium criteria. The maximum value of $\langle g \rangle$ is in the 1st sub-dimension 0.68, which is close to the high criteria (0.7). Therefore, it can say that the improvement of teacher candidates' learning outcomes was more in the sub-dimension of questions requiring direction-finding than in other sub-dimensions. Table 3 lists the separation of all of the MFTAT's questions, the number of teacher candidates who answered each question correctly, and the percentages.

Table 3. *Number and percentages of teacher candidates who answered questions correctly in the MFTAT*

Sub-dimension	Question no and content	Pre-test		Post-test	
		f	%	f	%
1 st sub-dimension	11-Investigation of the direction of the magnetic field by giving the trajectory of an electron in the magnetic field.	7	43.8	11	68.8
	12-Investigation of the trajectory of the positively charged particle when it enters perpendicularly to a uniform magnetic field.	1	6.3	14	87.5
	13-Investigation of the angle values between \mathbf{v} and \mathbf{B} to allow a charged particle to make a spiral motion in the magnetic field.	4	25.0	8	50.0
	16-Investigation of the trajectory of a positively charged particle by giving the instantaneous velocity vector within a given magnetic field's direction.	2	12.5	14	87.5
	20-Investigation of the possible directions of the magnetic field and current by giving the direction of the force acting on the current-carrying wire in the magnetic field.	3	18.8	13	81.3
2 nd sub-dimension	1-Investigation of the reason why a magnet attracts a substance.	9	56.3	7	43.8

2-Investigation of the properties of the magnetic field via magnets (how many dimensions the magnetic field has, etc.).	2	12.5	4	25.0
3-Investigation of magnetic field lines (whether the magnetic field lines are sufficient to explain the concept of the magnetic field, etc.).	5	31.3	12	75.0
4-Investigation of magnetic field lines (whether magnetic field lines can interrupt each other, etc.).	5	31.3	13	81.3
5-Investigation of the magnetic field lines outside the magnets via two magnet systems.	10	62.5	13	81.3
6-Investigation of the there is a magnetic field in the magnet and whether there is a magnetic field in the spaces between the magnetic field lines.	5	31.3	16	100.0
7-Investigation of the continuity of the magnetic field lines through the magnet.	0	0.0	5	31.3
8-Investigation of whether magnetic forces will act on a stagnant particle in the magnetic field.	1	6.3	4	25.0
17-Investigation of whether the magnitude of the velocity of a charged particle that enters perpendicularly to a magnetic field with velocity \mathbf{v} will change.	5	31.3	12	75.0

3 rd sub- 9-Investigation of the variables that the magnitude of the dimension magnetic force depends on if the charged particle enters perpendicularly to the magnetic field ($F=qvB$).	7	43.8	14	87.5
10-Investigation of the dependence of the magnetic force's magnitude on the angle if the charged particle enters the magnetic field angularly ($F=qvB\sin\alpha$).	2	12.5	12	75.0
14-Investigation of the variables on which the radius of the trajectory depends on if a charged particle enters perpendicularly to the magnetic field ($r=mv/qB$).	8	50.0	13	81.3
15-Investigation of the variables on which the orbital period is dependent on if a charged particle enters perpendicularly to	2	12.5	4	25.0

the magnetic field ($T=2\pi m/qB$).

18-Investigation of the variables that the magnitude of the magnetic force acting on the current-carrying wire depends on ($F=ILB\sin\alpha$). 2 12.5 8 50.0

19-Investigation of the variables that the magnitude of the magnetic force acting on the current-carrying wire depends on ($F=ILB\sin\alpha$). 8 50.0 8 50.0

Upon examining Table 3, all questions (except the 1st and 19th) demonstrate that a higher percentage of the teacher candidates answered questions correctly in the post-test than in the pre-test. The percentage of correct answers for the first question decreased from 56.3% in the pre-test to 48.8% in the post-test, while the pre-test and post-test percentages remained the same for the 19th question. In the first question, the magnet attracted a substance was considered. From the answers given, it could be seen that all teacher candidates knew that the magnet attracts a substance because the magnetic force affects the substance due to the magnetic field. However, in addition to this correct information, five teacher candidates thought that magnet and substance were loaded with opposite charges, and four of them thought that an electrical force was acting due to the electrical field created by the magnet.

In the 19th question, where the pre-test and post-test percentages remained the same, the magnitudes of the magnetic force acting on two wires of the L and $2L$ length placed in the same magnetic field \mathbf{B} are given as F and $4F$, and the teacher candidates were asked to mark the correct sentence among the options. In the post-test, eight teacher candidates marked the correct option c (If the angles of the x and y wires within the magnetic field are equal, the strength of current passing through the y wire is two times greater than the strength of the current passing through the x wire), which corresponds to the word absolutely in this question. The other eight teacher candidates chose option b (The strength of the current passing through the y wire is greater than the strength of current passing through the x wire), which does not meet the word absolutely in the question.

In the pre-test, the percentage of teacher candidates who answered questions correctly was below 50%, except in four questions (1st, 5th, 14th, and 19th), but 50% or more answered 15 questions correctly in the post-test. The questions with a correct answer rate $<50\%$ in the post-test were 1, 2, 7, 8, and 15. The answers to the first question were mentioned previously

in the text. Although the post-test percentages in the 2nd, 7th, 8th, and 15th questions remained <50%, they increased compared to the pre-test. Considering the answers given by the teacher candidates who answered the second question incorrectly, it has been observed that most of them had erroneous information that one pole of the magnet was positive and the other pole was negatively charged. When the answers given by the teacher candidates who answered the 7th question incorrectly were examined, it was found that most of them were confused by the possibility that the magnetic field lines start at the N pole of a magnet and end at the S pole of another magnet (i.e., the continuity of the magnetic field). It was determined that the teacher candidates who answered the 8th question incorrectly thought that the poles of the magnet were charged. When considering the answers given by the pre-service teachers who answered the 15th question incorrectly, it was found that they either did not remember the formula $T = 2\pi m / qB$ or remembered it incorrectly.

For the questions that required direction finding, this percentage did not fall below 50% in the post-test and was over 80% in three out of five questions.

Findings From the Semi-Structured Interviews

As a result of the content analyses of the pre-interview and post-interview data, the distribution of the numbers of codes into categories and students is given in Table 4.

Table 4. *Distribution of the numbers of codes into categories and students*

Category	Interview type	Student		
		S1	S2	S3
Correct information	Pre-interview	10	5	5
	Post-interview	28	21	25
Incorrect information	Pre-interview	9	9	13
	Post-interview	0	0	1
Incomplete information	Pre-interview	6	7	3
	Post-interview	2	1	0

Upon examination of Table 4, the teacher candidates had mostly incorrect and incomplete information before implementation and correct information after implementation. When examining the post interview data in the incorrect and incomplete information categories presented in Table 4, the following results were obtained: it was found that S1 did not know whether the magnetic field line model had aspects that could not explain the magnetic field and did not know what formula could be interpreted for the period of the charged particle moving in the magnetic field (this result also exemplified the low percentage of correct answers in the post-test for the 15th question in the MFTAT). It was found that S2 did not know how the charged particle moves when it enters the magnetic field with an angle between the velocity vector and the magnetic field vector other than 90° , 0° , and 180° . It was determined that S3 had the erroneous knowledge that 'The magnetic field lines start outside the magnet at the N pole and end at the S pole, and start again inside the magnet and continue from the S pole to the N pole' (this result also exemplifies the low percentage of correct answers in the post-test for the 7th question in the MFTAT).

Because it is impossible to provide all codes determined for the students, only those associated with the direction of the magnetic force acting on the charged particles in the magnetic field are given as a detailed example in Figure 1 below. In figure 1, the codes determined before the implementation were one in the correct information category, four in the incorrect information category, and two in the incomplete information category. After the implementation, they were six in the correct information category, zero in the incorrect information category, and one in the incomplete information category. The related codes identified before and after the implementation are indicated with arrows.

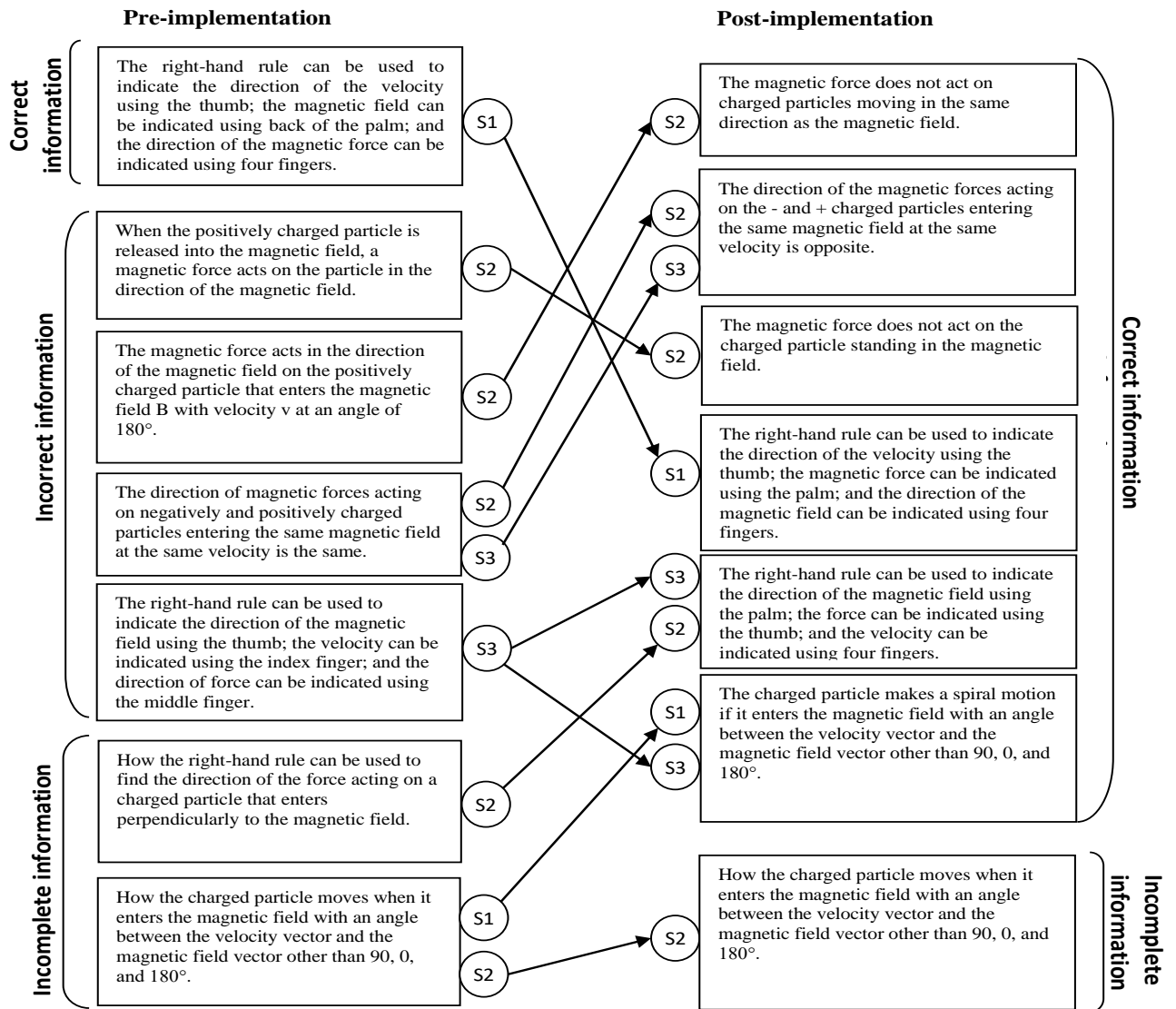


Figure 1. Codes determined before and after implementation related to the direction of the force acting on the charged particle in the magnetic field

The code, 'the right-hand rule can be used to indicate the direction of the velocity using the thumb; the magnetic field can be indicated using back of the palm, and the direction of magnetic force can be indicated using four fingers', was determined in the pre-implementation as being the correct information for a positively charged particle that enters the magnetic field perpendicularly. An example of the pre-interview with student S1 about this code is as follows:

Researcher: There is a magnetic field on the plane of the page. The positively charged particle enters the magnetic field with velocity v . Can you draw how the particle moves?

S1: I think that according to the right-hand rule, my thumb pointing into the page is showing me the velocity because it is positively charged, the palm is facing up, and I guess that the force of the magnetic field is upwards like this. Therefore, I think it moves in this way.

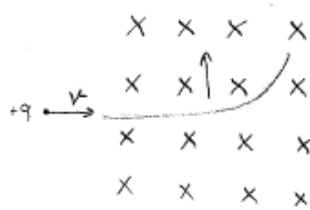
An example of the post-interview with student S1 relevant to this code is as follows:

Researcher: ...There is a magnetic field inside. There is a magnetic field into the plane of the page. We send the particle $+q$ to the magnetic field at velocity v (from the left side). Could you draw the motion?

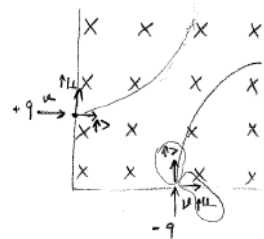
S1: The motion is upwards like this.

Researcher: How did you find this?

S1: According to the right-hand rule, the four fingers show the direction of the magnetic field on the page, our thumb shows the direction of velocity, and the palm shows the force of the magnetic field because it is charged positively; thus, it is upwards. Then, the particle moves up.



(a)



(b)

Figure 2. S1's drawings during pre-interview (a) and post-interview (b)

The basic information that S1 provided about the right-hand rule was correct during the pre-interview and the post-interview. S1's explanation of the right-hand rule differed in the two interviews because the students themselves identified the right-hand rule during group work, which differed from the one that S1 had previously learned. Figure 2 (a) and (b) drawn by S1 during the pre-and post-interviews shows that the trajectory followed by the charge of $+q$ better represents the reality in the post-interview.

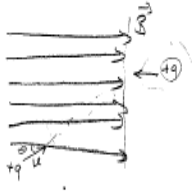


Figure 3. S2's drawing of the charged particle entering the magnetic field at an angle of 180° during pre-interview

Figure 3 was drawn in the pre-interview with S2, and the researcher asked how the $+q$ charge would move when it entered the magnetic field from the right side at an angle of 180° with the magnetic field, as in the figure (left). S2 stated that the velocity of the charge would decrease because of the force going in the opposite direction to that of the movement. As such, it was determined that S2 thought that the magnetic force in the direction of the magnetic field would be applied to the positively charged particle which enters the magnetic field B at an angle of 180° with velocity v . S2's post-interview was similar to the pre-interview. In the post-interview, S2 used the right-hand rule to discover how the charged particle would move. However, when S2 realized that it could not be used, S2 concluded that the magnetic force would not affect the charged particles moving in the same direction as the magnetic field and confirmed this by commenting that α was 180° in the formula, $qVB\sin\alpha$.

In the pre-interview with S3, the right-hand rule that the teacher candidate used to find the force acting on the charged particles entering perpendicularly to the magnetic field vector in different places was applied as using the thumb to show the direction of the magnetic field, the index finger to show the velocity, and the middle finger to show the force. Figure 4 (a) and (b) below are examples of the diagrams made in this interview. In the post-interview, to find the direction of the force in various places, the right-hand rule was used to indicate the direction of the magnetic field using the palm, the direction of force using the thumb, and the direction of velocity using four fingers. Figure 5 (a) and (b) below are examples of diagrams related to this procedure.

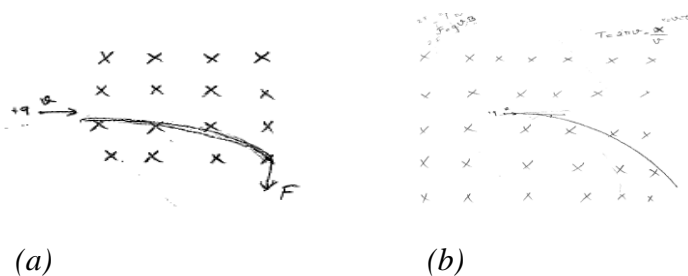


Figure 4. S3's drawings during the pre-interview

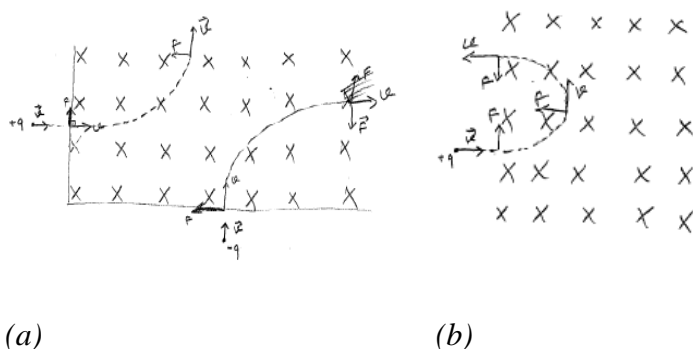


Figure 5. S3's drawings during the post-interview

Discussion and Conclusion

This study aimed to determine the effects of the integrated use of creative drama with the 7E model on the success of 16 physics teacher candidates studying at a state university and taking a physics IV course on the topic of magnetic fields. Data were obtained from the MFTAT and semi-structured interviews. According to the findings obtained from the MFTAT, it was determined that the post-test average scores of the teacher candidates increased for the whole test and each sub-dimension when compared with the pre-test. Based on the normalized gain scores, it was found that the improvement of the teacher candidates' learning outcomes was in the medium criteria. In the interviews, it was found that almost all of the incorrect and incomplete information initially given by the students had been replaced by correct information. For these reasons, it can be concluded that the integrated use of creative drama with the 7E model increased the general success of the teacher candidates.

When the questions in the achievement test were examined one by one in terms of the percentage of correct answers, it was observed that the percentage of correct answers in all questions except two of them increased in the post-test. In addition, the percentage of correct answers in the post-test was 50% or >50% except for five questions. Based on these findings, the questions (six questions in total) whether the percentage of correct answers did not increase and remained <50% in the post-test were examined in detail. One of these questions is that the percentages were the same in the pre-test and post-test. In the post-test, half of the pre-service teachers chose option c, which was the correct answer, while the other half chose option b, which did not meet the expression 'absolutely' in the question (i.e., it was not correct under all conditions). It was thought that there was significant inattentiveness in the teacher candidates that marked option b in this question. After reading this option, the teacher

candidates may have answered the question without reading option (c). We believe that the number of teacher candidates who answered this question correctly would be even greater if options (b) and (c) reversed places. When the wrong answers given to four of the other five questions were examined, it was observed that all teacher candidates knew that the reason the magnet attracts a substance is that the magnetic force acts on the substance because of the magnetic field. However, in addition to this information, it was observed that some teacher candidates thought that magnet and matter were charged with opposite charges, some thought that an electrical force was affected by the electrical field created by the magnet, and some thought that one pole of the magnet was positively and the other pole was negatively charged. In addition, it was found that some of the teacher candidates thought that the magnetic field was not continuous, and some were confused about this issue. Because most of this incorrect information is associated with the electric field subject, it may have occurred during this subject in previous courses or in previous levels of education for some teacher candidates. Even the teacher candidates may have influenced each other during their interactions and discussions, and as a result, some teacher candidates may have learned erroneous information about the subject of the electric field. This result can be interpreted as indicating that students may arrive at a learning environment with incomplete, incorrect, or biased ideas (Stepans, 2006).

In the literature, there are studies in which some students had erroneous information/mental models (Dinçer, 2018; Sederberg, Latvala, Lindell, Bryan, & Viiri, 2010) that the poles of the magnet were charged. In addition, Guisasola, Almudi, and Zubimendi (2004) pointed out that most students used a model of electrical analogy that confuses the electric and the magnetic fields. Similarly, Dinçer (2018) found that some students intertwined the electric field and the magnetic field in their study. These findings suggest that the problems of teacher candidates identified in these three questions may be based on the confusion related to the electric field and the magnetic field. Thus, it is important to determine the preliminary knowledge of the electric field first and take the necessary precautions in designing education, taking into account the possibility of confusing the concepts of electric and magnetic fields. When the wrong answers given to the remaining question were examined, it was seen that they either did not remember the formula $T = 2\pi m/qB$ or remembered it incorrectly. Activities related to the T formula were included in the 7E model's elaborate stage, where creative drama activities were not included in Lesson Plan 2. In the extended phase where creative drama activities took place, mainly $F=qvb\sin\alpha$ and $r=mv/qB$ formulas were included (students had

to make inferences from these formulas to determine the motion trajectories in the improvisation processes). Since it was found that the post-test percentages were high in the questions in which the F and r formulas were questioned in the achievement test but low in the question in which the T formula was questioned, it can be inferred that the processes of creative drama may contribute to teacher candidates' learning the formulas. In the literature, there are no studies that examined the effects of creative drama on teaching formulas in science subjects to the best of our knowledge. Therefore, it is thought that the inference made in this study may be valuable. In the literature, some studies determined the positive effects of creative drama on students' achievement and could access data collection tools (Çopur, 2014; Durusoy, 2012). It was found that the data collection tools in these studies included questions requiring the use of formulas. Although there are no findings in these studies regarding the effects of creative drama on the teaching of formulas, it can be said that the studies support the inference that creative drama may contribute to teaching formulas in science subjects.

After evaluating results from the questions that required direction finding, conceptual questions, and the use of a formula—which together represent the three sub-dimensions of the MFTAT—it was found that the most improvement of teacher candidates' learning outcomes was for the questions that required direction-finding. In addition, none of the six questions discussed above were included in the sub-dimension of questions that required direction. In order to understand the reason for this, the activities were evaluated. It was inferred that the creative drama activities might have provided a sound basis for finding the direction of the magnetic force. In Lesson Plan 2, students were encouraged to remember and to repeatedly use the right-hand rule they learned in the previous stages of the 7E model. Based upon this, they participated in activities to aid in remembering the variables on which the magnitude of the magnetic force depends and determine the trajectory of the charged particle in the magnetic field. It was observed that the teacher candidates who placed themselves in a magnetic field to understand the movement of the charged particles by repeatedly conducting similar improvisations needed to engage their minds while personally participating in the process continuously—they had to observe their classmates, make corrections after realizing their mistakes, and actively engage and take part. In addition, they engaged in discussions with their teachers and with each other from time to time to maintain constant communication during the practice. Saricayir (2010) stated that students actively participated in drama processes by correcting each other's mistakes and that one of the most important benefits of

drama was to encourage students' discussions with each other. Pantidos, Spathi, and Vitoratos (2001) stated that creative drama made physics more comprehensible and more familiar. By considering that creative drama can help explain/understand abstract ideas (Abed, 2016; Braund, 1999; Zimba & Simpemba, 2019), it can be concluded that the creative drama process may have provided support to teacher candidates' explanations of abstract concepts regarding magnetic fields. In a recent study by Cents-Boonstra et al. (2020), not only were students found to be very engaged, but teachers were also more motivated by lessons that included drama, music, and visual arts. In addition, given that studies have emphasized creative drama in increasing students' motivation (Abed, 2016; Batdı, 2020; Odegaard, 2003), it can be concluded that it may have increased the motivation of the teacher candidates in the creative drama processes by featuring activities that enabled participation in the processes through having fun. As a matter of fact, various studies have confirmed that students have fun in creative drama processes (e.g., Paksu & Ubuz, 2009; Zimba & Simpemba, 2019).

The literature identified no study concerning the effects of the integrated use of creative drama and the 7E model on success. However, there are studies conducted to determine the effects of the 7E model and creative drama on success in the teaching of physics topics separately, and the results of these are generally consistent with the results obtained in this study. For example, the 7E model was found to be an effective method of teaching physics in studies on the topics of electrical circuits (Demirezen & Yağbasan, 2013), force and motion (Kanlı & Yağbasan, 2008), de Broglie: matter waves (Baybars & Küçüközer, 2018), electromagnetism (Turgut et al., 2016), the concept of static fluid (Miadi et al., 2018) and mechanical waves (Warliani et al., 2017). Studies on the topics of electricity (Braund, 1999), sound physics and solar energy (Hendrix et al., 2012), and force and motion (Kılınçaslan & Şimşek, 2015) showed that creative drama is an effective method in improving students' achievements. Differing from these, a study on the subject of 'mirrors and their uses', performed using sixth-grade students, found that the use of the 5E model together with creative drama positively affected the students' success (Ayvaci & Yılmaz, 2009). When this combination was used for teaching, students' associating the subject with daily life increased. The results of Ayvaci and Yılmaz's (2009) study, based on the 5E model, are compatible with the current study's findings. In addition, similar results were identified in studies where creative drama was used in conjunction with activity-based instruction (Timothy & Apata, 2014) and the Jigsaw II technique (Demir, 2012).

As such, it can be concluded that the use of the 7E model, when designed in conjunction with creative drama, taking into account the points discussed above, can provide an important contribution in increasing teacher candidates' success in the topic of magnetic fields.

Implications

This research determined that the 7E model, when integrated with creative drama, increased the general success of university-level students. Therefore, similar methods could be used in other degree courses by taking precautions regarding the problems highlighted in the discussion section of this study. This study revealed the importance of determining students' existing knowledge for the subject to be taught and other associated subjects. Therefore, by determining students' preliminary information, educators are advised to consider this outcome. This study demonstrated the contributions of creative drama by successfully answering questions that required direction-finding. It is believed that creative drama can enable students to think in three dimensions when teaching directions concerning abstract concepts such as magnetic field, electrical field, force, and speed. Therefore, new research can be conducted whereby creative drama is used when teaching these various abstract concepts. Finally, as this study has inferred that creative drama may contribute to teaching formulas in science subjects, new studies can be conducted in this direction.

Ethical Approval: *This article was prepared from the thesis named "Effects of 7e and creative drama-based 7e models about the magnetic field on the achievement and attitudes of pre-service physics teachers" prepared by the first author under the second author's supervision (Thesis No: 328844).*

Conflict Interest: *The authors declare no conflict of interest.*

Authors Contributions: *Both authors have contributions at all stages.*

References

- Abed, O. H. (2016). Drama-based science teaching and its effect on students' understanding of scientific concepts and their attitudes towards science learning. *International Education Studies*, 9(10), 163-173. doi:10.5539/ies.v9n10p163
- Adıgüzel, H. Ö. (2006). Yaratıcı drama kavramı, bileşenleri ve aşamaları [Creative drama, components and stages of creative drama]. *Creative Drama Journal*, 1(1), 17-27.
- Angell, C., Guttersrud, Ø., Henriksen, E. K., & Isnes, A. (2004). Physics: Frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. *Science Education*, 88(5), 683-706. doi:10.1002/sce.10141
- Arık, S., & Yılmaz, M. (2020). The effect of constructivist learning approach and active learning on environmental education: a meta-analysis study. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 10(1), 44-84.
- Arieli, B. B. (2007). *The integration of creative drama into science teaching*. Unpublished doctoral dissertation. Kansas State University, Manhattan, USA.
- Ayaz, M. F. (2015). The effect of 5e learning model on the attitudes towards lessons of the students: a meta-analysis study. *Electronic Journal of Education Sciences*, 4(7), 29-50.
- Aykaç, N., & Ulubey, Ö. (2008). Yaratıcı drama yöntemi ile yapılandırmacılık ilişkisinin 2005 MEB ilköğretim programlarında değerlendirilmesi [Evaluation of the relationship between creative drama method and constructivism in 2005 MEB primary education programs]. *Creative Drama Journal*, 3(6), 25- 42.
- Ayvacı, H. Ş., & Yılmaz, B. C. (2009). Investigating the effect of drama activity called 'mirrors and their usage' to student succession developed according to elaborating stage of 5e model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 1(1), 2712-2717. doi:10.1016/j.sbspro.2009.01.480
- Barmby, P., & Defty, N. (2006). Secondary school pupils' perceptions of physics. *Research in Science & Technological Education*. 24(2), 199-215. doi:10.1080/02635140600811585
- Batdı, V. (2020). Mini Meta-Thematic Analysis of Creative Drama. *Creative Drama Journal*, 15, 45-60.

- Baybars, M. G., & Kucukozer, H. (2018). The effect of 7e learning model on conceptual understandings of prospective science teachers on "de Broglie Matter Waves" subject. *European Journal of Educational Research*, 7(2), 387-395.
- Braund, M. (1999). Electric drama to improve understanding in science. *School Science Review*, 81, 35-42.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Bybee, R. W. (2003). *Why the seven E's*. [Available online at: <http://www.miamisci.org/ph/lpintro7e.html>], Retrieved on December 03, 2012.
- Cents-Boonstra, M., Lichtwarck-Aschoff, A., Denessen, E., Aelterman, N., & Haerens, L. (Published online May 2020). Fostering student engagement with motivating teaching: an observation study of teacher and student behaviours. *Research Papers in Education*. doi:10.1080/02671522.2020.1767184
- Ceran, S. A., & Ateş, S. (2019). The effects of 5e model supported by life based contexts on the conceptual understanding levels measured through different techniques. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 5(2), 227-243. doi:10.21891/jeseh.557999
- Cobern, W. W. (1993). Constructivism. *Journal of Educational and Psychological Consultation*, 4(1), 105-112.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. London: Sage Publications.
- Çokdar, H., & Yılmaz, G. C. (2010). Teaching ecosystems and matter cycles with creative drama activities. *Journal of Science Education and Technology*. 19(1), 80-89. doi:10.1007/s10956-009-9181-3
- Çopur, T. (2014). *Use and assesment of creative drama method in teaching mechanic subjects*. Unpublished doctoral dissertation, Gazi University, Ankara, Turkey.
- Danckwardt-Lillieström, K., Andrée, M., & Enghag, M. (2020). The drama of chemistry-supporting student explorations of electronegativity and chemical bonding through creative drama in upper secondary school. *International Journal of Science Education*, 42(11), 1862-1894. doi:10.1080/09500693.2020.1792578

- Demir, K. (2012). An evaluation of the combined use of creative drama and Jigsaw II techniques according to the student views: case of a measurement and evaluation course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 455-459. doi:10.1016/j.sbspro.2012.06.680
- Demirezen, S., & Yağbasan, R. (2013). 7E modelinin basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışları üzerine etkisi [The Effect of 7E Model on Misconceptions About Simple Electrical Circuits]. *Hacettepe University Journal of Education*, 28(28-2), 132-151.
- Dinçer, T (2018). *Pre-service physics teachers' mental models of electric and magnetic field*. Unpublished doctoral dissertation, Hacettepe University, Ankara, Turkey.
- Dorion, K. (2009). Science through drama: A multiple case exploration of the characteristics of drama activities used in secondary science lessons. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2247-2270. doi:10.1080/09500690802712699
- Durusoy, H. (2012). *The effects of curriculum layered and creative drama methods on 6th grade "force and movement" unit on student achievement and retention of knowledge*. Unpublished master's thesis, Hacettepe University, Ankara, Turkey.
- Eryılmaz, A. (2010). Development and application of three-tier heat and temperature test: sample of bachelor and graduate students. *Eurasian Journal of Educational Research*, 40, 53-76.
- Gebbels, S., Evans, S. M., & Murphy, L. A. (2010). Making science special for pupils with learning difficulties. *British Journal of Special Education*. 37(3), 139-147. doi:10.1111/j.1467-8578.2010.00463.x
- Guisasola, J., Almudi, J. M., & Zubimendi, J. L. (2004). Difficulties in learning the introductory magnetic field theory in the first years of university. *Science Education*, 88(3), 443-464. doi:10.1002/sce.10119
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74. doi:10.1119/1.18809
- Hendrix, R., Eick, C., & Shannon, D. (2012). The integration of creative drama in an inquiry-based elementary program: The effect on student attitude and conceptual learning. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 823-846. doi:10.1007/s10972-012-

- Henry, M. (2000). Drama's ways of learning. *Research in Drama Education: The Journal of Applied Theatre and Performance*, 5(1), 45-62. doi:10.1080/135697800114195
- Johnson, H. F. (1912). *The dramatic method of teaching*. (Ed: Cyr, Ellen M.). Boston: Ginnand Company.
- Kaltakçı, D. (2012). *Development and application of a four-tier misconception test to assess pre-service students' misconceptions about geometric optics*. Unpublished doctoral dissertation, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Kanlı, U., & Yağbasan, R. (2008). The effects of a laboratory based on the 7E learning cycle model with verification laboratory approach on students' development of science process skills and conceptual achievement. *Essays in Education*, 24, 143-153.
- Kanlı, U. (2009). Roots and evolution of learning cycle model in light of constructivist theory- a sample activity. *Science & Education*, 34(151), 44.
- Kanlı, U. (2015). Using a two-tier test to analyse students' and teachers' alternative concepts in astronomy. *Science Education International*, 26(2), 148-165.
- Karplus, R., & Their, H. D. (1967). *A New Look at Elementary School Science*. Chicago: Rand McNally.
- Kehoe, J. (1994). Basic item analysis for multiple-choice tests. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 4(1), 10. doi:10.7275/07zg-h235
- Kılınçaslan, H., & Şimşek, P. Ö. (2015). Effects of curriculum layered and creative drama methods on 6th grade' force and motion' unit on achievement, attitude and retention. *Education and Science*, 40 (180), 217-245. doi:10.15390/EB.2015.4380
- Komikesari, H., Anggraini, W., Asiah, N., Dewi, P. S., Diani, R., & Yulianto, M. N. (2020). Effect size test of 7e learning cycle model: conceptual understanding and science process skills on senior high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1572 (pp.1-7). IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1572/1/012023
- Lee, B. K., Patall, E. A., Cawthon, S. W., & Steingut, R. R. (2015). The effect of drama-based pedagogy on pre K–16 outcomes: A meta-analysis of research from 1985 to 2012. *Review of Educational Research*, 85(1), 3-49. doi:10.3102/0034654314540477
- Maharg, P. (2000). Rogers, constructivism and jurisprudence: Educational critique and the

- legal curriculum. *International Journal of the Legal Profession*, 7(3), 189-203. doi:10.1080/096959500750142981
- Maloney, D. P., O’Kuma, T. L., Hieggelke, C. J., & Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(S1), S12-S23. doi:10.1119/1.1371296
- Miadi, O., Kaniawati, I., & Ramalis, T. R. (2018). Application of learning model (LC) 7E with technology based constructivist teaching (TBCT) and constructivist teaching (CT) approach as efforts to improve student cognitive ability in static fluid concepts. *Journal of Physics: Conference Series*, 1108 (pp.1-8). IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1108/1/012059
- Myint, Z. M., & Nyunt, S. S. (2018). An Investigation into the Effectiveness of a Learning Cycle Model in Middle School Science on Students' Scientific Literacy. *Universities Research Journal*, 11(5), 387-404.
- Odegaard, M. (2003). Dramatic science: A critical review of drama in science education. *Studies in Science Education*, 39, 75-101. doi:10.1080/03057260308560196
- Oon, P.-T., & Subramaniam, R. (2011). On the declining interest in physics among students- from the perspective of teachers. *International Journal of Science Education* 33(5), 727-746. doi:10.1080/09500693.2010.500338
- Örnek, F., Robinson, W. R., & Haugan, M. P. (2008). What makes physics difficult?. *International Journal of Environmental & Science Education*. 3(1), 30-34.
- Paksu, A. D., & Ubuz, B. (2009). Effects of drama-based geometry instruction on student achievement, attitudes, and thinking levels. *The Journal of Educational Research*, 102(4), 272-286. doi:10.3200/JOER.102.4.272-286
- Pantidos, P., Spathi, K., & Vitoratos, E. (2001). The use of drama in science education: The case of 'Blegdamsvej Faust'. *Science & Education*, 10(1-2), 107-117. doi:10.1023/A:1008769401292
- Primanda, A., Distrik, I. W., & Abdurrahman, A. (2018). The Impact of 7E Learning Cycle-Based Worksheets Toward Students Conceptual Understanding and Problem Solving Ability on Newton's Law of Motion. *Journal of Science Education*, 2(19), 95-106.
- Redish, E. F., Saul, J. M., & Steinberg, R. N. (1998). Student expectations in introductory physics. *American Journal of Physics*, 66(3) 212-224. doi:10.1119/1.18847

- Sarıcaıyır, H. (2010). Teaching electrolysis of water through drama. *Journal of Baltic Science Education*, 9(3), 179-186.
- Sarıkaya, S., & Akbaş, A. (2020). Elimination of Misconceptions of Secondary School Students about Heat and Temperature. *Dicle University Journal of Ziya Gökalp Faculty of Education*, 1(38), 31-40.
- Sederberg, D., Latvala, A., Lindell, A., Bryan, L., & Viiri, J. (2010). Progressions of students' mental models of magnetism across scale. *Presentation at the annual conference of Groupe International de Recherche sur l'Enseignement de la Physique (GIREP)*. Reims, France.
- Sherman, J. S. (2000). *Science and Science Teaching*. USA: The College of New Jersey.
- Stagg, B. C. (2020). Meeting Linnaeus: improving comprehension of biological classification and attitudes to plants using drama in primary science education. *Research in Science & Technological Education*, 38(3), 253-271. doi:10.1080/02635143.2019.1605347
- Stepans, J. (2006). Targeting students' science misconceptions: *Physical science concepts using the conceptual change model*. Florida: Showboard Inc.
- Şahin, E., & Yağbasan, R. (2012a). Determining which introductory physics topics pre-service physics teachers have difficulty understanding and what accounts for these difficulties. *European Journal of Physics*, 33(2), 315-325.
- Şahin, E. & Yağbasan, R. (2012b). Fizik eğitiminde yaratıcı drama ve örnek bir ders planı: gel-git olayı [creative drama in physics education and a sample lesson plan: the event of tide]. *Buca Faculty of Education Journal*, 34, 79-98.
- Şeker, H., & Gençdoğan, B. (2014). *Psikolojide ve eğitimde ölçme aracı geliştirme [Scale development in psychology and education]*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Şimşek, P. Ö., & Karataş, F. Z. (2020). The Effect of Creative Drama on Success in Science Education: A Meta-Analysis Study. *Creative Drama Journal*, 15(1), 63-84. doi:10.21612/yader.2020.004
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273-1296. doi:10.1007/s11165-016-9602-2
- Taşkın, T., & Moğol, S. (2016). Yaratıcı drama yönteminin öğretmen adaylarının mekaniğe

yönelik tutumuna etkisi [The effect of creative drama method on pre-service teachers' attitude towards mechanics]. *Journal of Kırşehir Education Faculty*, 17(3), 17-37.

- Timothy, J., & Apata, F. S. (2014). Effects of creative drama-based instruction on basic science achievement and scientific attitudes in Lagos State. *ATBU Journal of Science, Technology and Education*, 2(2), 59-65.
- Toksun, S. E. (2019). Turkish teachers' opinions about the use of drama method. *International Journal of Progressive Education*, 15(3), 144-155. doi:10.29329/ijpe.2019.193.10
- Toraman, Ç., & Ulubey, Ö. (2016). The effect of creative drama method on the attitude towards course: a meta-analysis study. *Journal of Educational Sciences Research*, 6(1), 87-115. doi:10.12973/jesr.2016.61.5
- Turgut, U., Colak, A., & Salar, R. (2016). The effect of 7e model on conceptual success of students in the unit of electromagnetism. *European Journal of Physics Education*, 7(3), 1-37.
- Ural, G., & Bümen, N. (2016). A meta-analysis on instructional applications of constructivism in science and technology teaching: A sample of Turkey. *Education and Science*, 41(185), 51-82.
- Ünlü, Z. K., & Dökme, İ. (2020). The effect of technology-supported inquiry-based learning in science education: action research. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 6(2), 120-133. doi:10.21891/jeseh.632375
- Warliani, R., Muslim, M., & Setiawan, W. (2017). Implementation of 7E learning cycle model using technology based constructivist teaching (TBCT) approach to improve students' understanding achievement in mechanical wave material, *AIP Conference Proceedings*, 2017 (pp. 1-5). AIP Publishing. doi:10.1063/1.4983961
- Weil-Barais, A. (2001). Constructivist approaches and the teaching of science. *Prospects*, 31(2), 187-196.
- Williams, C., Stanisstreet, M., Spall, K., Boyes, E., & Dickson, D. (2003). Why aren't secondary students interest in physics?. *Physics Education*, 38(4), 324-329.
- Yerdelen-Damar, S., & Eryılmaz, A. (2021). Promoting conceptual understanding with explicit epistemic intervention in metacognitive instruction: interaction between the treatment and epistemic cognition. *Research in Science Education*, 51, 547-575. doi:10.1007/s11165-018-9807-7

Zimba, J. F., & Simpemba, P. (2019). The integration of creative drama into the teaching of radioactivity: a case study of mwashii secondary school in kabwe district. *International Journal of Advanced Research and Publications*. 3(9), 110-117.

Appendix

Lesson Plan 2

Topic: Magnetic fields; **Duration:** 5×50 minutes

Learning outcomes: Regarding the movement of charged particles in a magnetic field, students should be able to:

- (1) Explain what a magnetic force acting on charged particles in a magnetic field depends on.
- (2) Use the right-hand rule to find the direction of a magnetic force acting on charged particles in a magnetic field.
- (3) Explain the movement of charged particles in a magnetic field.

Learning-teaching process

Grouping: At the beginning of the course, students are divided into four groups. Groups are created by the teacher in a way that is heterogeneous and takes into account the individual characteristics of students. Each group is then placed at a different table, and the 'engage' phase starts.

'Engage' phase of 7E model

Photographs taken in the regions where the auroras can be seen are shown using a PowerPoint presentation. Then, students are asked what the common points of these photographs are, and how they relate to the topic. A video of about a minute, taken in a region close to one of the poles of the Earth, with a clear view of the auroras in the sky, is then projected on the white screen. The students watch it, and comment. The students are then asked how these lights might relate to the magnetic field. Their answers are considered, and the basis of these lights is stated as the magnetic force acting on the charged particles in the magnetic field. The students are asked about the magnetic force acting on the charged particles. Then, the 'explore' phase begins.

'Explore' phase of 7E model

An experiment involving a cathode ray tube is carried out to discuss with students what the magnetic force acting on charged particles in the magnetic field may depend on. A computer with four simulations must be installed on the table of each group. They are told that three simulations (simulations 1, 2, and 3 prepared in this study using the interactive physics program) will be used to investigate the magnetic force acting on the charged particles moving in the magnetic field. These simulations are reflected onto the white screen, and explained. In simulation 1, the velocity vector of the charged particle was constructed so as to be always perpendicular to the magnetic field vector. The direction of the magnetic field was inward from the screen. In addition, this simulation was designed to allow the particle to perform curvilinear motion when it enters the magnetic field, but not to allow it to complete its circular motion. Simulation 2 is basically the same as simulation 1, except that the magnetic field is directed outward from the screen. In these two simulations, students could change the magnitude of the magnetic field, the direction in which the particle enters the magnetic field, the velocity of the particle, and the sign and magnitude of the particle's charge. They could also calculate the value of the magnetic force. Simulation 3 has the same logic as the first two. However, in this simulation, there were two particles, one whose velocity vector is in the same direction as the magnetic field vector, and the other is in the opposite direction. A worksheet (worksheet 1) is given to each group. Worksheet 1 has been prepared so that students could reach the formula $F=qvBS\sin\alpha$. Students are asked to conduct group work and to use the simulations to fill in worksheet 1. The teacher leads the process by going around the groups, and when necessary, makes suggestions through asking questions. At this stage, students discover the right-hand rule and what the magnetic force depends on from using the simulations.

'Explain' phase of 7E model

The teacher asks questions on worksheet 1, and asks the groups to explain their discoveries and to provide their reasoning. During these explanations, the teacher directs the discussion when necessary.

'Elaborate' phase of 7E model

Worksheet 2 is given to each group. All students are asked to complete it through group work, then volunteers are asked to solve questions on the board. Worksheet 2 contains different examples from the simulations. At this stage, the students use what they have discovered in the 'explore' stage for different examples. Up to this point, all activities have focused on the direction and magnitude of the magnetic force acting upon the charged particle. Now, the movement of the charged particle in the magnetic field is discussed. For this purpose, various activities are introduced at this time ($r = mv/qB$; $T = 2\pi m/qB$; simulation 4, worksheet 3; simulation 5; Van Allen belts).

'Extend' phase of 7E model

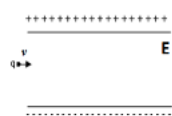
'Preparation or Warm-up' Stage of Creative Drama: Musical Warm-up Activity

Students are asked to walk in time to music playing in the classroom (students may dance if they wish), and to take care not to bump into each other while walking. The teacher accompanies the students and gives instructions, ensuring that the process runs as follows. Following the teacher's instructions, the students initially walk on the ground with quick steps, continue to walk with faster steps, then walk with slower steps. If music is playing, they can walk in any direction they want, at any velocity they want, using any movements they want. The music is stopped at various intervals for around 10-15 seconds. Each time the music stops, students make the following movements in the 10-15 second period:

Stop 1: Each student changes their movements when the music stops. For example, students can change their speed, change direction, or stop if they want. In short, they can do whatever they want. What is important here is that they make a change. When the music starts, they can walk freely again as they wish. **Stop 2:** When the music is stopped, the students stop and walk in an opposite direction. When the music starts, they can walk freely again. **Stop 3:** When the music is stopped, the students pretend that they have suddenly turned into a positive charge and are entering a constant magnetic field from the ceiling to the floor. Thus, when the music is stopped, they know that a magnetic force will act on them because they are a positive charge entering a constant magnetic field with velocity v . At that moment, depending on the direction of their movements, they determine the direction of the magnetic forces that will act on them, they think about how to move, and they make their movements when the music stops. Here, the teacher candidates are expected to determine their direction using the right-hand rule, and to consistently act using the direction they find. After the last stop, the movement of several of the students is discussed. Students are asked to remember the right-hand rule by asking questions such as the direction they went in, why they went in that direction, and so on.

'Improvisation' Stage of Creative Drama: Velocity Selector Improvisation Activity

The desks in the class are drawn to the edge of the room, and a large area is created so that there is enough space to perform comfortably. Students are given roles, and improvisations are conducted over three stages. The basis of the first stage is the movements of the particles entering a region with only an electric field; the basis of the second stage is the movements of particles entering a region where there is only the magnetic field; and the basis of the third phase is the movements of the particles (i.e. the velocity selector) entering the region where both the electric field and magnetic field are present.



Phase 1: There is only an electric field. Roles are written on paper, such as two students are a +q charge, two students are a -q charge, one student is a neutral charge, half of the remaining students are a positively charged plate, and the other half are a negatively charged plate. The papers are mixed, and students are asked to choose one. This ensures that every student has a role. Those representing the positively charged plate and those representing the negatively charged plate are mutually arranged

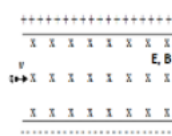
to be approximately one metre apart. The other five remaining students wait outside the area between the plates. The students are asked various questions (for example, what is the direction of the electrical field between the plates? Does a force act when the positive charge enters between the plates?). After discussion, one of the students, who role-plays the +q charge, moves between the plates at the speed of v (their movement is improvised). Then, in turn, the other student who role-plays the charge of +q with the speed of $2v$, the student who role-plays the charge of -q with the speed of v , the other student with a speed of $2v$, and the student who role-plays the neutral charge enter between the plates using any speed to act out their movements. During this process, the students comment on the directions and distances between the improvisations by using the formulae learnt in previous courses. When the students' comments are incomplete or incorrect, the correct explanations are given by asking leading questions, and animations are performed in accordance with the explanations.



Phase 2: There is only a magnetic field. Before the lesson, 15 photocopied papers are crossed out to cover the entire paper. That is to say that a cross mark was placed on A4 white papers, large enough to cover the entire size and leave a dark colour. Students are told that there are no more charged plates in the field, but that there is a magnetic field, and photocopied papers are distributed on the ground so that the crossed-out mark stays above. The crossed-out marks are said to indicate the direction of the magnetic field. A similar process to the first phase is repeated so that the trajectory followed by the charged particles entering the magnetic field is continued by the various states (different velocities, different charges, etc.), and is provided for improvisation.

A similar process to the first phase is repeated so that the trajectory followed by the charged particles entering the magnetic field is continued by the various states (different velocities, different charges, etc.), and is provided for improvisation.

Phase 3: There are electrical and magnetic fields present at the same time. In this stage, the crossed-out marks on the ground are not removed, such as in the first phase, and the installed plates are recreated by the students. Thus, it is said that in the case where both the magnetic field and the electrical field are present at the same time in the region, improvisations will be made (animating the speed selector). One of the students animating the charge of +q is asked questions before performing the role-play (e.g. 'When the charge of +q enters the region where both the electrical and magnetic fields are present, what forces affect the +q charge? What are the aspects of these forces? Which side will the



charge move to?'), to create an atmosphere of discussion. After the discussion, one of the students role-playing the +q charge enters the zone with the speed of v , and improvises the movement. Then, in turn, the other student role-playing the +q charge, the two students role-playing the -q charge, and the student role-playing the neutral load each improvise their identified movements. Then, the improvisations are repeated (the +q charged particle entering the field with $2v$ speed, -2q charged particle entering the field with v speed, etc.) for different roles. During events, the students' roles are changed from time to time. During this process, students comment on the radius of the curvature and the aspects of the movements by using formulae learnt in previous courses. In addition, students communicate with each other through discussion. When necessary, discussions are introduced regarding the shapes drawn on the board. When the students' comments are lacking or incorrect, the correct explanations are given and improvisations are performed in accordance with the explanations.

The mass spectrometer shape with the velocity selector is reflected on the white screen, and information about the mass spectrometer is given.

'Exchange' phase of 7E model*'Evaluation-Discussion' Stage of Creative Drama: Newspaper Preparation Activity*

Students are divided into four groups. A piece of A4 paper is given to each group, and they are asked to prepare a newspaper article covering a current technological application related to charged particles moving within the magnetic field (students were asked to search for current applications about charged particles moving in the magnetic field at the end of the previous lesson). Then, the prepared news is read aloud in turn by members of the group.

'Evaluate' phase of 7E model

Evaluation scales are given to all students. Students are asked to answer questions individually, and after they have filled in the scale, questions are solved by the students on the board. The evaluation scale contains questions about the lesson plan's achievements. Important points are emphasised by the teacher when necessary. Thus, the students evaluate themselves, and the teacher evaluates students.



Manyetik Alanlar Konusunun Öğretiminde Farklı Öğretim Yöntemlerinin Bütünleştirilmesi: Yaratıcı Drama ve 7E Öğrenme Modelinin Kullanımı *

Esin ŞAHİN**, Rahmi YAĞBASAN***

• Geliş Tarihi: 28.08.2020 • Kabul Tarihi: 27.08.2021 • Çevrimiçi Yayın Tarihi: 19.11.2021

Öz

Bu çalışma, yaratıcı drama ile bütünleştirilmiş 7E öğrenme modelinin fizik öğretmen adaylarının başarılarına etkilerini belirlemeyi amaçlamaktadır. ‘Manyetik alanlar’ konusunda 7E modeli ile yaratıcı drama bütünleştirilerek ders planları hazırlanmıştır. Bu ders planlarının uygulamaları 16 fizik öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak manyetik alanlar konusu başarı testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmıştır. Manyetik alanlar konusu başarı testi bulgularına göre, yaratıcı drama ile bütünleştirilmiş 7E öğrenme modeli fizik öğretmen adaylarının başarılarını arttırmıştır. Yapılan görüşmelerde öğrencilerin başlangıçta verdikleri yanlış ve eksik bilgilerin hemen hemen tamamının doğru bilgilerle değiştirildiği tespit edilmiştir. Bu nedenlerle, 7E öğrenme modeli ile yaratıcı dramanın bütünleştirilerek kullanılmasının öğretmen adaylarının genel başarılarını arttırdığı sonucuna varılabilir.

Anahtar sözcükler: 7E öğrenme modeli, yaratıcı drama, manyetik alan, fizik öğretimi

Atıf:

Şahin, E. ve Yağbasan, R. (2022). Manyetik alanlar konusunun öğretiminde farklı öğretim yöntemlerinin bütünleştirilmesi: Yaratıcı drama ve 7E öğrenme modelinin kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 54, 215-248, doi: 109779.puefd.787276

* Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinin bir parçasıdır. Çalışmadaki bazı kısımlar 1. Ulusal Fizik Eğitimi Kongresi ve XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

** Dr. Öğr. Üyesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, esahin@comu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6506-1507

*** Prof. Dr., Başkent Üniversitesi, yagbasan@baskent.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-0098-173X

Giriş

Günlük hayatımızda oldukça büyük bir yeri olan fizik konularının önemi tartışmasız kabul edilmektedir. Ancak birçok araştırmada öğrencilerin fizik konularını anlamakta zorlandıkları vurgulanmıştır (Angell, 2004; Gebbels, Evans ve Murphy, 2010; Şahin ve Yağbasan, 2012a; Williams, Stanisstreet, Spall, Boyes ve Dickson, 2003). Öğrencilerin fizik konularını anlamakta zorlanma nedenleri ile bağlantılı olan çalışmaların sonuçları, öğrencilerin zorlanmalarının motivasyon eksikliği, gerçek hayat uygulamalarının olmaması, fiziğin çok soyut olması, fiziğin ilgi çekici olmaması (Örnek, Robinson ve Haugan, 2008; Şahin ve Yağbasan, 2012a), öğrencilerde fizik konularının zor olduğuna dair önyargı olması (Oon ve Subramaniam, 2011), fiziğin diğer fen alanlarına göre daha az sevilmesi (Barmby ve Defty, 2006), öğrencilerin fizik ile kendi yaşam deneyimleri arasında bağlantı kuramamaları (Redish, Saul ve Steinberg, 1998) gibi nedenlerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Öğrencilerin fizikte başarılı olmalarını kolaylaştırmak için öğrenme-öğretme sürecini yukarıda bahsedilen engelleri ortadan kaldıracak şekilde yapılandırmak önemlidir. Bu nedenle öğrenci merkezli eğitim verilmesi bir gerekliliktir. Literatürde de belirtildiği gibi öğrenci merkezli olan yapılandırmacı yaklaşım, özellikle 1900'lü yılların sonlarından itibaren eğitim süreçlerinde ön plana çıkmıştır. Yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenme, öğrencilerin sürekli olarak kendi deneyimlerinden fikirler ürettikleri aktif bir süreçtir. Genel olarak, öğrencilerin ne bildikleri, ne bilmeleri gerektiği ve yeni bilgileri nasıl özümsemeye başlayacakları, öğrenci merkezli yapılandırmacı öğrenme tasarımının odağında yer almaktadır (Maharg, 2000). Yapılandırmacı yaklaşımda birey bilgiyi bir otoriteden ya da öğretmenden kolayca almak yerine kendisi yaratır (Sherman, 2000). Geçmişten günümüze yapılandırmacı yaklaşımın özellikle fen eğitimindeki önemi vurgulanmaktadır (örneğin, Arık ve Yılmaz, 2020; Cobern, 1993; Ural ve Bümen, 2016; Weil-Barais, 2001). Fizik konularından birinin öğretimine odaklanan bu çalışmanın kapsamına, temelinde yapılandırmacı yaklaşım olan 7E öğrenme modeli (Karplus ve Their, 1967) ve yapılandırmacı yaklaşımla uyumlu olan yaratıcı drama (Aykaç ve Ulubey, 2008) dahil edilmiştir.

7E Öğrenme Modeli

Öğrenci merkezli bir yaklaşım olan öğrenme halkası modeli, başlangıçta yapılandırmacı yaklaşım temelinde üç aşamalı olarak tasarlanmıştır (Karplus ve Their, 1967). Daha sonra aşama sayısı zamanla arttırılarak 5E (beş aşamalı; Bybee, 1997) ve 7E (yedi aşamalı; Bybee, 2003) öğrenme modelleri oluşturulmuştur. Aşama sayısının artması süreci, bazı aşamaların adı veya yapısı değiştirilerek ve yeni aşamalar eklenerek ilerlemiştir (Kanlı, 2009). Özellikle

5E öğrenme modelinin fizik eğitiminde kullanılmasına yönelik gerçekleştirilen araştırmaların sayısı oldukça fazladır ve bu araştırmalarda genel olarak, bu modelin hem tutum hem de başarı açısından önemli katkılarına olduğuna dair sonuçlar elde edilmiştir (Ayaz, 2015). Son yıllarda 5E öğrenme modelini içeren ve fizik konularının öğretiminde olumlu sonuçların elde edildiği çeşitli araştırmalar hala gerçekleştirilmeye devam etmektedir (Ceran ve Ateş, 2019; Sarıkaya ve Akbaş, 2020; Ünlü ve Dökme; 2020). Ancak, 7E öğrenme modelinin (7E modeli) fen eğitiminde kullanılmasına yönelik gerçekleştirilen çalışmalar da yapılmış olmasına rağmen özellikle fizik konularının öğretiminde 5E modeli ile kıyaslandığında çok daha sınırlıdır. Bu çalışmalar 7E modelinin fizik eğitiminde etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir (Baybars ve Küçüközer, 2018; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Kanlı ve Yağbasan, 2008; Komikesari ve diğerleri, 2020; Miadi, Kaniawati ve Ramalis, 2018; Myint ve Nyunt, 2018; Primanda, Distrik ve Abdurrahman, 2018; Turgut, Colak ve Salar, 2016; Warliani, Muslim ve Setiawan, 2017; Yerdelen-Damar ve Eryılmaz, 2019).

7E modelinin aşamaları (merak uyandırma, araştırma, açıklama, genişletme, ilişkilendirme, fikir alışverişi-paylaşma, değerlendirme) kısaca şu şekilde özetlenebilir (Bybee, 2003). 'Merak uyandırma' aşamasında öğrencilerin ilgi ve motivasyonları artırılmalı, hayal güçleri geliştirilmelidir. 'Keşfetme' aşamasında öğrenciler, ortak deneyimleri paylaşma, kavram ve beceriler geliştirme, düşünceleri doğrultusunda keşifler yapma fırsatına sahip olmalıdır. 'Açıklama' aşamasında öğrencilere kendi bulgularını başkalarına açıklama fırsatı verilerek onların kendi düşüncelerini anlatmaları konusunda teşvik edildikleri bir ortam yaratılmalıdır. 'Genişletme' aşamada, öğrencilere kavramlarla ilgili bilgilerini iletme ve bunları diğer bağlamlara bağlama fırsatı verilmelidir. 'İlişkilendirme' aşamasında, bir önceki aşamayı destekleyecek şekilde bilginin uygulanmasını içeren, bilginin farklı disiplinlerde uygulanmasını sağlayan ve gerektiğinde yeni bir kavramla ilgili sayısal problemlerin çözülmesine yardımcı olan etkinliklere yer verilmelidir. 'Fikir alışverişi-paylaşma' aşamasında öğrencilerin fikirlerini özgürce ifade edebilecekleri bir ortamda, yeni kavramları hem öğretmenleri hem de akranları ile paylaşarak, dinleyerek ve tartışarak öğrenmeleri pekiştirilmeye çalışılmalıdır. Son olarak, 'değerlendirme' aşamasında çeşitli yollarla değerlendirmeler yapılarak öğrencilere geri bildirim verilmelidir (Bybee, 2003).

Yaratıcı Drama

Yaratıcı dramının ilk uygulayıcılarından Harriet Finlay Johnson, öğrencilerin görerek ve yaparak daha iyi öğrendiklerini ve eğitim süreçlerinin öğrenci merkezli yeni bir anlayışla inşa edilmesinin daha iyi olduğunu savunmuştur (Johnson, 1912). Odegaard (2003), dramının fen

eğitiminde kullanımını incelemiş ve dramanın öğrencilere öğrenmenin bilişsel, duyuşsal ve aktif yönlerini bütünleşik bir şekilde deneyimleme fırsatı sunduğunu belirtmiştir. Braund (1999) elektrik konusunda yaptığı çalışmada, drama etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının soyut fikirleri açıklamalarına yardımcı olduğunu belirlemiştir. Bu bulguyu destekleyen çalışmalar da mevcuttur (Abed, 2016; Dorion, 2009). Bu nedenle fizik kavramları oldukça soyut ve öğrenciler için görselleştirmesi zor olduğu için yaratıcı drama bu açıdan öğrencilere yardımcı olabilir. Ayrıca yaratıcı drama etkinliklerinin öğrencilerin kavramları günlük yaşamla ilişkilendirmesine yardımcı olabileceğini (Henry, 2000) ve motivasyonlarını olumlu yönde etkilediğini vurgulayan (Abed, 2016; Batdı, 2020; Odegaard, 2003) çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yaratıcı dramanın fen ve/veya fizik konularında başarılarını artırmada etkili olduğu çok sayıda araştırmalarla ortaya konmuştur (Arieli, 2007; Braund, 1999; Çokdar ve Yılmaz, 2010; Danckwardt-Lillieström, Andrée ve Enghag, 2020; Kılınçaslan ve Şimşek, 2015; Pantidos, Spathi ve Vitoratos, 2001; Saricayir, 2010; Şahin ve Yağbasan, 2012b; Zimba ve Simpemba, 2019). Ayrıca, çeşitli meta-analiz çalışmalarında, yaratıcı dramanın fen konularındaki başarılar üzerinde olumlu ve anlamlı etkileri olduğu tespit edilmiştir (Lee, Patall, Cawthon ve Steingut, 2015; Şimşek ve Karataş, 2020). Ayrıca, yaratıcı dramanın öğrencilerin derse/konuya yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Abed, 2016; Stagg, 2020; Taşkın ve Moğol, 2016; Timothy ve Apata, 2014; Toraman ve Ulubey, 2016). Benzer şekilde, öğretmen görüşlerine göre yaratıcı drama öğrencilerin derse olan sevgisini ve ilgisini arttırmaktadır (Toksun, 2019).

Yaratıcı dramanın alanyazında çeşitli tanımları yer almakla birlikte bu çalışma kapsamında temel alınan tanım ve aşamaları aşağıda açıklanmıştır:

Eğitimde yaratıcı drama, herhangi bir konuda doğaçlama, rol oynama gibi tekniklerden yararlanarak, bir grupta ve grup üyelerinin birikimlerinden, yaşantılarından yola çıkarak canlandırmalar yapmaktır. Bu süreç, grubun yapısına göre önceden belirlenmiş ortamda bir lider tarafından yönetilir (Adıgüzel, 2006). Adıgüzel (2006) yaratıcı drama etkinliklerinin (1) hazırlık-ısınma, (2) canlandırma ve (3) değerlendirme-tartışma şeklinde üç aşamaya göre tasarlanmasını önermiştir. 'Hazırlık-Isınma' aşamasının asıl amacı, bir grup dinamiği oluşturmak ve öğrencilerin bir sonraki aşamaya hazır duruma gelmelerini sağlamaktır. Bu aşama daha çok öğretmen tarafından yapılandırılır ve bu aşamada genellikle oyunlar yer alır. Oyunlar, öğrencileri çalışılacak konuya hazırlayacak nitelikte seçilmelidir. İkinci aşama, tüm oluşum çalışmalarının yapıldığı aşamadır. Bu aşamada, doğaçlama, rol oynama ve diğer teknikler kullanılır. Paylaşılan deneyimler ve ardından yaratıcı dramanın değerlendirilmesi,

bireyin bu aşamada nasıl 'performans gösterdiğine' ve deneyimin nasıl algılandığına göre şekillenir. Üçüncü aşama, drama çalışmalarında elde edilen sonuçların değerlendirildiği aşamadır. Genel olarak eğitsel kazanımlar üzerine tartışmalar bu aşamada yapılır ve sürecin özü, önemi ve niteliği bu aşamada belirlenir.

Amaç

7E modeli ve yaratıcı drama ile ilgili olarak gerçekleştirilen bu çalışmaların sonuçlarından yola çıkıldığında 'fizik eğitiminde etkililiği kanıtlanmış olan bu yöntemler bütünleştirilebilir mi?', bütünleştirilebilirse 'bu kullanım katılımcıların fizik konularına ilişkin öğrenmelerini nasıl etkiler?' soruları gündeme gelmektedir. Alanyazında 7E modeli ile yaratıcı dramanın bütünleştirildiği bir çalışmaya rastlamamış olmamıza rağmen, yaratıcı dramanın 5E modeli (Ayvacı ve Yılmaz, 2009), aktivite temelli öğretim (Timothy ve Apata, 2014), Jigsaw II tekniği (Demir, 2012) gibi çeşitli yöntem ya da tekniklerle birlikte kullanımının araştırıldığı ve bu kullanımların öğrenciler üzerinde olumlu etkilerinin tespit edildiği bazı çalışmalara ulaşılmıştır. Bu nedenle, 7E modelinin yaratıcı drama ile bütünleştirilerek kullanımının fizik eğitiminde etkililiğinin araştırılması bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Öğrencilerin manyetizma konularını öğrenmekte zorlanmaları (Maloney, O'Kuma, Hieggelke ve Van Heuvelen, 2001; Şahin ve Yağbasan, 2012a) nedeniyle bu konu seçilmiştir. Öğretmen adaylarının öğrenim gördüğü devlet üniversitesindeki eğitim programında, manyetizmanın temellerinin Fizik IV dersi kapsamında yer alan Manyetik Alan konusu ile atılması sebebiyle 'Manyetik Alan' konusu seçilmiştir. Manyetik Alan konusu manyetik alan kavramını, manyetik alanda yüklü parçacığa etki eden manyetik kuvveti ve içerisinde akım geçen tele etki eden manyetik kuvveti kapsayacak şekilde sınırlı tutulmuştur.

Bu araştırmanın amacı, yaratıcı drama ile 7E modelinin bütünleştirilerek kullanılmasının üniversitede öğrenim gören ve Fizik IV dersini almakta olan 16 fizik öğretmen adayının, manyetik alanlar konusundaki başarılarına etkilerini belirlemektir.

Yöntem

Araştırmada hem nitel hem de nicel araştırma yöntemlerini içeren karma model kullanılmıştır. Araştırma, Creswell ve Clark (2007) tarafından geliştirilen zenginleştirilmiş desene göre gerçekleştirilmiştir. Zenginleştirilmiş desenin temelinde, bir veri çeşidinin diğer veri çeşidinin zayıf yönlerini tamamlayarak güçlendirmesi yer almaktadır (Creswell & Clark, 2007). Bu araştırmanın nicel boyutunda ön test ve son test olarak çoktan seçmeli başarı testi kullanılmıştır. Bu çalışmada genelleme amacı güdülmeyeceği için sonuçlar betimsel olarak

sunulmuş ve nicel veriler çıkarımsal istatistik analizleri yapılmadan yorumlanmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur.

Katılımcılar

Araştırma bir devlet üniversitesinde Fizik Öğretmenliği Programına kayıtlı Fizik IV dersini almakta olan 16 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Fizik IV dersi fizik öğretmenliği programının dördüncü yarıyılında yer almaktadır. Tüm öğretmen adayları yaratıcı drama etkinliklerine katılma deneyimine sahiptir. Öğretmen adayları yaratıcı dramanın yöntem olarak kullanıldığı hazırlık niteliğinde üç adet ders planının uygulamalarına katılmışlardır. İlk iki ders planında yaratıcı drama süreçlerinde problem yaşamamak için gerekli olan bireysel farklılıklar, iletişim, doğaçlama, rol yapma gibi konulara odaklanılmıştır. Üçüncü ders planında, bir fizik konusunda yaratıcı dramanın kullanımına odaklanılmıştır. Tüm ders planlarının süreleri ikişer saattir (bu üç ders planının geliştirilmesi sürecinde üç uzman görüşleri alınmıştır. Bu uzmanlardan biri yaratıcı drama eğitmeni, diğer ikisi ise yaratıcı drama konusunda uzman akademisyenlerdir. Ayrıca, akademisyenlerden biri aynı zamanda fizik eğitimi uzmanıdır). Bu araştırma, konuyla ilgili daha geniş bir çalışmanın bir parçasıdır. Çalışmanın başında Fizik IV dersini alan 35 öğretmen adayına bu araştırma hakkında bilgi verilmiş ve katılmak isteyip istemedikleri sorulmuştur. Tüm öğretmen adaylarından katılmak istediklerine dair geri bildirim alınmıştır. Bu araştırma kapsamındaki öğretmen adayları manyetik alanlar konusu başarı testi ön test puanlarına göre seçilmiştir. Bu puanlar alt, orta ve üst düzey olarak sınıflandırılarak 16 öğretmen adayından oluşan heterojen bir grup oluşturulmuştur. Bu öğretmen adayları, manyetik alanlar konusunda 7E modeli ile yaratıcı dramanın bütünleştirilmesiyle tasarlanan uygulamalara katılmışlardır.

Verilerin Toplanması

Araştırmada veri toplama aracı olarak manyetik alan konusu başarı testi (MAKBT) ve yarı yapılandırılmış görüşme formları (YYGF 1, YYGF 2 ve YYGF 3) kullanılmıştır. MAKBT, 16 öğretmen adayının tamamına uygulamaların öncesinde ve sonrasında uygulanmış, yarı yapılandırılmış görüşmeler ise üç öğretmen adayını uygulamaların öncesinde ve sonrasında gerçekleştirilmiştir. Bu üç öğretmen adayını, veri çeşitliliğinin sağlanabilmesi için MAKBT ön test sonuçlarının alt, orta ve üst düzeylerinden seçilmiştir.

Manyetik alanlar konusu başarı testi

Bu araştırma kapsamındaki MAKBT'nin geliştirilmesine ilişkin bilgiler aşağıda özetlenmiştir. Başlangıçta beş fizik eğitimi uzmanının görüşleri de alınarak 23 maddelik çoktan seçmeli bir pilot test hazırlanmıştır (uzmanların görüş ve önerileri kapsam geçerliğini sağlamak için kazanımların sorulara dağılımını içeren bir tablo üzerinden alınmıştır). Ardından, test toplam 202 öğrenciye uygulanmıştır. Bu öğrenciler, bu araştırmanın çalışma grubunda değildir, daha önceki yıllarda Manyetik Alan konusunu kapsayan dersler almış olup, Fen/Fizik Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan öğrencilerdir. Madde analizi sonucunda gerekli düzeltmeler yapıldıktan, bazı sorular çıkarıldıktan ve 10 uzmanın (beşi doktorasını Fizik Eğitimi Bilim Dalında, biri Fizik Anabilim Dalında tamamlamış, dördü Fizik Eğitimi Bilim Dalında doktora eğitimine devam etmekte olan akademisyenler) görüşü alındıktan sonra test son şeklini almıştır. MAKBT’de çoktan seçmeli 20 madde yer almaktadır. Test için hesaplanan Cr-Alpha güvenilirlik katsayısı 0.71’dir. MAKBT'de yer alan sorulara ilişkin kazanımlar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. MAKBT’de Yer Alan Soruların Kazanımlara Dağılımı

Kazanımlar	Soru no
Öğrenciler “manyetik alan” kavramını mıknatıs örneği üzerinden açıklar.	1, 2
Öğrenciler, “manyetik alan” ile “manyetik alan çizgileri” arasındaki ilişkiyi açıklar.	3, 4, 5
Öğrenciler, manyetik alanın sürekli olduğunu söyler.	6, 7
Öğrenciler, yüklü parçacıklara manyetik alanda etki eden manyetik kuvvetin nelere bağlı olduğunu açıklar.	8, 9, 10
Öğrenciler, yüklü parçacıklara manyetik alanda etki eden manyetik kuvvetin yönünü bulabilmek için sağ el kuralını kullanır.	11, 12
Öğrenciler, yüklü parçacıkların manyetik alandaki hareketini açıklar.	13, 14, 15, 16, 17
Öğrenciler, içerisinden akım geçen tele, manyetik alanda etki eden manyetik kuvvetin nelere bağlı olduğunu açıklar.	18, 19
Öğrenciler, içerisinden akım geçen tele, manyetik alanda etki eden manyetik kuvvetin yönünü bulabilmek için sağ el kuralını kullanır.	20

Yapı geçerliğinin sağlanması için testten elde veriler üzerinde yapılan açımlayıcı faktör analizi ve yukarıda bahsedilen 10 uzmanın görüşleri doğrultusunda testin, üç alt boyutta ele alınabileceğine karar verilmiş ve alt boyutların sınırları aşağıdaki gibi çizilmiştir.

Birinci alt boyut: Bu alt boyutta yön bulma soruları ve yön bulmaya dayalı çıkarım gerektiren sorular yer almaktadır. Bu nedenle bu alt boyuta ‘yön bulma gerektiren sorular’ ismi uygun görülmüştür. Bu alt boyuttaki soru numaraları 11, 12, 13, 16 ve 20’dir. *İkinci alt boyut:* Bu alt boyutta kavramsal bilgiye dayalı sorular, kavramlar arası ilişkileri içeren sorular ve neden-sonuç ilişkisi içeren sorular yer almaktadır. Burada kavramlardan kastedilen, manyetik alan kavramı ve bu kavramla ilişkili olan manyetik kuvvet, manyetik alan çizgisi, manyetik alanın sürekliliği gibi kavramlardır. Bu nedenle ‘kavramsal sorular’ adı bu alt boyuta uygun görülmüştür. Bu alt boyuttaki soru numaraları 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 17’dir. *Üçüncü alt boyut:* Bu alt boyutta büyüklüklerin oransal ve sıralı karşılaştırmasını içeren, yani cevaplanması için bağıntı kullanılmasını gerektiren sorular yer almaktadır. Bu nedenle bu alt boyuta ‘bağıntı kullanmayı gerektiren sorular’ adı uygun görülmüştür (ilgili bağıntılar: $F=qvB\sin\alpha$, $r=mv/qB$, $T=2\pi m/qB$, $F=ILB\sin\alpha$). Bu alt boyuttaki soru numaraları 9, 10, 14, 15, 18 ve 19’dur.

Alt boyutlar için hesaplanan Cronbach alfa değerleri sırasıyla 0.86, 0.51 ve 0.57’dir. Madde sayısı az olduğunda Cr-alfa değerinin düşük olabileceği (Şeker ve Gençdoğan, 2014, s. 47; Taber, 2017), literatürde özellikle kavram testlerinde güvenilirlik katsayısının düşük olabileceğini vurgulayan/örnekleyen çalışmaların (örn. Eryılmaz, 2010; Kaltakçı, 2012; Kanlı, 2015) yer aldığı ve soruların sınıflandırma sürecinde 10 uzmanın görüşüne yer verildiği göz önüne alınarak, MAKBT verileri analiz edilirken yukarıda açıklanan alt boyutlar dikkate alınmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşme formları

Yarı yapılandırılmış görüşme formları, ders planlarının kazanımlarına uygun olacak şekilde geliştirilmiştir. Manyetik alanlar konusu içerisinde üç alt konu olduğu için, her bir alt konu için olmak üzere üç ders planı oluşturulmuştur. Böylece her bir plan için bir adet olmak üzere üç adet görüşme formu (YYBF 1, YYGF 2 ve YYGF 3) geliştirilmiştir. Formların geliştirilme sürecinde Fizik Eğitimi Anabilim Dalı’nda görev yapan üç akademisyenin, formda yer alan sorulara yönelik görüş ve önerileri alınmıştır. Görüşmeler, her ders planının uygulanmasından önce ve sonra yapılacak şekilde tasarlanmıştır. Görüşmelerde süre kısıtlaması yapılmamış, görüşmelerin süreleri 15dk ile 30dk arasında değişmiştir. Görüşmeler sessiz bir ortamda gerçekleştirilmiş ve öğrencilerden izin alınarak ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır.

Ders Planları ve Uygulama Süreci

Ders planları tasarlanırken yaratıcı dramanın aşamaları 7E modelinin çeşitli aşamaları ile bütünleştirilmiştir. En iyi yolu çizebilmek için konuyla ilgili literatür taraması yapılmıştır. Elde edilen tüm materyaller değerlendirilmiş ve en uygun adımlar belirlenmiştir. Bir başka deyişle, bu süreçte yaratıcı dramanın aşamalarını 7E modelinin önceden seçilmiş aşamalarına bütünleştirme yolu izlenmemiştir. Araştırma sonucunda elde edilen ve konuya/yaratıcı dramaya en uygun olduğu düşünülen etkinlikler 7E modelinin uygun aşamalarına entegre edilmiştir. Örneğin, Ders Planı 2'de (ekte sunulmuştur), yaratıcı dramanın 'canlandırma' aşamasında hız seçicinin canlandırılmasına karar verildiğinde, 7E modelinin 'ilişkilendirme' aşamasına monte edilmesi uygun görülmüştür. Bunun nedeni, hız seçiciyi canlandırmak için öğrencilerin önce manyetik kuvvetin bağlı olduğu değişkenleri ve sağ el kuralını 7E modelinin 'keşfetme' aşamasında keşfetmeleri gerektiğidir. İlave olarak, öğrenciler "genişletme" aşamasında, yüklü parçacığın manyetik alanda nasıl hareket ettiğini anlayabilmiş olmalıdırlar. Böylece, 'keşfetme' ve 'genişletme' aşamalarında öğrendikleri bilgileri, 'genişletme' aşamasında farklı bir örnek kullanarak bilgilerini ilerletmek ve diğer bağlamlara bağlamak için kullanacaklardır. Bu nedenlerle yaratıcı dramanın 'canlandırma' aşamasının 7E modelinin 'ilişkilendirme' aşamasına monte edilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Ders planları oluşturulurken biri fizik eğitimi alanında, diğeri hem fizik eğitimi hem de yaratıcı drama alanında uzman olmak üzere iki akademisyenin görüş ve önerileri alınmıştır. Bu görüş ve önerilere göre yapılan düzenlemelerin ardından ders planlarının uygulanabilirliğini görebilmek amacıyla bu araştırmanın çalışma grubundan farklı bir fizik öğretmen adayı grubu ile ilk iki ders planı için pilot uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin ayırabileceği zamanın sınırlı olması ve ders planlarının uygulanabilirliğini görebilmek açısından yeterli düzeyde yol göstereceğinin düşünülmesi nedeniyle ders planı 1 ve 2 için pilot uygulamaların gerçekleştirilmesinin yeterli olacağı düşünülmüştür. Pilot uygulama sürecinde ders planlarının uygulanabilirliği ile ilgili büyük problemlerle karşılaşılmamıştır. Karşılaşılan en önemli problem zaman ile ilgili olmuştur. Bir ders planı için ayrılan süre başlangıçta dört ders saati olarak düşünülmüş ve pilot uygulamalar gerçekleştirilirken, 7E modelinin tüm aşamaları dört ders saati süresince arka arkaya gerçekleştirilmiştir. Ancak öğrencilerin ilk üç saatten sonra konsantrasyon güçlüğü yaşadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle, her bir planın uygulaması iki farklı güne bölünmüş ve etkinliklerin daha rahat gerçekleştirilmesi için süre bir saat uzatılmıştır. Pilot uygulamalardan sonra son düzenlemeler yapılarak ders planları, her birinin süresi beşer saat olmak üzere, üçer saatlik ve ikişer saatlik iki ayrı günde gerçekleşecek

şekilde tamamlanmıştır. Böylece, uygulamalar toplam 15 ders sürmüştür. Son duruma göre, yaratıcı drama etkinlikleri ders plan 1 ve 2'de ilişkilendirme ve fikir alışverişi-paylaşma aşamalarında, ders Planı 3'te keşfetme ve açıklama aşamalarında yer almıştır.

Ders Planı 1'de, manyetik alan kavramı, manyetik alan çizgileri ve manyetik alanın sürekliliği, ders planı 2'de manyetik alandaki yüklü parçacıklara etki eden manyetik kuvvet, ders planı 3'te, manyetik alanda akım taşıyan tele etki eden manyetik kuvvet konularına odaklanılmıştır. Ders planlarının anlaşılabilmesi için ders planı 2'nin özeti ekte verilmiştir.

Verilerin Analizi

MAKBT'den elde edilen verilerin analizi

20 sorudan oluşan MAKBT 100 üzerinden puanlandırılmıştır. Böylece, her bir soru maddesine verilen doğru cevaplar için beş puan, yanlış cevaplar için ise sıfır puan verilmiştir. Bulgular bölümünde öğrencilerin, testin her bir alt boyutundan ve tamamından almış oldukları puanlar betimsel olarak sunulmuştur. İlave olarak,
$$\frac{(\text{son test puanlarının ortalaması} - \text{ön test puanlarının ortalaması})}{(\text{alınabilen maksimum puan} - \text{ön test puanlarının ortalaması})}$$
 formülü kullanılarak hesaplanan normleştirilmiş kazanım değerleri ($\langle g \rangle$) sunulmuştur. $\langle g \rangle$ değerlerini yorumlama kriterleri şu şekildedir: $\langle g \rangle \geq 0.7$ yüksek, $0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$ orta ve $\langle g \rangle < 0.3$ düşük (Hake, 1998). Ayrıca, her bir soruya verilen doğru cevapların frekans ve yüzdeleri de bulgular bölümünde sunulmuştur.

Yarı yapılandırılmış görüşme formlarından elde edilen verilerin analizi

Ses kayıtlarından elde edilen veriler öncelikle bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Veriler, uygulama öncesi ve uygulama sonrası ayrı ayrı olacak şekilde dikkate alınarak, içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sürecinin ayrıntıları şu şekildedir: Analiz sürecinde, öncelikle öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen veriler sırayla okunmuştur. Okuma sırasında kazanımlarla ilişkili olarak öğrencilerde olduğu tespit edilen bilgiler belirlenmiş ve bu bilgiler numaralandırılmıştır. Böylece her bir rakam farklı bir kodu temsil edecek şekilde, kod verme işlemi tamamlanmıştır. Ardından, oluşturulan kodlar arasındaki ortak yönler belirlenerek kodlar üç kategori (hatalı bilgi, eksik bilgi, doğru bilgi) olacak şekilde sınıflandırılmıştır. Hatalı bilgi kategorisi kapsamında öğrencilerin sahip olduğu bilginin içerisinde hata veya hataların tespit edildiği kodlar; eksik bilgi kategorisi kapsamında bilgiyi öğrencinin bilmediğinin tespit edildiği kodlar; doğru bilgi kategorisi kapsamında ise, öğrencinin bilgiye doğru olarak sahip olduğunun tespit edildiği kodlar yer almıştır.

Analizin güvenilirliğinin sağlanması için, görüşme dökümlerinin araştırmacıların dışında uzmanlar tarafından kodlanması planlanmıştır. Çok uzun olması sebebiyle, görüşme dökümleri altıya bölünmüştür. Görüşme dökümleri ve ilgili kodlar ile kategorilerin olduğu liste Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda görevli 6 akademisyene verilmiştir. Akademisyenler listeye göre görüşme dökümlerini kodlamışlardır. Ardından, akademisyenlerin kodları, araştırmacılarınkilerle karşılaştırılmıştır. Özellikle görüş ayrılığı olan kısımların akademisyenler ile görüşmeler yapılarak tartışılması sonucunda, son düzeltmeler yapılarak analizler tamamlanmıştır. Görüşmelerden elde edilen bulgular sunulurken öğrencilerin gerçek isimleri gizli tutularak Ö1, Ö2, Ö3 takma isimleri kullanılmıştır.

Bulgular

MAKBT'den Elde Edilen Bulgular

Yaratıcı drama ile bütünleştirilen 7E modeline göre öğrenim gören fizik öğretmen adaylarının, MAKBT'nin alt boyutlarından ve tamamından aldıkları puanların ortalamalarına ilişkin sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Öğretmen Adaylarının MAKBT'den Aldıkları Puanların Ortalamalarına İlişkin Sonuçlar

MFTAT	İşlem	Ort. puan	S.S.	⟨g⟩	Max. puan	Soru no
1. Altboyut: Yön bulma gerektiren sorular	Ön test	5.31	4.64	0.68	25	5
	Son test	18.75	6.19			
2. Altboyut: Kavramsal sorular	Ön test	13.13	5.12	0.43	45	9
	Son test	26.88	8.54			
3. Altboyut: Bağlantı kılınmayı gerektiren sorular	Ön test	9.06	4.91	0.45	30	6
	Son test	18.44	6.76			
Testin tamamı	Ön test	27.50	10.64	0.50	100	20
	Son test	64.06	14.74			

Tablo 2'ye göre son test puan ortalamaları her bir alt boyut ve testin tamamı için ön test puanlarına göre artış göstermiştir. $\langle g \rangle$ değeri her bir alt boyut ve tüm test için orta düzeydedir ($0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$). Diğer bir deyişle, öğretmen adaylarının öğrenme çıktılarındaki gelişimin orta düzeyde olduğu söylenebilir. $\langle g \rangle$ 'nin maksimum değeri birinci alt boyutta 0,68 olup, bu değer yüksek kritere (0,7) yakındır. Bu nedenle, öğretmen adaylarının öğrenme çıktılarındaki gelişimin yön bulmayı gerektiren sorular alt boyutunda diğer alt boyutlara göre daha fazla olduğu söylenebilir. MAKBT'deki tüm sorular ayrı ayrı ele alınarak, her bir soruyu doğru cevaplayan öğretmen adayı sayıları ve yüzdeleri Tablo 3'te verilmiştir.

Table 3. MAKBT'deki Soruları Doğru Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayı ve Yüzdeleri

Alt boyut	Soru no ve içeriği	Ön test		Son test	
		f	%	f	%
1. Alt boyut	11-Manyetik alan içerisindeki bir elektronun izlediği yörünge verilerek, manyetik alanın yönünün sorgulanması.	7	43.8	11	68.8
	12-Pozitif yüklü parçacığın, düzgün bir manyetik alana dik olarak girdiğinde izleyeceği yörüngenin sorgulanması.	1	6.3	14	87.5
	13-Yüklü parçacığın manyetik alanda spiral hareket yapması için, v ile B arasındaki açının alabileceği değerlerin sorgulanması.	4	25.0	8	50.0
	16-Pozitif yüklü parçacığın, yönü verilen manyetik alandaki anlık hız vektörü verilerek, izleyeceği yörüngenin sorgulanması.	2	12.5	14	87.5
	20-Manyetik alan içerisindeki akım geçen tele etki eden kuvvetin yönü verilerek, manyetik alan ve akımın yönlerinin sorgulanması.	3	18.8	13	81.3
2. Alt boyut	1-Mıknatısın bir maddeyi çekmesinin sebebinin sorgulanması	9	56.3	7	43.8
	2-Mıknatıslar üzerinden manyetik alanın özelliklerinin sorgulanması (manyetik alanın kaç boyutlu olduğu vb.).	2	12.5	4	25.0
	3-Manyetik alan çizgilerinin özelliklerinin sorgulanması	5	31.3	12	75.0

(manyetik alan çizgilerinin manyetik alan kavramını açıklamada yeterli olup olmadığı vb.).

4-Manyetik alan çizgilerinin özelliklerinin sorgulanması 5 31.3 13 81.3
(çizgilerin kesişmesinin mümkün olup olmadığı vb.).

5-İki mıknatıs sistemi üzerinden mıknatısların dışındaki manyetik alan çizgilerinin sorgulanması. 10 62.5 13 81.3

6-Mıknatısın içerisinde manyetik alan olup olmadığını, manyetik alan çizgileri arasındaki boşluklarda manyetik alan olup olmadığını sorgulanması. 5 31.3 16 100.0

7-Mıknatıs üzerinden manyetik alan çizgilerinin sürekliliğinin sorgulanması. 0 0.0 5 31.3

8-Manyetik alan içerisindeki durgun yüklü bir parçacığa manyetik kuvvet etki edip etmeyeceğinin sorgulanması. 1 6.3 4 25.0

17-Manyetik alana v hızıyla dik olarak giren yüklü bir parçacığın hızının büyüklüğünün değişip değişmeyeceğinin sorgulanması. 5 31.3 12 75.0

3. Alt 9-Yüklü parçacığın manyetik alana dik olarak girmesi durumunda, manyetik kuvvetin büyüklüğünün bağlı olduğu boyut değişkenlerin sorgulanması ($F=qvB$). 7 43.8 14 87.5

10-Yüklü parçacığın manyetik alan açılı olarak girmesi durumunda, manyetik kuvvetin büyüklüğünün açıya bağlılığının sorgulanması ($F=qvB\sin\alpha$). 2 12.5 12 75.0

14-Yüklü parçacığın manyetik alana dik girmesi durumunda izleyeceği yörüngenin yarıçapının bağlı olduğu değişkenlerin sorgulanması ($r=mv/qB$). 8 50.0 13 81.3

15-Yüklü parçacığın manyetik alana dik girmesi durumunda izleyeceği yörüngenin periyodunun bağlı olduğu değişkenlerin sorgulanması ($T=2\pi m/qB$). 2 12.5 4 25.0

18- İçerisinden akım geçen tele etki eden manyetik kuvvetin 2 12.5 8 50.0 büyüklüğünün bağlı olduğu değişkenlerin sorgulanması
($F=ILB\sin\alpha$).

19- İçerisinden akım geçen tele etki eden manyetik kuvvetin 8 50.0 8 50.0 büyüklüğünün bağlı olduğu değişkenlerin sorgulanması
($F=ILB\sin\alpha$).

Tablo 3 incelendiğinde, iki soru (1. ve 19.sorular) haricindeki tüm sorular için son testte soruyu doğru cevaplayan öğretmen adayı oranlarının ön teste göre daha büyük olduğu görülmektedir. Birinci soruda doğru cevap verme yüzdesi ön-testte %56,3 iken son-testte %48,8'e düşmüştür, 19. soruda ise ön test ve son test yüzdeleri aynı kalmıştır. Birinci soruda mıknatısın bir maddeyi çekmesinin sebebi sorgulanmıştır. Bu soruya verilen cevaplardan tüm öğrencilerin, mıknatısın bir maddeyi çekmesinin sebebinin manyetik alandan dolayı maddeye manyetik kuvvet etki etmesi olduğunu bildikleri görülmüştür. Ancak, bu doğru bilgiye ilave olarak öğrencilerden beşinin mıknatıs ile maddenin zıt yüklerle yüklü olduğunu, dördünün ise mıknatısın oluşturduğu elektriksel alandan dolayı bir elektriksel kuvvetin etki ettiğini düşündükleri görülmüştür.

Ön test ve son test yüzdelerinin aynı kaldığı 19. soruda, aynı B manyetik alanına yerleştirilmiş L ve 2L uzunluğundaki iki tele etkiyen manyetik kuvvetin büyüklükleri F ve 4F olarak verilmiş ve öğretmen adaylarından seçenekler arasından kesinlikle doğru olan cümleyi işaretlemeleri istenmiştir. Son testte öğretmen adaylarının sekizi bu soruda “kesinlikle” kelimesine uygun olarak, doğru cevap olan c seçeneğini (x ve y tellerinin manyetik alan ile yaptığı açılar eşit ise, y telinden geçen akım şiddeti, x telinden geçen akım şiddetinin 2 katıdır) işaretlemişlerdir. Diğer sekiz öğretmen adayı ise bu soruya cevap verirken, soruda yer alan “kesinlikle” kelimesine uygun olmayan b şıkkını (y telinden geçen akım şiddeti, x telinden geçen akım şiddetinden daha büyüktür) işaretlemişlerdir.

Ön testte soruları doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı dört soru (1., 5., 14. ve 19.) hariç % 50'nin altında olmasına karşın son testte 15 soruda doğru cevaplayanların oranı % 50 ve daha üstündeydi. Son testte doğru cevaplama oranı %50'nin altında kalan sorular 1, 2, 7, 8 ve 15'tir. Birinci soruya verilen cevaplar yukarıda açıklanmıştı. 2., 7., 8. ve 15. sorularda son test yüzdeleri %50'nin altında kalmış olsa da ön teste göre artmıştır. İkinci soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara bakıldığında; çoğunun

mıknatısın bir kutbunun pozitif diğer kutbunun negatif yüklü olduğu hatalı bilgisine sahip oldukları görülmüştür. Yedinci soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde, çoğunun manyetik alan çizgilerinin bir mıknatısın N kutbunda başlayıp başka bir mıknatısın S kutbunda son bulma ihtimali konusunda kafalarının karışık olduğu tespit edilmiştir (manyetik alanın sürekliliği). Sekizinci soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adaylarının mıknatısın kutuplarının yüklü olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. 15. soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar dikkate alındığında $T=2\pi m/qB$ formülünü ya hatırlamadıkları ya da yanlış hatırladıkları tespit edilmiştir.

Yön bulma gerektiren sorularda doğru cevap oranı son testte %50'nin altına düşmezken, beş sorudan üçünde %80'in üzerine çıkmıştır.

Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Görüşme öncesi ve görüşme sonrası verilerin içerik analizleri sonucunda, kod sayılarının kategorilere ve öğrencilere dağılımı Tablo 4'te verilmiştir.

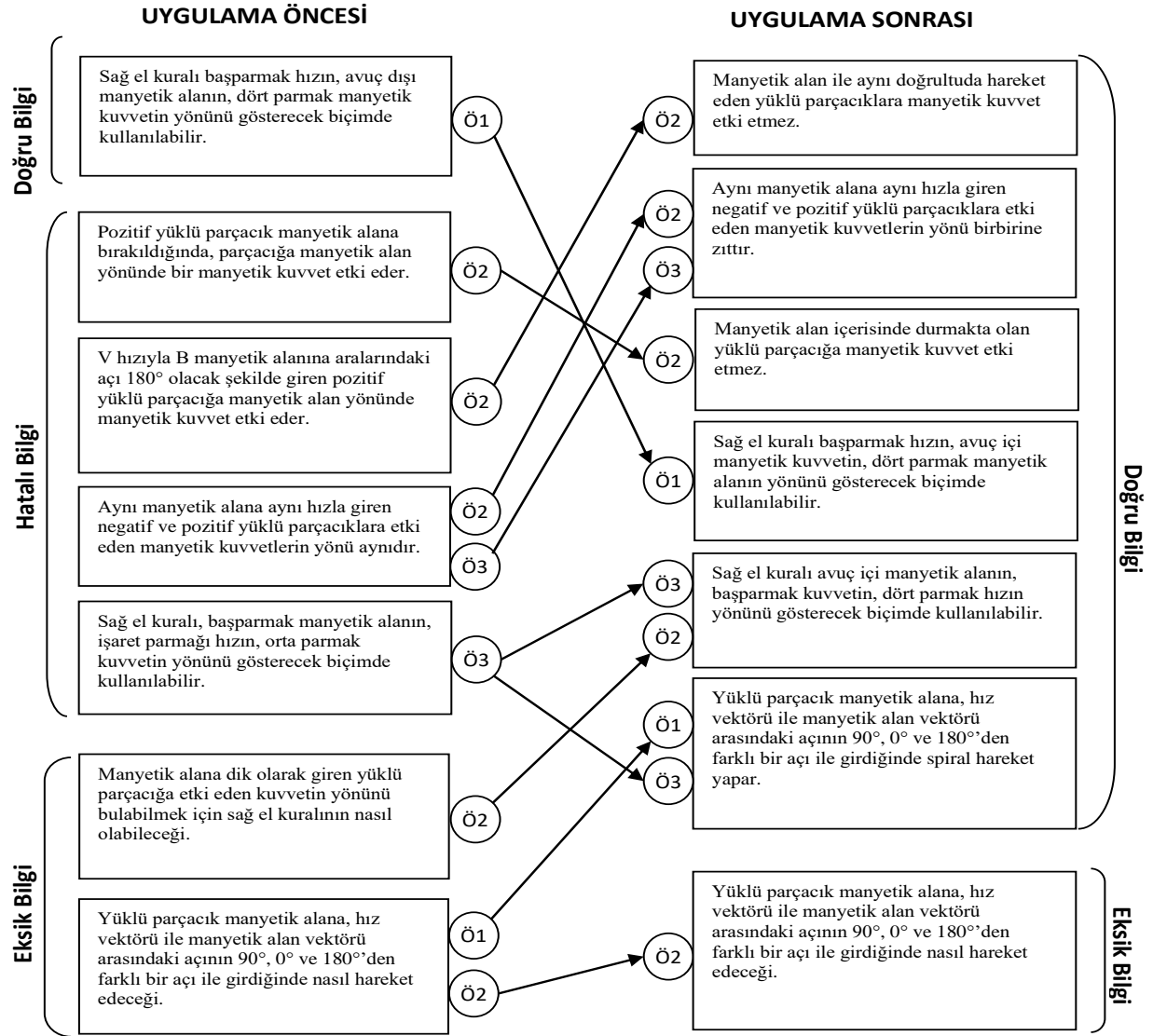
Tablo 4. Kod Sayılarının Kategorilere ve Öğrencilere Dağılımı

Kategori	Görüşme türü	Öğrenci		
		Ö1	Ö2	Ö3
Doğru bilgi	Ön görüşme	10	5	5
	Son görüşme	28	21	25
Hatalı bilgi	Ön görüşme	9	9	13
	Son görüşme	0	0	1
Eksik bilgi	Ön görüşme	6	7	3
	Son görüşme	2	1	0

Tablo 4'e göre öğretmen adayları uygulama öncesinde çoğunlukla yanlış ve eksik bilgilere, uygulama sonrasında ise doğru bilgilere sahiplerdi. Tablo 4'te hatalı bilgi ve eksik bilgi kategorilerindeki son görüşme verileri incelendiğinde şu sonuçlara ulaşılmıştır: Ö1'in manyetik alan çizgileri modelinin manyetik alanı açıklayamadığı yönlerinin olup olmadığını

ve manyetik alan içinde hareket eden yüklü parçacığın periyodu için hangi formülden yorum yapılabileceğini bilmediği görülmüştür (bu sonuç, başarı testindeki 15. soru için son test doğru cevap yüzdesinin düşük olmasını da örneklendirmektedir). Ö2'nin, yüklü parçacığın manyetik alna 90° , 0° ve 180° 'den farklı bir açıyla girdiğinde nasıl hareket edeceğini bilmediği bulunmuştur. Ö3'ün, 'manyetik alan çizgileri mıknatısın dışında N kutbunda başlayıp S kutbunda son bulur, mıknatısın içerisinde yeniden başlar S kutbundan N kutbuna doğru devam eder' hatalı bilgisine sahip olduğu tespit edilmiştir (bu sonuç, başarı testindeki yedinci soruya verilen son test yüzdelerinin düşük olmasını da örneklendirmektedir).

Öğrencilerde tespit edilen tüm kodları vermek mümkün olmadığından, örnek oluşturması için sadece manyetik alandaki yüklü parçacıklara etki eden manyetik kuvvetin yönü ile ilişkili olan kodlar ayrıntılı bir şekilde Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'de uygulama öncesinde öğrencilerde tespit edilen kod sayıları doğru bilgi kategorisinde bir, hatalı bilgi kategorisinde dört ve eksik bilgi kategorisinde ikidir. Uygulama sonrasında ise doğru bilgi kategorisinde altı, hatalı bilgi kategorisinde sıfır ve eksik bilgi kategorisinde birdir. Şemada uygulama öncesi ve uygulama sonrası tespit edilen ilişkili kodlar oklarla gösterilmiştir.



Şekil 1. Manyetik alandaki yüklü parçacığa etki eden kuvvetin yönü ile ilişkili olarak uygulama öncesi ve sonrası tespit edilen kodlar

Ö1’de uygulama öncesinde doğru bilgi kategorisinde manyetik alana dik olarak giren pozitif yüklü parçacık için tespit edilen “Sağ el kuralı başparmak hızın, avuç dışı manyetik alanın, dört parmak manyetik kuvvetin yönünü gösterecek biçimde kullanılabilir” kodu ile ilgili ön görüşmenin bir örneği aşağıdaki gibidir:

Araştırmacı: Burada sayfa düzleminin içine doğru bir manyetik alan var. Manyetik alana pozitif yüklü bir parçacık v hızıyla giriyor şu şekilde, o parçacığın nasıl hareket edeceğini çizebilir misin?

Ö1: Ben şöyle düşünüyorum hani sağ el kuralına göre, hani iç sayfa düzleminin içine doğru şu başparmağım hızı gösteriyor bana artı yüklü olduğu için avuç içi yukarıya bakıyor

ve şey ee kuvvette yukarı şöyle oluyordu galiba manyetik alan kuvveti o yüzden şöyle gider diye düşünüyorum.

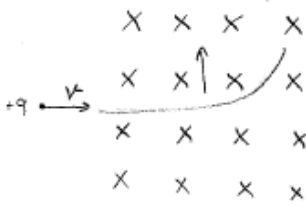
Bu kodla ilgili olarak Ö1 ile yapılan son görüşmenin bir örneği aşağıdaki gibidir:

Araştırmacı: ... İçeri doğru bir manyetik alan var. Sayfa düzleminin içine doğru bir manyetik alan var. +q yükünü v hızıyla manyetik alana gönderiyoruz (sol taraftan). Hareketini bana çizebilir misin?

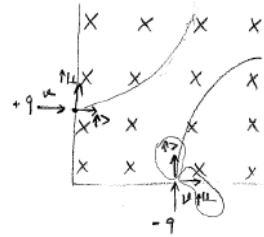
Ö1: Hareketi şöyle yukarıya doğru olur.

Araştırmacı: Nasıl buldun bunu?

Ö1: Sağ el kuralına göre. Dört parmağımızı sayfa düzleminin içine doğru manyetik alan yönünü gösterecek şekilde, başparmağımız hızı gösterecek şekilde, artı q yüklü olduğu için de avuç içine bakan taraf da manyetik alan kuvvetini gösteriyor. Yani yukarıya doğru oluyor. Ondan sonra yukarı doğru hareket eder.



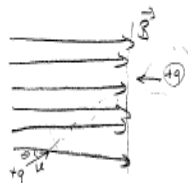
(a)



(b)

Şekil 2. Ön görüşme (a) ve son görüşme (b) sırasında Ö1'in çizimleri

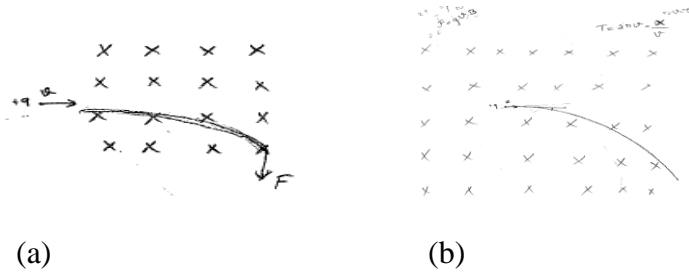
Sağ el kuralıyla ilgili Ö1'in verdiği temel bilgiler ön görüşmede ve son görüşmede doğrudur. İki görüşmede tespit edilen sağ el kuralının farklı olmasının sebebi, grup çalışmaları sırasında grupların kendilerinin bir sağ el kuralı belirlemeleri, böylece grubun ortak olarak belirlediği sağ el kuralının, Ö1'in daha önce öğrendiği sağ el kuralından farklı olmasıdır. Ö1'in ön ve son görüşmelerde çizdiği şekil 2(a) ve (b)'ye bakıldığında, +q yükünün izlediği yörüngenin son görüşmede gerçeği daha iyi temsil ettiği görülmektedir.



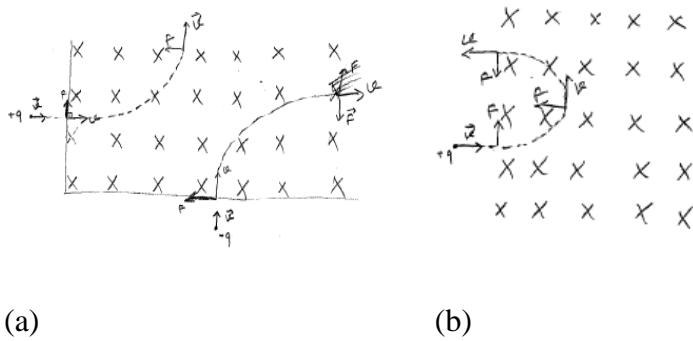
Şekil 3. Ön görüşme sırasında Ö2'nin, manyetik alana 180°'lik bir açıyla giren yüklü parçacığa ilişkin çizimi

Ö2 ile yapılan ön görüşmede şekil 3 çizilmiş ve araştırmacı pozitif q yükünün şekildeki gibi manyetik alanla 180° açı yaparak sağ taraftan manyetik alana girdiğinde nasıl hareket edeceğini sormuştur. Ö2, yükün kuvvetle karşılaşacağını ve hızının azalacağını belirtmiştir. Buradan, Ö2'nin V hızıyla B manyetik alanına aralarındaki açı 180° olacak şekilde giren pozitif yüklü parçacığa manyetik alan yönünde manyetik kuvvet etki edeceğini düşündüğü tespit edilmiştir. Son görüşmede ise, ön görüşme ile benzer bir görüşme yapılmıştır. Son görüşmede Ö2, yüklü parçacığın nasıl hareket edeceğini bulabilmek için sağ el kuralını kullanmaya çalışmış, ama kullanamadığını fark edince manyetik alan ile aynı doğrultuda hareket eden yüklü parçacıklara manyetik kuvvetin etki etmeyeceği çıkarımını yapmış ve $qVBS\sin\alpha$ formülündeki α 'nın 180° olması yorumunu yaparak teyit etmiştir.

Ö3 ile yapılan ön görüşmede, öğretmen adayının manyetik alan vektörüne dik olarak farklı yerlerden giren yüklü parçacıklara etki eden kuvveti bulabilmek için kullandığı sağ el kuralı, başparmak manyetik alanın, işaret parmağı hızın, orta parmak kuvvetin yönünü gösterecek biçimde olmuştur. Şekil 4 (a) ve (b) bu tespitle ilgili olan görüşmedeki çizimlere örnektir. Son görüşmede ise çeşitli yerlerde kuvvetin yönünü bulabilmek için, sağ el kuralı avuç içi manyetik alanın, başparmak kuvvetin, dört parmak hızın yönünü gösterecek biçimde kullanılmıştır. Şekil 5 (a) ve (b) bu tespitle ilgili olan görüşmedeki çizimlere örnektir.



Şekil 4. Ön görüşme sırasında Ö3'ün çizimleri



Şekil 5. Son görüşme sırasında Ö3'ün çizimleri

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmanın amacı, yaratıcı drama ile 7E modelinin bütünleştirilerek kullanılmasının bir devlet üniversitesinde öğrenim gören ve fizik IV dersini alan 16 fizik öğretmen adayının manyetik alanlar konusundaki başarılarına etkilerini belirlemektir. Veriler MAKBT ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmiştir. MAKBT'den elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının son test ortalama puanlarının ön teste göre tüm test ve her bir alt boyut için arttığı belirlenmiştir. Normalleştirilmiş kazanım değerlerine göre, öğretmen adaylarının öğrenme çıktılarındaki gelişimin orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan görüşmelerde öğrencilerin başlangıçta verdikleri hatalı ve eksik bilgilerin hemen hemen tamamının doğru bilgilerle değiştirildiği tespit edilmiştir. Bu nedenlerle yaratıcı drama ile 7E modelinin bütünleştirilerek kullanımının öğretmen adaylarının genel başarılarını arttırdığı sonucuna varılabilir.

Başarı testinde yer alan sorular doğru cevap yüzdesi açısından tek tek incelendiğinde son testte ikisi hariç tüm sorularda doğru cevap yüzdesinin arttığı görülmüştür. İlave olarak, son testte doğru cevap yüzdeleri beş soru haricinde %50 veya %50'nin üzerindeydi. Bu bulgulardan yola çıkılarak, doğru cevap yüzdelerinin son-testte artmadığı sorular ile %50'nin altında kaldığı sorular (toplam altı soru) ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu sorulardan biri, yüzdelerin ön test ve son testte aynı kaldığı bir sorudur. Bu soruda, son testte öğretmen adaylarının yarısı doğru cevap olan c seçeneğini işaretlemişler, diğer yarısı ise sorudaki “kesinlikle” ifadesini karşılamayan yani her koşulda doğru olmayan b seçeneğini işaretlemişlerdir. Bu soruda b şıkkını işaretleyen öğretmen adaylarında önemli bir dikkatsizlik olduğu düşünülmüştür. Öğretmen adayları bu seçeneği okuduktan sonra soruyu (c) seçeneğini okumadan cevaplamış olabilirler. (b) ve (c) şıkları yer değiştirse bu soruya doğru cevap veren öğretmen adaylarının sayısının daha fazla olacağı düşünülmektedir. Diğer beş sorudan dördüne verilen yanlış cevaplar incelendiğinde, tüm öğretmen adaylarının mıknatısın bir maddeyi çekmesinin sebebinin mıknatısa manyetik alandan dolayı bir manyetik kuvvet etki etmesi olduğunu bildikleri görülmüştür. Ancak bu bilgilere ek olarak bazı öğretmen adaylarının mıknatıs ve maddenin zıt yüklere sahip olduğunu, bazılarının mıknatısın oluşturduğu elektriksel alandan dolayı elektriksel kuvvet etki ettiğini düşündükleri, bazılarının ise mıknatısın bir kutbunun pozitif diğer kutbunun negatif yüklü olduğunu düşündükleri görülmüştür. İlave olarak, öğretmen adaylarından bazılarının manyetik alanın sürekli olmadığını düşündükleri bazılarının da bu konuda kafalarının karışık olduğu tespit edilmiştir. Bu hatalı bilgilerin çoğu elektrik alan konusu ile ilgili olduğundan, bazı öğretmen adaylarında

daha önceki derslerde veya daha önceki eğitim kademelerinde bu konunun işlenmesi sürecinde oluşmuş olabilir. Hatta öğretmen adayları, birbirleriyle etkileşimleri ve tartışmaları sırasında birbirlerinden etkilenmiş ve bunun sonucunda bazıları elektrik alanları konusu hakkında hatalı bilgiler öğrenmiş olabilirler. Bu sonuç, öğrencilerin bir öğrenme ortamına eksik, hatalı veya yanlış fikirlerle ulaşabileceklerinin bir göstergesi olarak yorumlanabilir (Stepans, 2006).

Alanyazında bazı öğrencilerin mıknatısın kutuplarının yüklü olduğuna dair hatalı bilgilere/zihinsel modellere sahip olduklarının yer aldığı (Dinçer, 2018; Sederberg, Latvala, Lindell, Bryan ve Viiri, 2010) çalışmalar bulunmaktadır. Ayrıca, Guisasola, Almudi ve Zubimendi (2004), çoğu öğrencinin elektrik ve manyetik alanları karıştıran bir elektrik analoji modeli kullandığına dikkat çekmiştir. Benzer şekilde, Dinçer (2018) çalışmasında bazı öğrencilerin elektrik alan ile manyetik alanı iç içe geçirdiklerini tespit etmiştir. Bu bulgular, bu üç soruda öğretmen adaylarında tespit edilen sorunların, elektrik alan ve manyetik alan ile ilgili olan bu kafa karışıklığından kaynaklanabileceği düşüncesini akla getirmektedir. Bu nedenle, eğitimin tasarlanması sürecinde öncelikle öğrencilerin elektrik alan hakkındaki ön bilgilerinin belirlenmesi ve elektrik alan ile manyetik alan kavramını karıştırma ihtimalleri göz önünde bulundurularak gerekli önlemlerin alınması önemlidir. Geriye kalan bir soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde, $T=2\pi m/qB$ formülünü hatırlamadıkları ya da yanlış hatırladıkları görülmüştür. T formülü ile ilgili etkinlikler, ders planı 2’de yaratıcı drama etkinliklerinin yer almadığı genişletme aşamasında yer almaktadır. İlişkilendirme aşamasındaki yaratıcı drama etkinliklerinde, daha çok $F=qvb\sin\alpha$ ve $r=mv/qB$ formüllerine yer verilmiştir (doğaçlama süreçlerindeki hareket yörüngelerini belirlemek için öğrenciler bu formüllerden yararlanarak çıkarımlarda bulunmuşlardır). Başarı testinde F ve r formüllerinin sorgulandığı sorularda son test yüzdelerinin yüksek olduğu, fakat T formülünün sorgulandığı soruda düşük olduğu tespit edildiğinden, yaratıcı drama etkinlikleri süreçlerinde formüllerin kullanılmasının öğretmen adaylarının formülleri öğrenmelerine katkılarının olabileceği çıkarımı yapılabilir. Alanyazında, yaratıcı dramanın fen konularında formül öğretimi üzerindeki etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada yapılan çıkarımın değerli olabileceği düşünülmektedir. Alanyazında yaratıcı dramanın öğrenci başarısı üzerinde olumlu etkilerinin olduğunun belirlendiği ve veri toplama araçlarına erişebilen bazı çalışmalar bulunmaktadır (Çopur, 2014; Durusoy, 2012). Bu çalışmalarda veri toplama araçlarının formül kullanımını gerektiren sorular içerdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda yaratıcı dramanın formül öğretimine etkisine ilişkin herhangi bir

bulgu bulunmasa da, çalışmaların yaratıcı dramının fen konularında formül öğretimine katkı sağlayabileceği çıkarımını desteklediği söylenebilir.

MAKBT'nin üç alt boyutunu temsil eden yön bulma gerektiren sorular, kavramsal sorular, bağıntı kullanmayı gerektiren sorular için elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının öğrenme çıktılarındaki gelişmenin en fazla yön bulma gerektiren sorularda olduğu görülmüştür. Ayrıca yukarıda tartışılan altı sorunun hiçbiri yön bulmayı gerektiren sorular alt boyutunda yer almamaktadır. Bunun nedenini anlamak için etkinlikler değerlendirildiğinde, yaratıcı drama etkinliklerinin manyetik kuvvetin yönünü bulmak için sağlam bir temel oluşturabileceği sonucuna varılmıştır. Ders Planı 2'de öğrenciler, 7E modelinin önceki aşamalarında öğrendikleri sağ el kuralını hatırlamaya ve tekrar tekrar kullanmaya teşvik edilmiştir. Bu doğrultuda, öğretmen adayları manyetik kuvvetin büyüklüğünün bağlı olduğu değişkenleri hatırlamaya ve yüklü parçacığın manyetik alandaki yörüngesini belirlemeye yardımcı olacak etkinliklere katılmışlardır. Yüklü parçacıkların hareketini anlamak için kendilerini manyetik alandaki yüklü parçacıkların yerine koyan öğretmen adaylarının, sürece birebir katılarak zihinlerini sürekli aktif kullanmalarını gerektiren benzer canlandırmaları tekrar tekrar yapmaları, arkadaşlarını gözlemlemeleri, hatalarının farkına vararak düzeltmeleri ve aktif bir şekilde katılım sağlamaları gerekliliği olduğu görülmüştür. Ayrıca uygulama sırasında sürekli iletişim halinde kalabilmek için zaman zaman öğretmenleriyle ve kendi aralarında tartışmışlardır. Sarıçayır (2010), öğrencilerin drama süreçlerine birbirlerinin hatalarını düzelterek aktif olarak katıldıklarını ve dramının en önemli faydalarından birinin öğrencilerin birbirleriyle tartışmalarını teşvik etmek olduğunu belirtmiştir. Pantidos ve diğerleri (2001) yaratıcı dramının fiziği daha anlaşılır ve tanıdık hale getirdiğini belirtmişlerdir. Yaratıcı dramının soyut fikirleri açıklamaya/anlamaya yardımcı olabileceği (Abed, 2016; Braund, 1999; Zimba ve Simpemba, 2019) düşünüldüğünde, yaratıcı drama sürecinin öğretmen adaylarının manyetik alanlar konusundaki soyut kavramları açıklamalarına destek sağlamış olabileceği sonucuna varılabilir. Son dönemlerde Cents-Boonstra ve diğerleri (2020) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, drama, müzik ve görsel sanatları içeren derslerde sadece öğrencilerin oldukça ilgili olduğu değil aynı zamanda öğretmenlerin de oldukça motive oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca, yaratıcı dramının öğrencilerin motivasyonunu arttırdığını vurgulayan çalışmalar (Abed, 2016; Batdı, 2020; Odegaard, 2003) dikkate alındığında, süreçlere eğlenerek katılmalarını sağlayan etkinliklere yer verilmesinin, öğretmen adaylarının yaratıcı drama süreçlerinde motivasyonlarını artırmış olabileceği sonucuna varılabilir. Nitekim çeşitli araştırmalar öğrencilerin yaratıcı drama

süreçlerinde eğlendiklerini doğrulamaktadır (örneğin, Paksu ve Ubuz, 2009; Zimba ve Simpemba, 2019).

Alanyazında yaratıcı drama ile 7E modelinin bütünleşik olarak kullanılmasının başarıya etkilerini belirlemeye yönelik gerçekleştirilen bir araştırmaya ulaşılamamıştır. Ancak, ayrı ayrı olarak 7E modelinin ve yaratıcı dramanın fizik konularının öğretiminde başarıya etkilerini belirlemeye yönelik gerçekleştirilen çalışmalar mevcuttur ve çalışmaların sonuçları genel olarak bu çalışmada elde edilen sonuçlarla tutarlıdır. Örneğin 7E modelinin etkililiğine yönelik olarak; elektrik devreleri (Demirezen ve Yağbasan, 2013), kuvvet ve hareket (Kanlı ve Yağbasan, 2008), de Broglie madde dalgaları (Baybars ve Küçüközer, 2018), elektromanyetizma (Turgut ve diğerleri, 2016), durgun akışkan kavramı (Miadi ve diğerleri, 2018) ve mekanik dalgalar (Warliani ve diğerleri, 2017) konularında yapılan çalışmalar, 7E modelinin fizik konularının öğretiminde etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir. Elektrik (Braund, 1999), ses fiziği ve güneş enerjisi (Hendrix ve diğerleri, 2012), kuvvet ve hareket (Kılınçaslan ve Şimşek, 2015) konularında yapılan çalışmalar, yaratıcı dramanın öğrencilerin başarılarını artırmada etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalardan farklı olarak, altıncı sınıf öğrencileri ile 'aynalar ve kullanımları' konusunda gerçekleştirilen bir araştırmada 5E modelinin yaratıcı drama ile beraber kullanılmasının öğrencilerin başarılarını olumlu etkilediği tespit edilmiştir (Ayvaci ve Yılmaz, 2009). Bu kombinasyon öğretim için kullanıldığında öğrencilerin konuyu günlük yaşamla ilişkilendirme düzeyleri yükselmiştir. Ayvaci ve Yılmaz'ın (2009) 5E modeli temelli çalışmasının bulguları bu çalışmanın bulguları ile uyumludur. Ayrıca yaratıcı dramanın etkinlik temelli öğretim (Timothy ve Apata, 2014) ve Jigsaw II tekniği (Demir, 2012) ile birlikte kullanıldığı çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, 7E modelinin yukarıda tartışılan hususlar dikkate alınarak yaratıcı drama ile birlikte tasarlanmasını içeren kullanımın, öğretmen adaylarının manyetik alanlar konusundaki başarılarını artırmada önemli katkılar sağlayabileceği sonucuna varılabilir.

Öneriler

Bu araştırmada, 7E modelinin yaratıcı drama ile bütünleştirildiğinde üniversite düzeyindeki öğrencilerin genel başarılarını arttırdığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, bu çalışmanın tartışma bölümünde vurgulanan sorunlara yönelik önlemler alınarak benzer yöntemler diğer lisans derslerinde kullanılabilir. Bu çalışma, öğrencilerin mevcut bilgilerinin belirlenmesinin sadece öğretilecek konu için değil, ilgili diğer konular için de önemini ortaya koymuştur. Bu nedenle, eğitimcilerin öğrencilerin ön bilgilerini belirleme sürecinde bu sonucu dikkate almaları

önerilir. Bu çalışma, yön bulmayı gerektiren sorulara verilen başarılı cevaplardan yola çıkarak, yaratıcı dramının katkılarını ortaya koymuştur. Manyetik alan, elektrik alan, kuvvet, hız gibi soyut kavramlara ilişkin yönler öğretilirken yaratıcı dramının öğrencilerin üç boyutlu düşüncelerini sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, çeşitli soyut kavramlara ilişkin yönler öğretilirken yaratıcı dramının kullanılacağı yeni araştırmalar yapılabilir. Son olarak, bu araştırmada yaratıcı dramının fen konularında formül öğretimine katkı sağlayabileceği çıkarımı yapıldığından, bu yönde yeni çalışmalar yapılabilir.

Etik Kurul İzin Bilgisi: *Bu makale birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı “7E ve yaratıcı drama destekli 7E modellerinin fizik öğretmen adaylarının manyetik alan konusunda başarı ve tutumlarına etkileri” isimli tez çalışmasından üretilmiştir (Tez No: 328844).*

Yazar Çıkar Çatışması Bilgisi: *Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.*

Yazar Katkısı: *Tüm bölümlerde her iki yazarın da katkıları bulunmaktadır.*

References

- Abed, O. H. (2016). Drama-based science teaching and its effect on students' understanding of scientific concepts and their attitudes towards science learning. *International Education Studies*, 9(10), 163-173. doi:10.5539/ies.v9n10p163
- Adıgüzel, H. Ö. (2006). Yaratıcı drama kavramı, bileşenleri ve aşamaları [Creative drama, components and stages of creative drama]. *Creative Drama Journal*, 1(1), 17-27.
- Angell, C., Guttersrud, Ø., Henriksen, E. K., & Isnes, A. (2004). Physics: Frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. *Science Education*, 88(5), 683-706. doi:10.1002/sce.10141
- Arık, S., & Yılmaz, M. (2020). The effect of constructivist learning approach and active learning on environmental education: a meta-analysis study. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 10(1), 44-84.
- Arieli, B. B. (2007). *The integration of creative drama into science teaching*. Unpublished doctoral dissertation. Kansas State University, Manhattan, USA.
- Ayaz, M. F. (2015). The effect of 5e learning model on the attitudes towards lessons of the students: a meta-analysis study. *Electronic Journal of Education Sciences*, 4(7), 29-50.
- Aykaç, N., & Ulubey, Ö. (2008). Yaratıcı drama yöntemi ile yapılandırmacılık ilişkisinin 2005 MEB ilköğretim programlarında değerlendirilmesi [Evaluation of the relationship between creative drama method and constructivism in 2005 MEB primary education programs]. *Creative Drama Journal*, 3(6), 25- 42.
- Ayvacı, H. Ş., & Yılmaz, B. C. (2009). Investigating the effect of drama activity called 'mirrors and their usage' to student succession developed according to elaborating stage of 5e model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 1(1), 2712-2717. doi:10.1016/j.sbspro.2009.01.480
- Barmby, P., & Defty, N. (2006). Secondary school pupils' perceptions of physics. *Research in Science & Technological Education*. 24(2), 199-215. doi:10.1080/02635140600811585
- Batdı, V. (2020). Mini Meta-Thematic Analysis of Creative Drama. *Creative Drama Journal*, 15, 45-60.

- Baybars, M. G., & Kucukozer, H. (2018). The effect of 7e learning model on conceptual understandings of prospective science teachers on "de Broglie Matter Waves" subject. *European Journal of Educational Research*, 7(2), 387-395.
- Braund, M. (1999). Electric drama to improve understanding in science. *School Science Review*, 81, 35-42.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Bybee, R. W. (2003). *Why the seven E's*. [Çevrim-içi: <http://www.miamisci.org/ph/lpintro7e.html>], Erişim tarihi: 03.12.2012.
- Cents-Boonstra, M., Lichtwarck-Aschoff, A., Denessen, E., Aelterman, N., & Haerens, L. (Published online May 2020). Fostering student engagement with motivating teaching: an observation study of teacher and student behaviours. *Research Papers in Education*. doi:10.1080/02671522.2020.1767184
- Ceran, S. A., & Ateş, S. (2019). The effects of 5e model supported by life based contexts on the conceptual understanding levels measured through different techniques. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 5(2), 227-243. doi:10.21891/jeseh.557999
- Cobern, W. W. (1993). Constructivism. *Journal of Educational and Psychological Consultation*, 4(1), 105-112.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. London: Sage Publications.
- Çokdar, H., & Yılmaz, G. C. (2010). Teaching ecosystems and matter cycles with creative drama activities. *Journal of Science Education and Technology*. 19(1), 80-89. doi:10.1007/s10956-009-9181-3
- Çopur, T. (2014). *Use and assesment of creative drama method in teaching mechanic subjects*. Unpublished doctoral dissertation, Gazi University, Ankara, Turkey.
- Danckwardt-Lillieström, K., Andrée, M., & Enghag, M. (2020). The drama of chemistry-supporting student explorations of electronegativity and chemical bonding through creative drama in upper secondary school. *International Journal of Science Education*, 42(11), 1862-1894. doi:10.1080/09500693.2020.1792578

- Demir, K. (2012). An evaluation of the combined use of creative drama and Jigsaw II techniques according to the student views: case of a measurement and evaluation course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 455-459. doi:10.1016/j.sbspro.2012.06.680
- Demirezen, S., & Yağbasan, R. (2013). 7E modelinin basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışları üzerine etkisi [The Effect of 7E Model on Misconceptions About Simple Electrical Circuits]. *Hacettepe University Journal of Education*, 28(28-2), 132-151.
- Dinçer, T (2018). *Pre-service physics teachers' mental models of electric and magnetic field*. Unpublished doctoral dissertation, Hacettepe University, Ankara, Turkey.
- Dorion, K. (2009). Science through drama: A multiple case exploration of the characteristics of drama activities used in secondary science lessons. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2247-2270. doi:10.1080/09500690802712699
- Durusoy, H. (2012). *The effects of curriculum layered and creative drama methods on 6th grade "force and movement" unit on student achievement and retention of knowledge*. Unpublished master's thesis, Hacettepe University, Ankara, Turkey.
- Eryılmaz, A. (2010). Development and application of three-tier heat and temperature test: sample of bachelor and graduate students. *Eurasian Journal of Educational Research*, 40, 53-76.
- Gebbels, S., Evans, S. M., & Murphy, L. A. (2010). Making science special for pupils with learning difficulties. *British Journal of Special Education*. 37(3), 139-147. doi:10.1111/j.1467-8578.2010.00463.x
- Guisasola, J., Almudi, J. M., & Zubimendi, J. L. (2004). Difficulties in learning the introductory magnetic field theory in the first years of university. *Science Education*, 88(3), 443-464. doi:10.1002/sce.10119
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74. doi:10.1119/1.18809
- Hendrix, R., Eick, C., & Shannon, D. (2012). The integration of creative drama in an inquiry-based elementary program: The effect on student attitude and conceptual learning. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 823-846. doi:10.1007/s10972-012-

- Henry, M. (2000). Drama's ways of learning. *Research in Drama Education: The Journal of Applied Theatre and Performance*, 5(1), 45-62. doi:10.1080/135697800114195
- Johnson, H. F. (1912). *The dramatic method of teaching*. (Ed: Cyr, Ellen M.). Boston: Ginnand Company.
- Kaltakçı, D. (2012). *Development and application of a four-tier misconception test to assess pre-service students' misconceptions about geometric optics*. Unpublished doctoral dissertation, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Kanlı, U., & Yağbasan, R. (2008). The effects of a laboratory based on the 7E learning cycle model with verification laboratory approach on students' development of science process skills and conceptual achievement. *Essays in Education*, 24, 143-153.
- Kanlı, U. (2009). Roots and evolution of learning cycle model in light of constructivist theory- a sample activity. *Science & Education*, 34(151), 44.
- Kanlı, U. (2015). Using a two-tier test to analyse students' and teachers' alternative concepts in astronomy. *Science Education International*, 26(2), 148-165.
- Karplus, R., & Their, H. D. (1967). *A New Look at Elementary School Science*. Chicago: Rand McNally.
- Kehoe, J. (1994). Basic item analysis for multiple-choice tests. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 4(1), 10. doi:10.7275/07zg-h235
- Kılınçaslan, H., & Şimşek, P. Ö. (2015). Effects of curriculum layered and creative drama methods on 6th grade 'force and motion' unit on achievement, attitude and retention. *Education and Science*, 40 (180), 217-245. doi:10.15390/EB.2015.4380
- Komikesari, H., Anggraini, W., Asiah, N., Dewi, P. S., Diani, R., & Yulianto, M. N. (2020). Effect size test of 7e learning cycle model: conceptual understanding and science process skills on senior high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1572 (pp.1-7). IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1572/1/012023
- Lee, B. K., Patall, E. A., Cawthon, S. W., & Steingut, R. R. (2015). The effect of drama-based pedagogy on pre K-16 outcomes: A meta-analysis of research from 1985 to 2012. *Review of Educational Research*, 85(1), 3-49. doi:10.3102/0034654314540477
- Maharg, P. (2000). Rogers, constructivism and jurisprudence: Educational critique and the

E, Şahin ve R, Yağbasan/ *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 54, 215-248, 2022 243
legal curriculum. *International Journal of the Legal Profession*, 7(3), 189-203.
doi:10.1080/096959500750142981

- Maloney, D. P., O’Kuma, T. L., Hieggelke, C. J., & Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students’ conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(S1), S12-S23. doi:10.1119/1.1371296
- Miadi, O., Kaniawati, I., & Ramalis, T. R. (2018). Application of learning model (LC) 7E with technology based constructivist teaching (TBCT) and constructivist teaching (CT) approach as efforts to improve student cognitive ability in static fluid concepts. *Journal of Physics: Conference Series*, 1108 (pp.1-8). IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1108/1/012059
- Myint, Z. M., & Nyunt, S. S. (2018). An Investigation into the Effectiveness of a Learning Cycle Model in Middle School Science on Students' Scientific Literacy. *Universities Research Journal*, 11(5), 387-404.
- Odegaard, M. (2003). Dramatic science: A critical review of drama in science education. *Studies in Science Education*, 39, 75-101. doi:10.1080/03057260308560196
- Oon, P.-T., & Subramaniam, R. (2011). On the declining interest in physics among students- from the perspective of teachers. *International Journal of Science Education* 33(5), 727-746. doi:10.1080/09500693.2010.500338
- Örnek, F., Robinson, W. R., & Haugan, M. P. (2008). What makes physics difficult?. *International Journal of Environmental & Science Education*. 3(1), 30-34.
- Paksu, A. D., & Ubuz, B. (2009). Effects of drama-based geometry instruction on student achievement, attitudes, and thinking levels. *The Journal of Educational Research*, 102(4), 272-286. doi:10.3200/JOER.102.4.272-286
- Pantidos, P., Spathi, K., & Vitoratos, E. (2001). The use of drama in science education: The case of ‘Blegdamsvej Faust’. *Science & Education*, 10(1-2), 107-117. doi:10.1023/A:1008769401292
- Primanda, A., Distrik, I. W., & Abdurrahman, A. (2018). The Impact of 7E Learning Cycle-Based Worksheets Toward Students Conceptual Understanding and Problem Solving Ability on Newton's Law of Motion. *Journal of Science Education*, 2(19), 95-106.
- Redish, E. F., Saul, J. M., & Steinberg, R. N. (1998). Student expectations in introductory physics. *American Journal of Physics*, 66(3) 212-224. doi:10.1119/1.18847

- Sarıcaayır, H. (2010). Teaching electrolysis of water through drama. *Journal of Baltic Science Education*, 9(3), 179-186.
- Sarıkaya, S., & Akbaş, A. (2020). Elimination of Misconceptions of Secondary School Students about Heat and Temperature. *Dicle University Journal of Ziya Gökalp Faculty of Education*, 1(38), 31-40.
- Sederberg, D., Latvala, A., Lindell, A., Bryan, L., & Viiri, J. (2010). Progressions of students' mental models of magnetism across scale. *Presentation at the annual conference of Groupe International de Recherche sur l'Enseignement de la Physique (GIREP)*. Reims, France.
- Sherman, J. S. (2000). *Science and Science Teaching*. USA: The College of New Jersey.
- Stagg, B. C. (2020). Meeting Linnaeus: improving comprehension of biological classification and attitudes to plants using drama in primary science education. *Research in Science & Technological Education*, 38(3), 253-271. doi:10.1080/02635143.2019.1605347
- Stepans, J. (2006). Targeting students' science misconceptions: *Physical science concepts using the conceptual change model*. Florida: Showboard Inc.
- Şahin, E., & Yağbasan, R. (2012a). Determining which introductory physics topics pre-service physics teachers have difficulty understanding and what accounts for these difficulties. *European Journal of Physics*, 33(2), 315-325.
- Şahin, E. & Yağbasan, R. (2012b). Fizik eğitiminde yaratıcı drama ve örnek bir ders planı: gel-git olayı [creative drama in physics education and a sample lesson plan: the event of tide]. *Buca Faculty of Education Journal*, 34, 79-98.
- Şeker, H., & Gençdoğan, B. (2014). *Psikolojide ve eğitimde ölçme aracı geliştirme [Scale development in psychology and education]*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Şimşek, P. Ö., & Karataş, F. Z. (2020). The Effect of Creative Drama on Success in Science Education: A Meta-Analysis Study. *Creative Drama Journal*, 15(1), 63-84. doi:10.21612/yader.2020.004
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273-1296. doi:10.1007/s11165-016-9602-2
- Taşkın, T., & Moğol, S. (2016). Yaratıcı drama yönteminin öğretmen adaylarının mekaniğe

E, Şahin ve R, Yağbasan/ *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 54, 215-248, 2022 245
yönelik tutumuna etkisi [The effect of creative drama method on pre-service teachers' attitude towards mechanics]. *Journal of Kırşehir Education Faculty*, 17(3), 17-37.

- Timothy, J., & Apata, F. S. (2014). Effects of creative drama-based instruction on basic science achievement and scientific attitudes in Lagos State. *ATBU Journal of Science, Technology and Education*, 2(2), 59-65.
- Toksun, S. E. (2019). Turkish teachers' opinions about the use of drama method. *International Journal of Progressive Education*, 15(3), 144-155. doi:10.29329/ijpe.2019.193.10
- Toraman, Ç., & Ulubey, Ö. (2016). The effect of creative drama method on the attitude towards course: a meta-analysis study. *Journal of Educational Sciences Research*, 6(1), 87-115. doi:10.12973/jesr.2016.61.5
- Turgut, U., Colak, A., & Salar, R. (2016). The effect of 7e model on conceptual success of students in the unit of electromagnetism. *European Journal of Physics Education*, 7(3), 1-37.
- Ural, G., & Bümen, N. (2016). A meta-analysis on instructional applications of constructivism in science and technology teaching: A sample of Turkey. *Education and Science*, 41(185), 51-82.
- Ünlü, Z. K., & Dökme, İ. (2020). The effect of technology-supported inquiry-based learning in science education: action research. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 6(2), 120-133. doi:10.21891/jeseh.632375
- Warliani, R., Muslim, M., & Setiawan, W. (2017). Implementation of 7E learning cycle model using technology based constructivist teaching (TBCT) approach to improve students' understanding achievement in mechanical wave material, *AIP Conference Proceedings*, 2017 (pp. 1-5). AIP Publishing. doi:10.1063/1.4983961
- Weil-Barais, A. (2001). Constructivist approaches and the teaching of science. *Prospects*, 31(2), 187-196.
- Williams, C., Stanisstreet, M., Spall, K., Boyes, E., & Dickson, D. (2003). Why aren't secondary students interest in physics?. *Physics Education*, 38(4), 324-329.
- Yerdelen-Damar, S., & Eryılmaz, A. (2021). Promoting conceptual understanding with explicit epistemic intervention in metacognitive instruction: interaction between the treatment and epistemic cognition. *Research in Science Education*, 51, 547-575. doi:10.1007/s11165-018-9807-7

Zimba, J. F., & Simpemba, P. (2019). The integration of creative drama into the teaching of radioactivity: a case study of mwashii secondary school in kabwe district. *International Journal of Advanced Research and Publications*. 3(9), 110-117.

Appendix

Ders Planı 2

Konu: Manyetik Alanlar; **Süre:** 5×50 dakika

Kazanımlar: Yüklü parçacıkların, manyetik alandaki hareketi ile ilgili olarak öğrenciler;

- (1) Yüklü parçacıklara, manyetik alanda etki eden manyetik kuvvetin nelere bağlı olduğunu açıklar.
- (2) Yüklü parçacıklara, manyetik alanda etki eden manyetik kuvvetin yönünü bulabilmek için sağ el kuralını kullanır.
- (3) Yüklü parçacıkların, manyetik alandaki hareketini açıklar.

Öğrenme-öğretme süreci

Güplama: Dersin başında öğrenciler dört gruba ayrılır. Gruplar, öğretmen tarafından öğrencilerin bireysel özellikleri dikkate alınarak ve heterojen bir şekilde oluşturulur. Ardından, her grup farklı bir masaya yerleştirilir ve 'merak uyandırma' aşaması başlar.

7E modelinin 'merak uyandırma' aşaması

Gökyüzündeki ışımaların görülebildiği bölgelerde çekilden fotoğraflar powerpoint sunumu olarak gösterilir. Ardından, öğrencilere bu fotoğrafların ortak noktalarının ne olduğu, konumuzla nasıl bir ilişkisinin olduğu sorulur. Daha sonra, Dünya'nın kutuplarına yakın bir bölgede çekilmiş olan, gökyüzündeki ışımaların net olarak görülebildiği yaklaşık bir dakikalık bir video beyaz ekrana yansıtılır. Öğrenciler videoyu izler ve yorum yapar. Ardından öğrencilere bu ışımaların manyetik alanla nasıl bir ilişkisi olabileceği sorulur. Öğrencilerin cevapları dinlenir ve bu ışımaların temelinde manyetik alandaki yüklü parçacıklara manyetik kuvvet etki etmesinin olduğu söylenir. Ardından, öğrencilere yüklü parçacıklara etki eden manyetik kuvvet ile ilgili sorular sorulur, cevapların ardından 'keşfetme' aşamasına geçilir.

7E modelinin 'keşfetme' aşaması

Öğrencilerle manyetik alandaki yüklü parçacıklara etki eden manyetik kuvvetin nelere bağlı olabileceğini tartışmak için katot ısıyı tüpünü içeren bir deney gerçekleştirilir. Her grubun masasına dört simülasyonun yüklendiği bir bilgisayar kurulmuş olmalıdır. Manyetik alanda hareket eden yüklü parçacıklara etki eden manyetik kuvveti araştırmak için üç simülasyonun (simülasyon 1, 2 ve 3; simülasyonlar interactive physics programı kullanılarak bu çalışma kapsamında hazırlanmıştır) kullanılacağı söylenir. Bu simülasyonlar beyaz ekrana yansıtılır ve açıklanır. Simülasyon 1, yüklü parçacığın hız vektörü manyetik alan vektörüne daima dik olacak şekilde yapılandırılmıştır. Manyetik alanın yönü ekrandan içeriye doğrudur. Ayrıca bu simülasyon, parçacığın manyetik alana girdiğinde eğrisel hareket yapmasına izin verecek, ancak dairesel hareketini tamamlamasına izin vermeyecek şekilde tasarlanmıştır. Simülasyon 2, manyetik alanın ekrandan dışarı doğru olması dışında temelde simülasyon 1 ile aynıdır. Bu iki simülasyonda öğrenciler manyetik alanın büyüklüğünü, parçacığın manyetik alana girme yönünü, parçacığın hızını ve parçacığın yükünün işaretini ve büyüklüğünü değiştirebilirler. Ayrıca manyetik kuvvetin değerini de hesaplayabilirler. Simülasyon 3, ilk iki simülasyon ile aynı mantığa sahiptir. Ancak, bu simülasyonda iki parçacık vardır. Parçacıklardan birinin hız vektörü manyetik alan vektörü ile aynı yönde, diğerinin ise zıt yöndedir. Her gruba bir çalışma yaprağı (çalışma yaprağı 1) verilir. Çalışma yaprağı 1, öğrencilerin $F=qvBSina$ formülüne ulaşabilmeleri için hazırlanmıştır. Öğrencilerden grup çalışması yapmaları ve simülasyonları kullanarak çalışma yaprağı 1'i doldurmaları istenir. Öğretmen grupları dolaşarak süreci yönlendirir ve gerektiğinde sorular sorarak önerilerde bulunur. Bu aşamada öğrenciler, simülasyonları kullanarak sağ el kuralını ve manyetik kuvvetin nelere bağlı olduğunu keşfederler.

7E modelinin 'açıklama' aşaması

Öğretmen çalışma yaprağı 1 üzerinden sorular sorar ve gruplardan keşfettiklerini sebepleriyle beraber açıklamalarını ister. Bu açıklamalar sırasında öğretmenin gerektiğinde tartışmayı yönlendirir.

7E modelinin 'genişletme' aşaması

Her gruba çalışma yaprağı 2 verilir. Tüm öğrencilerden grup çalışması yaparak çalışma yaprağı 2'yi doldurmaları, ardından gönüllü öğrencilerden çalışma yaprağı 2'deki soruları tahtada çözmeleri istenir. Çalışma yaprağı 2, simülasyonlardan farklı örnekler içermektedir. Bu aşamada öğrenciler 'keşfetme' aşamasında keşfettiklerini farklı örneklerde kullanırlar. Bu noktaya kadar, tüm faaliyetler yüklü parçacık üzerine etkiyen manyetik kuvvetin yönü ve büyüklüğüne odaklanmıştır. Buradan sonra, yüklü parçacığın manyetik alandaki hareketinin tartışılacağı çeşitli etkinlikler gerçekleştirilir ($r=mv/qB$; $T=2\pi m/qB$; simülasyon 4, çalışma yaprağı 3; simülasyon 5; Van Allen kuşakları).

7E modelinin 'ilişkilendirme' aşaması

Yaratıcı Dramanın 'Hazırlık-Isınma' Aşaması: Müzikli Isınma Etkinliği

Öğrencilerden, sınıfta çalan müzik eşliğinde yürümeleri (isterlerse dans edebilirler) ve yürürken birbirlerine çarpmamaya özen göstermeleri istenir. Öğretmen öğrencilere eşlik eder ve yönergeler vererek sürecin aşağıda açıklandığı gibi ilerlemesini sağlar. Öğrenciler öğretmenin talimatlarına uyarak önce hızlı adımlarla yürürler, daha hızlı adımlarla yürümeye devam ederler, daha sonra daha yavaş adımlarla yürürler. Müzik çaldığı sürece istedikleri yönde, istedikleri süratle, istedikleri hareketi yaparak yürürler. Süreçte müzik, çeşitli aralıklarla durdurulur ve yaklaşık 10-15s kadar durgun halde kalır. Müzik her durduğunda, 10-15s'lik zaman diliminde öğrenciler aşağıdaki hareketleri yaparlar:

Duraklama 1: Müzik durduğunda her öğrenci hareketlerini değiştirir. Örneğin, öğrenciler isterlerse hızlarını değiştirebilir, yön değiştirebilir veya durabilirler. Kısacası, istediklerini yapabilirler. Burada önemli olan değişiklik yapmalarıdır. Müzik başlayınca tekrar istedikleri gibi özgürce yürüyebilirler. Duraklama 2: Müzik durduğunda öğrenciler durur ve ters yöne doğru yürürler. Müzik başladığında tekrar özgürce yürüyebilirler. Duraklama 3: Müzik durduğunda öğrenciler aniden pozitif yüke dönüştüklerini ve tavandan zemine doğru sabit bir manyetik alana girdiklerini varsayarlar. Böylece, müzik durdurulduğunda, sabit bir manyetik alana v hızıyla giren pozitif bir yük oldukları için manyetik bir kuvvetin kendilerine etki edeceğini bilirler. O anda hareketlerinin yönüne göre kendilerine etki edecek manyetik kuvvetin yönünü belirlerler, nasıl hareket edeceklerini düşünürler ve müzik durduğunda hareketlerini yaparlar. Burada öğretmen adaylarından sağ el kuralını kullanarak yön belirlemeleri ve buldukları yönle tutarlı bir şekilde hareket etmeleri beklenmektedir. Son duraklamanın ardından birkaç öğrencinin hareketi tartışılır. Hangi doğrultuda gittikleri, neden o doğrultuda gittikleri gibi sorular sorularak öğrencilerden sağ el kuralını hatırlamaları istenir.

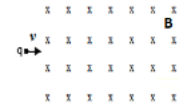
Yaratıcı Dramanın 'Canlandırma' Aşaması: Hız Seçicinin Canlandırılması Etkinliği

Sınıftaki sıralar odanın kenarına çekilerek rahat bir şekilde çalışabilecek kadar geniş bir alan yaratılır. Öğrencilere roller verilir ve canlandırmalar üç aşamada gerçekleştirilir. Birinci aşamanın temelinde sadece elektriksel alanın olduğu bir bölgeye giren parçacıkların hareketleri, ikinci aşamanın temelinde sadece manyetik alanın olduğu bir bölgeye giren parçacıkların hareketleri, üçüncü aşamanın temelinde ise elektriksel ve manyetik alanın aynı anda olduğu bir bölgeye giren parçacıkların hareketleri (yani hız seçici) yer almaktadır.

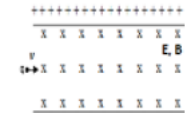


Aşama 1: Sadece elektriksel alanın olduğu durum. Roller, iki öğrenci +q yükü, iki öğrenci -q yükü, bir öğrenci nötr yük, geriye kalan öğrencilerin yarısı pozitif yüklü plaka, diğer yarısı ise negatif yüklü plaka olacak şekilde kağıtlara yazılır. Bu kağıtlar karıştırılır ve öğrencilerden birer kağıt seçmeleri istenir. Böylece her öğrencinin bir rolü olması sağlanır. Pozitif yüklü plakayı temsil eden öğrenciler

ile negatif yüklü plakayı temsil eden öğrenciler karşılıklı olarak aralarında yaklaşık 1m mesafe olacak şekilde dizilirler. Diğer beş öğrenci de plakaların arasında kalan alanın dışında beklerler. Öğrencilere çeşitli sorular (levhalar arasındaki elektriksel alanın yönü nedir?, pozitif yük levhalar arasına girdiğinde bir kuvvet etki eder mi? vb.) yöneltilir. Tartışmanın ardından +q yükünü canlandıracak olan öğrencilerden biri, v hızıyla levhaların arasına girerek hareketi canlandırır. Ardından sırayla, +q yükünü canlandıracak olan diğer öğrenci 2v hızı ile, -q yükünü canlandıracak olan öğrencilerden biri v hızı ile, diğeri 2v hızı ile, nötr yükü canlandıracak olan öğrenci herhangi bir hız ile levhalar arasına girerek hareketi canlandırır. Bu süreçte, öğrenciler canlandırmalar arasında yönlere ve mesafelerle ilgili olarak, önceki derslerde öğrendikleri formüllerden yararlanarak yorumlar yaparlar. Öğrencilerin yorumları eksik veya yanlış olduğunda, yönlendirici sorular sorularak doğru açıklamalar yapılır ve canlandırmalar açıklamalara uygun olacak şekilde gerçekleştirilir.



Aşama 2: Sadece manyetik alanın olduğu durum. Dersten önce, kağıdın tamamını kaplayacak şekilde 15 adet fotokopi kağıdının üzeri çizilir. Yani A4 beyaz kağıtlara tüm boyutu kaplayacak kadar büyük ve koyu renkli bir çarpı işareti çizilir. Öğrencilere alanda artık yüklü levhaların olmadığı, ancak bir manyetik alanın olduğu söylenir ve çarpı işareti yukarıda kalacak şekilde fotokopi kağıtları yere dağıtılır. Çarpı işaretlerinin manyetik alanın yönünü gösterdiği söylenir. Aşama 1'e benzer bir süreç bu aşamada da tekrarlanır. Yani manyetik alana giren yüklü parçacıkların izleyeceği yörüngeler çeşitli durumlar (farklı hızlar, farklı yükler vb.) için canlandırılır.



Aşama 3: Elektriksel ve manyetik alanın aynı anda olduğu durum. Bu aşamada yerdeki çarpı işaretleri kaldırılmaz, ilave olarak aşama 1'deki gibi yüklü levhalar öğrenciler tarafından tekrar oluşturulur. Böylece bölgede hem manyetik alanın hem de elektriksel alanın aynı anda olduğu durumda canlandırmalar yapılacağı söylenir (hız seçicinin canlandırılması). +q yükünü canlandıran

öğrencilerden birine, canlandırmayı gerçekleştirmeden önce sorular sorularak (+q yükü hem elektriksel hem de manyetik alanın olduğu bölgeye girdiğinde, yüke hangi kuvvetler etki eder?, kuvvetlerin yönleri nasıldır?, yük hangi tarafa doğru hareket eder vb.) tartışma ortamı yaratılır. Tartışmanın ardından +q yükünü canlandıracak olan öğrencilerden biri v hızı ile bölgeye girerek hareketi canlandırır. Ardından sırayla, +q yükünü canlandıracak olan diğer öğrenci, -q yükünü canlandıracak olan iki öğrenci ve nötr yükü canlandıracak olan öğrenci belirledikleri hareketleri canlandırır. Daha sonra canlandırmalar (+q yüklü parçacığın alana 2v hızıyla girmesi, -2q yüklü parçacığın alana v hızıyla girmesi vb.) farklı roller için tekrarlanır. Etkinlikler sırasında öğrencilerin rolleri zaman zaman değiştirilir. Bu süreçte öğrenciler, hareketlerin eğrilik yarıçapları ve yönleri ile ilgili olarak, önceki derslerde öğrendikleri formüllerden yararlanarak yorumlar yaparlar. Ayrıca öğrenciler birbirleriyle tartışma yoluyla iletişim kurarlar. Gerektiğinde tahtaya şekiller çizilerek tartışmalar yapılır. Öğrencilerin yorumları eksik veya yanlış olduğunda doğru açıklamalar yapılır ve açıklamalar doğrultusunda doğaçlamalar yapılır.

Hız seçicinin dahil olduğu kütle spektrometresinin şekli beyaz ekrana yansıtılır ve kütle spektrometresi hakkında bilgi verilir.

7E modelinin 'fikir alışverişi-paylaşma' aşaması

Yaratıcı Dramanın 'Değerlendirme-Tartışma' Aşaması: Gazete Haberi Hazırlama Etkinliği

Öğrenciler dört gruba ayrılır. Her gruba birer adet A4 kağıdı verilir ve manyetik alan içinde hareket eden yüklü parçacıklar ile ilgili güncel teknolojik uygulama kapsayan bir gazete haberi hazırlamaları istenir (öğrencilerden bir önceki dersin sonunda manyetik alanda hareket eden yüklü parçacıklar ile ilgili güncel uygulamaları araştırmaları istenmiştir). Daha sonra hazırlanan haberler sırayla grup üyeleri tarafından sesli olarak okunur.

7E modelinin 'değerlendirme' aşaması

Tüm öğrenciler değerlendirme ölçeği verilir. Öğrencilerden soruları bireysel olarak yanıtlamaları istenir ve ölçeği doldurduktan sonra sorular tahtada öğrenciler tarafından çözülür. Değerlendirme ölçeği, ders planının kazanımlarına ilişkin sorular içermektedir. Önemli noktalar gerektiğinde öğretmen tarafından vurgulanır. Böylece öğrenciler kendilerini, öğretmen de öğrencileri değerlendirir.