



## The Effects of Inquiry Practices with “Discrepant Events” on Pre-Service Science Teachers’ Conceptual Understandings, Inquiry Skills, and Understanding of Scientific Knowledge<sup>1</sup>

ARTICLE TYPE	Received Date	Accepted Date	Published Date
Research Article	10.13.2021	02.20.2023	03.16.2023

Şerifenur Doğan <sup>2</sup> and Burak A. Akter <sup>3</sup>

Ministry of National Education

Ayşe Büber <sup>4</sup>

Gazi University

Gül Ünal Çoban <sup>5</sup>

Dokuz Eylül University

### Abstract

This research aims to investigate the effects of inquiry practices with discrepant events on pre-service science teachers’ conceptual understanding, inquiry skills, and views on scientific knowledge. The study used a single group pre-test-post-test trial design. The participants of the study were comprised of third year science teacher candidates and the application lasted for 11 weeks. In the research, worksheets based on the Predict-Observe-Explain (POE) strategy, a type of inquiry-based learning, were used in the study group’s Science Laboratory Applications I course. Data collection instruments included an inquiry skills scale, scientific knowledge scale, conceptual change assessment form, semi-structured interview, and activity assessment form. While the content analysis was used for the analysis of qualitative data, the paired samples t-test was used for the analysis of quantitative data. The results showed that there was no statistically significant difference in the views of prospective teachers on scientific knowledge and their inquiry skills, while there was a significant difference between their conceptual changes. Implications are presented regarding the results of this research.

**Keywords:** Discrepant events, inquiry, conceptual understanding, inquiry skills, views on scientific knowledge

**Citation:** Doğan, Ş., Akter, B. A., Büber, A., & Çoban Ünal, G. (2023). The effects of inquiry practices with “discrepant events” on pre-service science teachers’ conceptual understandings, inquiry skills, and understanding of scientific knowledge. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*, 56(1), 331-408. <https://doi.org/10.30964/auebfd.1009277>

<sup>1</sup>This research was conducted with the support of TÜBİTAK 2209-A University Students Research Projects and concluded in September 2020.

<sup>2</sup>Corresponding Author: Teacher, Ayvaldere Secondary School, Ministry of National Education, E-mail: serifenur.dogann@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7110-8332>

<sup>3</sup>Teacher, Ministry of National Education, E-mail: burakakt51@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4838-8027>

<sup>4</sup>Dr., Education Faculty, Science Education Department, E-mail: buberayse@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1366-8208>

<sup>5</sup>Prof. Dr., Education Faculty, Science Education Department, E-mail: gul.unal@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0143-0382>

In Europe throughout the late 1950s and early 1960s, *inquiry* became a central concept in science education, and concepts like discussing the value of knowledge, problem-solving skills, and questioning became integrated into the vision of science teaching (Chiappetta, 1997). Inquiry-based science education helps students conceptualize a question and then search for plausible explanations that address that issue (National Research Council, 2000). According to this viewpoint, science courses attempt to teach students by challenging both the methods by which scientists examine the natural world and propose explanations based on evidence from their studies, as well as methods for students to improve their knowledge and understanding of scientific facts (National Research Council [NRC], 1996). The goal of inquiry-based teaching processes is to enable students to develop skills related to the process of acquiring knowledge and to transfer them to new situations by using their thinking skills. The goal of inquiry-based teaching procedures is to enable students to develop abilities connected to the process of learning knowledge and to transfer them to different contexts by applying their thinking skills (Duban, 2008). Inquiry-based learning focuses on students' information collection rather than generating a product or an appropriate answer to a problem (Limon, 2001). In a study conducted by Bredderman (1983), it was observed that students studying in inquiry-based classrooms improved their scientific process skills, creativity, attitudes, logical reasoning, and content knowledge at all grade levels. In Next Generation Science Standards, which is created by the National Research Council (NRC, 1996), it is seen that the inquiry process functions and includes it as a content area in science teaching (Lynch & Zenchak, 2002). In our country, inquiry took its place as a teaching-learning dimension in science curricula in 2013 and it has maintained its place in science curricula updated in 2017 and 2018 (Başar & Demiral, 2019).

Inquiry is closely linked to scientific questions. The expected goals of the inquiry process are that students question new situations they encounter using their prior knowledge and use the knowledge and skills they have acquired because of questioning in their subsequent learning experiences (National Research Council, 2000). Novak (1964) stated that students' curiosity and interest led them to question. Inquiry activities carried out to satisfy curiosity lead people to learn scientific concepts and skills, as well as to search for unusual elements in the environment (Haury, 1993; Maw & Maw, 1965). Practices that cause the individual to experience an imbalance and inadequacy in the relevant subject by causing him to encounter an unexpected result in the learning process, and which are referred to as *discrepant events* in the international literature, also lead the person to question (Bulunuz, 2015; Köseoğlu & Tümay, 2010; Longfield, 2009; Sokoloff & Thornton, 1997). When the literature is examined, it is seen that the events that bring students into cognitive conflict, result in different than expected by contradicting their existing knowledge structures and experiences, and aim to increase their level of curiosity and interest in learning in this way are called *discrepant events* (Chin, 1992; Fried, 1986; Longfield, 2009). To overcome the process of imbalance and deficiency in the field knowledge to which the experiment belongs, the individual begins examining the scenario he

encounters by being curious and engaged in the subject. Individuals with increased affective awareness take action to address problems (Yakar & Duman, 2017), which allows them to build a positive attitude toward the subject they wish to learn and integrate the information (Fleming, 1993; İçmez, 2009).

The usage of discrepant events in scientific applications is based on Festinger's and Piaget's Cognitive Conflict-Imbalance Theory (1971). According to this theory, cognitive conflict and inconsistency create psychological discomfort in the person, push the person to seek mental balance, and enable students to be involved in the questioning process (Chin, 1992). The inconsistent events encountered in discrepant experiments occur in discrepancies between what is physically observed to occur and what is expected to happen. Since the individual cannot physically change what is observed, he will begin seeking information that logically explains the situation he encounters (Liem, 1991). Science educators state that the use of discrepant experiments with unexpected results is a powerful and useful method of activating a thought (Longfield, 2009). One of the most important reasons why this application is a good method in the questioning process is that inconsistencies attract students' attention and lead them to solve the *mystery* they encounter. In this way, a favorable environment is prepared in the learning process for students whose motivation is increased (Chin, 1992).

In conducted studies that focus on inquiry, students learn scientific concepts and phenomena by actively participating in learning activities under the guidance of their teachers and by doing, living, researching, and searching for evidence for their data (Aydoğdu & Şener, 2016). In laboratory practices, students are involved in inquiry activities in the processes of experimenting, observing, and making inferences (Aydoğdu, 1999). For this reason, laboratory practices in science lessons have an important place in inquiry-based learning, as they lead students to seek evidence for scientific facts and activate different thinking skills at various stages (Aydoğdu & Şener, 2016). The fact that *laboratory practices* were primarily addressed in the research and inquiry-based teaching approach in a study conducted by Taş et al., (2019) proved once again that experiments are vital and important for inquiry in science courses.

According to the literature, experimental activities can transform abstract knowledge into concrete (Ayvacı & Bebek, 2018; Sontay & Karamustafaoğlu, 2018), facilitate understanding of lessons (Ayvacı & Bebek, 2018; Bayrak, 2012), attract students' attention (Gallagher, 2007; Karakolcu Yazıcı & Özmen, 2015; Sontay & Karamustafaoğlu, 2018; Tereci & Karamustafaoğlu, 2013), increasing student success (Hofstein & Lunetta, 1982; Sontay & Karamustafaoğlu, 2018), better knowledge by the student (Ceyhun & Karagöl, 2001), providing effective and permanent learning (Ayvacı & Bebek, 2018; Bayrak, 2012; Karakolcu Yazıcı & Özmen, 2015) understanding information (Hofstein & Lunetta, 1982; Tereci & Karamustafaoğlu, 2013), comprehension, application (Ayvacı & Bebek, 2018; Bayrak, 2012), motivating (Bayrak, 2012; Ceyhun & Karagölge, 2001; Sontay & Karamustafaoğlu,

2018). In addition to these, Armstrong (1973 cited (Gallagher, 2007) stated that theoretical knowledge would be more valuable when one knew how to use it, and Ceyhan and Blackgolge (2001) draw attention to a Confucian saying “I hear and I forget. I see and I remember. I do and I understand.” that supports the importance and necessity of experimental activities in science education. Göksu and Güneş (2019) reported the positive effects of activities supported by inquiry and confirmatory laboratory methods on variables such as achievement, epistemological belief, and conceptual change. Considering the benefits of doing laboratory activities on an exploratory and questioning basis (Çepni et al., 2005), unexpected experiments are one of the finest techniques for teaching science concepts and questioning practices (Appleton, 1995).

According to Huber and Moore (2001), many conventionally conducted popular scientific activities do not encourage science teaching with inquiry, but rather lead teachers to complete classes early. Therefore, within the scope of their research, they propose a model to transform traditional science experiments with limited applications into questionable ones. This presented model includes teaching methods, techniques, and strategies such as the use of discrepant events, brainstorming, research, presentation, and discussion to encourage students to question directly (Huber & Moore, 2001). Muhammed (1998) evaluated the usage process, benefits, and drawbacks of science applications, including surprise experiments, in another study conducted in Pakistan. The study findings showed that the curriculum followed by the teachers led students to memorize because they blindly followed the procedures given by the teachers. It has been shown that lectures involving discrepant experiments have a favorable influence on students’ self-confidence since they allow pupils to work independently. Furthermore, students’ practice of various process skills in science classes, as well as their participation in discussion environments, allow them to reflect on their learning. Discrepancies in science lectures are useful in developing countries because they improve cognitive growth (Muhammed, 1998).

Studies have shown that students may have alternative concepts for various reasons while learning content knowledge. The discrepant experiments that induce cognitive conflict are one of the most widely used teaching tactics in the conceptual shift process to transform alternative concepts into scientific ones (Limon, 2001). Discrepant experiments capture students’ attention with cognitive dissonance caused by scenarios encountered in the process with previous knowledge and urge them to investigate a concept to learn more about the subject. It also influences the variables and choices in research questions for their research and directs them to think more deeply and learn (Mancuso, 2010). For example, using discrepant experiments to teach the notion of density produced cognitive conflict in pupils, which led to the realization of a conceptual shift (Kang et al., 2004).

There are also studies showing that surprising experiments provide a good quality learning experience by stimulating individuals emotionally (Bellocchi et al., 2014). Similarly, Predict-Observe-Explain (POE) activities are found to have a

favorable impact on students’ participation and learning (Milne & Otieno, 2007). According to Mancuso (2010), inquiry-based scientific research techniques that use the POE methodology allow students to participate in the class cognitively as well as be alert, focus, and direct attention to the lesson. The study found that predicting increased the student’s focus and attention to detail. For a better understanding, we changed the sentence as Furthermore, he discovered that the research improved students’ enthusiasm for scientific research, their interest and curiosity in the course. This beneficial influence enriched their learning experiences in the course. Another finding by Mancuso (2010) is that students participate in classrooms where different teaching models are used in different ways and that the students’ learning outcomes differ. Considering these results, teachers, and teacher candidates, who are practitioners of new teaching methods and techniques in classroom environments, have great responsibilities.

Teacher candidates should have the questioning abilities suggested by the curriculum, in addition to identifying and addressing misconceptions. In this context, this research aims to examine the effects of discrepant experiments and inquiry practices on pre-service science teachers’ conceptual understanding, inquiry skills, and views on scientific knowledge. It is possible to find research that contains discrepant experiments in science education in the international literature review undertaken for this purpose (Fensham & Kass, 1988; González-Espada et al., 2010). Studies in the Turkish literature that contain discrepant events in inquiry-based activities (Cin & Türkouz, 2017; Köseoğlu & Tümay, 2010; Önder & Önder, 2018; Özkarabacak, 2019) and a study analyzing science teachers’ opinions and thoughts concerning surprise experiments (Gül & Ateş, 2017) were discovered. However, the outcomes of this study are expected to contribute to the literature because no experimental study has been undertaken focused on inquiry practices with discrepant experiments.

According to the findings of a study conducted to examine the opinions and thoughts of secondary school science teachers about surprising experiments, science teachers are familiar with surprising experiments but lack sufficient knowledge and skills on how and at what grade levels to apply them (Gül & Ateş, 2017). Similarly, while the samples analyzed in the studies on experimental activities agree that using experimental activities in lessons is important and provides numerous benefits, they do not integrate these applications in lessons for a variety of reasons (lack of equipment in schools, limited time in the program, lack of equipment, etc.) said that they conducted tests in the style of demonstration experiments (Cumaoğlu & Özdemir Şimşek, 2020; Demir et al., 2011; Karaca et al., 2006; Karakolcu Yazıcı & Özmen, 2015; Kılıç & Aydın, 2018; Soğukpınar & Gündoğdu, 2020). Hançer et al., (2003), on the other hand, claimed that it is critical to do experimental activities because otherwise students will go to memorize the new knowledge supplied to them and may have logical but non-scientific conceptions in their way. Considering the results and suggestions of the researchers, the contents of the experiment were determined so that the participants in the study would not encounter similar problems in the in-service

process. In this context, emphasis has been placed on the fact that the experiments conducted in the study may be completed in a short time and that the materials used in the experiments are basic, inexpensive, and readily available. Thus, the time left over from the quick experiments was shifted to the intellectual process (thinking about the experiment), as Köseoğlu and Tümay (2013) also found. Furthermore, the ease of access to resources and the simplicity of the experiments enabled the pre-service teachers to feel competent in viewing the science course as a part of daily lives, using and interpreting scientific information and devising new experiments (Anılan et al., 2020; Çömek, 2011; Koç & Büyük, 2012; Nasırlı et al., 2019; Sarı, 2013; Sontay & Karamustafaoğlu, 2018; Uzal et al., 2010). In addition to these, it is thought that the experimental application based on thinking will have positive effects on the skills such as scientific thinking, planning scientific studies, and creative thinking, which was also obtained by Demirci and Yüce (2018). According to the findings of the studies, discrepant experiments can be used in the training of science-literate teacher candidates who have the skills of questioning, research, and discussion specified in the Science Curriculum and can actively use these skills in experimental activities in their professional life. This application is expected to contribute to the development of pre-service teachers' questioning skills, raise awareness about discrepant experiments and scientific information, and contribute to the development of conceptual understanding and the removal of current misconceptions. In summary, the current study reveals the effects of inquiry practices with discrepant experiments on the conceptual understanding of pre-service science teachers, their inquiry skills, and their views on scientific knowledge. The research problem and sub-problems are provided below following this determined purpose:

What are the effects of inquiry practices with discrepant events on pre-service science teachers' conceptual understanding, inquiry skills, and views on scientific knowledge?

Sub-problems:

1. What is the effect of inquiry practices with discrepant events on pre-service science teachers' conceptual understanding?
2. What is the effect of inquiry practices with discrepant events on the questioning skills of pre-service science teachers?
3. What is the effect of discrepant inquiry practices with discrepant events on science teacher candidates' views on scientific knowledge?

### **Method**

This section contains information about the research model and data collection tools.

## **Research Model**

In this study, a pre-test-post-test single-group quasi-experimental design was used. The research was conducted with 49 third-year PSSTs studying at Dokuz Eylül University Buca Faculty of Education in the fall term of 2019-2020. As a result, the research results are limited to 49 science teacher candidates in their third year. In the pre-test-post-test single group quasi-experimental design model, the effect of the experimental procedure is tested on a single group by making measurements before and after the application. The application’s effect is evident in the difference between measurements taken before and after the experimental method. Since this model does not have the feature of comparison of at least two or more groups which is one of the main features of experimental research, it contains problems with internal validity (Büyüköztürk et al., 2012; Özmen & Karamustafaoğlu, 2019). Within the scope of the research model used in the study, discrepant experiments prepared based on the Predict-Observe-Explain (POE) technique, one of the inquiry-based learning approaches, were applied to the study group as an independent variable. The conceptual understanding, inquiry skills, views on scientific knowledge, and evaluations of the activities of pre-service teachers were collected and evaluated using quantitative and qualitative data collection tools. The research was carried out in 11 weeks within the scope of the “Science Teaching Laboratory Applications I” course. For this reason, the research was limited to the activities developed within the scope of the study, the teaching methods applied, and the data collection tools used.

## **Participants**

This research’s study group consists of science teacher candidates who are enrolled in the Science Laboratory Applications I course at Dokuz Eylül University Buca Education Faculty in the fall semester of the 2019-2020 academic year and are in their third year. One of the purposive sampling strategies utilized in the selection of teacher candidates was criterion sampling. Büyüköztürk (2009) employed criterion sampling, which is described as the selection of a sample from people, events, objects, or circumstances that possess the traits desired for a problem. In a study, it is the sample selection that is rich in information and enlightening, helps to comprehend the phenomena, and cannot be empirically generalized from the sample to the universe (Patton, 2001). Students who can participate in inquiry practices with surprising experiments, who can actively participate in discussion processes, who declare that they are interested in the contents of the Science Laboratory Practices I course, and who will participate in the research process voluntarily were included in the scope of this research. There are 49 teacher candidates in the study group, 40 (81.6%) females and 9 (18.4%) males. One of the two classes at the third-year level was randomly selected to perform the applications.

## **Experimental Process**

This research was carried out within the scope of TÜBİTAK 2209 University Students Research Projects. In this context, the Ethics Committee granted the required

rights to use in the project, as well as usage permits from the researchers who designed the data collection tools and voluntary consent forms from the study group that will engage in the research. The study process began after the permits were received. Within the scope of this study, which was conducted with a single group, inquiry skills and views on scientific knowledge were used before and after the application, and conceptual understanding questions about the experiment were used before and after each experiment. After the completion of the application, semi-structured interviews were conducted with the pre-service teachers, and they were asked to complete the activity evaluation form. The experimental process of the research is presented in Table 1.

**Table 1**

*The Experimental Process of the Research*

Pre-Tests	Application		Post-Tests	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Inquiry Skills Scale</li> <li>● Views on Scientific Knowledge</li> <li>● Semi-Structured Interview Form</li> </ul>	Pre		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Inquiry Skills Scale</li> <li>● Views on Scientific Knowledge</li> <li>● Semi-Structured Interview Form</li> <li>● Activity Evaluation Form</li> </ul>	
	Experiment	CU <sup>1</sup> , CU <sup>2</sup> , CU <sup>3</sup> , CU <sup>4</sup> , CU <sup>5</sup> , CU <sup>6</sup> , CU <sup>7</sup> , CU <sup>8</sup> , CU <sup>9</sup>		
	Experiment Worksheets	EW <sup>1</sup> , EW <sup>2</sup> , EW <sup>3</sup> , DÇY <sup>4</sup> , DÇY <sup>5</sup> , DÇY <sup>6</sup> , DÇY <sup>7</sup> , DÇY <sup>8</sup> , DÇY <sup>9</sup>		
	Post Experiment	CU <sup>1</sup> , CU <sup>2</sup> , CU <sup>3</sup> , CU <sup>4</sup> , CU <sup>5</sup> , CU <sup>6</sup> , CU <sup>7</sup> , CU <sup>8</sup> , CU <sup>9</sup>		

\*CU1: First conceptual understanding question, EW1: First experiment worksheet. Before and after each experiment, conceptual understanding questions concerning the experiment were asked. For example, before and after the application of EW1, the question of CU1 was asked.

The worksheets used during the application were prepared based on the Predict-Observe-Explain (POE) technique. During the 11-week application, which included pre- and post-measurements, 1 worksheet was completed each week for a total of 90 minutes of class time.

In the Predict section of the worksheets, discrepant experiments were used to make the teacher candidates curious about the subject. A guided inquiry was conducted to complete the worksheet. The pre-service teachers were asked to complete the experiment as a group, and the data they got in the experiment were offered to interpret using scientific facts and concepts through the questions led by the guide. The discrepant experiments were discovered because the research included various subject knowledge and there were common misconceptions in these disciplines. In this context, the worksheets are based on pre-service teachers'



knowledge of “heat conduction (experiment 1), heat-temperature and combustion reactions (experiment 2), Bernoulli’s principle (experiment 3), combustion reactions (experiment 4), external pressure-boiling point relationship (experiment 5), elastic limit-pressure relationship (experiment 6), lifting force (experiment 7), refraction and full reflection (experiment 8), the center of mass (experiment 9)”. An example worksheet is presented in Appendix. Science Laboratory Applications I course includes planning, conducting, and reporting various experiments in the subjects of physics, chemistry, biology, environment, and earth science, conducting experiments with simple and inexpensive materials, and evaluating student performance in experiments in terms of knowledge, skills, attitude and value. As a result, the worksheets included subjects from diverse areas within this sector. The names of the studies reflect the topic matter, although worksheets based on the POE approach were used in all of the experiments. Predictions of the results of the pre-experimental experiment for the discrepant experiments presented in the predict section of these worksheets were taken. The discrepant events used in the worksheets to (I) compare the person with a different result than expected (II) cause cognitive conflict (III) cannot explain the situation with the preliminary information they have (IV) arouse curiosity and interest in understanding (Espada et al., 2010). They attempted to describe the new circumstances they faced during the training process, which was directed by questions. The worksheets were reviewed for structure and content validity by two experts who are professionals in the field of science before use. Because of the suggestions of the experts, the relationship of the Predict section of the worksheets with the discrepant experiments and the scientific knowledge equivalents of the discrepant experiment were evaluated. The worksheets that were unthought to be related to the scope of the subject were eliminated, the instructions were clarified, and the worksheets were corrected considering alternative material suggestions for the experiments, and a pilot study was conducted in the laboratory with 4 pre-service teachers studying in their third year, apart from the study group. It was applied to the teacher candidates in the research study group once the required changes were completed.

To conduct the activities in line with the laboratory conditions, groups of no more than four students were established, and they experimented together with the experimental items provided. They were instructed to complete the worksheets that were supplied to them separately. In this context, the pre-service teachers were provided an image, explanation, or video of the experiment and asked to make predictions about how the experiment would conclude. The Predict stage of the POE technique used in the worksheets determined pre-service teachers’ knowledge and, if any, misunderstandings at this point. After this part, which lasted for about 15-20 minutes, the pre-service teachers were asked to present their observations by experimenting with a group in the Observe stage. The pre-service teachers who completed their experiments and/or observations in approximately 35-45 minutes were asked to individually explain their observations and give examples from their daily lives in the Explain stage, which was the final part of the activity, and they were

allowed to share their results with the entire group. The final part of the experiment took between 25 and 40 minutes to complete. In summary, pre-service teachers completed the experimental portion of the activities in groups of no more than four persons and individually wrote their predictions, observations, and experimental outcomes on their worksheets.

### Data Collection Tools

#### *Conceptual Change Evaluation Form*

Open-ended conceptual understanding questions developed by the researchers before and after the application were used in the experiment worksheets to evaluate the effect of inquiry practices with discrepant experiments on the conceptual understanding of pre-service science teachers. While evaluating the data collected from the students, considering the level of the answers to the scientific concept, they were scored according to Table 2, as alternative comprehension, partial comprehension, and full comprehension (Ünal, 2005).

**Table 2**

#### *Conceptual Understanding Assessment Rubric*

Level of Understanding and Point Value	Evaluation Criteria
No Response (NR = 0)	No response He does not know Irrelevant or unclear response
Alternative Understanding (AU = 1)	The answer does not meet the scientific understanding.
Partial Understanding (PU = 2)	The answer meets a few of the components of the scientific concept.
Complete Understanding (CU = 3)	The answer fully satisfies the scientific concept.

The first and second authors of the research examined the data individually, and the results for the first ten students were compared. The percentage of agreement was obtained by multiplying the common data by the total data ratio by one hundred. The percentage of agreement derived due to this examination was 77%. The overall score was produced by taking the average of the writers' scores, and the data were examined.

#### *Inquiry Skills Scale and the Views on Scientific Knowledge Scale*

In this study, the "Inquiry Skills Scale" developed by Aldan Karademir and Saracaloğlu (2013) was used to determine the development of inquiry skills. This 14-question scale contains the categories of gaining information, managing information and self-confidence. Cronbach's Alpha reliability values were .76 for Acquiring Knowledge .66 for Controlling Knowledge and .82 for Self-Confidence with a total of .82 for the scale. The scale was administered to 119 teacher candidates who were not part of the study to determine its current reliability, and Cronbach's Alpha

reliability coefficient was found to be .86. To determine the development of the working group’s views on scientific knowledge, the “Views on Scientific Knowledge” scale developed by Ünal Çoban (2009) was used. The purpose of this scale is to disclose students’ implicit beliefs-opinions regarding scientific knowledge. The scale consists of three dimensions: Scientific knowledge is closed, Scientific knowledge justifies, and Scientific knowledge can change and the total reliability of the scale is .83. Özenoğlu et al. (2022) and Coşkun (2021) used the same measurement tool and found the total reliability of the scale to be above .70. To determine the current reliability of the scale, the current Cronbach’s Alpha coefficient was found to be .64 by applying the scale to 119 different teacher candidates who were outside the scope of the study but who had similar characteristics with the participants. This value obtained can be accepted as the medium reliability of the measurement performed with this scale (Kılıç, 2016).

#### ***Semi-Structured Interview Form***

To increase the validity of the data obtained from the answers given by the pre-service teachers to the inquiry skills scale and the views on the scientific knowledge scale, face-to-face semi-structured interviews were conducted with five teacher candidates determined before and after the application. Ünal Çoban (2009) prepared the semi-structured interview questions addressing the sub-dimensions of views on the scientific knowledge scale. Questions for the sub-dimensions of the inquiry skills scale were prepared by the researchers and presented to two experts working in the field of science in terms of scope and face validity. A pilot study was conducted with 4 pre-service teachers studying in their third year. After checking the clarity of the questions, interviews were conducted with five of the pre-service teachers in the experimental group. In the selection of the pre-service teacher to be interviewed, the misconceptions identified in the first experimental application (heat conduction experiment) were taken into consideration. The pre-service teachers to be interviewed were ranked according to the content of their answers to the questions in the experiment worksheet, from the most misconceptions to the least misconceptions indicated by their conceptual understanding levels. Interviews were conducted with a total of five people at different levels of misconception (high (1 PSST), medium (3 PSSTs), and low (1 PSST)). The analysis process of the data obtained from the interview questions consists of content analysis based on the coding of the data, creating the categories, calculating the frequencies and percentages, and interpreting the findings. After the coding process was performed separately by the first author and the second author, the percentage of agreement was calculated by taking the ratio of the common codes to the total codes and multiplying by one hundred, and the results were presented in the findings section.

#### ***Activity Evaluation Form***

An open-ended question form consisting of 7 questions was prepared for the working group to evaluate the activities they carried out during the project implementation. The prepared questions were examined by two experts working in

the field of science in terms of face and content validity. In line with the suggestions of the experts, various arrangements were made to increase the clarity of the questions and to combine or remove similar questions for the same goal. Content analysis was used to examine the data acquired from the final form. Here, the data were transmitted to the computer system on paper before the coding process began. Then, classifications were constructed based on data sample phrases.

### Ethical Committee Approval

Ethical consent was obtained from Dokuz Eylül University, Institute of Educational Sciences Ethical Committee (No: 03, Date: 14.03.2019).

### Data Analysis

A conceptual change evaluation form was used to determine the effect of surprising experiments and inquiry practices on the conceptual understanding of pre-service science teachers. With this form, a change in the conceptual understanding of pre-service teachers was tried to be observed. In this context, the conceptual understanding assessment rubric (Table 2) was used to evaluate the answers of the pre-service teachers to the questions asked in the worksheets to determine their conceptual understanding. The results of the normality test regarding the conceptual understanding scores of the pre-service teachers are presented in Table 3.

**Table 3**

*Conceptual Understanding Scores Normality Test Results*

	Kolmogorov- Smirnov		Shapiro-Wilk		Kurtosis	Skewness		
	Sd	p	sd	p				
Pre-test	.148	49	.008	.973	49	.293	.374	.383
Post-test	.136	49	.022	.942	49	.016	.056	-.608

The results of the Shapiro-Wilk test were evaluated because the number of data belonging to the pre-service teachers in the study group was less than 50 (Büyüköztürk et al., 2012). When the results of the normality test for conceptual understanding are examined, the test results are less than 0.05 means that the dataset is significant. The dataset does not show a normal distribution, while the test results are greater than 0.05, which means that the dataset has a normal distribution (Çokluk et al., 2012). Kurtosis and skewness values are also frequently used to determine the normal distribution. Tabachnick et al. (2007) stated that when these values are between -1.5 and +1.5, the dataset shows a normal distribution. Since the skewness and kurtosis values of the conceptual understanding pre-test and post-test data were between -1.5 and +1.5, it was determined that the data were following the normal distribution, and therefore parametric analyses were carried out to make the relevant comparisons. The inquiry skills scale and the views on the scientific knowledge scale were used to assess the impact of Discrepant events on the inquiry skills and views on scientific knowledge of science teacher candidates. To increase the validity of the data, questions covering

the sub-dimensions of the questioning skills scale and the view scale for scientific knowledge were prepared and data were obtained through semi-structured interviews. The normality test was conducted to examine whether the data obtained from the inquiry skills and views on scientific knowledge scales meet the normality assumptions, and the analysis results are presented in Table 4.

**Table 4**

*Normality Test Results of Inquiry Skills and Views on Scientific Knowledge Scales*

	Inquiry Skills Scale		Views on Scientific Knowledge Scale		
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	
Kolmogorov-Smirnov		.099	.073	.108	.090
	sd	49	49	49	49
	<i>p</i>	.200	.200	.200	.200
Shapiro- Wilk		.963	.979	.974	.961
	sd	49	49	49	49
	<i>p</i>	.131	.535	.337	.107

To determine the type of test (parametric or nonparametric) to be used in the data analysis, the data were first checked for compliance with the normal distribution. Since the number of data obtained from the study group was less than 50, the result of the Shapiro-Wilk test was examined (Büyüköztürk et al., 2012). Since the significance values of the tests were greater than .05, it was found that the data were in accordance with the normal distribution. From this perspective, it is seen that the inquiry skills scale, a pre-test ( $p = .131 > .05$ ), and a post-test ( $p = .535 > .05$ ) are following the normal distribution. Considering the scale of views on scientific knowledge, it is seen that the pre-test ( $p = .337 > .05$ ) and post-test ( $p = .107 > .05$ ) are in accordance with the normal distribution. Since the data showed normal distribution, a t-test was used for related samples from parametric tests in the analysis of the data obtained from the scales. According to the literature, data with a normal distribution must meet two additional assumptions to be used with the t-test (Büyüköztürk, 2009). The dependent variable’s scores must be at least on the interval scale, and the difference scores of the two linked measurement sets must have a normal distribution. This test was chosen because the data received from the measurement tools utilized in the investigation met these three assumptions.

**Results**

The findings from the conceptual understanding, inquiry skills scale, scientific knowledge t-test results, semi-structured interviews, and activity evaluation forms analysis are reported in this section.

### Findings from Conceptual Understanding Questions, Inquiry Skills Scale, and Views on the Scientific Knowledge Scale

The paired samples t-test was conducted to determine the development of pre-service teachers' conceptual understanding (CU), inquiry skills (IS), and views on the scientific knowledge (VoSK). The results obtained from the collected data are presented in Table 5.

**Table 5**

*Paired Samples t-test Results of CU-IS-VoSK Pre-Test and Post-Test Scores*

Measurement		<i>N</i>	$\bar{x}$	SS	Sd	<i>t</i>	<i>p</i>
CU	Pre-test	49	9.58	2.59584	48	-28.364	.00
	Post-test	49	20.78	2.67483			
IS	Pre-test	49	53.3469	5.81503	48	-1.851	.07
	Post-test	49	55.6735	6.39462			
BBYG	Pre-test	49	60.2041	5.56769	48	-1.117	.27
	Post-test	49	61.4898	5.42802			

There was a statistically significant increase in the conceptual understanding scores of the pre-service teachers at the end of the application ( $t_{(49)} = -28.364$ ,  $p < .001$ ). Although there was an increase in the average scores of inquiry skills, this increase was not statistically significant ( $t_{(49)} = -1.851$ ,  $p > .05$ ). There was no statistically significant increase in the scores obtained from the views on scientific knowledge scale in the posttest ( $t_{(49)} = -1.117$ ,  $p > .05$ ).

### Findings from the Semi-Structured Interview Form

In this section, the findings obtained from the semi-structured interview form were analyzed separately following the sub-dimensions of the inquiry skills scale and the views on scientific knowledge scale.

#### *Findings from the Semi-Structured Interview for the Inquiry Skills Scale*

The table below presents the content analysis of the data received due to the application of the questions prepared for the sub-dimensions of inquiry skills with 5 selected teacher candidates. The percentage of agreement between the codes developed independently by the first and second authors was calculated to be 86.1%. The results of the interviews are provided in Table 6.

**Table 6**  
*Distribution of PSSTs' Responses Before and After the Implementation*

Findings from the Preliminary Interview on ISS			Findings from the Last Interview on ISS			
Category	Codes	f	Category	Codes	f	
1	Controlling knowledge f=17	Research	5	Research	7*	
		Get opinion	4	Experiment	5*	
		Experiment	3	Observe	4*	
		Observe	2	Get opinion	2 #	
		Scientific references	1	Controlling knowledge f=21	Level of meeting information needs	1
		To be proved	1	Acceptance by all	1	
	Must be reasonable	1	Decide at will	1		
2	Acquiring knowledge f=15	Addressing the lack of information	4	Addressing the lack of information	4	
		Re-evaluate the responses	3	Re-evaluate the responses	4*	
		Evaluate the prior knowledge	2	Evaluate the prior knowledge	3	
		Not controlling the answers	2	Acquiring knowledge f=19	Use in the future	2*
		Area of interest	1	Get opinion	2	
		Positive impact on future life	1	Area of interest	1	
		Update information	1	Curiosity	1	
		Use in the future	1	Reliability of knowledge	1	
				Not controlling the answers	1*	

(continued)

**Table 6 (continued)**

Findings from the Preliminary Interview on ISS			Findings from the Last Interview on ISS			
Category	Codes	f	Category	Codes	f	
3	Scientific application methods f=11	Produce solution	3	Scientific application methods f=16	Use prior knowledge	4*
		Problem detection	2		Problem detection	3*
		Try different solutions	2		Research	3*
		Research	2		Encountering the problem	1
		Use prior knowledge	1		Hypothesize	1
		Observe	1		Produce solution	1
4	Self-confidence ef=5	Comfortable	3	Self-confidence f=5	Comfortable	3
		Diffidence	2		Diffidence	2

ISS = Inquiry Skills Scale, (\*) shows the increase in the number, the positive changes, (#) shows the decrease in the number, the negative changes.

According to the table above, the category of controlling knowledge was stated 17 times, the category of acquiring knowledge 15 times, and the category of scientific application techniques 11 times in the interviews done with PSSTs before the application. They stated the category of controlling information 21 times, the category of acquiring knowledge 19 times, and the category of scientific application techniques 16 times in the interview after the application.

**Statements Were Taken From the Interview Before the Application.** S48; “If it makes sense, I won’t evaluate it, you know, I have it ready, let it stay that way, I won’t mess with it. But if it seems illogical, of course, I have to reevaluate.” (Acquiring knowledge category)

Depends on who said it and where it was written, that is, it depends on what source I read it. ... One source should not be enough, but it may be enough for me, so it depends on the book. Of course, I pay attention to what are the sources of the book and where it was used, of course, I look at who said it. (S7, Controlling the knowledge category)

S49; “by trying, that is, I do not try the same solution for every problem, it changes from problem to problem. To find a more reliable (solution) by trying” (Scientific application methods category)



### **Statements Were Taken From the Interview After the Application.**

Yes, I am considering it. It seems like a bit of an obsession, but I like to recheck, that is, over and over, sometimes on the line. People around me say I’m a little obsessed with it. I mean, I like to ensure it’s. (S48, Acquiring knowledge category)

I looked at another source, but I was not satisfied with the third source, I looked at four or five more because I looked at five or six sources to see if they might be different, then I got the right one. I trust whatever the majority is... Observing, experimenting, in addition, reading theoretical information (S7, Controlling the knowledge category)

S49; “In a problem that I have never encountered before, I either proceed by getting help or think about whether there is a relationship between my prior knowledge or I try solving that problem by researching. By acquiring new knowledge” (Scientific application methods category)

When the PSSTs’ opinions about the inquiry process before and after the application were compared, it was concluded that different dimensions could be used to obtain information, the answers could be re-evaluated, and it provided pre-service teachers with awareness about the methods used to obtain information. The change in the frequency of the methods used in acquiring knowledge has been interpreted as result-oriented thinking giving way to process-oriented thinking.

### **Findings from the Semi-Structured Interview related to Views on Scientific Knowledge Scale**

The content analysis of the data obtained as a result of the application of the questions taken from the written article with 5 pre-service teachers is presented in Table 7. The percentage of agreement between the codes created separately by the first author and the second author was calculated as 81.2%.

**Table 7***Distribution of PSSTs' Responses Before and After the Implementation*

Findings from the Preliminary Interview on VoSKS			Findings from the Preliminary Interview on VoSKS		
Category	Codes	<i>f</i>	Category	Codes	<i>f</i>
1 Scientific investigations f=55	Experiment	7	Scientific investigations f=48	Research	5*
	Change of responses	7		Change of knowledge over time	5*
	Inability to find answers to every question	5		Inability to find answers to every question	5
	The incompleteness of the answers	5		Answers are not always correct	5*
	Research	4		The incompleteness of the answers	5
	Observe	4		Experiment	4#
	Change of knowledge over time	3		Improvement in technology	4
	Answers are not always correct	3		Change of responses	3#
	Find solutions for the problems	2		Observe	2#
	Hypothesize	2		Evaluate the results	2*
	Use prior knowledge	2		Hypothesize	2
	Testing the hypothesis	1		Answers don't always change	2*
	Data collection	1		Testing the hypothesis	1
	Identifying variables	1		Identifying variables	1
	Need	1		Use prior knowledge	1#
	Evaluate findings	1		Extrapolate	1
	Make an invent	1			
	Scientific law-making	1			
	Use the right method	1			
	Evaluating knowledge according to when it was created	1			
Having sufficient knowledge	1				
Answers don't always change	1				

(continued)

**Table 7 (continue)**

Findings from the Preliminary Interview on VoSKS			Findings from the Preliminary Interview on VoSKS			
Category	Codes	f	Category	Codes	f	
2	Formation of scientific knowledge f=51	Experiment	12	Formation of scientific knowledge f=36	Research	8#
		Research	11		Experiment	5#
		Find solution	6		Extrapolate	5*
		Observe	5		Identify the problem	4
		Identify the problem	4		Hypothesize	4*
		Hypothesize	3		Testing the hypothesis	4*
		Extrapolate	3		Observe	1#
		Testing the hypothesis	2		Data Collection	1
		Reporting the findings	2		Using prior knowledge	1
		Data collection	1		Scientific law-making	1
		Evaluation of the findings	1		Using different methods	1
	Controlling the data	1		Identifying variables	1	
3	Achieving the purpose of science f=31	Experiment	8	Achieving the purpose of science f=37	Extrapolate	5*
		Observe	6		Research	5*
		Solve the problems	4		Experiment	5#
		Data collection	4		Curiosity	4*
		Research	3		Identify the problem	4*
		Identify the problem	2		Solve the problems	4
		Extrapolate	2		Observe	4#
		Curiosity	1		Hypothesize	3
		Predict	1		Testing the hypothesis	2
			Identify the variables	1		
4	Scientific Knowledge f=23	Proven knowledge	13	Scientific Knowledge f=20	Proven knowledge	5#
		Reliable knowledge	2		Right knowledge	3*
		Right knowledge	2		Knowledge accepted by all	3*
		Reported knowledge	1		Reliable knowledge	2
		Reasonable knowledge	1		The knowledge that meets human needs	2*
		The knowledge that makes life easier	1		Reasonable knowledge	1
		Knowledge accepted by all	1		The knowledge produced by experts	1
		Real knowledge	1		Reliable source	1
		Being scientific law	1		Universal knowledge	1
					Knowledge from research	1

(continued)

**Table 7 (continue)**

Category	Codes	f	Category	Codes	f	
5	Scientific inquiry f=23	Identify the problem	6	Scientific inquiry f=23	Be curious	5*
		Finding a solution to the problem	5		Identify the problem	4#
		Asking questions in line with the research	4		Asking questions in line with the research	3
		Need	2		Finding a solution to the problems	2#
		Be passionate	1		Research	2
		Be curious	1		Asking questions about what they lack	1
		Doubt	1		Need	1#
		Use prior knowledge	1		Observe	1
		Experiment	1		Imagination	1
		Observe	1		Asking questions to determine the knowledge	1
6	Aim of Science f=19	Making human life easier	5	Aim of Science f=24	Asking questions to increase the accuracy of knowledge	1
		Finding the right knowledge	4		Asking refuting questions	1
		Define	3		Finding the right knowledge	6*
		Theoretically prove	3		Learning what you don't know	5
		Reach the truth	2		Making human life easier	3#
		Formulate	1		Exploring nature	3
		Produce new ideas	1		Detailed interpretation of the subject	1
					Produce new things	1
					Share knowledge	1
					Control the knowledge	1
		Adapting knowledge to life	1			
		Quench the curiosity	1			
		Obtaining reliable knowledge	1			

VoSKS: Views on Scientific Knowledge Scale, (\*) shows positive changes, (#) shows negative changes

When the table above is examined, while PSSTs refer to the category of achieving the purpose of science 31 times and the category of the purpose of science 19 times; in the interview held after the application, they mentioned the category of

achieving the purpose of science 37 times and the category of the purpose of science 24 times. The following are some sample phrases and categories obtained from the interview about views on the scientific knowledge scale:

***Statements From the Interview Before the Application***

S4; “For example, they experiment or formulate something, if the formula is correct, it will be correct, or they do it to make human life easier. For example, they make cars, when they produce cars, they achieve their goals.” (Aim of science category)

S49; “by being aware of the problem, that is, by identifying a problem. I think it stems from need” (Scientific inquiry category)

S7; “Scientists are trying to find a solution to a problem by trial and error, experimenting and searching for a solution to that problem” (Scientific knowledge category)

***Statements From the Interview After the Application***

They do research. They experiment because of their research, try to produce a solution for this purpose or a problem, they form hypotheses. In this way, they follow a path. They share information. That’s how they try getting correct information. (S4, Aim of science category)

S49; “by wondering or starting from a problem.” (Scientific inquiry category)

S7; “Scientific knowledge can also be knowledge whose accuracy is accepted by everyone.” (Scientific knowledge category)

***Findings from the Activity Evaluation Form***

Seven open-ended questions were asked of the study group for them to evaluate the activities they carried out during the research, followed by a content analysis of the data. Discrepant events aim to attract people’s attention and motivate them by causing them to fall into cognitive conflict with their inconsistencies, and to activate them to explain the unexpected situation. PSSTs’ opinions about the experiments (Table 8 and Table 9) give an idea of how effective the inconsistencies pointed out in the experiments are in attracting students’ attention. Discrepant events, in addition to the qualities that should be present in other studies, place students at the heart of the conflict process, where they experience cognitive awareness of their own knowledge frameworks. Table 8 displays the replies collected from the content analysis.

**Table 8***The First Three Experiments That Teacher Candidates Found Effective*

Arrangement	Experiments	Student Experiment Selection Orders			Total Frequency
		First	Second	Third	
1	Bernoulli's principle (experiment 3),	6	2	4	12
2	External pressure-boiling point relationship (experiment 5)	6	8	3	17
3	Combustion reactions (experiment 4)	5	0	4	9
4	Refraction and full reflection (experiment 8)	5	2	2	9
5	Elastic limit-pressure relationship (experiment 6)	3	5	6	14
6	Lifting force (experiment 7)	3	2	3	8
7	Heat-temperature and combustion reactions (experiment 2),	2	7	5	14
8	Heat conduction (experiment 1)	1	3	7	11
9	Center of mass (experiment 9)	1	3	2	6

In the activity evaluation form, the PSSTs were asked to number the experiments from the most liked to the least liked (the most liked 1st, the least liked 9th). When the data were analyzed, it was seen that the most liked experiments were Bernoulli's principle and External pressure-boiling point relationship (Table 8). Considering the total frequency, it was observed that the External pressure-boiling point relationship experiment was in the first place, but it was seen that the Bernoulli's principle experiment could not even enter the top three.

The pre-service teachers were asked what reasons they had while listing the activities. The reasons for the teachers to find the first three activities useful are presented in Table 9.

**Table 9**  
*Benefit Reasons for the Top 3 Ranking Activities*

Benefit Reason	Frequency	Sample Statements
To be surprising	22	I discovered that my guesses were surprisingly wrong during the experiment. I was very impressed with the result I saw. (S22)
Usable in daily life	19	The pressure test has been very useful to me as someone who uses the railway (light rail system used for public transportation in İzmir). Because with this experiment, we have scientifically explained why we should uncross the yellow line. We also understood why airplanes and some cars are shaped like that. In other words, it was an experiment that I associated with daily life, and I was surprised when I saw the result. (S14)
To be interesting	13	All the activities are equally beneficial to me. I took care to write the experiments that caught my attention the most at the beginning. (S10)
Making permanent learning	6	The reason I find these beneficial is that they turned out in ways we never expected. When this happens, your knowledge and questioning skills change completely and my learning becomes very permanent. (S33)
To be more understandable	4	The results were clearly stated in the experiments and I fully understood the logic. (S39)
To be practical	3	I thought that by burning the sponge in Experiment 4, its volume would decrease, but its mass increased. I thought this was wrong, but I learned the truth by experimenting. I learned useful new information by experimenting. (S6)
To be fun	3	It intrigued me as well. The experiments were both fun and updated my knowledge. (S35)
Acquiring new knowledge	3	The experiments in the first three ranks were the ones that I encountered in daily life and wondered about the answers or the reasons for. Because he observes these experiments and provides me with theoretical knowledge. (S23)
Easy/simple experiments	2	I chose them because they are both simple and instructive. (S19)
Not dangerous	1	Because there are experiments that do not require any extra conditions for observation and do not have dangerous consequences. (S43)
To think from different perspectives	1	Experiments that surprise you and make you think, and arouse curiosity. (S9)

When Table 9 is analyzed, the reasons why pre-service teachers liked and found the activities useful emanated from the fact that the activities were unexpected ( $f = 22$ ). Furthermore, the fact that the activities may be applied in everyday life ( $f = 19$ ) and are interesting ( $f = 13$ ) placed high in the appreciation criterion of pre-service

teachers. Table 10 shows the reasons for the activities of the teachers in the last three rows.

**Table 10**

*Evaluation of the Last 3 Ranking Activities*

Reason	Frequency	Sample Statements
Hard to understand	11	I can't say that I don't like it, I just think that there are more difficult experiments to understand compared to other experiments. (S43)
Uninteresting	10	I have listed the last three rows because they didn't interest me. But the experiments are all very useful and informative. (S38)
Time-consuming	10	This made it difficult for us to reach the result, as it was a bit tedious and long. (S31)
To be difficult	9	Because these experiments contain more formulae and generally involve a difficult subject. (S12)
Little surprising	8	Because the experiments are not surprising compared to the others. (S16)
Previously known issue	6	There was no experiment I didn't like. I think every experiment improved my knowledge. However, they were in last place because they did not attract my attention. Because it was something I already knew. (T1)
To be boring	4	It was very challenging. I was bored while experimenting...(S18)
Not too permanent	3	Because the results of the experiments are not very memorable. (S46)
Using less in daily life	3	...I find all of them useful if they are not on the top, just because I am very surprised and encounter them more because I will use them more in daily life. (S5)
To be easy	2	It was a simpler level compared to other experiments... (S15)
Lack of information	1	In my opinion, I think it is due to the lack of prior knowledge. (S27)
Inability to use information	1	Experiments in the last 3 rows were the experiments that I had difficulty doing, and I could not like these experiments because I could not fully reflect the preliminary information I needed to use while experimenting. (S4)
Less thought-provoking	1	Experiments that are a little more challenging, less thought-provoking, and require less logic and imagination to reach the right result due to possible errors. (S9)
High probability of error	1	
Use of hazardous materials	1	I did not like the experiment of boiling water with ice because we used a spirit stove. (S8)



When the pre-service teachers studied Table 10, they determined that the activities were difficult to grasp ( $f = 11$ ), time-consuming ( $f = 10$ ), uninteresting ( $f = 10$ ), the experiment was tough ( $f = 9$ ), and less surprising ( $f = 8$ ). It was preferred to be placed last for various reasons, including Table 11 shows the pre-service teachers’ suggestions for developing the experiments, which they placed in the last row.

**Table 11**  
*Suggestions for Improving Activities*

Suggestions	Frequency
In some experiments, the time should be extended	4
Make it fun and interesting	3
Experiment steps should be written more clearly	2
Modeling should be explained before drawing a model for an experiment.	1
A hint should be given between guessing and observation.	1
Experiments should be made easy	1
The materials used must be different.	1
Must be hard-to-predict experiments	1
Experiments should be gamified	1
It should be made more surprising	1
It should be made more thought-provoking (questioning)	1
Less space should be given to physics experiments	1

PSSTs suggested at most extending the duration of some experiments ( $f = 4$ ). They also stated that improvements could be made in terms of making it fun and interesting ( $f = 3$ ) and writing the experimental steps more clearly ( $f = 2$ ).

In response to another question about whether the trials were valuable for teacher candidates, 98.79% of the teachers said they were, while 1.21% said they were just slightly useful. Table 12 shows the reasons why teachers think the activities are useful or partially useful.

**Table 12**  
*Opinions on the Benefits of Experiments*

Category	Opinions	Frequency
Yes, it was beneficial.	Providing permanent learning	12
	Contributing to life	12
	Ensuring the increase of affective (curiosity, surprise, interest, fun, enjoyment) skills toward science	10
	Developing the ability to think differently	9
	Raising awareness of true and false information	7
	Recall and reinforce prior knowledge	6

(continued)

**Table 12 (continued)**

Category	Opinions	Frequency
Yes, it was beneficial	Enabling making theoretical knowledge meaningful	5
	Enabling learning by living	4
	New knowledge acquisition	4
	Gaining a different perspective	3
	Enabling to develop inquiry skills	3
	Making learning simpler	2
	Ensuring to develop conceptual understanding skills	1
	Developing manual skills	1
	Increase in speaking skills	1
It was partially beneficial.	Raising awareness of deficiencies in prior knowledge	1
	Inability to reconcile the result with prior knowledge	1

According to Table 12, among the reasons for finding the activities in the application valuable, PSSTs stressed contributing to life ( $f = 12$ ) and providing permanent learning ( $f = 12$ ). Furthermore, they discovered that, in terms of the benefits of the applied activities, PSSTs demonstrated an increase in affective skills toward science ( $f = 10$ ) and the ability to think differently ( $f = 9$ ). PSSTs who rated the activities as moderately beneficial, on the other hand, generally cited the inability to reconcile the result with prior knowledge ( $f = 1$ ) as the explanation.

**Table 13***Preferences and Reasons for Implementing Activities in Science Classrooms*

Choice	Reason	Frequency
Yes	Associated with daily life	14
	Provide permanent learning	12
	Easy to use in the classroom	10
	Being instructive experiments	10
	To surprise students	8
	to be interesting	7
	Easy access to the material and being economical	5
	to be intriguing	4
	have fun	4
	Providing learning by understanding	4
	Learning by doing	3
	Being an effective method	3
	Easy to explain	3
	Have thought-provoking experiments	2

(continued)

**Table 13 (continue)**

Choice	Reason	Frequency
	Experiments to reinforce knowledge	2
	Having experiments that can make the subject well understood	2
	Provide brainstorming	2
	Helping to develop a positive attitude toward the lesson	1
	Helping in the formation of mental schema	1
	Developing observation skills	1
	Ensuring the use of science process skills	1
	Revealing prior knowledge through experiments	1
	Developing different perspectives	1
	to be out of touch	1
	Provides easy acquisition of information	1

According to Table 13, PSSTs who would prefer to implement the activities in their classrooms offered reasons such as being associated with daily life ( $f = 14$ ), being easily implemented in the classroom environment ( $f = 10$ ), and performing instructive experiments ( $f = 10$ ).

Another question to be answered is the general appraisal of the applied activities by pre-service teachers. Table 14 shows the data collected from pre-service instructors within the scope of this topic, along with codes and sample expressions for the codes.

**Table 14**

*General Evaluation of the Activities*

Codes	Frequency	Sample statements
Surprising	17	Generally, although we had preliminary knowledge of the experiments, we were surprised at the result of the experiment. In other words, they were experiments that we knew but did not know exactly where and how they took place, and by supporting what I know personally, they increased memorability and allowed me to solve the problems I encountered in my daily life more easily. (S38)
Enjoyable	7	Generally, as the name suggests, we learned by surprise while performing the experiments. I also think that learning while having fun is a more permanent method. He said that the purpose of the experiments reached us and it progressed regularly. (S15)
Learning on hands	7	Experimental activities helped us a lot about learning by doing and seeing. When we read with these activities, we learned things that we did not understand by doing and living. (S7)
Reconciliation with daily life	5	I think some activities aim to learn by thinking. I think that what we learn with examples from daily life, we achieve more permanent results. (S8)

(continued)

**Table 14 (continue)**

Codes	Frequency	Sample statements
Memorable	5	I think that experimental activities contain more permanent information than theoretical information. Giving examples from daily life allowed us to change our perspective a little and to question some simple events in our lives. I think that applying experimental activities to all students provides more permanent learning. (S12)
Interrogative/ interrogative experiment	2	The experiments were very easy. However, it was generally the opposite of what we thought. (S13)
Easy to apply	3	Some experiments surprised me. I think the fact that we predicted the results of the experiment had a lot of influence on us. Because while I thought that, other results were more effective in my learning. (S14)
Thought- provoking experiment	3	It is an effective way of learning to learn about the events that we have more or less theoretical knowledge of in daily life or by doing simple but thought-provoking experiments. (S9)
Effective learning	2	I think experimental activities are useful. Because we see how the events, we experience in our daily life happen. We find unexpected results, thus attracting our attention more. (S17)
Interesting	2	I think that the experiments are instructive and intriguing since they are not experiments that specify which results we will reach in the beginning. (S43)
Intriguing	2	I always guessed the opposite and most of the time the opposite of my prediction turned out to be correct. I'm sure I learned a lot. (T5)
Learning new knowledge	2	Seeing different thoughts and trying to think as them gives us different perspectives. (S10)
Gaining a different perspective	2	The experimental activities we did were very useful in terms of comprehending scientific knowledge (S11)
Internalize knowledge	2	Based on the experiments, our daily life, observations, and predictions have changed. We predicted what would happen in the experiment and observed what happened by experimenting. In short, experimental activities contributed to us. We learned about its contribution to the wrong, we encountered similar ones in daily life. (S6)
Correcting wrong information	1	... In these activities, we learned by doing and experiencing things that we did not understand when we read, it was very enjoyable and beautiful. (S7)
Encounters in daily life	1	
Pleasant	1	

(continued)

**Table 14 (continue)**

Codes	Frequency	Sample statements
Exciting	1	We have seen many different events in experimental activities. Every experiment was exciting. In each experiment, different events emerged than we thought, which surprised us. (S32)
Relaxing	1	Experimental activities were generally enjoyable and entertaining. I can say that it is an important source of breathing for us, especially after continuous theoretical lessons. (S47)
Knowledge reinforcement	1	Overall they were good activities. Theoretically, they didn't add anything to us, but they helped us reinforce the knowledge we learned before ... (S36)
Brainstorming	1	...sharing and discussing our pre-experimental ideas with
Arguments	1	the class is also informative for us... (S10)

PSSTs said that the activities surprised them ( $f = 17$ ), entertained them ( $f = 7$ ), provided learning via experimentation ( $f = 7$ ), were catchy ( $f = 5$ ), and were related to daily life ( $f = 5$ ).

**Discussion, Conclusion and Suggestions**

When pre-service teachers’ pre- and post-application conceptual understanding data were evaluated, it was discovered that questioning techniques with surprise experiments had a substantial influence on boosting their conceptual knowledge (Table 5). Most of the studies conducted in the literature show similar results (Bezen, 2019; Göksu & Güneş, 2019; Kayacan & Selvi, 2017). According to Göksu and Güneş (2019), inquiry-inquiry and confirmatory laboratory procedures increased the conceptual knowledge of third-year science teacher candidates. Similarly, Kayacan and Selvi (2017) discovered that inquiry-based learning reinforced with self-regulation exercises improved the conceptual comprehension of third-year science teacher candidates. Bezen (2019) also stated that science subjects supported by inquiry-based learning prepared according to the 5E teaching model have a positive effect on the conceptual understanding of 10th-grade students. Similarly, Uysal (2020) stated the positive effects of technology-integrated inquiry-based learning on 6th-grade students’ conceptual understanding; Gedik (2019) stated the positive effects of inquiry-based learning on 6th-grade students’ conceptual understanding; Kırıcı (2019) stated that STEM supported inquiry-based learning positively affected 7th-grade students’ conceptual understanding, and Cin and Türkoğuz (2017) stated that inquiry-based learning with innovative science experiments positively affected 7th-grade students’ conceptual understanding. Rouwenhorst (2017) determined that the 7-week application designed following the 5E learning cycle in the 10th-grade biology lesson and containing surprising events positively affected the students’ comprehension levels in the biology lesson. In this respect, it can be said that the results obtained from the research are consistent with the relevant literature.

There was no significant difference in pre-service teachers' inquiry skills before and after the application (Table 5). It is believed that pre-service teachers' high scores in inquiry skills before the application reduce the score difference between the pre-test and post-test. Some research findings in the literature point in this direction. For example, Yılmaz and Karamustafaoğlu (2015) investigated the inquiry skills of first, second, third, and fourth-year teacher candidates from the classroom, social studies, and science teaching departments and determined that the teacher candidates' inquiry skills were adequate. Karapınar (2016) examined the development of inquiry-based learning in the inquiry skills of first-year science teacher candidates and did not observe a significant difference in the change at the end of the process. Similarly, Kaplan Parsa (2016) investigated the development of 8th-grade students' inquiry skills in collaborative inquiry-based learning environments, and while the experimental group had higher scores than the control group at the end of the process, no significant difference was obtained. Karamustafaoğlu and Celep Havuz (2016), on the other hand, discovered that research and inquiry-supported laboratory practices made a significant difference in pre-service science teachers' inquiry skills. In the study conducted by Varlı and Uluçınar Sağır (2019), they stated that the inquiry-based learning approach they applied to 5th-grade students had a significant effect on their inquiry skills. Acar Şeşen et al.'s (2020) study examines the relationship of first-year science teacher candidates' inquiry skills with EEG (study of the brain's bioelectrical activity, electroencephalography) and Taşkoyan's (2008) study in which inquiry-based learning revealed a substantial difference in the development of inquiry abilities in 7th-grade students differ from the findings of this research.

At the end of the application, no significant change was observed in the views on the scientific knowledge of pre-service teachers (Table 5). Since the large sample size in the applications carried out for the current reliability of the scale will also mean a statistically sound decision (Erkuş, 2007), keeping the number low may have caused this value to be obtained. However, the lack of a statistically significant difference between the pre-test and post-test in this study, in which views on scientific knowledge were collected with the scale, may be because the scale remained superficial in determining opinions or did not provide in-depth information. In addition, as Meyling (1997) and Khishfe and Khalick (2002) stated in their studies, long-term applications may be required to change the views on scientific knowledge, so more decisive results can be obtained by increasing the application time. Although there was no statistically significant difference in the views on scientific knowledge, in the semi-structured interviews, it was stated that the pre-service teachers were curious about scientific inquiry; It has been concluded that forming a hypothesis for the formation of scientific knowledge, testing the hypothesis and concluding and that scientific knowledge can change over time, raise awareness (Table 7). It is seen in the results of the analysis of the activity evaluation form that awareness raising of pre-service teachers about discrepant events is ensured by the implementation of activities for discrepant events (Table 12, Table 13, Table 14). However, the fact that the participants' views on scientific knowledge did not improve in the practices carried

out also reveals that the content of the practice has limited content in terms of the basic epistemological issues (structuring of scientific knowledge, diversity of scientific methods, types of scientific knowledge, and uncertainty of scientific knowledge) that Sandoval (2005) specified. For this reason, it is seen that the views on scientific knowledge should be emphasized clearly and directly throughout the application, just like the nature of science, etc. This situation can be evaluated among the limitations of the study.

The findings reveal that the content (or concept) and inquiry skills of the subjects can be developed more quickly than views on scientific knowledge (Table 6). Paulsen and Feldman (1999) state that there is a direct relationship between students' perspectives on learning, their motivation and interest, and their views on scientific knowledge. From this perspective, it is possible to predict that participants will be able to develop their views on scientific knowledge when circumstances that raise their motivation and interest levels are supplied. In this study, the fact that the pre-service teachers had activities that did not interest them in the experiments, that they found less surprising and boring (Table 10), may have caused the practice to be ineffective in improving their views on scientific knowledge.

When the results were combined, it was determined that a significant increase in conceptual understanding of the participants was because of the application, which lasted approximately nine weeks and each session took approximately 90 min, while a positive but not significant improvement in their questioning skills and no improvement in their views on scientific knowledge were observed (Table 5).

While inquiry activities with Discrepant events improve science teacher candidates' conceptual understanding, they do not have a statistically significant influence on their inquiry abilities or attitudes toward scientific knowledge. According to Bloom's taxonomy, conceptual understanding is positioned in the cognitive component of learning, right above the knowledge level (Bloom, 1956). Therefore, the effects of this application, which lasted for about 9 weeks, could have been easily observed in this dimension. However, contrary to conceptual understanding, it can be thought that inquiry and thinking about scientific knowledge correspond to cognitive actions and activities in higher dimensions. In this respect, it is recommended that longer-term studies be conducted to examine how inquiry skills and views on scientific knowledge are affected by discrepant events.

Furthermore, the literature surveys conducted reveal a scarcity of research on scientific knowledge. For this reason, it is recommended to conduct studies to evaluate the effects of different teaching methods and techniques on the views on scientific knowledge and the views of different sample groups on scientific knowledge. Teachers and teacher candidates can be informed about discrepant events by conducting studies. Thus, it can be ensured that teachers and teacher candidates gain the qualifications required for new teaching models. Furthermore, it is recommended to incorporate discrepant events with various teaching models (for example, the 5E model in the deepening phase) and to research their impacts. Within the experimental

activities, applications should be carried out openly and directly giving place to the subjects of inquiry skills and scientific knowledge, which are among the variables discussed within the scope of the study.

In addition, the single-group pre-test-post-test design, which was methodically taken from only one group and did not allow comparison, is one of the important limitations of the study. Conducting the study in a quasi-experimental design with at least two groups instead of a single group in terms of variables such as motivation, interest level, etc. will allow the determinations to be clearly expressed.





## Şaşırtan Deneyler ile Sorgulama Uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Kavramsal Anlama, Sorgulama Becerileri ve Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüşlerine Etkisi<sup>1</sup>

MAKALE TÜRÜ	Başvuru Tarihi	Kabul Tarihi	Yayın Tarihi
Araştırma Makalesi	13.10.2021	20.02.2023	16.03.2023

Şerifenur Doğan <sup>2</sup> ve Burak A. Akter <sup>3</sup>

Millî Eğitim Bakanlığı

Ayşe Büber <sup>4</sup>

Gazi Üniversitesi

Gül Ünal Çoban <sup>5</sup>

Dokuz Eylül Üniversitesi

Öz

Bu çalışmada, şaşırtan deneyler (discrepant events) ile sorgulama uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının kavramsal anlama, sorgulama becerileri ve bilimsel bilgiye yönelik görüşleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Tek grup ön test-son test deneme modelinin benimsendiği bu çalışmanın çalışma grubunu 3. sınıf fen bilimleri öğretmen adayları oluşturmuş ve araştırma 11 hafta sürmüştür. Çalışmada, çalışma grubuna Fen Bilgisi Laboratuvar Uygulamaları I dersinde sorgulamaya dayalı öğretim yaklaşımından Tahmin-Gözle-Açıkla (TGA) tekniği temel alınarak hazırlanmış deney çalışma yapıları kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak sorgulama becerileri ölçeği, bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeği, kavramsal değişim değerlendirme formu, yarı yapılandırılmış görüşme ve etkinlik değerlendirme formu uygulanmıştır. Nitel verilerin analizi için içerik analizi, nicel verilerin analizi için ise ilişkili gruplar t-testi kullanılmıştır. Veri analizinden elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının bilimsel bilgiye yönelik görüşlerinde ve sorgulama becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmezken, kavramsal değişimleri arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlara dayanarak çalışmanın iki gruplu deneysel desende güdülenme (motivasyon), ilgi düzeyi gibi deneysel değişkenler dahil edilip kontrollü olarak gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Şaşırtan deneyler (discrepant events), sorgulama, kavramsal anlama, sorgulama becerileri, bilimsel bilgiye yönelik görüş

<sup>1</sup>Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri desteği ile gerçekleştirilmiş ve Eylül 2020 tarihinde sonuçlanmıştır.

<sup>2</sup>Sorumlu Yazar: Öğretmen, Ayvalıdere Ortaokulu, Millî Eğitim Bakanlığı, E-posta: serifenur.dogann@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7110-8332>

<sup>3</sup>Öğretmen, Millî Eğitim Bakanlığı, E-posta: burakakt51@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4838-8027>

<sup>4</sup>Dr., Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Fen Bilgisi Eğitimi, E-posta: buberayse@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1366-8208>

<sup>5</sup>Prof. Dr., Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Fen Bilgisi Eğitimi, E-posta: gul.unal@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0143-0382>

Fen eğitiminde *sorgulama* 1950'lerin sonu ve 1960'ların başında Avrupa'da ön plana çıkmış ve sorgulamanın yanı sıra sorgulama ile yakından ilişkili olan bilgiyi tartışma, problemleri çözme gibi kavramlar zaman içerisinde de fen eğitimi programlarında sıklıkla vurgulanan kavramlar olarak yerlerini almıştır (Chiappetta, 1997). Sorgulama yoluyla fen öğretimi, öğrencilerin bir soruyu kavramsallaştırmasına ve ardından bu soruya yanıt veren olası açıklamalar aramasına olanak tanır (National Research Council, 2000). Bu açıdan bakıldığında fen dersleri, hem bilim insanlarının doğal dünyayı incelediği ve çalışmalarından elde ettikleri kanıtlara dayalı açıklamalar önerdiği yolları hem de bilimsel gerçeklerin bilgisini ve anlayışını geliştirmenin yollarını sorgulama ile öğrencilere kazandırmaya çalışır (National Research Council [NRC], 1996). Sorgulama ile gerçekleştirilen öğretme süreçlerinde amaç, öğrencilerin bilgi edinme sürecine ilişkin beceriler geliştirmesi ve düşünme becerilerini kullanarak yeni durumlara bunları transfer edebilmesidir (Duban, 2008). Sorgulamaya dayalı öğretim ortaya bir ürün çıkarmak ya da duruma uygun çözüm üretmekten çok, öğrencilerin bilgiyi toplama sürecine odaklanmıştır (Limon, 2001). Bredderman (1983) tarafından yürütülen bir çalışmada sorgulamaya dayalı öğretim gören sınıflarda öğrenim gören öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, yaratıcılıkları, tutumları, mantıksal akıl yürütmeleri ve alan bilgilerinin tüm sınıf düzeylerinde geliştiği görülmüştür. Bu araştırma ile birlikte Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council [NRC], 1996) tarafından oluşturulan Ulusal Bilim Eğitim Standartları'nda (Next Generation Science Standards) sorgulama sürecinin fen bilgisi öğretimine içerik alanı olarak işlediği ve dâhil ettiği görülmektedir (Lynch & Zenchak, 2002). Ülkemizde ise Fen Bilimleri Öğretim Programlarında sorgulama 2013 yılında öğretme-öğrenme boyutu olarak yerini almış ve 2017, 2018 yıllarında güncellenen Fen Bilimleri Öğretim Programlarında da yerini korumuştur (Başar ve Demiral, 2019).

Sorgulama, bilimsel sorularla yakından bağlantılıdır. Öğrencilerin önbilgilerini kullanarak karşılaştıkları yeni durumları sorgulamaları ve sorgulama sonucunda edindiği bilgi ve becerileri sonraki öğrenme deneyimlerinde kullanmaları sorgulama sürecinin beklenen hedefleridir (National Research Council, 2000). Novak (1964), öğrencilerin sahip oldukları merak ve ilginin onları sorgulamaya yönlendirdiğini belirtmiştir. Merakın giderilmesini sağlamak için gerçekleştirilen sorgulama etkinlikleri kişilere bilimsel kavramları ve becerileri kazandırmanın yanı sıra çevredeki olağan dışı etkenleri de araştırmaya yönlendirir (Haury, 1993; Maw ve Maw, 1965). Bireyin öğrenme sürecinde beklemediği bir sonuçla karşılaşmasını sağlayarak ilgili konuda bir dengesizlik ve yetersizlik süreci yaşamasına neden olan ve uluslararası alanyazında (literatürde) *discrepant events* (*şaşırtan deneyler*) olarak geçen uygulamalar da kişiyi sorgulamaya yöneltmektedir (Köseoğlu ve Tümay, 2010; Longfield, 2009; Sokoloff ve Thornton, 1997).

Alanyazın incelendiğinde öğrencileri bilişsel çatışmaya düşüren, varolan bilgi yapıları ve deneyimleri ile çelişerek beklenenden farklı şekilde sonuçlanan ve bu yolla öğrenmeye yönelik merak ve ilgi düzeylerini arttırmayı amaçlayan olayların *discrepant events* olarak adlandırıldığı görülmektedir (Chin, 1992; Fried, 1986;

Longfield, 2009). Ülkemizde sözkonusu olayları konu edinen çalışmalarda ise bu durum *şaşırtıcı olaylar* (Köseoğlu ve Tümay, 2010) ve *yeni, sıradışı ve beklenmedik şeyleri içeren gösteri deneyleri* (Bulunuz, 2015) olarak adlandırıldığı görülmektedir. Bu çalışma kapsamında ise Şaşırtan Deneyler kullanılması tercih edilmiştir. Birey deneyin ait olduğu alan bilgisine yönelik kişide bir dengesizlik ve yetersizlik sürecinin üstesinden gelmek için konuya ilişkin merak etmeye ve ilgi duymaya başlayarak karşılaştığı durumu sorgulamaya başlar. Duyuşsal farkındalık düzeyi uyarılan birey, karşılaştığı sorunu çözmek için harekete geçerek (Yakar ve Duman, 2017) öğrenmek istediği konuya ilişkin olumlu tutum geliştirmesini sağlar ve bilgiyi içselleştirir (Fleming, 1993; İçmez, 2009).

Şaşırtan deneyler olarak belirtilen discrepant events'ın bilimsel uygulamalarda kullanımının temeli Festinger'in (1962) ve Piaget'in (1971) belirttiği Bilişsel Çatışma-Dengesizlik Kuramına dayanır. Bu teoriye göre, bilişsel çatışma ve tutarsızlık kişide psikolojik rahatsızlık yaratıp kişiyi zihinsel denge arayışına iter ve öğrencilerin sorgulama sürecine dahil olmasını sağlar (Chin, 1992). Şaşırtan deneylerde karşılaşılan tutarsız olaylar, fiziksel olarak meydana geldiği gözlenen ile gerçekleşmesi beklenen şeyler arasında uyumsuzluklarda ortaya çıkar. Birey fiziksel olarak gözlemlenen şeyi değiştiremeyeceği için karşılaştığı durumu mantıksal olarak açıklayan bilgiyi aramaya başlayacaktır (Liem, 1991). Fen eğitimleri, beklenmedik sonuçlara sahip şaşırtan deneylerin kullanımının bir düşünceyi harekete geçirmede güçlü ve işe yarar bir yöntem olduğunu belirtirler (Longfield, 2009). Bu uygulamanın sorgulama sürecinde iyi bir yöntem olmasının en önemli nedenlerinden biri tutarsızlıkların öğrencilerin ilgisini çekmesi ve onları karşılaştıkları *gizemi* çözmeye yöneltmesidir. Bu şekilde güdülenmesi artan öğrenciler için öğrenme sürecinde elverişli bir ortam hazırlanmış olunur (Chin, 1992).

Sorgulamayı merkeze alarak yürütülen çalışmalarda öğrenciler, öğretmenlerinin rehberliğinde öğrenme etkinliklerine etkin olarak katıldıkları ve yaparak, yaşayarak, araştırarak ve elde ettikleri veriler için kanıtlar arayarak bilimsel kavramları, olguları (fenomenleri) öğrenirler (Aydoğdu ve Şener, 2016). Laboratuvar uygulamalarında öğrenciler deney yapma, gözlemlenme ve çıkarımda bulunma süreçlerinde sorgulama etkinliklerine dahil olurlar (Aydoğdu, 1999). Bu nedenle fen derslerinde laboratuvar uygulamaları öğrencileri bilimsel gerçekler için kanıt aramaya yönlendirdiği ve çeşitli aşamalarında farklı düşünme becerilerini etkin kıldığı için sorgulamaya dayalı öğrenmede önemli bir yer tutmaktadır (Aydoğdu ve Şener, 2016). Taş ve diğerleri (2019) tarafından yürütülen bir çalışmada araştırma ve sorgulamaya dayalı öğretme yaklaşımında *laboratuvar uygulamalarının* ağırlıklı olarak ele alındığını belirtmeleri de fen bilimleri dersinde deneylerin sorgulama için gerekli ve önemli olduğunu tekrar ortaya çıkarmıştır.

Alanyazın incelendiğinde deneysel etkinliklerin soyut olan bilgiyi somuta dönüştürme (Ayvacı ve Bebek, 2018; Sontay ve Karamustafaoğlu, 2018), dersleri anlamada kolaylık sağlama (Ayvacı ve Bebek, 2018; Bayrak, 2012), öğrencinin ilgisini çekme (Gallagher, 2007; Karakolcu Yazıcı ve Özmen, 2015; Sontay ve

Karamustafaoğlu, 2018; Tereci ve Karamustafaoğlu, 2013), öğrenci başarısını artırma (Hofstein ve Lunetta, 1982; Sontay ve Karamustafaoğlu, 2018), bilginin öğrenci tarafından daha iyi (Ceyhun ve Karagölge, 2001), etkili ve kalıcı öğrenilmesini sağlama (Ayvacı ve Bebek, 2018; Bayrak, 2012; Karakolcu Yazıcı ve Özmen, 2015), bilgiyi anlama (Hofstein ve Lunetta, 1982; Tereci ve Karamustafaoğlu, 2013), kavrama, uygulama (Ayvacı ve Bebek, 2018; Bayrak, 2012), motive etme (Bayrak, 2012; Ceyhun ve Karagölge, 2001; Sontay ve Karamustafaoğlu, 2018) gibi birçok konuda olumlu etki gösterdiği görülmektedir. Bunların yanı sıra Armstrong'un (1973'ten akt. Gallagher, 2007), kuramsal bilginin nasıl kullanılacağı bilindiği zaman daha değerli olacağını belirtmesi ve Ceyhun ve Karagölge'nin (2001) çalışmalarında bir Konfüçyüs'e ait bir deyiş olan "iştirsem unutum, görürsem hatırlarım, yaparsam bilirim" sözlerine çektileri dikkat ile deneysel etkinliklerin fen eğitiminde önemini ve gerekliliğini desteklemektedir. Göksu ve Güneş (2019) araştırma-sorgulama ve doğrulayıcı laboratuvar yöntemleriyle desteklenmiş etkinliklerin başarı, epistemolojik inanç, kavramsal değişim gibi değişkenler üzerindeki olumlu etkilerini raporlamışlardır. Laboratuvar etkinliklerinin keşfedici ve sorgulayıcı temelde yürütülmesinin olumlu etkileri (Çepni ve diğ., 2005) dikkate alındığında fen kavramlarının öğretilmesi ve sorgulama uygulamalarının yürütülebileceği en iyi uygulamalardan birinin şaşırtan deneyler olduğu görülmektedir (Appleton, 1995).

Huber ve Moore (2001) geleneksel olarak uygulanan birçok popüler fen etkinliğinin, sorgulama ile fen öğretiminin desteklemediğini, tam aksine etkinliklerin öğretmenleri dersleri erken bitirmeye yönlendirdiğini belirtmişlerdir. Bu yüzden yürüttükleri araştırma kapsamında sınırlı uygulamalara sahip geleneksel fen deneylerini sorgulamalı biçime dönüştürmek için bir model önerirler. Sunulan bu model öğrencileri doğrudan sorgulamaya özendirme için tutarsız olayların kullanımı, beyin fırtınası, araştırma, sunum ve tartışma gibi öğretim yöntem, teknik ve stratejileri de içine alarak Ulusal Bilim Eğitim Standartları'nın amaçlarına uygun bir forma dönüştürür (Huber ve Moore, 2001). Pakistan'da Muhammed (1998) tarafından yürütülen bir başka çalışmada ise devlet okullarında yürütülen şaşırtan deneyleri içeren bilim uygulamalarının kullanım süreci, üstünlükleri ve sınırlılıkları incelenmiştir. Çalışma bulguları, öğretmenlerin izledikleri öğretim programının öğrencileri öğretmenler tarafından verilen prosedürleri körü körüne izlediklerinden dolayı ezberlemeye yönelttiğini göstermiştir. Şaşırtan deneylerle yürütülen dersler öğrencilerin bireysel çalışmasına olanak tanıdığı için özgüvenlerini de olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Ayrıca fen derslerinde öğrencilerin çeşitli süreç becerilerini uygulaması (pratik etmesi) ve tartışma ortamlarında yer alması kendi öğrenmeleri üzerine derinlemesine düşünceleri için fırsat sağlamaktadır. Fen derslerinde kullanılan tutarsızlıklar bilişsel gelişimi de önemli ölçüde geliştirdiği için gelişmekte olan ülkelerde önemli bir yere sahiptir (Muhammed, 1998).

Öğrencilerin içerik alan bilgisini öğrenirken çeşitli nedenlerle seçenек (alternatif) kavramlara sahip olabileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Seçenек kavramları bilimsel kavramlara dönüştürmek için gerçekleştirilen kavramsal

değişim sürecinde en yaygın kullanılan öğretim stratejilerinden biri bilişsel çatışmaya neden olan şaşırtan deneylerdir (Limon, 2001). Şaşırtan deneyler süreç içerisinde karşılaşılan durumların var olan bilgiyle yarattığı bilişsel uyumsuzluk ile öğrencilerin ilgisini çeker ve konuyla ilgili daha fazla bilgi edinmek için bir kavramı araştırmaya karşı ilgi duymalarını ve güdülenmelerini sağlar. Ayrıca araştırmaları için değişkenleri ve araştırma sorularındaki seçimlerini etkileyip daha derinlemesine düşünmeye ve öğrenmeye yönlendirir (Mancuso, 2010). Örneğin; yoğunluk kavramının öğretilmesinde şaşırtan deneylerin kullanılması öğrencilerde bilişsel çatışmaya neden olmuş ve bu çatışma kavramsal değişimin gerçekleşmesini sağlamıştır (Kang ve diğ., 2004).

Şaşırtan deneylerin bireylerin duyuşsal olarak uyarılması ile iyi nitelikli bir öğrenme deneyimi sağladığını gösteren araştırmalar da bulunmaktadır (Bellocchi ve diğ., 2014). Benzer şekilde Tahmin et-Gözle-Açıkla (TGA) etkinliklerinin de duyuşsal olarak öğrencilerin derse katılımı ve öğrenmeleri üzerine olumlu etkileri olduğu görülmektedir (Milne ve Otieno, 2007). Mancuso (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada TGA tekniğinin kullanıldığı sorgulamaya dayalı bilimsel araştırma uygulamalarının öğrencilerin derse bilişsel katılım gösterme ve derste dikkatli olma, odaklanma ve dikkati yönlendirme olanakları sağladığını göstermektedir. Çalışmada, tahmin etmenin öğrencinin odağını ve ayrıntılara olan ilgisini güçlendirdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca bu süreçte öğrencilerin bilimsel araştırmalara liderlik etme güdülenmeleri artarken aynı zamanda derse yönelik ilgilerinin ve meraklarının da arttığı ve bu olumlu etkinin derste öğrenme deneyimlerini zenginleştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Mancuso'nun (2010) elde ettiği diğer bir sonuç ise farklı öğretim modellerinin uygulandığı derslere öğrencilerin farklı şekillerde katılım sağladığı ve öğrencilerin öğrenme sonuçlarının birbirinden farklı olduğuna yöneliktir. Elde edilen bu sonuçlar dikkate alındığında sınıf ortamlarında yeni öğretim yöntem ve tekniklerinin uygulayıcıları olan öğretmenlere ve öğretmen adaylarına büyük sorumluluklar düşmektedir.

Öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının saptanması ve giderilmesinin yanında, öğretim programının işaret ettiği sorgulama becerilerine de sahip olmaları gerekmektedir. Bu kapsamda bu araştırmanın amacı, şaşırtan deneylerle sorgulama uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları, sorgulama becerileri ve bilimsel bilgiye yönelik görüşlerine etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda yapılan uluslararası alanyazın taramasında, fen eğitiminde şaşırtan deneylerin yer aldığı araştırmalara rastlamak olanaklıdır (Fensham ve Kass, 1988; González-Espada ve diğ., 2010). Ulusal alanyazın tarandığında sorgulama temelli etkinliklerde tutarsız olaylara yer veren çeşitli çalışmalara (Cin ve Türkoğuz, 2017; Köseoğlu ve Tümay, 2010; Önder ve Önder, 2018; Özkarabacak, 2019) ve fen bilimleri öğretmenlerinin şaşırtan deneylere yönelik görüş ve düşüncelerini inceleyen bir çalışmaya (Gül ve Ateş, 2017) rastlanılmıştır. Ancak ulusal çapta şaşırtan deneylerle sorgulama uygulamalarını merkeze alarak yürütülen herhangi bir deneysel çalışmaya rastlanılmadığından, bu çalışmanın sonuçlarının alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin şaşırtan deneyler hakkındaki görüş ve düşüncelerini incelemeye yönelik yürütülen bir çalışmada; fen bilgisi öğretmenlerinin şaşırtan deneylere aşina oldukları fakat bunu nasıl ve hangi sınıf düzeylerinde uygulayacakları konusunda yeterli bilgi ve beceriye sahip olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır (Gül ve Ateş, 2017). Benzer şekilde deneysel etkinliklerle ilgili yapılan araştırmalarda üzerinde çalışılan kitlelerin, deneysel etkinliklerin derslerde kullanmasının önemli olduğu ve birçok yarar sağladığını belirtmelerine karşın çeşitli nedenlerden (okullardaki donanım yetersizliği, programda belirtilen sürenin sınırlılığı, araç gereç yetersizliği, vb.) dolayı derslerde bu uygulamalara yer vermedikleri ya da deneysel etkinlikleri gösteri deneyleri şeklinde gerçekleştirdiklerini belirtmişlerdir (Cumaoglu ve Özdemir Şimşek, 2020; Demir ve diğ., 2011; Karaca ve diğ., 2006; Karakolcu Yazıcı ve Özmen, 2015; Kılıç ve Aydın, 2018; Soğukpınar ve Gündoğdu, 2020). Bunlara karşın Hançer ve diğ. (2003) ise deneysel etkinliklerin yapılmasının önemli olduğunu, aksi takdirde öğrencilerin kendilerine sunulan yeni bilgileri ezberleme yoluna gidecekleri ve kendilerine göre mantıklı fakat bilimsel olmayan kavramlara sahip olabileceklerini belirtmişlerdir. Araştırmacıların elde ettikleri sonuçlar ve önerileri dikkate alınarak çalışmada yer alan katılımcıların hizmet içi süreçte benzer sorunlarla karşılaşmaması için deney içerikleri belirlenmiştir. Bu kapsamda çalışmada gerçekleştirilen deneylerin kısa sürede yapılabilir olmasına ve deneylerde kullanılan malzemelerin basit, ucuz ve kolay bulunabilir olmasına dikkat edilmiştir. Böylelikle kısa sürede gerçekleştirilen deneylerden arta kalan vakit, Köseoğlu ve Tümay'ın (2013) da önemini belirttiği düşünsel sürece (deney üzerinde düşünmeye) aktarılmıştır. Ayrıca deneylerin basit olması ve malzemelerin kolaylıkla bulunabilmesi, öğretmen adaylarının fen bilimleri dersini günlük yaşamın bir parçası olarak görmesi, bilimsel bilgiyi kullanması ve yorumlaması ve yeni deneyler tasarlaması konularında yeterlilik hissetmesini sağlamıştır (Anılan ve diğ., 2020; Çömek, 2011; Koç ve Büyük, 2012; Nasırlı ve diğ., 2019; Sarı, 2013; Sontay ve Karamustafaoğlu, 2018; Uzal ve diğ., 2010). Bunların yanında gerçekleştirilen düşünmeye dayalı deneysel uygulamanın Demirci ve Yüce (2018) tarafından da benzer sonuçları elde edilen bilimsel düşünme, bilimsel çalışmaları planlama, yaratıcı düşünme gibi becerilerin üzerinde olumlu etkileri olacağı düşünülmektedir. Çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, Fen Bilimleri Öğretim Programında belirtilen sorgulama, araştırma, tartışma becerilerine sahip olan ve bu becerileri mesleki yaşantısında deneysel etkinliklerde etkin olarak kullanabilecek fen okuryazarı öğretmen adaylarının yetiştirilmesinde şaşırtan deney uygulamalarının kullanılabilmesi öngörülmektedir. Bu uygulamayla öğretmen adaylarının sorgulama becerilerinin gelişmesine, şaşırtan deneylere ve bilimsel bilgiye yönelik bakış açılarında farkındalık oluşturmalarına katkı sağlayacağı düşünülmekte; kavramsal bilgilerinin geliştirilmesi ve var olan kavram yanlışlarının giderilmesine de katkıda bulunması beklenmektedir. Özetle, bu çalışmanın amacı şaşırtan deneylerle sorgulama uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına, sorgulama becerilerine ve bilimsel bilgiye yönelik görüşlerine etkisini ortaya koymaktır. Belirlenen bu amaç doğrultusunda araştırmanın problemi ve alt problemleri aşağıda sunulmuştur:

Şaşırtan deneyler (discrepant events) ile sorgulama uygulamaları, fen bilimleri öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına, sorgulama becerilerine ve bilimsel bilgiye yönelik görüşlerine etkisi nedir?

Alt problemler:

1. Şaşırtan deneyler (discrepant events) ile sorgulama uygulamaları fen bilimleri öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına etkisi nedir?
2. Şaşırtan deneyler (discrepant events) ile sorgulama uygulamaları fen bilimleri öğretmen adaylarının sorgulama becerilerine etkisi nedir?
3. Şaşırtan deneyler (discrepant events) ile sorgulama uygulamaları fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel bilgiye bakış açılarına etkisi nedir?

### **Yöntem**

Bu bölümde araştırma modeli ve veri toplama araçlarına ilişkin bilgiler ele alınmıştır.

### **Araştırma Modeli**

Tek gruplu ön test-son test zayıf deneysel desenin kullanıldığı bu çalışma, İzmir ilinde bir devlet üniversitesinin 3. sınıfında öğrenim görmekte olan 49 fen bilimleri öğretmen adayının katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla araştırmadan elde edilen sonuçlar 3. sınıfta öğrenim gören 49 fen bilimleri öğretmen adayı ile sınırlıdır. Tek gruplu ön test-son test modelinde, deneysel işlemin etkisi, uygulama öncesinde ve sonrasında ölçümler yapılarak tek bir grup üstünde test edilir. Deneysel işlemin öncesinde ve sonrasında yapılan ölçümlerin arasında bulunan değişim, yapılan uygulamanın etkisi olarak görülür. Bu model deneysel araştırmanın temel özelliklerinden biri olan en az iki veya daha fazla grubun karşılaştırılması özelliğini taşımadığı için iç geçerlikle ilgili sorunlar içermektedir (Büyüköztürk ve diğ., 2012; Özmen ve Karamustafaoğlu, 2019). Çalışmada kullanılan araştırma modeli kapsamında çalışma grubuna bağımsız değişken olarak sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımlarından Tahmin-Gözle-Açıkla (TGA) tekniği temel alınarak hazırlanan şaşırtan deneyler uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının kavramsal anlama, sorgulama becerileri, bilimsel bilgiye yönelik görüşleri ve yapılan etkinliklere ilişkin değerlendirmeleri nicel ve nitel veri toplama araçları ile toplanarak değerlendirilmiştir. Araştırma, “Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I” dersi kapsamında 11 haftalık bir sürede gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle araştırma, çalışma kapsamında geliştirilen etkinlikler, uygulanan öğretim yöntemleri ve kullanılan veri toplama araçları ile sınırlandırılmıştır.

### **Araştırma Grubu**

Bu araştırmanın çalışma grubunu, 2019-2020 öğretim yılı güz döneminde Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi'nin Fen Bilgisi Laboratuvar Uygulamaları I dersini alan ve 3. sınıfta öğrenim görmekte olan fen bilimleri öğretmen adayları oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının seçiminde amaçlı örnekleme yöntemlerinden

ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Büyüköztürk (2009) ölçüt örnekleme; örneklemin bir soruna yönelik olarak belirlenen niteliklere sahip kişiler, olaylar, nesnelere ya da durumlardan oluşturulması şeklinde tanımlamıştır. Bir çalışmada bilgi açısından zengin ve aydınlatıcı, olguların (fenomenlerin) kavranmasına yardımcı ve örneklemden evrene görgül (ampirik) genelleme yapılamayan örneklem seçimidir (Patton, 2001). Bu araştırma kapsamında şaşırtan deneylerle sorgulama uygulamalarına dahil olabilecek, tartışma süreçlerine etkin katılım sağlayabilecek, Fen Bilgisi Laboratuvar Uygulamaları I dersi içeriklerine ilgisi olduğunu bildiren ve araştırma sürecine gönüllü katılacak öğrenciler dikkate alınarak araştırmaya dahil edilmiştir. Çalışma grubunda 40 (%81.6) kadın, 9 (%18.4) erkek olmak üzere toplam 49 öğretmen adayı yer almaktadır. Üçüncü sınıf düzeyinde yer alan iki sınıftan biri uygulamaları gerçekleştirmek üzere rastgele olarak seçilmiştir.

### Deneyel İşlem

Bu araştırma TÜBİTAK 2209 Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda projede kullanılmak üzere gerekli Etik Kurul izinleri, veri toplama araçlarını geliştiren araştırmacılardan kullanım izinleri ve araştırmaya katılacak çalışma grubundan gönüllü onam formları alınmıştır. Bu izinlerin alınmasının ardından araştırma süreci başlatılmıştır.

Tek grupta yürütülen bu çalışma kapsamında uygulama öncesi ve sonrasında sorgulama becerileri ve bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçekleri, her deney öncesinde ve sonrasında deneyle ilgili kavramsal anlama soruları kullanılmıştır. Uygulama öncesi ve sonrası öğretmen adaylarıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş ayrıca uygulama sonunda öğretmen adaylarından etkinlik değerlendirme formunu tamamlamaları istenmiştir. Araştırmanın denel işlem süreci Tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1**

#### *Araştırmanın Denel İşlem Süreci*

Ön Testler	Uygulama	Son Testler
• Sorgulama Becerileri Ölçeği	Deney Öncesi	KA <sup>1</sup> , KA <sup>2</sup> , KA <sup>3</sup> , KA <sup>4</sup> , KA <sup>5</sup> , KA <sup>6</sup> , KA <sup>7</sup> , KA <sup>8</sup> , KA <sup>9</sup>
• Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüş Ölçeği	Deney Çalışma Yaprakları	DÇY <sup>1</sup> , DÇY <sup>2</sup> , DÇY <sup>3</sup> , DÇY <sup>4</sup> , DÇY <sup>5</sup> , DÇY <sup>6</sup> , DÇY <sup>7</sup> , DÇY <sup>8</sup> , DÇY <sup>9</sup>
• Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	Deney Sonrası	KA <sup>1</sup> , KA <sup>2</sup> , KA <sup>3</sup> , KA <sup>4</sup> , KA <sup>5</sup> , KA <sup>6</sup> , KA <sup>7</sup> , KA <sup>8</sup> , KA <sup>9</sup>

*Not.* KA1: Birinci kavramsal anlama sorusu, DÇY1: Birinci deney çalışma yaprağı. Araştırma boyunca her deney öncesi ve sonrası deneyle ilgili kavramsal anlama soruları sorulmuştur. Örneğin DÇY1’in uygulama öncesinde ve sonrasında KA1 sorusu sorulmuştur.



Uygulama sırasında kullanılan çalışma yapraklarında Tahmin-Gözle-Açıkla (TGA) tekniği temel alınarak hazırlanmıştır. Toplamda ön ve son ölçümlerle birlikte 11 hafta süren uygulamada, her hafta toplam 90 dakikalık ders boyunca 1 çalışma yaprağı tamamlanmıştır.

Çalışma yapraklarının tahmin bölümünde öğretmen adaylarının konuya merak duymalarını sağlamak amacıyla şaşırtan deneyler kullanılmıştır. Çalışma yaprağının tamamlanması için rehberli sorgulama gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarına deneyle ilgili gerekli malzemeler verilerek deneyi grupça gerçekleştirmeleri istenmiştir ve deneyde elde ettikleri veriler rehberin kendilerine yönlendirdiği sorular aracılığı ile bilimsel olgu ve kavramları kullanarak yorumlamaları sağlanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucu bulunan şaşırtan deneylerin farklı konu alan bilgisi içermesine ve bu konularda sıkça rastlanılan kavram yanlışlarının bulunmasına dikkat edilmiştir. Bu bağlamda çalışma yaprakları, öğretmen adaylarının temel alan bilgilerine dayalı “ısı iletimi (deney 1), ısı-sıcaklık ve yanma tepkimeleri (deney 2), Bernoulli prensibi (deney 3), yanma tepkimeleri (deney 4), dış basınç-kaynama noktası arasındaki ilişki (deney 5), esneklik sınırı-basınç ilişkisi (deney 6), kaldırma kuvveti (deney 7), kırılma ve tam yansıma (deney 8), kütle merkezi (deney 9)” gibi farklı konuları içermektedir. Örnek bir çalışma yaprağı Ek 1’de sunulmuştur. Fen Bilgisi Laboratuvar Uygulamaları I dersinde Fen Bilimleri içerisinde yer alan fizik, kimya, biyoloji, çevre, yer bilimi konularında çeşitli deneylerin planlanması, yürütülmesi ve raporlanması, basit ve ucuz malzemelerle deney yapma, deneylerde öğrenci edimlerini (performanslarını) bilgi, beceri, tutum-değer açısından değerlendirilmesi bulunmaktadır. Bu nedenle çalışma yapraklarında bu alan içindeki çeşitli disiplinlerdeki konulardan yararlanılmıştır. Deney isimleri konu alan içeriklerini yansıtmaktadır ancak deneylerin tamamında TGA tekniğinin temel alındığı çalışma yaprakları kullanılmıştır. Bu çalışma yapraklarının tahmin bölümünde sunulan şaşırtan deneylere yönelik deney öncesi deneyin nasıl sonuçlanacağına ilişkin tahminleri alınmıştır. Çalışma yapraklarında kullanılan şaşırtan deneylerin, kişiyi (I) beklenenden farklı bir sonuçla karşılaştırmasına (II) bilişsel çatışmaya düşürmesine (III) sahip olduğu ön bilgiler ile durumu açıklayamamasına (IV) anlama konusunda merak ve ilgi uyandırmasına dikkat edilmiştir (Espada ve diğ., 2010). Öğretmenin sorularla rehberlik ettiği süreçte karşılaşılan yeni durumu açıklamaya çalışmışlardır. Uygulama öncesinde çalışma yaprakları yapı ve kapsam geçerliği için fen bilimleri alanında uzmanlığı olan 2 öğretim üyesi tarafından incelenmiştir. Uzmanların önerileri sonucunda çalışma yapraklarının Tahmin bölümünün şaşırtan deneylerle ilişkisi ve sunulan şaşırtan deneyin konu alan bilgisi karşılıkları değerlendirilmiştir. Konu kapsamıyla ilgili olmadığı düşünülen çalışma yaprakları elenmiş, yönergeler daha açık duruma getirilmiş ve deneylerle ilgili seçenek (alternatif) malzeme önerileri dikkate alınarak çalışma yapraklarında düzeltmeler yapıp çalışma grubu dışında 3. sınıfta öğrenim görmekte olan 4 öğretmen adayıyla laboratuvar pilot çalışması yapılmıştır. Gerekli düzeltmelerin yapılmasının ardından araştırmanın çalışma grubunda yer alan öğretmen adaylarına uygulanmıştır.

Etkinliklerin laboratuvar koşullarına uygun olarak yürütülebilmesi için en fazla 4 öğrencinin yer aldığı gruplar oluşturulmuş, böylelikle kendilerine verilen deney malzemeleri ile grupça deney yapmışlardır. Kendilerine verilen çalışma yapraklarını ise bireysel olarak doldurmaları istenmiştir. Bu kapsamda öncelikle deneyle ilgili bir resim, açıklama ya da video gösterilerek öğretmen adaylarının deneyin nasıl sonuçlanacağına ilişkin Tahminlerde bulunmaları istenmiştir. Bu aşamada öğretmen adaylarının konuya yönelik bilgileri ve varsa kavram yanlışları çalışma yapraklarında kullanılan TGA tekniğinin Tahmin aşaması ile saptanmıştır. Yaklaşık 15-20 dakika süren bu bölümün ardından, Gözle aşamasında öğretmen adaylarından grup olarak deneyi gerçekleştirerek gözlemlerini sunmaları istenmiştir. Yaklaşık olarak 35-45 dakika sürede deneylerini ve/veya gözlemlerini tamamlayan öğretmen adaylarından, etkinliğin son bölümü olan Açıklama aşamasında bireysel olarak gözlemlerine yönelik açıklamalar ve günlük yaşantılarından örnekler vermeleri istenmiş ve sonuçlarını tüm grupla paylaşımları sağlanmıştır. Etkinliğin son bölümünün tamamlanma süresi 25-40 dakika arasında değişmiştir. Özetle, öğretmen adayları en fazla 4 kişiden oluşan gruplar halinde etkinliklerin deneysel bölümünü gerçekleştirmiş olup, tahminlerini, gözlemlerini ve deney sonuçlarını bireysel olarak kendi çalışma yapraklarına not almışlardır.

### Veri Toplama Araçları

#### *Kavramsal Değişim Değerlendirme Formu*

Şaşırtan deneylerle sorgulama uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla deney çalışma yapraklarında uygulama öncesi ve sonrası araştırmacılar tarafından geliştirilen açık uçlu kavramsal anlama soruları kullanılmıştır. Öğrencilerden toplanan bu veriler değerlendirilirken yanıtların bilimsel kavramı karşılama düzeyleri dikkate alınarak seçenek (alternatif) kavrama, kısmen kavrama ve tam kavrama olmak üzere Tablo 2'ye göre puanlanmıştır (Ünal, 2005).

**Tablo 2**

#### *Kavramsal Anlama Değerlendirme Rubriği*

Anlama Derecesi ve Puan Değeri	Değerlendirme Ölçütü
Yanıt Yok (YY = 0)	Boş Bilmiyor İlgisiz ya da net olmayan yanıt
Alternatif Kavrama (AK = 1)	Verilen yanıt bilimsel kavramı karşılamıyor.
Kısmen Kavrama (KK = 2)	Verilen yanıt bilimsel kavramın bileşenlerinden azını karşılıyor.
Tam Kavrama (TK = 3)	Verilen yanıt bilimsel kavramı tamamen karşılıyor.

Çalışmanın birinci ve ikinci yazarı tarafından ayrı ayrı değerlendirilen veriler ilk 10 öğrenci için karşılaştırılmış, ortak olan verilerin toplam verilere oranını yüz ile

çarparak uyuşum yüzdesi hesaplanmıştır. Yapılan bu değerlendirme ile uyuşum yüzdesi %77 olarak bulunmuştur. Yazarlar tarafından verilen puanların ortalaması ile toplam puan hesaplanmış ve verilerin analizi gerçekleştirilmiştir.

### ***Sorgulama Becerileri Ölçeği ve Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüş Ölçeği***

Çalışmada, sorgulama becerilerindeki gelişimi belirlemek için Aldan Karademir ve Saracaloğlu (2013) tarafından geliştirilmiş olan “Sorgulama Becerileri Ölçeği” kullanılmıştır. 14 sorudan oluşan bu ölçek bilgi edinme, bilgiyi kontrol etme ve özgüven boyutlarını kapsamaktadır. Cronbach Alfa güvenirlik katsayıları Bilgi Edinme için .76; Bilgiyi Kontrol Etme için .66 ve Özgüven için .82 iken ölçeğin toplamı için ise .82’dir. Ölçeğin güncel güvenirliğini saptamak için ölçek çalışma kapsamı dışında yer alan 119 öğretmen adayına uygulanmış ve Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı .86 bulunmuştur.

Çalışma grubunun bilimsel bilgiye yönelik görüşlerindeki gelişimi belirlemek için ise Ünal Çoban (2009) tarafından geliştirilmiş olan “Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüş” ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçek ile öğrencilerde doğal olarak var olan bilimsel bilgiye yönelik örtük inançların-görüşlerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Ölçek Bilimsel bilgi kapalıdır, Bilimsel bilgi gerekçelendirir ve Bilimsel bilgi değişebilir boyutları olmak üzere 3 boyuttan oluşmaktadır ve ölçeğin toplam güvenirliği .83’tür. Özenoğlu ve diğ. (2022) ve Coşkun (2021) aynı ölçme aracı ile çalışmış ve ölçeğin toplam güvenirliği .70 üzerinde bulmuşlardır. Ölçeğin güncel güvenirliğini belirlemek üzere çalışma kapsamı dışında ancak katılımcılarla benzer özelliğe sahip 119 farklı öğretmen adayına ölçek uygulanarak güncel Cronbach Alfa katsayısı .64 bulunmuştur. Elde edilen bu değer bu ölçekle gerçekleştirilen ölçmenin orta güvenirlikte olduğu kabul edilebilir (Kılıç, 2016).

### ***Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu***

Öğretmen adaylarının sorgulama becerileri ölçeği ve bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeğine verdikleri yanıtlardan elde edilen verilerin geçerliğini arttırmak için belirlenen beş kişi ile uygulama öncesi ve uygulama sonrasında yüz yüze yarı-yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları, bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeğinin alt boyutlarını kapsayan nitelikte Ünal Çoban (2009) tarafından hazırlanmıştır. Sorgulama becerileri ölçeğinin alt boyutlarına yönelik sorular ise araştırmacılar tarafından hazırlanmış, kapsam ve görünüş geçerliği açısından fen bilimleri alanında çalışan iki öğretim üyesine sunulmuş, uzmanların önerileri doğrultusunda soruların daha anlaşılır olması için ifade ediliş şekillerinde düzenlemeler ve ölçme araçlarında yer alan beceri ve anlayışları kapsayacak eklemeler yapıldıktan sonra 3. sınıfta öğrenim görmekte olan 4 öğretmen adayı ile pilot bir çalışma yapılmıştır. Soruların anlaşılabilirliği kontrol edildikten sonra deney grubunda yer alan öğretmen adaylarından beş kişi ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme yapılacak öğretmen adayının seçiminde, ilk deneysel uygulamada (ısı iletimi deneyi) saptanan kavram yanlışları dikkate alınmıştır. Görüşülecek öğretmen adayları, deney çalışma yaprağındaki sorulara

verdikleri yanıtların içeriğine göre kavramsal anlama düzeylerinin işaret ettiği kavram yanlışlığı çok olandan az olana doğru sıralanmış ve farklı düzeyde kavram yanlışlığı düzeylerinde (yüksek, 1 kişi; orta, 3 kişi ve az, 1 kişi) toplam beş kişiden oluşturularak görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme sorularından elde edilen veriler çözümlenirken; verilerin kodlanmasına dayanan içerik analizi, kategorilerin oluşturulması, frekans ve yüzdelerinin hesaplanması ve bulguların yorumlanması aşamaları izlenmiştir. Birinci yazar ve ikinci yazar tarafından ayrı ayrı yapılan kodlama işlemi sonrasında, ortak kodların toplam kodlara oranını alıp yüz ile çarparak uyuşum yüzdesi hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar bulgular bölümünde sunulmuştur.

#### **Etkinlik Değerlendirme Formu**

Çalışma grubunun proje uygulamasında gerçekleştirmiş oldukları etkinlikleri değerlendirebilmeleri amacıyla 7 sorudan oluşan açık uçlu soru formu hazırlanmıştır. Hazırlanan sorular görünüş ve kapsam geçerliği açısından fen bilimleri alanında çalışan iki öğretim üyesi tarafından incelenmiş ve önerileri doğrultusunda soruların anlaşılabilirliğini arttıracak, aynı hedefe yönelik benzer soruların birleştirilmesi ya da çıkarılması yönünde düzenlemeler yapılmıştır. Son biçimi verilen formdan elde edilen veriler içerik analizi ile incelenmiştir. Bu kapsamda veriler kağıt üzerinden bilgisayar ortamına aktarılmış ve kodlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından verilerdeki örnek ifadelerden yola çıkılarak kategoriler oluşturulmuştur.

#### **Etik Kurul Kararı**

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu'ndan etik onay alındı (No: 03, Tarih: 14.03.2019).

#### **Verilerin Analizi**

Şaşırtan deneylerle sorgulama uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerine etkisini belirlemek için kavramsal değişim değerlendirme formu kullanılmıştır. Bu formla öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarındaki değişim gözlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda öğretmen adaylarının çalışma yapılarında kavramsal anlamalarını saptamaya yönelik sorulara yanıtlarını değerlendirmede kavramsal anlama değerlendirme rubriği (Tablo 2) kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının kavramsal anlama puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3**

#### *Kavramsal Anlama Puanları Normallik Testi Sonuçları*

	Kolmogorov- Smirnov		Shapiro-Wilk		Kurtosis (Basıklık)	Skewness (Çarpıklık)		
	sd	p	sd	p				
Ön test	.148	49	.008	.973	49	.293	.374	.383
Son test	.136	49	.022	.942	49	.016	.056	-.608

Çalışma grubunda yer alan öğretmen adaylarına ait veri sayısı 50'den az olduğu için Shapiro-Wilk testinin sonuçları değerlendirilmiştir (Büyüköztürk ve diğ., 2012). Kavramsal anlamaya yönelik normallik testi sonuçları incelendiğinde ise test sonuçlarının .05'ten küçük çıkması, yani anlamlı olması veri setinin normal dağılım göstermediği anlamını taşırken, test sonuçlarının .05'ten büyük çıkması veri setinin normal dağılım gösterdiği anlamını taşımaktadır (Çokluk ve diğ., 2012). Basıklık (kurtosis) ve çarpıklık (skewness) değerleri de sıklıkla normal dağılım belirlemek için kullanılmaktadır. Tabachnick ve diğ. (2007) bu değerlerin -1.5 ile +1.5 arasında olmasının veri setinin normal dağılım gösterdiğini belirtmiştir. Kavramsal anlama ön test ve son test verilerinin çarpıklık ve basıklık değerleri -1.5 ile +1.5 arasında olduğundan verilerin normal dağılıma uygun olduğu belirlenmiş ve bu nedenle ilgili karşılaştırmaların yapılmasında parametrik analizler yürütülmüştür.

Şaşırtan deneyler (discrepant events) fen bilimleri öğretmen adaylarının sorgulama becerileri ve bilimsel bilgiye bakış açıları üzerine etkisini belirlemek için sorgulama becerileri ölçeği ve bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeği kullanılmıştır. Verilerin geçerliğini arttırmak için sorgulama becerileri ölçeği ve bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeği alt boyutlarını kapsayan sorular hazırlanmış ve yarı yapılandırılmış görüşme ile veriler elde edilmiştir.

Sorgulama becerileri ve bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeklerinden elde edilen verilerin normallik varsayımlarını karşılama durumlarını incelemek için normallik testi yürütülmüş ve analiz sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4**

*Sorgulama Becerileri ve Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüş Ölçekleri Normallik Testi Sonuçları*

	Sorgulama Becerileri Ölçeği		Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüş Ölçeği	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Kolmogorov-Smirnov	.099	.073	.108	.090
	sd	49	49	49
	<i>p</i>	.200	.200	.200
Shapiro- Wilk	.963	.979	.974	.961
	sd	49	49	49
	<i>p</i>	.131	.535	.337

Verilerin analizinde kullanılacak test türünü (parametrik-nonparametrik) belirlemek üzere öncelikle verilerin normal dağılıma uygunlukları kontrol edilmiştir. Çalışma grubundan elde edilen veri sayısı 50'den az olduğu için Shapiro-Wilk testi sonucu incelenmiştir (Büyüköztürk ve diğ., 2012). Testin anlamlılık değerinin .05'ten büyük olması verilerin normal dağılıma uygun olduğu şeklinde yorumlanır. Buradan hareketle sorgulama becerileri ölçeği, ön test ( $p = .131 > .05$ ) ve son testin ( $p = .535 > .05$ ) normal dağılıma uygun olduğu görülmektedir. Bilimsel bilgiye yönelik görüş

ölçeğine bakıldığında da ön test ( $p = .337 > .05$ ) ve son testin ( $p = .107 > .05$ ) normal dağılıma uygun olduğu görülmektedir. Veriler normal dağılım gösterdiğinden dolayı ölçeklerden elde edilen verilerin analizinde parametrik testlerden ilişkili örneklem için t-testi kullanılmıştır. Alanyazında t testinin kullanılması için üç varsayımı karşılaması gerektiği belirtilmiştir (Büyüköztürk, 2009). Bunlardan birincisi bağımlı değişkene ait puanlar en az aralık ölçeğindedir ve diğeri ilişkili iki ölçüm setine ait fark puanları normal bir dağılım gösterir. Araştırmada kullanılan ölçme araçlarından elde edilen veriler bu üç varsayımı karşıladığı için bu testin kullanılmasına karar verilmiştir.

### Bulgular

Bu bölümde kavramsal anlama, sorgulama becerileri ölçeği ve bilimsel bilgiye yönelik t-testi sonuçları, yarı yapılandırılmış görüşme formu analizi ve etkinlik değerlendirme formundan elde edilen bulgular sunulmuştur.

#### Kavramsal Anlama Soruları, Sorgulama Becerileri Ölçeği ve Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüş Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları (KA), sorgulama becerileri (SB) ve bilimsel bilgiye yönelik görüşlerindeki (BBYG) gelişimi belirlemek için ilişkili örneklem t-testi yapılmıştır. Toplanan verilerden elde edilen sonuçlar Tablo 5'te sunulmuştur.

**Tablo 5**

#### KA-SB-BBYG Ön Test ve Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem t-Testi Sonuçları

Ölçüm		N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
KA	Ön test	49	9.58	2.59584	48	-28.364	.00
	Son test	49	20.78	2.67483			
SB	Ön test	49	53.3469	5.81503	48	-1.851	.07
	Son test	49	55.6735	6.39462			
BBYG	Ön test	49	60.2041	5.56769	48	-1.117	.27
	Son test	49	61.4898	5.42802			

Öğretmen adaylarının uygulama sonunda kavramsal anlama puanlarında istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlı bir artış gözlenmektedir ( $t_{(49)} = -28.364, p < .001$ ). Sorgulama becerilerinde ise ortalama puanlarında bir artış olmasına karşın elde edilen bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $t_{(49)} = -1.851, p > .05$ ). Bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeklerinden elde edilen puanlarda ise son testte istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermemiştir ( $t_{(49)} = -1.117, p > .05$ ).

#### Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formundan Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen bulgular sorgulama becerileri ölçeği ve bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeği alt boyutlarına uygun olacak şekilde ayrı ayrı çözümlenmiştir.

**Sorgulama Becerileri Ölçeğine Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşmeden Elde Edilen Bulgular**

Sorgulama becerilerinin alt boyutlarına yönelik oluşturulan soruların, seçilen 5 öğretmen adayı ile uygulanması sonucu elde edilen verilerin içerik analizi Tablo 6’da sunulmuştur. Birinci yazar ve ikinci yazar tarafından ayrı ayrı oluşturulan kodların uyuşum yüzdesi %86.1 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 6**

*Uygulama Öncesi ve Sonrası Öğretmen Adaylarının Verdikleri Yanıtların Dağılımı*

SBÖ Yönelik Ön Görüşmeden Elde Edilen Bulgular			SBÖ Yönelik Son Görüşmeden Elde Edilen Bulgular		
Kategori	Kod	f	Kategori	Kod	f
1	Bilgiyi kontrol etme f=17	Araştırma yapma	5	Araştırma yapma	7*
		Fikir alma	4	Deney yapma	5*
		Deney yapma	3	Gözlem yapma	4*
		Gözlem yapma	2	Fikir alma	2 #
		Bilimsel kaynak olmalı	1	Bilgi gereksinimini karşılama düzeyi	1
		İspatlanmış olmalı	1	Herkes tarafından kabul görme	1
		Mantığa uygun olmalı	1	İradeyle karar verme	1
2	Bilgi edinme f=15	Bilgi eksikliğini giderme	4	Bilgi eksikliğini giderme	4
		Yanıtları tekrar değerlendirme	3	Yanıtları tekrar değerlendirme	4*
		Ön bilgilerini değerlendirme	2	Ön bilgileri değerlendirme	3
		Yanıtları kontrol etmeme	2	Gelecek yaşamda kullanma	2*
		İlgi alanına grime	1	Fikir alma	2
		Gelecek yaşantıyı olumlu etkileme	1	İlgi alanına girme	1
		Bilgiyi tazeleme	1	Merak	1
		Gelecek yaşamda kullanma	1	Bilginin güvenilirliği	1
				Yanıtları kontrol etmeme	1*

(devam ediyor)

**Tablo 6 (devam)**

SBÖ Yönelik Ön Görüşmeden Elde Edilen Bulgular			SBÖ Yönelik Son Görüşmeden Elde Edilen Bulgular		
Kategori	Kod	f	Kategori	Kod	f
3	Bilimsel uygulama yöntemleri f=11	3	3	Çözüm üretme	4*
				Problem tespiti	3*
				Farklı yollar deneme	3*
				Araştırma yapma	1
				Ön bilgiyi kullanma	1
				Gözlem yapma	1
4	Özgüven f=5	3	3	Ön bilgiyi kullanma	1
				Hipotez kurma	1
				Çözüm üretme	1
				Uygulama	1
				Farklı yollar deneme	1
				Sonuca ulaşma	1
4	Özgüven f=5	3	3	Rahat	3
				Çekinme	2

(\*) sayıdaki artış şeklinde olumlu değişimleri, (#) sayıdaki azalış şeklinde olumsuz değişimleri göstermektedir.

Tablo 6 incelendiğinde uygulama öncesi öğretmen adayları ile gerçekleştirilen görüşmelerde bilgiyi kontrol etme kategorisine 17, bilgi edinme kategorisine 15, bilimsel uygulama yöntemleri kategorisine 11 kez değinirlerken; uygulama sonrası yapılan görüşmede ise bilgiyi kontrol etme kategorisine 21, bilgi edinme kategorisine 19, bilimsel uygulama yöntemleri kategorisine 16 kez değinmişlerdir.

Sorgulama becerilerine yönelik görüşmeden elde edilen bazı örnek ifadeler ve kategorileri aşağıda belirtilmiştir.

**Ön Görüşmeden Elde Edilen Örnek İfadeler.** Ö48; “Eğer mantıklı geliyorsa değerlendirmem, hani hazır çözdüm, öyle kalsın, kurcalamam. Ama mantıksız geliyorsa mecburen tabi ki tekrar değerlendirmem gerekiyor.” (Bilgi edinme kategorisi)

Kimin söylediğine ve nerede yazdığına bağlı, yani hangi kaynaktan okuduğuma bağlı. ... Tek kaynağın yeterli olmaması gerekiyor ama benim için yeterli olabilir, yani birazda kitaba bağlı. Kitap nerelerden kaynak almış, nerelerden faydalanmış onlara dikkat ederim tabi ki, kim söylemiş onlara bakarım. (Ö7; Bilgiyi kontrol etme kategorisi)



Ö49; “Deneyerek, yani her problem karşısında aynı yolu denemiyorum, problemden probleme değişiyor. Deneyerek daha doğrusu” (Bilimsel uygulama yöntemleri kategorisi)

**Son Görüşmeden Elde Edilen Örnek İfadeler.** Ö48; “Evet, değerlendiriyorum. Biraz obsesyon gibi gözüküyor ama severim tekrar kontrol etmeyi yani defalarca kez bazen hatta. Çevremdekiler de bu konuda biraz takıntılı olduğumu söylüyor. Yani hoşuma gidiyor garantiye almak onu.” (Bilgi edinme kategorisi)

Başka bir kaynağa baktım ama üçüncü kaynakla yetinmedim, dört-beş tane daha baktım ki, çünkü hani o da farklı olabilir diye beş-altı tane yere bakmışım o zaman doğru olanı almıştım. Çoğunluk neyse ona güveniyorum yani. ... Gözlem yapmak, deney yapmak onun dışında yani teorik bilgiler okumak. ( Ö7; Bilgiyi kontrol etme kategorisi)

Ö49; “Daha önce hiç karşılaşmadığım bir problemde ya yardım alarak ilerlerim ya da eski bilgilerimle arasında bir ilişki olup olmadığını düşünürüm ya da yani araştırarak yani o problemi çözmeye çalışırım. Yeni bilgiler edinerek.” (Bilimsel uygulama yöntemleri kategorisi)

Araştırmanın uygulama öncesi ve sonrasındaki öğretmen adaylarının sorgulama süreci hakkındaki görüşleri karşılaştırıldığında bilgi edinirken farklı boyutların da kullanılabilceği, yanıtların tekrar değerlendirilebileceği ve bilgi edinmede kullanılan yöntemler konusunda öğretmen adaylarında farkındalık sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bilgi edinmede kullanılan yöntemlerin sıklığındaki değişme ile sonuç odaklı düşünme yerini süreç odaklı düşünmeye bırakması şeklinde yorumlanmıştır.

#### **Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüş Ölçeğine Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşmeden Elde Edilen Bulgular**

Yazılı olan makaleden hazır olarak alınan soruların 5 öğretmen adayı ile uygulanması sonucunda elde edilen verilerin içerik analizi Tablo 7’de sunulmuştur. Birinci yazar ve ikinci yazar tarafından ayrı ayrı oluşturulan kodların uyuşum yüzdesi ise %81.2 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 7***Uygulama Öncesi ve Sonrası Öğretmen Adaylarının Verdikleri Yanıtların Dağılımı*

BBYGÖ Yönelik Ön Görüşmeden Elde Edilen Bulgular			BBYGÖ Yönelik Son Görüşmeden Elde Edilen Bulgular		
Kategori	Kod	f	Kategori	Kod	f
1	Bilimsel çalışmalar f=55	Deney yapmak	7	Araştırma yapmak	5*
		Elde edilen yanıtların değişmesi	7	Bilginin zamanla değişmesi	5*
		Her soruya yanıt bulamama	5	Her soruya yanıt bulamama	5
		Elde edilen yanıtların eksiksiz olmaması	5	Elde edilen yanıtların her zaman doğru olmaması	5*
		Araştırma yapmak	4	Elde edilen yanıtların eksiksiz olmaması	5
		Gözlem yapmak	4	Deney yapmak	4#
		Bilginin zamanla değişmesi	3	Teknolojinin gelişimi	4
		Elde edilen yanıtların her zaman doğru olmaması	3	Elde edilen yanıtların değişmesi	3#
		Sorunlara çözüm bulmak	2	Gözlem yapmak	2#
		Hipotez kurma	2	Sonuçları değerlendirme	2*
		Ön bilgiyi kullanma	2	Hipotez kurma	2
		Hipotezi test etme	1	Yanıtların her zaman değişmemesi	2*
		Veri toplama	1	Hipotezi test etme	1
		Değişkenleri belirleme	1	Değişkenleri belirleme	1
		İhtiyaç duyma	1	Ön bilgiyi kullanma	1#
		Sonuçları değerlendirme	1	Sonuca ulaşma	1
		İcat yapma	1		
		Kanun oluşturma	1		
		Doğru yöntemi kullanma	1		
		Bilgiyi oluşturduğu zamana göre değerlendirme	1		
Yeterli birikime sahip olma	1				
Yanıtların her zaman değişmemesi	1				

(devam ediyor)

**Tablo 7 (devam)**

BBYGÖ Yönelik Ön Görüşmeden Elde Edilen Bulgular		BBYGÖ Yönelik Son Görüşmeden Elde Edilen Bulgular			
Kategori	Kod	f	Kategori	Kod	f
2	Bilimsel bilginin oluşumu f=51	Deney yapmak	12	Araştırma yapmak	8#
		Araştırma yapmak	11	Deney yapmak	5#
		Çözüm bulmak	6	Sonuca ulaşma	5*
		Gözlem yapmak	5	Problemi belirleme	4
		Problemi belirleme	4	Hipotez kurmak	4*
		Hipotez kurmak	3	Hipotezi sınama	4*
		Sonuca ulaşma	3	Gözlem yapmak	1#
		Hipotezi sınama	2	Veri toplamak	1
		Sonuçları raporlaştırma	2	Ön bilgileri kullanma	1
		Veri toplamak	1	Kanun oluşturma	1
		Sonuçları değerlendirme	1	Farklı yöntemler deneme	1
			Verileri kontrol etmek	1	Değişkenleri belirleme
3	Bilimin amacına ulaşma f=31	Deney yapmak	8	Sonuca ulaşmak	5*
		Gözlem yapmak	6	Araştırma yapmak	5*
		Problemleri çözmek	4	Deney yapmak	5#
		Veri toplamak	4	Merak etmek	4*
		Araştırma yapmak	3	Problemi belirlemek	4*
		Problemi belirlemek	2	Problemleri çözmek	4
		Sonuca ulaşmak	2	Gözlem yapmak	4#
		Merak etmek	1	Hipotez kurma	3
		Tahminde bulunmak	1	Hipotezi sınama	2
			Değişkenleri belirleme	1	
4	Bilimsel bilgi f=23	Doğruluğu kanıtlanmış bilgi	6	Doğruluğu kanıtlanmış bilgi	4#
		Kanıtlanmış bilgi	5	Doğru bilgi	3*
		Güvenilir bilgi	2	Herkes tarafından kabul gören bilgi	3*
		Gerçekliği ispatlanmış bilgi	2	Güvenilir bilgi	2
		Doğru bilgi	2	İnsan ihtiyacını karşılayan bilgi	2*
		Raporlaştırılmış bilgi	1	Mantıklı bilgi	1
		Mantıklı bilgi	1	Uzman kişilerce yapılmış	1
		İnsan hayatını kolaylaştıran bilgi	1	Sağlam kaynak	1
		Herkes tarafından kabul gören bilgi	1	Evrensel bilgi	1
		Gerçek bilgi	1	Araştırmalar sonucu oluşan bilgi	1
		Teorik yasa olması	1	Kanıtlanmış bilgi	1#

(devam ediyor)

**Tablo 7 (devam)**

BBYGÖ Yönelik Ön Görüşmeden Edilen Bulgular		Elde Edilen Bulgular		BBYGÖ Yönelik Son Görüşmeden Edilen Bulgular					
Kategori	Kod	f	Kategori	Kod	f				
5	Bilimsel sorgulama f=23	6	Bilimsel sorgulama f=23	Problem belirlemek	5*				
				Soruna çözüm bulmak	4#				
				Araştırma doğrultusunda soru sormak	2				
				İhtiyaç duymak	2#				
				Konuyla ilgili bilmediklerini sormak	2				
				Günlük hayattaki problemler üzerinden soru sorma	1				
				Tutkulu olmak	1				
				Merak etmek	1				
				Şüphe etmek	1				
				Ön bilgiyi kullanmak	1				
				Deney yapmak	1				
				Gözlem yapmak	1				
				6	Bilimin amacı f=19	5	Bilimin amacı f=24	Doğru bilgiyi bulmak	6*
								İnsan hayatını kolaylaştırmak	5
Doğru bilgiyi bulmak	3#								
Bir şeyi tanımlamak	3								
Teorik olarak kanıtlamak	3								
Gerçeğe ulaşmak	1								
Formülize etmek	1								
Yeni fikir ortaya atmak	1								
Doğayı keşfetmek	1								
Konuyu ayrıntılı anlamlandırma	1								
Olmayan şeyleri bulmak	1								
Bilgiyi paylaşmak	1								
Bilgiyi kontrol etme	1								
Hayata uygulama	1								
Merak giderme	1								
Güvenilir bilgiyi elde etmek	1								

(\*) olumlu değişimleri, (#) ise olumsuz değişimleri göstermektedir.

Tablo 7 incelendiğinde uygulama öncesi öğretmen adayları ile yapılmış olan görüşmelerde bilimin amacına ulaşma kategorisine 31, bilimin amacı kategorisine 19

kez değinirlerken; uygulama sonrası yapılan görüşmede ise bilimin amacına ulaşma kategorisine 37, bilimin amacı kategorisine 24 kez değinmişlerdir.

Bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeğine yönelik görüşmeden elde edilen bazı örnek ifadeler ve kategorileri aşağıda belirtilmiştir.

#### ***Ön Görüşmeden Elde Edilen İfadeler***

Ö4; “Mesela deney yaparlar veya bir şeyi formülize ederler, formül doğruysa doğru olmuş olur veya insan hayatını kolaylaştırmak için yaparlar. Mesela araba yaparlar, araba ürettikleri zaman amaçlarına ulaşmış olurlar.” (Bilimin amacına ulaşma kategorisi)

Ö49; “Problemin farkında olarak yani bir problemi tespit ederek. İhtiyaçtan kaynaklı olduğunu düşünüyorum.” (Bilimsel sorgulama kategorisi)

Ö7; “Bilim insanların bir soruna çözüm bulabilmek için deneme yanılma yoluyla, deneyler yaparak o probleme çözüm aramasıdır.” (Bilimsel bilgi kategorisi)

#### ***Son Görüşmeden Elde Edilen İfadeler***

Ö4; “Araştırma yaparlar. Araştırmaları sonucu deney yapabilirler bu amaç doğrultusunda veya bir problem için çözüm üretmeye çalışırlar, hipotez oluştururlar. Bu şekilde bir yol izlerler. Birbirleriyle paylaşırlar bilgilerini. O şekilde doğru bilgi edinmeye çalışırlar.” (Bilimin amacına ulaşma kategorisi)

Ö49; “Merak ederek ya da bir problemden yola çıkarak.” (Bilimsel sorgulama kategorisi)

Ö7; “Bilimsel bilgi de doğruluğu herkesçe kabul edilmiş bilgi olabilir.” (Bilimsel bilgi kategorisi)

#### ***Etkinlik Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular***

Çalışma grubunun proje uygulamasında gerçekleştirmiş oldukları etkinlikleri değerlendirebilmeleri amacıyla 7 sorudan oluşan açık uçlu sorular yöneltilmiş ve toplanan verilerin içerik analizi yapılmıştır. Şaşırtan deneyler, sahip oldukları tutarsızlıklarla bireyleri bilişsel çatışmaya düşürerek ilgisini çekmeyi, güdülemeyi sağlayarak beklenmedik durumun açıklanmasına yönelik harekete geçirmeyi hedefler. Öğretmen adaylarının deneyleri beğenmeye ve yararlı bulmaya yönelik görüşleri (Tablo 8 ve 9) deneylerde işaret edilen tutarsızlıkların öğrencilerin ilgisini çekmede ne denli etkili olduğu konusunda fikir vermektedir. Şaşırtan deneyler, diğer deneylerde olması gereken özelliklerin yanı sıra, öğrencilerin kendi bilgi yapılarına yönelik bilişsel farkındalığı yaşattığı çatışma süreci ile deneylerin merkezine almaktadır. İçerik analizinden elde edilen yanıtlar Tablo 8’de sunulmuştur.

**Tablo 8***Öğretmen Adaylarının Etkili Buldukları İlk Üç Deney*

Sıralama	Deneyler	Öğrenci Deney Seçim Sıraları			Toplam Frekans
		Birinci	İkinci	Üçüncü	
1	Basınç deneyi (Deney 3)	6	2	4	12
2	Buzla su kaynatma (Deney 5)	6	8	3	17
3	Yanma deneyi (Deney 4)	5	0	4	9
4	Kırılma ve tam yansıma (Deney 8)	5	2	2	9
5	Havalı balon deneyi (Deney 6)	3	5	6	14
6	Dalgıç deneyi (Deney 7)	3	2	3	8
7	Mum deneyi (Deney 2)	2	7	5	14
8	Isı iletimi deneyi (Deney 1)	1	3	7	11
9	Kütle merkezi (Deney 9)	1	3	2	6

Etkinlik değerlendirme formunda öğrencilerden deneyleri en çok beğenilenden en az beğenilene doğru numaralandırmaları (en çok beğenilen 1. sırada en az beğenilen 9. sırada) istenmiştir. Öğrencilerden elde edilen veriler analiz edildiğinde en çok beğenilen deneylerin basınç deneyi ve buzla su kaynatma deneyi olduğu görülmüştür (Tablo 8). Toplam frekans göz önüne alındığında ise buzla su kaynatma deneyinin birinci sırada olduğu gözlenmiş fakat basınç deneyinin ilk üçe dahi giremediği görülmüştür.

Öğretmen adaylarına etkinlikleri beğenme ve onlardan yararlanma durumlarına göre gerçekleştirdikleri sıralamaya yönelik gerekçeleri sorulmuştur. Öğretmenlerin ilk üç sırada yer verdikleri etkinlikleri yararlı bulma gerekçeleri Tablo 9'da sunulmuştur.

**Tablo 9***İlk Üç Sırada Yer Alan Etkinliklerin Yarar Gerekçeleri*

Yarar Gerekçesi	Frekans	Örnek İfadeler
Şaşırtıcı olması	22	Tahminlerimin deney sırasında şaşırtıcı derecede yanlış olduğunu gördüm. Gördüğüm sonuçtan çok etkilendim. (Ö22)
Günlük hayatta kullanılabilirliği	19	Basınç deneyi, İZBAN'ı (İzmir'de toplu taşıma için kullanılan hafif raylı sistem) kullanan birisi olarak bana çok yararlı oldu. Çünkü neden sarı çizgiyi geçmememiz gerektiğini bilimsel olarak açıklamış olduk bu deneyle. Ayrıca uçakların ve bazı arabaların şeklinin neden öyle olduğunu anlamış olduk. Yani günlük hayatla çok bağdaştırdığım ve sonucunu görünce şaşırdığım bir deney oldu... (Ö14)

(devam ediyor)

**Tablo 9 (devam)**

Yarar Gerekçesi	Frekans	Örnek İfadeler
İlgi çekici olması	13	Aslında tüm etkinlikler benim için eşit ölçüde yararlı. En çok ilgimi çeken deneyleri en başa yazmaya özen gösterdim. (Ö10)
Öğrenmeyi kalıcı kılmaması	6	Bunları yararlı bulmamın sebebi hiç beklemediğimiz şekilde sonuçlanması. Böyle olduğunda bilgilerin ve sorgulama becerilerin tamamen değişiyor ve öğrenmem çok kalıcı oluyor. (Ö33)
Daha anlaşılır olması	4	Deneylerde sonuçlar çok açık bir şekilde belirtilmişti ve mantığını tam olarak anladım.(Ö39)
Uygulamalı olması	3	... Deney 4'teki süngeri yakarak hacminin azalacağını düşündüm fakat kütlesi arttı. Yanlış düşündüm ama deney yaparak gerçeği öğrendim. Yararlı yeni bilgileri deney yaparak öğrendim. (Ö6)
Eğlenceli olması	3	Hem ilgimi çekti hem eğlenceli hem de bilgilerimi tazelemiş oldu... (Ö35)
Yeni bilgiler kazandırması	3	İlk üç sıradaki deneylerim günlük hayatta karşılıklı cevaplarını ya da nedenlerini merak ettiğim deneylerdi. Bu deneylerle gözlemlemiş ve teorik olarak bilgi edinmemi sağladığı için. (Ö23)
Kolay/basit deneyler olması	2	Hem basit hem de öğretici olduğu için onları seçtim... (Ö19)
Tehlikeli olmaması	1	...gözlem yapmak için hiçbir ekstra koşula gerek duyulmayan, tehlikeli sonuçları olmayan deneyler olduğu için. (Ö43)
Farklı düşüncelere sevk etmesi	1	Ters köşe yapan ve düşündürten, ayrıca merak uyandıran deneyler... (Ö9)

Tablo 9 incelendiğinde öğretmen adaylarının etkinlikleri en fazla beğenme ve onları yararlı bulma nedenleri etkinliklerin şaşırtıcı olmasından ( $f = 22$ ) kaynaklanmıştır. Ayrıca etkinliklerin günlük yaşamda kullanılabilmesi ( $f = 19$ ) ve ilgi çekici olması ( $f = 13$ ) da öğretmen adayların beğeni ölçütlerinde üst sıralarda yer almıştır. Öğretmenlerin son üç sırada yer verdikleri etkinliklere yönelik gerekçeleri ise Tablo 10'da sunulmuştur.

**Tablo 10***Son Üç Sırada Yer Alan Etkinliklere Yönelik Değerlendirmeler*

Gerekçe	Frekans	Örnek İfadeler
Anlaması zor	11	Aslında beğenmediğim söylenemez, sadece diğer deneylere kıyasla anlaşılması daha zor deneyler olduğunu düşünüyorum. (Ö43)
İlgi çekici olmaması	10	İlgimi çekmediği için son üç sırada belirttim. Ama deneylerin hepsi çok yararlı ve bilgilendiriciydi. (Ö38)
Zaman alıcı olması	10	Biraz uğraştırıcı ve uzun sürdüğü için sonuca ulaşmamızı zorlaştırdı. (Ö31)
Zor olması	9	Çünkü bu deneylerde daha çok formül olduğu için ve genel olarak zor bir konuyu içerdikleri için. (Ö12)
Az şaşırtıcı olması	8	Deneyler diğerlerine göre şaşırtmadığı için. (Ö16)
Önceden bilinen konu olması	6	Beğenmediğim deney yoktu. Her deneyin bana birçok şey kattığını düşünüyorum. Ancak ilgimi çok çekmedikleri için son sıralarda yer aldılar. Çünkü önceden bilgi sahibi olduğum konulardı. (Ö1)
Sıkıcı olması	4	Çok uğraştırıcıydı. Deneyi yaparken sıkıldım. (Ö18)
Fazla kalıcı olmaması	3	Deneylerin sonucu çok fazla akılda kalmadığı için. (Ö46)
Günlük hayatta daha az kullanma	3	Sadece üsttekilere çok şaşırdığım ve günlük yaşamda daha çok kullanacağım için daha çok karşılaştığım için onlar üstte yoksa hepsini yararlı buluyorum. (Ö5)
Kolay olması	2	Diğer deneylere göre daha basit düzeydi. (Ö15)
Bilgi eksikliği	1	Benim için ön bilgi eksikliğinden kaynaklandığını düşünüyorum. (Ö27)
Bilgiyi kullanamama	1	Yaparken zorlandığım deneylerdi son üç sıradaki deneyler ve deneyi yaparken kullanmam gereken ön bilgileri deneylere tam olarak yansıtamadığım için bu deneyleri beğenemedim. (Ö4)
Daha az düşündürücü	1	Oluşabilecek hatalardan dolayı doğru sonuca ulaşmak diğerlerine göre biraz daha uğraştırıcı, daha az düşündürücü ve daha az mantık, hayal gücü kullanılması gereken deneyler. (Ö9)
Hata olasılığının fazla olması	1	
Tehlikeli madde kullanımı	1	Buzla su kaynatma deneyini ispiro ocağı kullandığımız için beğenmedim. (Ö8)

Tablo 10 incelendiğinde öğretmen adayları etkinliklerin anlaşılmasının zor olması ( $f = 11$ ), etkinliklerin zaman alıcı olması ( $f = 10$ ), ilgi çekici olmaması ( $f = 10$ ), deneyin zor olması ( $f = 9$ ) ve az şaşırtıcı olması ( $f = 8$ ) gibi nedenlerle son sıraya almayı tercih etmişlerdir. Öğretmen adaylarının son sıralarda yer verdikleri deneyleri geliştirmeye yönelik önerileri Tablo 11’de sunulmuştur.



**Tablo 11**

*Etkinlikleri İyileştirme Önerileri*

Öneriler	Frekans
Bazı deneylerde zaman uzatılmalı	4
Eğlenceli ve ilgi çekici hale getirilmeli	3
Deney adımları daha anlaşılır yazılmalı	2
Deneye yönelik model çizmeden önce modelleme anlatılmalı	1
Tahmin ve gözlem arasında ipucu verilmeli	1
Deneyler kolaylaştırılmalı	1
Kullanılan materyaller farklı olmalı	1
Tahmin edilebilirliği zor deneyler olmalı	1
Deneyler oyunlaştırılmalı	1
Daha şaşırtıcı hale getirilmeli	1
Daha düşündürücü (sorgulayıcı) hale getirilmeli	1
Fizik deneylerine daha az yer verilmeli	1

Öğretmen adayları en fazla bazı deneylerin süresinin uzatılması ( $f = 4$ ) yönünde öneride bulunmuşlardır. Ayrıca eğlenceli ve ilgi çekici hale getirilmesi ( $f = 3$ ) ve deney adımlarının daha anlaşılır yazılması ( $f = 2$ ) konusunda da iyileştirmeler yapılabileceğini belirtmişlerdir.

Uygulanan deneylerin öğretmen adayları açısından yararlı olup olmadığını belirlemeye yönelik yöneltilen diğer bir soruya öğretmenlerin %98.79'u yararlı olduğunu, %1.21'i ise kısmen yararlı olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmenlerin etkinlikleri yararlı bulma ve kısmen yararlı bulma gerekçeleri Tablo 12'de sunulmuştur.

**Tablo 12**

*Deneylerin Yararları Hakkındaki Görüşler*

Kategori	Görüşler	Frekans
Evet, yararlı oldu.	Kalıcı öğrenmeyi sağlama	12
	Hayata katkı sağlama	12
	Bilime karşı duyuşsal (merak, şaşırma, ilgi çekme, eğlenceli, zevk alma) becerilerin artışı sağlama	10
	Farklı düşünme yeteneği kazandırma	9
	Doğru-yanlış bilginin farkındalığını sağlama	7
	Ön bilgiyi hatırlama ve pekiştirmeyi sağlama	6
	Teorik bilgiyi anlamlı hale getirmeyi sağlama	5
	Yaşayarak öğrenmeyi sağlama	4
	Yeni bilgi kazanımı	4
	Farklı bakış açısı kazandırma	3

(devam ediyor)

**Tablo 12 (devam)**

Kategori	Görüşler	Frekans
Evet, yararlı oldu.	Sorgulama becerilerini geliştirmeyi sağlama	3
	Bilgi öğrenimini basit hale getirme	2
	Kavramsal anlama becerisini geliştirmeyi sağlama	1
	El becerilerini geliştirmeyi sağlama	1
	Anlatma becerilerinde artış	1
	Ön bilgideki eksikliklerin farkındalığını sağlama	1
Kısmen yararlı oldu.	Sonuç ile ön bilgiyi bağdaştıramama	1

Tablo 12'ye göre uygulamada yer alan etkinlikleri yararlı bulma gerekçeleri arasında, hayata katkı sağlama ( $f = 12$ ) ve kalıcı öğrenmeyi sağlamanın ( $f = 12$ ) öğretmen adayları tarafından daha fazla vurgulandığı görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının uygulanan etkinliklerin yararı bağlamında onların bilime karşı duyuşsal artış sağlama ( $f = 10$ ) ve farklı düşünme yeteneği kazandırdığını ( $f = 9$ ) bildirmişlerdir. Bununla birlikte etkinlikleri kısmen yararlı olarak değerlendiren öğretmen adayları en fazla etkinliklerde sonuç ile ön bilgiyi bağdaştıramamayı ( $f = 1$ ) gerekçe olarak göstermişlerdir.

Bir diğer soruda öğretmen adaylarının etkinlikleri uygulama sürecinde deneyimledikleri etkinlikleri öğrencilerine uygulama tercihleri ve gerekçeleri sorulmuştur. Bu bağlamda öğretmen adaylarının hepsi etkinlikleri sınıflarında uygulayabileceklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlara ilişkin sundukları gerekçeler Tablo 13'te verilmiştir.

**Tablo 13***Etkinlikleri Sınıf Ortamında Uygulama Tercihleri ve Gerekçeleri*

Tercih	Gerekçe	Frekans
Evet	Günlük hayatla bağdaştırılmış olması	14
	Kalıcı öğrenmeyi sağlması	12
	Sınıfta kolaylıkla uygulanabilir olması	10
	Öğretici deneyler olması	10
	Öğrencileri şaşırtacak olması	8
	İlgi çekici olması	7
	Malzemeye kolay ulaşılabilirlik ve ekonomik olması	5
	Merak uyandırıcı olması	4
	Eğlenceli olması	4
	Anlayarak öğrenmeyi sağlması	4
	Yaparak yaşayarak öğrenme	3
	Etkili bir yöntem olması	3
	Kolaylıkla anlatma	3
	Düşündürücü deneyler olması	2
	Bilgiyi pekiştirici deneyler olması	2

(devam ediyor)

**Tablo 13 (devam)**

Tercih	Gerekçe	Frekans
Evet	Konuyu iyi kavrayabilecek deneyler olması	2
	Beyin fırtınasını sağlaması	2
	Derse karşı olumlu tutum geliştirmeyi sağlaması	1
	Zihinsel şemanın oluşmasında yardımcı olması	1
	Gözlem yeteneğinin gelişmesini sağlama	1
	Bilimsel süreç becerilerinin kullanılmasını sağlama	1
	Deneylerle ön bilgiyi açığa çıkarması	1
	Farklı bakış açıları geliştirmesi	1
	Ezberden uzak olması	1
	Bilginin kolay kazanılmasını sağlaması	1

Tablo 13'e göre etkinlikleri sınıflarında uygulamayı tercih edecek olan öğretmen adayları, günlük hayatla bağdaştırılmış olması ( $f = 14$ ), sınıf ortamında kolaylıkla uygulanması ( $f = 10$ ) ve öğretici deneyler olması ( $f = 10$ ) gibi gerekçeler sunmuşlardır.

Öğretmen adaylarının uygulanan etkinlikleri genel olarak değerlendirmeleri yanıtlanması istenilen bir diğer sorudur. Bu soru kapsamında öğretmen adaylarından toplanan veriler kodlar ve kodlara yönelik örnek ifadelerle Tablo 14'te sunulmuştur.

**Tablo 14**

*Etkinliklerin Genel Değerlendirilmesi*

Kodlar	Frekans	Örnek İfadeler
Şaşırtıcı	17	Genel olarak baktığımda deneylerde ön bilgiye sahip olsak da deneyin sonucunda şaşırdık. Yani aslında bildiğimiz fakat tam olarak nerde nasıl gerçekleştiğini bilmediğimiz deneylerdi ve kişisel olarak bana bildiklerimi destekleyerek akılda kalıcılığı arttırdı ve günlük hayatımda karşılaştığım problemleri daha kolay çözmemi sağladı. (Ö38)
Eğlenceli/ Zevkli	7	Genel olarak bakarsak adından anlaşıldığı üzere deneyleri yaparken şaşıracak öğrendik. Hem eğlenerek öğrenmek daha kalıcı bir yöntem olduğunu düşünüyorum. Deneylerin amacının bizlere ulaştığını ve düzenli bir şekilde ilerledi. (Ö15)
Deneyerek öğrenme	7	DeneySEL etkinlikler bize yaparak, görerek denememiz görmemiz hakkında bize çok yardımcı oldu. Biz bu etkinliklerle okuyunca anlamadığımız şeyleri yaparak yaşayarak öğrenmiş olduk. (Ö7)
Günlük hayatla bağdaştırma	5	Düşündürerek öğrenmeyi hedefleyen etkinlikler olduğunu düşünüyorum. Günlük hayattan örneklerle öğrendiklerimiz de daha kalıcı sonuçlar elde ettiğimizi düşünüyorum. (Ö8)

(devam ediyor)

**Tablo 14 (devam)**

Kodlar	Frekans	Örnek İfadeler
Akılda kalıcı	5	DeneySEL etkinliklerin teorik bilgilerden daha kalıcı bilgiler içerdiğini düşünüyorum. Günlük hayattan örnekler verilmesi bakış açımızı biraz da olsa değiştirmeye ve hayatımızdaki bazı basit olayları sorgulamamızı sağladı. DeneySEL etkinliklerin tüm öğrencilere uygulanması daha kalıcı bir öğrenimin sağlandığını düşünüyorum. (Ö12)
Sorgulayıcı/ Sorgulayıcı deney	2	Deneyler çok kolay yapılıyordu. Fakat genelde bizim düşündüğümüz şeyin tam tersi çıkıyordu. (Ö13)
Uygulaması kolay	3	Çok şaşırdığım deneyler oldu. Deney sonuçlarını önceden tahmin etmemizin bize çok etkisi olduğunu düşünüyorum. Çünkü öyle zannederken başka sonuçların çıkması öğrenmemde daha etkili oldu. (Ö14)
Öğrenmeye yardımcı	3	Teorikte az çok birikime sahip olduğumuz olayların günlük yaşantıda veya hangi olayın neye sebep olduğunu basit ama bir o kadar da düşündürücü deneyler yaparak öğrenmek sağlıklı bir öğrenim şeklidir. (Ö9)
Düşündürücü deney	3	DeneySEL etkinliklerin yararlı olduğunu düşünüyorum. Çünkü günlük hayatta yaşadığımız olayların aslında hangi yolla olduğunu görüyoruz. Hiç beklemediğimiz sonuçlar buluyoruz bu sayede daha çok dikkatimizi çekiyor. (Ö17)
Etkili öğrenme	2	Deneyler, başta hangi sonuca ulaşacağımızı kesin olarak belirten deneyler olmadığı için öğretici ve merak uyandırıcı deneyler olduğunu düşünüyorum. (Ö43)
İlgi çekici	2	Daha çok hep tersini tahmin ettim ve çoğu zaman tahminimin zıttı doğru çıktı. Çok fazla şey öğrendiğime eminim. (Ö5)
Merak uyandırıcı	2	Farklı düşünceleri görmek ve onlar gibi düşünmek için çabalamak bize farklı bakış açıları kazandırıyor. (Ö10)
Yeni bilgi öğrenme	2	Yaptığımız deneySEL etkinlikler teorik bilgiyi kavramak açısından oldukça faydalıydı. (Ö11)
Farklı bakış açısı kazandırma	2	Deneylerden yola çıkarak günlük hayatta karşılaştığımız, gözlemlediğimiz, tahminlerimiz, düşüncelerimiz değişti. Deneyde ne olmasını tahmin ettik ne olduğunu deney yaparak gözlemledik. Kısacası deneySEL etkinlikler bize katkı sağladı. Katkısı yanlış öğrendik, günlük hayatta benzerleri ile karşılaştık. (Ö6)
Bilgiyi içselleştirme	2	DeneySEL etkinliklerde birçok farklı olay gördük. Her deney heyecanlıydı. Her deneyde düşündüklerimizden farklı olaylar ortaya çıktı, bu da bizleri şaşırttı. (Ö32)
Yanlış bilgiyi düzeltme	2	
Günlük hayatta karşılaşma	1	
Keyifli	1	
Heyecan verici	1	

(devam ediyor)

**Tablo 14 (devam)**

Kodlar	Frekans	Örnek İfadeler
Rahatlatıcı	1	Deneysel etkinlikler genel olarak keyifli ve eğlenceliydi. Özellikle sürekli teorik derslerden sonra bizler için önemli bir nefes alma kaynağı diyebilirim. (Ö47)
Bilgiyi pekiştirici	1	Genel olarak güzel etkinliklerdi. Teorik olarak bize bir şey katmadı fakat daha önce öğrendiğimiz bilgileri pekiştirmemizi hatta daha sağlam temeller oluşturmamızı sağladılar. (Ö36)
Beyin fırtınası	1	Deney öncesi fikirlerimizi sınıf ile paylaşmak, tartışmak bizim için de bilgilendirici oluyor. (Ö10)
Tartışma	1	

Tablo 14'e göre öğretmen adayları, uygulanan etkinliklerin şaşırttığını ( $f = 17$ ), eğlendirdiğini ( $f = 7$ ), deneyerek öğrenmeyi sağladığını ( $f = 7$ ), akılda kalıcı olduğunu ( $f = 5$ ) ve günlük hayatla bağdaştırılmış ( $f = 5$ ) olduğunu belirtmişlerdir.

#### **Tartışma, Sonuç ve Öneriler**

Öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası kavramsal anlama verileri incelendiğinde şaşırtan deneylerle sorgulama uygulamalarının kavramsal anlamalarını arttırmada önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 5). Alanyazında gerçekleştirilen araştırmaların çoğu benzer sonuçlar göstermektedir (Bezen, 2019; Göksu ve Güneş, 2019; Kayacan ve Selvi, 2017). Göksu ve Güneş (2019) tarafından yürütülen bir çalışmada, araştırma-sorgulama ve doğrulayıcı laboratuvar yöntemlerinin 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını geliştirdiği, Kayacan ve Selvi (2017) tarafından yapılan diğer çalışmada ise öz düzenleme etkinlikleri ile zenginleştirilmiş araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenmenin 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına katkı sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Bezen (2019) de 5E öğretim modeline göre hazırlanan sorgulamaya dayalı öğrenme ile desteklenen fen bilimleri konularının 10. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarında olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Uysal (2020), teknoloji entegrasyonlu sorgulamaya dayalı öğrenmenin 6. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarını; Gedik (2019), sorgulamaya dayalı öğrenmenin 6. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarını; Kırıcı (2019), FeTeMM destekli sorgulamaya dayalı öğrenmenin 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarını ve Cin ve Türkoğuz (2017), yenilikçi fen deneyleriyle sorgulamaya dayalı öğrenmenin 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Rouwenhorst (2017), 10. Sınıf biyoloji dersinde 5E öğrenme döngüsüne uygun olarak tasarladığı ve şaşırtıcı olaylar içeren 7 haftalık uygulamasının öğrencilerinin biyoloji dersindeki kavrama düzeylerini olumlu şekilde etkilediğini saptamıştır. Bu açıdan araştırmadan elde edilen sonuçların ilgili alanyazın ile tutarlı olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası sorgulama becerileri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 5). Öğretmen adaylarının sorgulama becerileri puanlarının uygulama öncesinde de yüksek olmasının, ön test ve son test

arasındaki puan farkını azaltıcı yönde etkilediği düşünülmektedir. Alanda yapılan araştırmalardan elde edilen bazı sonuçlar da bu yöndedir. Örneğin; Yılmaz ve Karamustafaoğlu (2015) sınıf, sosyal bilgiler ve fen bilgisi öğretmenliği bölümlerinden birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarının sorgulama becerilerini incelemişler ve öğretmen adaylarının sorgulama becerilerinin iyi düzeyde olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Karapınar (2016) da sorgulamaya dayalı öğrenmenin, fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıf öğretmen adaylarının sorgulama becerilerindeki gelişimi incelemiş ve süreç sonundaki değişimde anlamlı bir farklılık gözlemleyememiştir. Benzer şekilde Kaplan Parsa (2016) işbirlikli sorgulamaya dayalı oluşturulan öğrenme ortamlarında 8. Sınıf öğrencilerin sorgulama becerilerindeki gelişimi incelemiş ve süreç sonunda deney grubunun kontrol grubuna göre puanlarının yüksek olmasına rağmen anlamlı bir farklılık elde edememiştir. Öte yandan Karamustafaoğlu ve Celap Havuz (2016) yaptıkları çalışmada, araştırma ve sorgulama destekli laboratuvar uygulamalarının, fen bilgisi öğretmen adaylarının sorgulama becerileri algısında anlamlı bir farklılık oluşturduğunu gözlemlemiştir. Varlı ve Uluçınar Sağır (2019) tarafından yapılan çalışmada 5. Sınıf öğrencilerine uyguladıkları araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının sorgulama becerileri üzerine anlamlı etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Acar Şeşen ve diğerlerinin (2020) fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıf öğretmen adaylarının sorgulama becerilerini, EEG (beynin biyoelektrik aktivitesinin incelenmesi, elektroensefalografi) ile ilişkilendirilmesinde ve Taşköyan'ın (2008) sorgulamaya dayalı öğrenmenin 7. Sınıf öğrencilerinin sorgulama becerileri gelişiminde anlamlı bir farklılık ortaya koymaları bu araştırma sonuçlarından farklılık göstermektedir.

Uygulama sonunda, öğretmen adaylarının bilimsel bilgiye yönelik görüşlerinde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir (Tablo 5). Ölçeğin gerek güncel güvenilirliği için gerçekleştirilen uygulamalarda örneklem sayısının büyük olması da istatistiksel olarak sağlam karar anlamı taşıyacağından (Erkuş, 2007), sayının az tutulması bu değerinde elde edilmesine neden olmuş olabilir. Öte yandan, bilimsel bilgiye yönelik görüşlerin ölçekle toplandığı bu çalışmada ön test ve son test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmaması ölçeğin görüşleri belirlemede yüzeysel kalması ya da derinlemesine bilgi sağlamamasından kaynaklanabilir. Ayrıca, Meyling (1997) ve Khishfe ve Khalick'in (2002) çalışmalarında belirttiği gibi, bilimsel bilgiye yönelik görüşlerin değişimi için uzun süreli uygulamalar gerekebilir, bu nedenle uygulama süresinin arttırılması ile daha belirleyici sonuçlar da elde edilebilir. Bilimsel bilgiye yönelik görüşlerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık çıkmamasına karşın yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğretmen adaylarına, bilimsel sorgulamanın temelinde merak etmenin yer aldığı; bilimsel bilginin oluşumu için hipotez kurma, hipotezi sınama ve sonuca ulaşmanın da olduğu ve bilimsel bilginin zamanla değişebileceği gibi konularda farkındalık kazandırdığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Tablo 7). Şaşırtan deneylere yönelik etkinliklerin uygulanmasıyla, öğretmen adaylarında şaşırtan deneyler konusunda farkındalık oluşturmanın sağlandığı etkinlik değerlendirme formu analiz sonuçlarında görülmektedir (Tablo 12, Tablo 13, Tablo 14). Ancak, gerçekleştirilen uygulamalarda, özellikle katılımcıların bilimsel bilgiye

yönelik görüşlerinin gelişme göstermemesi, uygulama içeriklerinin Sandoval'ın (2005) işaret ettiği öğretmen adaylarının bilmesi gereken temel epistemolojik konular açısından (bilimsel bilginin yapılandırılması, bilimsel yöntemlerin farklılığı, bilimsel bilgi türleri ve bilimsel bilginin kesin olmayışı) sınırlı içeriğe sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, bilimsel bilgiye yönelik görüşlerin tıpkı bilimin doğası vb konularda olduğu gibi açık ve doğrudan uygulama boyunca üzerinde durulması gerektiği görülmektedir. Saptanan bu durum çalışmanın sınırlıkları arasında değerlendirilebilir.

Elde edilen bulgular konuların içerik (ya da kavram) ve sorgulama becerilerinin bilimsel bilgiye göre daha çabuk geliştirilebildiğini ortaya koymaktadır (Tablo 6). Paulsen ve Feldman (1999), öğrencilerin öğrenmeye bakış açıları, güdülenme ve ilgileri ile bilimsel bilgiye yönelik görüşleri arasında doğru yönde bir ilişki olduğunu belirtmektedirler. Buradan yola çıkarak, katılımcıların güdülenme ve ilgi düzeylerini artırıcı ortamlar sağlandığında, bilimsel bilgiye yönelik görüşlerini geliştirebilecekleri öngörülebilir. Bu çalışmada, öğretmen adaylarının deneylerde ilgilerini çekmeyen, az şaşırtıcı ve sıkıcı buldukları etkinliklerin olması (Tablo 10), uygulamanın bilimsel bilgiye yönelik görüşlerini geliştirmede etkisiz olmasına yol açmış olabilir.

Elde edilen sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde, yaklaşık dokuz hafta ve her bir oturumu yaklaşık 90 dakika süren uygulama sonucunda katılımcıların kavramsal anlamalarında anlamlı bir artış gözlenirken, sorgulama becerilerinde anlamlı olmasa da olumlu bir gelişme ve bilimsel bilgiye yönelik görüşlerinde ise gelişme gözlenmediği saptanmıştır (Tablo 5).

Şaşırtan deneylerle sorgulama etkinlikleri fen bilimleri öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını geliştirirken sorgulama becerileri ve bilimsel bilgiye yönelik görüşlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olmadığı saptanmıştır. Bloom taksonomisi göz önünde bulundurulduğunda kavramsal anlama, öğrenmenin bilişsel boyutunda ve bilgi basamağının hemen üstünde temel düzeyde yer almaktadır (Bloom, 1956). Bu nedenle yaklaşık 9 haftalık süren bu uygulama etkileri kolaylıkla bu boyutta izlenmiş olabilir. Oysa, kavramsal anlamamanın aksine, sorgulamanın ve bilimsel bilgi üzerine düşünmenin, daha üst boyutlarda bilişsel eylemlere ve etkinliklere karşılık geldiği düşünülebilir. Bu açıdan, özellikle sorgulama becerilerinin ve bilimsel bilgiye yönelik görüşlerin şaşırtan deneylerden nasıl etkilendiğini incelemek üzere daha uzun süreli araştırmaların gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Ayrıca gerçekleştirilen alanyazın taramaları bilimsel bilgiye yönelik araştırmaların azlığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle araştırmacıların farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin bilimsel bilgiye yönelik görüşler üzerindeki etkilerine ve farklı örneklem gruplarının bilimsel bilgiye yönelik görüşlerinin değerlendirileceği araştırmaların yapılması önerilmektedir.

Şaşırtan deneyler (discrepant events) konusunda öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yönelik çalışmalar yapılarak bu konuda bilgilendirilmeleri sağlanabilir. Böylelikle yeni öğretim modelleri için gerekli olan niteliğin öğretmenlere ve öğretmen adaylarına kazandırılması sağlanabilir. Ayrıca şaşırtan deneylerin farklı öğretim modelleri ile entegre edilmesi (örneğin 5E modelinin derinleştirme aşamasında kullanılması) ve etkilerine yönelik araştırmaların yapılması önerilmektedir.

Çalışma kapsamında ele alınan değişkenlerden olan sorgulama becerileri ve bilimsel bilgiye yönelik konulara deneysel etkinlikler içinde açık ve doğrudan yer verilerek uygulamalar gerçekleştirilmelidir.

Ayrıca çalışmanın yöntemsel olarak sadece tek gruptan alınan ve karşılaştırma yapmaya olanak vermeyen tek gruplu ön test-son test deseni çalışmanın önemli sınırlılıklarındandır. Çalışmanın tek grup yerine en az iki gruplu yarı deneysel desende güdülenme, ilgi düzeyi vb değişkenler açısından kontrollü olarak gerçekleştirilmesi saptamaların net ifade edilmesine olanak tanıyacaktır.



### References

- Acar Şeşen, B., Mutlu, A., Usta Gezer, S., & İnce, E. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının sorgulama becerileri ve bilimsel süreç becerilerinin EEG ölçümleri ile ilişkilendirilmesi [Association of science teacher candidates' inquiry skills and scientific process skills with EEG measurements]. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(1), 171-185.
- Akıncı, B., Uzun, N., & Kışoğlu, M. (2015). The problems experienced by science teachers in their profession and difficulties they are confronted with in science teaching. *International Journal of Human Sciences*, 12(1), 1189-1215.
- Aldan Karademir, Ç., & Saracaloğlu, A. (2013). Sorgulama becerileri ölçeği'nin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması [Development of the inquiry skills scale: A validity and reliability study]. *Asya Öğretim Dergisi*, 1(2), 56-65.
- Anılan, B., Berber, A., & Suder, N. (2020). Basit araçlar kullanılarak yapılan deney uygulamalarına yönelik fen bilgisi öğretmen adayları ve ortaokul öğrencilerinin görüşleri [Opinions of pre-service teachers and students on experiment applications made with learning by doing method with simple tools]. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(1), 52-71.
- Appleton, K. (1995). Problem-solving in science lessons: How students explore the problem space. *Research in Science Education*, 25(4), 383-393.
- Aydoğdu, C. (1999). Kimya laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması [Determining the difficulties encountered in chemistry laboratory applications]. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(15), 30-35.
- Aydoğdu, C., & Şener, F. (2016). Fen eğitiminde laboratuvar kullanım tekniğinin ve güvenliğin önemi ve CLP tüzüğü'nün getirileri üzerine bir araştırma [A research on the importance of laboratory use technique and safety in science education and the benefits of the CLP regulation]. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 1(1), 39-54.
- Ayvacı, H. Ş., & Bebek, G. (2018). Fizik öğretimi sürecinde yaşanan sorunların değerlendirilmesine yönelik bir çalışma [A study on the evaluation of the problems experienced in the physics teaching process]. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 125-134.
- Başar, T., & Demiral, Ü. (2019). 2013, 2017 ve 2018 fen bilimleri dersi öğretim programlarının karşılaştırılması [Comparison of 2013, 2017 and 2018 science curriculums]. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 261-292. DOI: 10.19171/uefad.600882
- Bayrak, R. (2012). İlköğretim öğrencilerinin fen laboratuvar uygulamalarına karşı tutumlarının incelenmesi [Examination of primary students' attitudes to science laboratory practices]. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 119-132.

- Bellocchi, A., Ritchie, S., Tobin, K., King, D., Sandhu, M., & Henderson, S. (2014). Emotional climate and high-quality learning experiences in science teacher education. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(10), 1301-1325.
- Bezen, S. (2019). *Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5e öğrenme modeline göre işlenmesi: Bir eylem araştırması [The processing of waves according to the 5e learning model supported by inquiry-based learning approach: An action research]* (Thesis No. 582887) [Doctoral dissertation, Hacettepe University]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives, the classification of educational goal, cognitive domain*. David McKay Company.
- Bredderman, T. (1983). Effects of activity-based elementary science on student outcomes: A quantitative synthesis. *Review of Educational Research*, 53(4), 499-518.
- Bulunuz, M. (2015). The role of playful science in developing positive attitudes toward teaching science in a science teacher preparation program. *Eurasian Journal of Educational Research*, 58, 67-88.
- Büyüköztürk, Ş. (2009). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı [Scientific research methods]* (10th ed.). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri [Scientific research methods]* (11st Ed., Vol. 2). Pegem Akademi.
- Ceyhun, İ., & Karagölge, Z. (2001). İlköğretim öğretmenlerinin yetiştirilmesinde fen bilgisi laboratuvarının önemi. *Eğitim ve Bilim*, 26(121), 37-40.
- Chiappetta, E. (1997). Inquiry-based science: Strategies and techniques for encouraging inquiry in the classroom. *Science Teacher*, 64(7), 22-26.
- Chin, C. (1992). The use of discrepant events in teaching and learning science. *Teaching and Learning*, 13(1), 51-57.
- Cin, M., & Türkoğuz, S. (2017). Yenilikçi fen deneyleriyle sorgulamaya dayalı öğrenmenin kavramsal anlamaya etkisi [The effect of inquiry-based learning on conceptual understanding with innovative science experiments]. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 85-111.
- Cumaoğlu, Z., & Özdemir Şimşek, P. (2020). Uluslararası sınavlarda fen bilimleri derslerinden alınan sonuçların iyileştirilmesine yönelik fen bilimleri öğretmen görüşleri [Science teachers' views on the improvement of the results of science courses in international examinations]. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(4), 949-970.

- Çepni, S., Kaya, A., & Küçük, M. (2005). Fizik öğretmenlerinin laboratuvarlara yönelik hizmet içi ihtiyaçlarının belirlenmesi [Determination of physics teachers' in-service needs for laboratories]. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 181-196.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları [Multivariate statistics for social sciences: SPSS and LISREL applications]* (5th Ed., Vol. 2). Pegem Akademi.
- Çoştı, B., Karataş, F., & Ayas, A. (2003). Kavram öğretiminde çalışma yapraklarının kullanılması [Study leaves in concept teaching]. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(14), 33-48.
- Çömek, A. (2011). Öğretmen adaylarının gözüyle basit araç-gereçlerle yapılan fen deneyleri [Science experiments with simple equipment from the perspective of pre-service teachers]. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(3), 45-71.
- DeBoer, G. (1991). *A History of ideas in science education: Implications for practice*. Teachers College Press.
- Demir, S., Büyük, U., & Koç, A. (2011). Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar şartları ve kullanımına ilişkin görüşleri ile teknolojik yenilikleri izleme eğilimleri [Science and technology teachers' views on laboratory conditions and use, and their tendencies to follow technological innovations]. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 66-79.
- Demirci, M., & Yüce, Z. (2018). Biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konusunun öğretiminde 8. sınıf öğrencileri için dersin deneysel planlanması [Experimental planning of the lesson for 8th grade students in the teaching of biotechnology and genetic engineering]. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (35), 87-108.
- Duban, N. (2008). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre işlenmesi: Bir eylem araştırması [Teaching primary school science and technology lesson according to inquiry-based learning approach: An action research]* (Thesis No. 229237). Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Duman, B. (2009). *Neden beyin temelli öğrenme? [Why brain-based learning?]* Pegem Akademi.
- Duru, M., Demir, S., Önen, F., & Benzer, E. (2011). Sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının laboratuvar algısına tutumuna ve bilimsel süreç becerilerine etkisi [The effect of inquiry-based laboratory practices on teacher's attitude to laboratory perception and scientific process skills]. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 33(33), 25-44.

- Erkuş, A. (2010). Psikometrik terimlerin Türkçe karşılıklarının anlamları ile yapılan işlemlerin uyumsuzluğu [The inconsistency of the meanings of the Turkish equivalents of psychometric terms and the operations performed]. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 1(2), 72-77.
- Fensham, P. J., & Kass, H. (1988). Inconsistent or discrepant events in science instruction. *Studies in Science Education*, 15(1), 1-16.
- Festinger, L. (1962). *A theory of cognitive dissonance* (Vol. 2.). Stanford University Press.
- Fleming, M. L. (1993). *Instructional message design: Principles from the behavioral and cognitive sciences* (Vol. 2). Educational Technology Publications.
- Gallagher, J. (2007). *Elementary science in Irish primary schools from the late 1800s to the present day: to what extent is elementary science a new subject in Irish primary education today?* [Doctoral dissertation]. Dublin City University.
- Gedik, İ. (2019). *Araştırma-Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin yoğunluk kavramı ile ilgili kavramsal değişim ve kalıcılık süreçlerine etkisi [The effect of inquiry-based learning approach on the conceptual change and permanence processes of middle school 6th grade students regarding the concept of density]* (Thesis No. 561639) [Master thesis Balıkesir University]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- González-Espada, W. J., Birriel, J., & Birriel, I. (2010). Discrepant Events: A Challenge to Students' Intuition. *The Physics Teacher*, 48(8), 508-511.
- Göksu, V., & Güneş, B. (2019). Araştırma sorgulama ve doğrulayıcı laboratuvar yöntemlerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının başarı, kavram yanlışlığı ve epistemolojik inançları üzerine etkisi [The effect of research inquiry and confirmatory laboratory methods on success, misconception and epistemological beliefs of science teacher candidates]. *Trakya Eğitim Dergisi*, 9(3), 590-611.
- Gül, K. S., & Ateş, H. (2017). Science teachers' perceptions toward discrepant events applied in science education. *In Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching*, 18(2), Article 11. [https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v18\\_issue2\\_files/ates.pdf](https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v18_issue2_files/ates.pdf)
- Hançer, A., Şensoy, Ö., & Yıldırım, H. (2003). İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme [An evaluation on the importance of modern science teaching in primary education and how it should be]. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 80-88.

- Haurry D. L. (1993) *Teaching science through inquiry. In Striving for excellence: The national education goals* (Gronlund L. E., Ed.; Vol. 2) Educational Resources Information Center.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.
- Huber, R., & Moore, C. (2001). A model for extending hands-on science to be inquiry based. *School Science and Mathematics*, 101(1), 32-42.
- İçmez, S. (2009). Motivation and critical reading in Efl Classrooms: A case of elt preparatory students. *Journal of Theory & Practice in Education (JTPE)*, 5(2), 123-147.
- Kang, S., Scharmann, L., & Noh, T. (2004). Reexamining the role of cognitive conflict in science concept learning. *Research in Science Education*, 34(1), 71-96.
- Kaplan Parsa, M. (2016). *İşbirlikli sorgulamaya dayalı öğrenme ortamının yaratıcı düşünmeye, sorgulayıcı öğrenme becerilerine, fen ve teknoloji dersine yönelik tutuma etkisi [The effect of cooperative inquiry-based learning environment on creative thinking, inquiry learning skills, and attitude towards science and technology lesson]* (Thesis No. 437085) [Doctoral dissertation, Marmara University]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Karaca, A., Uluçınar, Ş., & Cansaran, A. (2006). Fen bilgisi eğitiminde laboratuvarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması [Determining the difficulties encountered in the laboratory in science education]. *Milli Eğitim Dergisi*, 35(170), 250-259.
- Karakolcu Yazıcı, E., & Özmen, H. (2015). Fen ve teknoloji öğretim programında yer alan deney ve etkinliklerin uygulanabilirliğine ilişkin öğretmen görüşleri [Teachers' views on the applicability of experiments and activities in the science and technology curriculum]. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 92-117.
- Karamustafaoğlu, S., & Celep Havuz, A. (2016). Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme ve etkililiği [Inquiry based learning and its effectiveness]. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 3(1), 40-54.
- Karapınar, A. (2016). *Sorgulamaya dayalı öğrenme ortamının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri, sorgulama becerileri ve bilimsel düşünme yetenekleri üzerindeki etkisi [The effect of inquiry-based learning environment on pre-service science teachers' scientific process skills, inquiry skills and scientific thinking abilities]* (Thesis No. 424268) [Master thesis, Celal Bayar University]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

- Karasar, N. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri [Scientific research methods]* (22nd ed.). Nobel Yayınları.
- Kayacan, K., & Selvi, M. (2017). Öz düzenleme faaliyetleri ile zenginleştirilmiş araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim stratejisinin kavramsal anlamaya ve akademik öz yeterliğe etkisi [The effect of inquiry-based teaching strategy enriched with self-regulation activities on conceptual understanding and academic self-efficacy]. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(5), 1771-1786.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002) Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Kılıç, M., & Aydın, A. (2018). Öğretmenlerin fen bilimleri dersi kapsamında laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşlerinin planlanmış davranış teorisi yardımıyla incelenmesi [Examination of teachers' views on laboratory practices within the scope of science course with the help of planned behavior theory]. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 241-246.
- Kılıç, S. (2016). Cronbach'ın alfa güvenirlik katsayısı [Cronbach's alpha confidence coefficient]. *Journal of Mood Disorders*, 6(1), 47-48.
- Kırıcı, M. G. (2019). *FeTeMM destekli araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisi [The effect of STEM supported inquiry-based learning approach on conceptual understanding and scientific creativity of 7th grade students]* (Thesis No. 614851) [Master thesis, Van Yüzüncü Yıl University] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Kırpık, M., & Engin, A. (2009). Fen bilimlerinin öğretiminde laboratuvarın yeri önemi ve biyoloji öğretimi ile ilgili temel sorunlar [The importance of the laboratory in teaching science and basic problems in biology teaching]. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 61-72.
- Koç, A., & Büyük, U. (2012). Basit malzemelerle yapılan deneylerin fene yönelik tutuma etkisi [The effect of experiments with simple materials on the attitude towards science]. *Journal of Turkish Science Education*, 9(4), 102-118.
- Köseoğlu, F., & Tümay, H. (2010). Temel kimya laboratuvarlarında öğrenme döngüsü yönteminin öğrencilerin kavramsal değişim, tutum ve algılarına etkisi [The effect of the learning cycle method on the students' conceptual change, attitudes and perceptions in basic chemistry laboratories]. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 279-295.
- Köseoğlu, F., & Tümay, H. (2013). Bilim eğitiminde yapılandırıcı paradigma teoriden öğretim uygulamalarına [From constructivist paradigm theory to teaching practices in science education]. Pegem Akademi.

- Lynch, M., & Zenchak, J. (2002). *Use of scientific inquiry to explain counterintuitive observations*. Educational Resources Information Center (ERIC).
- Liem, T. L. (1991). *Invitations to science inquiry* (2nd ed.). Science Inquiry Enterprises.
- Limon, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. *Learning and Instruction, 11*(4-5), 357-380.
- Lisa Kay Rouwenhorst, L. K. (2017). *The impact of discrepant events on a 10th grade biology classroom* [Master thesis]. Montana State University.
- Longfield, J. (2009). Discrepant teaching events: Using an inquiry stance to address students' misconceptions. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education, 21*(2), 266-271.
- Mancuso, V. J. (2010). *Using discrepant events in science demonstrations to promote student engagement in scientific investigations: An action research study*. [Doctoral thesis]. University of Rochester.
- Maw N. H., & Maw E. N. (1965). Differences in preferences for investigatory activities by school children who differ in curiosity level. *Psychology in the Schools, 2*, 263-266.
- Meyling, H. (1997). How to change students' conceptions of the epistemology of science. *Science & Education, 6*, 97-416.
- Milne, C., & Otieno, T. (2007). Understanding engagement: Science demonstrations and emotional energy. *Science Education, 91*(4), 523-553.
- Muhammed, S. (1998). *The use of discrepant events as an alternative science teaching strategy in lower secondary classrooms*. [Master thesis]. Institute for Educational Development.
- Nakiboğlu, C., & Meriç, G. (2000). Genel kimya laboratuvarlarında V-diyagramı kullanımı ve uygulamaları [Use and applications of V-diagram in general chemistry laboratories]. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2*(1), 58-75.
- Nasırlı, M., Karataş, A., & Acar, Ö. (2019). Basit fen deneylerinin öğrencilerin bilimsel bilgiye ulaşmasına etkileri [The effects of simple science experiments on students' access to scientific knowledge]. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 7*(1), 1-26.
- National Research Council. (1996). *NRC (National Science Education Standards)*. National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. National Academy Press.
- Novak, A. (1964). Scientific inquiry. *Bioscience, 14*, 25-28.

- Önder, F., & Önder, E. B. (2018). Simülasyon destekli sorgulama temelli etkinlikler ile fotoelektrik olay öğretimi [Photoelectric event teaching with simulation supported inquiry based activities]. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 57-73.
- Özkarabacak, N. F. (2019). *Farklı katılımcı grupların bilimsel düşünme niteliklerinden ve bilimsel süreç becerilerinden elektromanyetik dalgalar bağlamında ardışık sorgulama temelli etkinlikler yoluyla incelenmesi* [Examination of scientific thinking qualities and scientific process skills of different participant groups in the context of electromagnetic waves through sequential inquiry-based activities] (Thesis No. 599872) [Master thesis, Muğla Sıtkı Kocaman University]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Özmen, H., & Karamustafaoğlu, O. (2019). *Eğitimde araştırma yöntemleri* [Research methods in education] (2nd ed.). Pegem Akademi.
- Patton, M. Q. (2001). *Qualitative research & evaluation methods*. Sage Publications.
- Paulsen, M., B., & Feldman, K., A. (1999). Student Motivation and Epistemological Beliefs. *New Directions for Teaching and Learning*, 78, 17-25.
- Piaget, J. (1971). *Biology and knowledge: An essay on the relations between organic regulations and cognitive processes*. University of Chicago Press.
- Rouwenhorst, L. K. (2017). *The impact of discrepant events on a 10th grade biology classroom*. [Master thesis]. Montana State University.
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science & Education*, 89(4), 634-656.
- Sarı, M. (2013). İlköğretim fen ve teknoloji dersinde yer alan fizik konularının öğretiminde laboratuvarın yeri ve basit araç-gereçlerle yapılan fizik deneylerinin öğretmen adaylarının görüşlerinden yararlanarak değerlendirilmesi [The place of the laboratory in teaching physics subjects in primary school science and technology lessons and the evaluation of physics experiments with simple tools and equipment by using the opinions of pre-service teachers]. *Journal of Research in Education and Teaching*, 2(2), 115-121.
- Soğukpınar, R., & Gündoğdu, K. (2020). Fen bilimleri dersi ve laboratuvar uygulamalarına yönelik öğrenci ve öğretmen görüşleri: Bir durum çalışması [Student and teacher views on science course and laboratory practices: A case study]. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (8), 275-294.
- Sontay, G., & Karamustafaoğlu, O. (2018). "Sıvı Basıncı" konusunda basit araç gereçlerle yapılan bir deney etkinliğine ilişkin öğretmen görüşleri [Teacher's opinions on an experiment activity on 'liquid Pressure' with simple tools]. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 220-246.



- Tabachnick, B., Fidell, L., & Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics* (Vol. 5). Allyn & Bacon/Pearson Education.
- Taş, E., Başoğlu, S., Sarıgöl, J., Tepe, B., & Güler, H. (2019). Türkiye’de 2008-2018 yılları arasında araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına ilişkin fen eğitimi alanında yapılan bilimsel çalışmaların incelenmesi [Investigation of scientific studies in science education on research and inquiry-based learning approach between 2008-2018 in Türkiye]. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 69-78.
- Taşkoyan, S. N. (2008). *Fen ve teknoloji öğretiminde sorgulayıcı öğrenme stratejilerinin öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme becerileri, akademik başarıları ve tutumları üzerindeki etkisi* [The effect of inquiry learning strategies in science and technology teaching on students' inquiry learning skills, academic achievement and attitudes] (Thesis No. 215763) [Doctoral dissertation, Dokuz Eylül University]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Tereci, H., & Karamustafaoğlu, O. (2013). Gazlarda genleşme kavramı üzerine yapılandırmacı bir deney etkinliği [A constructivist experiment activity on the concept of expansion in gases]. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(2), 122-132.
- Uysal, M. G. (2020). *Teknoloji entegrasyonlu sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin tutulumları ile ilgili kavramsal anlamalarına etkisi* [The effect of technology integrated inquiry based teaching approach to secondary school students' conceptual understanding of eclipses]. (Thesis No. 626645) [Master thesis, Balıkesir University]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Uzal, G., Erdem, A., Önen, F., & Gürdal, A. (2010). Basit araç gereçlerle yapılan fen deneyleri konusunda öğretmen görüşleri ve gerçekleştirilen hizmet içi eğitimin değerlendirilmesi [Teachers' views on science experiments with simple tools and evaluation of in-service training]. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(1), 64-84.
- Ünal, G. (2005). *Fen öğretiminde derinliğine öğrenme: basınç konusunda modelleme* [Deep learning in science teaching: Modeling on pressure] (Thesis No. 162641) [Master thesis, Dokuz Eylül University]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

- Ünal Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği [The effects of model-based science teaching on students' conceptual understanding, scientific process skills, scientific knowledge and understanding of being: Example of 7th grade light unit]* (Thesis No. 231558) [Doctoral dissertation. Dokuz Eylül University]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Varlı, B., & Uluçınar Sağır, Ş. (2019). Araştırma sorgulamaya dayalı öğretimin ortaokul öğrencilerinin fen başarısı, sorgulama algısı ve üstbiliş farkındalığına etkisi [The effect of inquiry-based instruction on middle school students' science achievement, inquiry perception and metacognitive awareness]. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(2), 703-725.
- Yakar, A., & Duman, B. (2017). Duyuşsal farkındalığa dayalı öğretimin akademik başarı ve öğretmenlik mesleğine yönelik tutumlar üzerine etkisi [The effect of teaching based on affective awareness on academic achievement and attitudes towards the teaching profession]. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 30-47.
- Yavuz, S., & Büyükekşi, C. (2011). Kavram karikatürlerinin ısı-sıcaklık kavramlarının öğretiminde kullanılması [The effect of teaching based on affective awareness on academic achievement and attitudes towards the teaching profession]. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2), 25-30.
- Yılmaz, Z., & Karamustafaoğlu, S. (2015). Öğretmen adaylarının sorgulama becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi [Examination of teacher candidates' inquiry skills in terms of different variables]. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 347-363.

### **Ethical Declaration and Committee Approval**

In this research, the principles of scientific research and publication ethics were followed.

Ethical consent was obtained from Dokuz Eylül University, Institute of Educational Sciences Ethical Committee (No: 03, Date: 14.03.2019).

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu'ndan etik onay alındı (No: 03, Tarih: 14.03.2019).

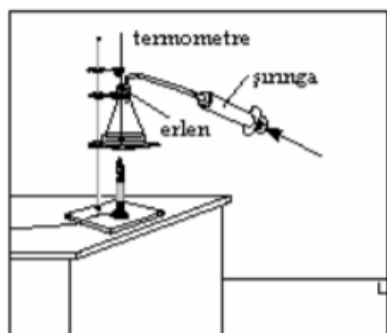
### **Proportion of Author's Contribution**

All authors have participated equally in the work.

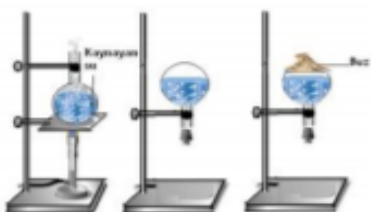
### Appendix

#### Relationship Between External Pressure-Boiling Point Worksheet

**BEFORE BEGINNING THE EXPERIMENT, PLEASE ANSWER THE FOLLOWING QUESTIONS:**



The water in the flask is boiling due to the heat from the burner flame. What happens to the water in the beaker if the syringe linked to the flask is pushed in the direction of the arrow, as illustrated in the figure? Write down your ideas and explain why you have them.



Boil the water in the flask and close the mouth with a stopper after the bubbles come to an end. What do you think will happen when you turn the flask upside down and put ice on it? Write your thoughts and reasons in the "My prediction" section below.

**My prediction:**

**Tools and Equipment:** ice, water, flask, stopper, spirit, alcohol stove, lighter, tripod

**Experimental Procedure:**

- Pour 50 ml of water into the Erlene and boil the water with spirit.
- Take the flask over the spirit 2 minutes after the water starts to boil.
- When the bubbles are finished, cover the mouth of the flask with a stopper and turn it upside down.
- Attach the inverted flask to the tripod and put ice on it.

• Draw the event you think happened in the experiment in the “My Observations” section.



**WARNING !! MAKE SURE THE STOPPER OF THE ERLLEN IS CLOSED TIGHTLY.**

**MY OBSERVATIONS:**

**MY EXPLANATIONS:**

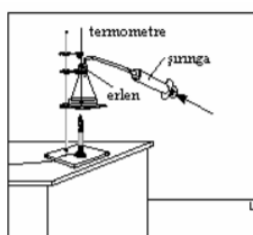
1. Are there any differences or similarities between your predictions and observations in the experiment?

- a) If there is a difference, what/what could be the reason for this?
- b) If there is a similarity, how did your experiment support your prediction?

2. How would you explain the results in the experiment?

3. What are the environments and situations where you can benefit from this situation? Can you give examples of this situation from your daily life?

4. Answer the question you answered before starting the experiment, using what you learned in the experiment.



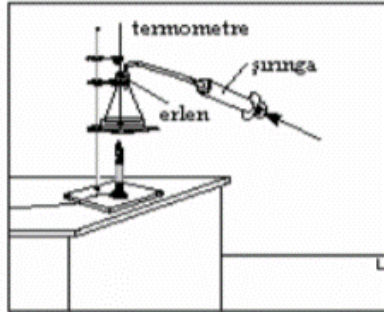
- **Have you changed your initial thoughts?**
- **If not, how did your experiment support your idea?**

(Please explain your answer with reasons.)

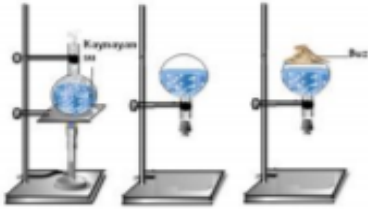
### Ekler

#### Ek 1. Dış Basınç-Kaynama Noktası Arasındaki İlişki Çalışma Yaprağı

**DENEYE BAŞLAMADAN ÖNCE AŞAĞIDAKİ SORULARI YANITLAYINIZ:**



Bek alevi ile ısıtılan erlen içindeki su kaynar durumdadır. Şekilde görüldüğü gibi erlene bağlı durumda bulunan şırınga ok yönünde hareket ettirilirse beher içindeki suda ne tür bir değişme olmasını beklersiniz? Düşüncelerinizi gerekçelerinizle birlikte açıklayarak yazınız.



Erlen içinde suyu kaynatıp, kabarcık çıkışı sonlandıktan sonra tıpa ile ağzını kapatınız. Erleni ters çevirip üzerine buz koyduğunuzda neler olacağını düşünüyorsunuz? Düşüncelerinizi **nedenleriyle** birlikte aşağıdaki "Tahminim" bölümüne yazınız.

**TAHMİNİM:**

**Araç-Gereçler:** Buz, su, erlen, tıpa, ispiro, ispiro ocağı, çakmak, üçayak

**Deneyin Yapılışı:**

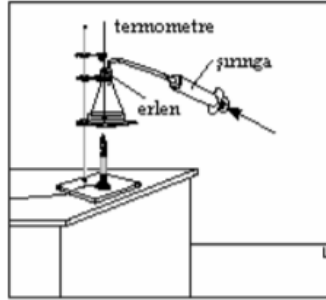
- Erlene 50 ml su koyunuz ve suyu ispiro ocağı ile kaynatınız.
- Su kaynamaya başladıktan 2 dakika sonra erleni ispiro ocağı üzerinden alınız.
- Kabarcıkların çıkışı bittiğinde erlenin ağzını tıpa ile kapatınız ve ters çeviriniz.
- Ters çevrilmiş erleni üçayağa tutturunuz ve üzerine buz koyunuz.
- Deneyde gerçekleştiğini düşündüğünüz olayı "Gözlemlerim" bölümüne çiziniz.



**UYARI! ERLENİN TIPASININ SIKI KAPANDIĞINDAN EMİN OLUNUZ.**

**GÖZLEMLERİM:****AÇIKLAMALARIM:**

1. Deneyde tahminleriniz ve gözlemleriniz arasında farklılık ya da benzerlik bulunuyor mu?
  - a) Eğer farklılık bulunuyorsa bunun sebebi ne/neler olabilir?
  - b) Eğer benzerlik bulunuyorsa yaptığımız deney tahmininizi nasıl desteklemiştir?
2. Deneyde elde ettiğiniz sonuçları nasıl açıklarsınız?
3. Bu durumdan yararlanabileceğiniz ortamlar ve durumlar neler olabilir? Bu duruma günlük yaşantınızdan örnekler verebilir misiniz?
- 4.
5. Deneye başlamadan önce yanıtladığımız soruyu, deneyde öğrendiklerinizi kullanarak tekrar yanıtlayınız.



**Bek alevi ile ısıtılan erlen içindeki su kaynar durumdadır. Şekilde görüldüğü gibi erlene bağlı durumda bulunan şırınga ok yönünde hareket ettirilirse beher içindeki suda ne tür bir değişim olmasını beklersiniz? Düşüncelerinizi gerekçelerinizle birlikte açıklayarak yazınız.**

- **Başlangıçtaki düşüncelerinizde bir değişiklik oldu mu?**
- **Eğer olmadıysa yaptığımız deney düşüncenizi nasıl desteklemiştir?**  
(Lütfen yanıtınızı gerekçeleriyle beraber açıklayınız.)