

THE INVESTIGATION OF PRE-SERVICE ELEMENTARY TEACHERS' EXPERIMENTAL SELF-EFFICACY AND THEIR OPINIONS ON THE EXPERIMENTS: A MIXED METHOD STUDY

Ali Derya ATİK

Asst. Prof. Dr., Kilis 7 Aralık University, Turkey, alideryaatik@gmail.com,
ORCID: 0000-0002-5841-6004

Yakup DOĞAN

Assoc. Prof. Dr., Kilis 7 Aralık University, Turkey, yakupdogan06@gmail.com,
ORCID: 0000-0003-0721-1268

Received: 17.03.2020

Accepted: 28.07.2020

Published: 24.08.2020

ABSTRACT

This study aims to understand and explain how the pre-service elementary teachers manage the experimentation process. The mixed research model was used in the study. A single group pre-test / post-test pattern (weak experimental pattern) was initially used to guide the research, followed by document review, written opinions of pre-service teachers (questionnaire) and focus group interviews, respectively. The number of participants varied at different stages of the research according to the variety of assessment tools used in the research. According to the findings, laboratory practices were effective in increasing participants' self-efficacy beliefs. It has been determined that pre-service teachers experienced difficulties in experiment knowledge, material knowledge, lack of theoretical knowledge and not doing experiments before, experiment planning, implementation, evaluation and reporting processes. The experimental reports revealed that pre-service teachers did not manage the application process well, did not observe carefully, attentively and regularly, could not use standard measurement tools and units, did not record the measurements regularly, and could not present their data in an appropriate and effective manner. Participants emphasised on *learning by doing and experiencing* definitions than other codes. The emphasis on learning by doing and experiencing is observed in the descriptions since scientific truth is reached through experimenting in the laboratory courses. The positive experiences that pre-service teachers will gain by conducting experiments on their own in the faculties of education will make the most important contribution to their self-efficacy beliefs. The fact that teachers who have high self-efficacy beliefs and experience in doing experiments perform experiments in science lessons will provide students with considerable acquisitions. Early science education is very important for students to acquire scientific process skills in the short term, to learn to think like a scientist, and to prefer to study science-related fields in the long term.

Keywords: Experiment, self-efficacy, pre-service elementary teachers.

INTRODUCTION

Many science educators admit that the main goal of science education in childhood is to teach children to think and act like a scientist (URL-1). However, for many years, children in Turkey have been expected to memorize scientific facts and concepts and be successful in tests rather measuring theoretical knowledge to assess them. As science lessons are not much fun due to the methods applied, students do not prefer to study in the fields of science in later years unless they are obliged to do so (Jarrett, 2017). It is stated that although the demand for university education has increased (URL-2), the number of students who prefer to study and graduate from the basic sciences program (physics, chemistry, biology and mathematics) and other science-related programs in higher education institutions has been much lower than expected (Broman & Simon, 2015; Shapiro & Sax 2011; URL-2).

According to the level of importance, the school-related factors that are effective in drawing students' attention to the fields of science include the content of science curriculum as well as interest and motivation towards the course (Shirazi, 2017). The inclusion of socio-scientific subjects into the science education programs has increased the positive attitude of students towards science. Yet, it is still not very effective for students to become interested in the fields of science in the future (Homer & Ryder, 2015). It is stated that the strong predictor of students' interest towards basic sciences and related programs is their success in mathematics and science (Wang, 2013). However, the fact that students consider these fields of science as difficult causes them not to focus on such fields (Barmby, Kind & Hones, 2008; Bennett & Hogarth, 2009; Christensen, Knezek & Tyler-Wood, 2015; DeWitt, Archer, & Moote, 2018; Shirazi, 2017; Tripney et al., 2010; Tytler & Osborne, 2012). The perception that science is difficult is closely related to students' self-efficacy beliefs, but the probability of making science-related choices in their future life will increase if students have high expectations of success in science classes (Webb-Williams, 2018; Quinn & Lyons, 2011). Other external factors are students' science experience and teachers' influence. When the students who chose science-related fields in their further education and those who did not were compared, it was found that the students who chose science-related fields had more positive experiences in science lessons during their previous schooling (Shirazi, 2017). Likewise, one of the most important factors affecting young people's perceptions of science are highly qualified teachers (Bevins, Brodie & Thompson, 2008; Hattie, 2003; Rowe, 2003; Wai Yung, Zhu, Wong, Cheng & Lo, 2011). Bearing this factor in mind, teachers can make their lessons enjoyable with the methods and materials they use in their lessons, ensuring that students are constantly involved in the lesson (Osborne & Collins, 2001). Similarly, Maltese and Tai (2010) state that activities in which students can interact with each other are much more important than the subject content knowledge in making students interested in science in the early period.

One of the factors affecting the quality of education provided in schools is the self-efficacy beliefs of teachers. Self-efficacy is defined as the judgment of an individual about oneself, which is effective in the formation of the behaviour of individuals and their capacity to perform a job successfully (Bandura, 1982). Bandura proposed

four basic sources of self-efficacy beliefs, namely, performance accomplishment, vicarious learning, verbal encouragement (persuasion), and emotional states (physiological and emotional states). The most influential source of self-efficacy beliefs is believed to be the knowledge that individuals gain directly from their own experience (Usher & Pajares, 2009). The concept of self-efficacy related to experimenting is the belief of students to be able to do scientific experiments and conduct a well-organized one in the laboratory even under difficult conditions (Yılmaz, 2018). To this end, individuals should be able to use scientific process skills when experimenting. Therefore, there should be a close relationship between pre-service teachers' self-efficacy beliefs about experimenting and scientific process skills. With science experiments, it is possible to enable students to structure information by actively participating in the learning process, recognizing scientific methods, and using the scientific process skills (observing, measuring, predicting, recording data, interpreting, drawing conclusions etc.).

The content of teacher training and how it should be done are important in bringing pre-service teachers the confidence in competence. The importance of field experience and extra-curricular activities, as well as further experience and having a reliable and convenient class atmosphere in order to be able to gain experiences from others are thought to be necessary in the process of teacher training (Cantrell, Young & Moore, 2003). Experimental studies are very suitable for teaching many skills (such as problem solving, creativity, collaboration, decision making, critical and scientific thinking) in teacher training. One of the skills that should be gained throughout teacher training is scientific process skills. If teachers are not able to acquire scientific process skills, it will be difficult for them to make students acquire such skills. Education faculties are among the leading institutions that play an important role in initiating knowledge, skills, attitudes, and behaviours related to the teaching profession. The acquisition of scientific process skills by doing and experiencing in person in education faculties will also positively affect the self-efficacy beliefs of pre-service teachers. The reason why pre-service elementary teachers were selected as the study group is that they will be the future teachers and will perform early science teaching. It is only possible for the pre-service elementary teachers to enable students to gain scientific process skills in the future by understanding how they comprehend and interpret this process, and the way they perceive the task of experimenting. It is thought that identifying the level of knowledge and self-efficacy beliefs, or prejudices, if any, of pre-service teachers about experiments, and revealing their perspectives on experimenting will be an important predictor of whether they will include such activities in their classes in the future. In this regard, it is essential to identify the pre-service teachers' self-efficacy beliefs about experimenting, determine the extent of their knowledge of designing and performing experiments, as well as their opinions about the experiment. This study is important in terms of finding out why teachers do not prefer experimental methods and how these thoughts can be substituted with positive thoughts.

The capability of individuals to perform experiments depends on their self-efficacy beliefs about experimenting, scientific process skills, and ability to use them. This study aims to understand and explain how

the pre-service elementary teachers manage the experimentation process. Thus, this study tries to reveal the pre-service teachers' perspectives on experimenting and scientific methods. Depending on the purpose of the research, answers were sought to the following questions:

1. What is the effect of laboratory experiences on the experimental self-efficacy levels of pre-service elementary teachers?
2. What is the level of knowledge of pre-service elementary teachers about experimental planning, implementation and evaluation?
3. How do pre-service elementary teachers perceive experiments and experimenting process?

METHOD

Research Design

This study employed the mixed-method sequential explanatory design (combines quantitative and qualitative research techniques into a single study) (Teddlie & Tashakkori, 2015). As a quantitative method, a weak experimental design was used to test whether laboratory experiences have an effect on pre-service elementary teachers' experimental self-efficacy (hypothesis). Since it was tried to reach a conclusion that cannot be accessed with the quantitative approach, the qualitative dominant mixed-method that trying to explain the events that are assumed to be causal was preferred. As a qualitative method, a single case-holistic design was used to involve an up-close, in-depth, and detailed examination of pre-service elementary teachers' laboratory experiences. A single group pre-test / post-test pattern (weak experimental pattern) was initially used to guide the research, followed by document review, written opinions of pre-service teachers (questionnaire) and focus group interviews, respectively. In the study, methodological triangulation that involves using more than one method to gather data with experiment-related self-efficacy scale, documents (experimental reports and structured opinion forms), semi-structured interviews were performed. Using more than one method to gather data was increased the reliability and validity of the results (Denzin, 2006).

Data Collection Tools

The data collection tools used to collect quantitative and qualitative data are presented below.

(1) *Experiment-Related Perceived Self-Efficacy Scale*: Originally written in German (Damerau, 2013), the scale was adapted into Turkish by Yılmaz (2018). It consists of 18 items with the sub-dimensions of planning, implementation, and evaluation. The adapted self-efficacy beliefs scale was found suitable for pre-service teachers. Confirmatory factor analysis (CFA) was used to check the structural validity of the scale. Confirmatory factor analysis results: $\chi^2 / df = 195.181 / 132 = 1.479$; RMSEA = 0.083, CFI = 0.945; TLI = 0.936, WRMR = 0.881. It was determined that the adaptation values of the Experiment-Related Perceived Self-Efficacy Scale were at acceptable values according to the standard goodness of fit measures (Schermelel-Engel, Moosbrugger & Müller, 2003). Standardized correlation values were statistically significant ($p < .01$). Correlation values between

planning and implementation factors were calculated as .838, between planning and evaluation factors as .806, and between implementation and evaluation factors as .751. In addition, the Cronbach Alpha internal consistency coefficient was calculated to test the reliability of the Experimental Self-Efficacy Scale data. The reliability coefficients of the test scores indicated that the data were reliable (Cronbach Alpha α pre-test = .88; α post-test = .83). According to these data, it was found that the experiment-related self-efficacy scale provides structural validity.

(2) *Experimental Reports*: Experimental reports related to the experiment designed by pre-service teachers constitute the second data collection tool. It was tried to determine the pre-service teachers' experimental planning, implementation and evaluation knowledge and skills with their reports. The reports did not involve a ready format and were prepared by the participants as were the experiments.

(3) *Structured Opinion Form*: Based on the experiences of pre-service teachers, a questionnaire consisting of eight questions was prepared in order to determine the participants' opinions and suggestions regarding their experimental and scientific process skills. For the validity of the research questions, the opinions of two field experts and one assessment and evaluation expert were obtained. The draft form was consisting of nine questions at the beginning. In line with the experts' suggestions that the two questions are very similar in content, one question was removed from the draft form.

(4) *Semi-structured Interview Form*: Consisting of seven questions, the form was prepared to determine the pre-service teachers' opinions and feelings about the experimental studies and scientific process skills carried out in laboratory lessons. For the validity of the questions, the opinions of two field experts and a measurement and evaluation expert were taken.

The Study Group

The study group consists of 44 pre-service teachers studying in the primary teaching education program at a state university in the South-eastern Anatolia Region. The number of participants varied at different stages of the research according to the variety of assessment tools used in the research: 44 pre-service teachers were asked for their opinions for the Self-efficacy Beliefs Scale for experiments and the experimental reports, 34 volunteer pre-service teachers were asked for their opinions in the opinion form, and 14 pre-service teachers were asked for the focus group interviews. In selecting individuals who will participate in focus group interviews, deviant or extreme case sampling (in such a way that there are equal number of pre-service teachers who have prepared and have not prepared the best report according to the experimental reports and observations made in the classroom) was used from among purposive sampling methods.

Data Collection Process

The data collection process of the study is shown briefly on the figure below:

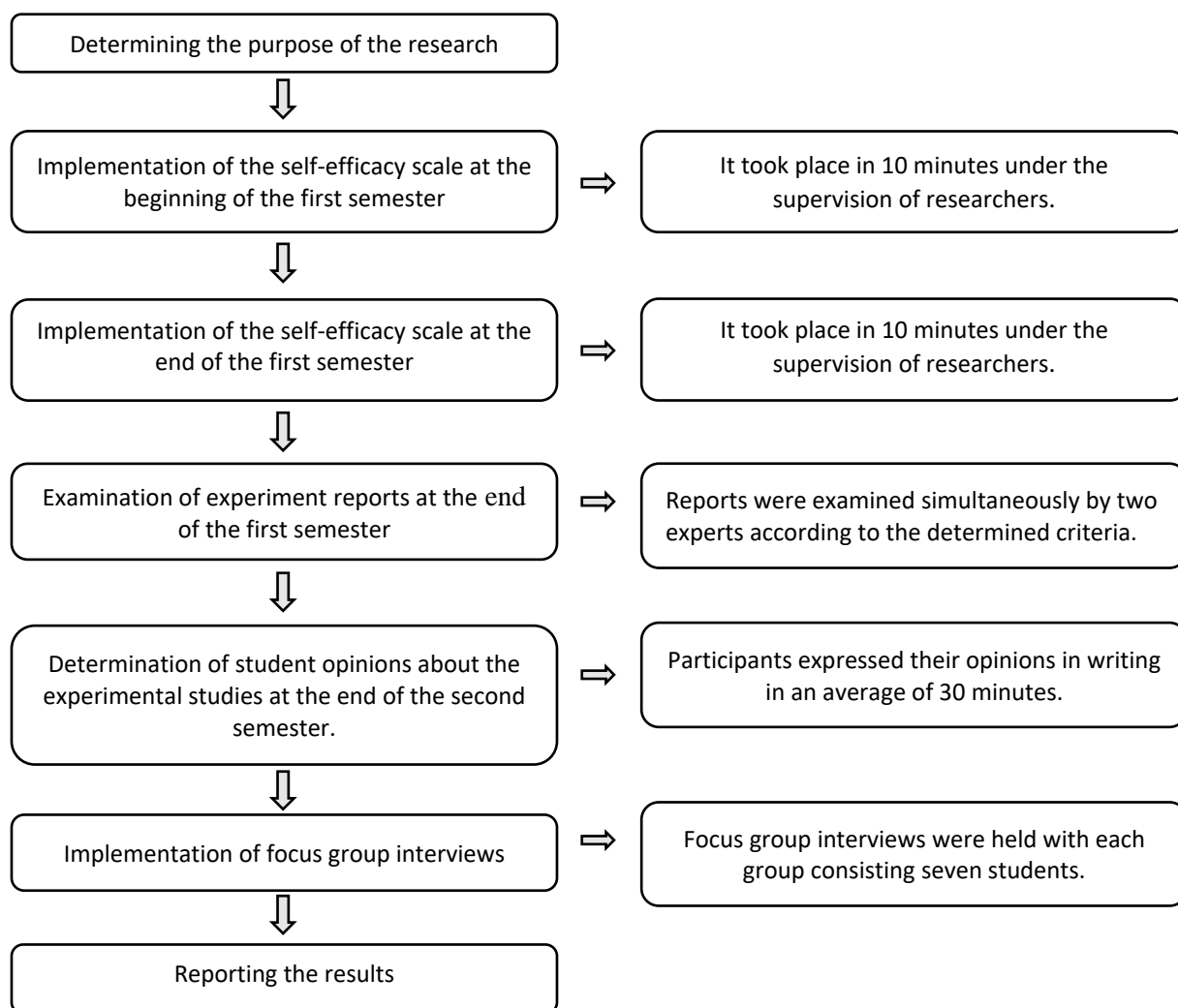


Figure 1. Data Collection Process in the Study

The scale was applied at the beginning of the semester in order to measure the self-efficacy beliefs of the pre-service teachers in regards to experimenting. In laboratory lessons, the pre-service teachers were divided into groups of 4-5 people, and experiments in the cookbook were performed together with the pre-service teachers accompanied by lecturers and assistants. In order to test whether the pre-service teachers were able to design experiments independently in the last two weeks of the first semester, they were asked to design an experiment to identify the factors affecting the seed germination process, to provide the necessary materials for the experiment, to note the results of the observation, to evaluate the results and to report the process. The participants were given a period of 15 days to conduct the experiment and were asked to submit their test reports to the lecturer of the course at the end of this period. Then the experimental reports were examined and delivered to the pre-service teachers for review after deficiencies and errors were specified. At the end of the first semester, the experiment-related self-efficacy scale was applied as a post-test in order to identify whether there was a change in the experiment-related self-efficacy levels of pre-service teachers in comparison to the beginning of the semester. In the second semester, however, the experiments were carried out on the

basis of questioning: The pre-service teachers were given a basic problem sentence and asked to solve it using scientific process skills just as a scientist would do. The problem statement and the process were structured by the lecturer, and then questions were asked to guide the pre-service teachers to solve the problem. At the last stage, pre-service teachers decided to solve the problem according to the given situations and tried to solve it. At the end of the second semester, the pre-service teachers were given an opinion form for them to write their opinions about the experiment. It took them 30 minutes on average to complete the procedure. Finally, two focus group interviews were held with each group consisting of seven people. The first focus group interview lasted 1 hour 22 minutes and the second focus interview took 56 minutes.

Data Analysis

(1) Experiment-Related Perceived Self-Efficacy Scale: The results of normality tests were examined in order to decide on the comparison tests to be used in the analysis of the data. *Normality test results:* In the pre-test, the Skewness value was $-.247$ (z score = $.67$), the Kurtosis value was $.859$ (z score = 1.19) and the Shapiro-Wilk value was $p = .51$, while in the post-test, the Skewness value was $-.492$ (z score = -1.33), the Kurtosis value was 1.002 (z score = 1.38) and Shapiro-Wilk value was $p = .08$. If the Skewness and Kurtosis z-values be somewhere in the span of -1.96 to $+1.96$ and Shapiro-Wilk test p-value be above $.05$, showed that the scores are approximately normally distributed (Razali & Wah, 2011). These results show that the pre-test and post-test scores show a normal distribution, and the assumption is met for the t-test of the dependent groups as a parametric test. Since the assumption of normality was met for using parametric tests, dependent groups t-test was used for comparisons (Cramer & Howitt, 2004).

(2) Experimental Reports: Descriptive analysis technique was used in the analysis. The sub-dimensions of the Experiment-Related Perceived Self-Efficacy Scale were used as the main theme (planning, implementation, and evaluation) in the examination of the experimental reports, and the code list was determined accordingly. The theme of planning was evaluated according to the categories of expressing the problem sentence clearly, expressing the purpose of the experiment, determining the variables, designing the experimental setup and forming a hypothesis. The theme of implementation was evaluated according to categories of developing experiments, writing the observations in the experiments, and explaining them.

The theme of evaluation was analysed according to the categories of evaluating the measurement data, evaluating the results of the experiment, determining the possible errors in the experiment, and presenting the results of the experiment in tables/charts etc. According to the themes mentioned, the experimental reports were agreed by two faculty members and the results were simultaneously examined and recorded in an excel file. The categories included in each theme are coded as no- (0), poor- (1), acceptable- (2), good- (3), and the data is digitized by calculating frequencies for each category.

(3) Structured Opinion Form: The analysis was conducted for (1) determining the conceptual framework for the descriptive analysis of the research, (2) organizing the data according to the conceptual framework (3)

demonstrating the understandability of the data besides identifying them in a meaningful and logical manner (4) explaining, associating and interpreting the findings (Yıldırım & Şimşek, 2016). From time to time, direct quotations were included to reflect the opinions of the participants on open-ended questions.

(4) *Focus Group Interviews*: The analysis included (1) transcribing the records in a Word document for analysis, (2) content analysis: (a) coding; dividing data into meaningful sections, conceptualizing and associating (b) creating themes; classification of the codes (concepts) under certain themes (c) editing of codes and themes (d) organizing themes under research questions, and (e) reaching and interpreting the findings (Yıldırım & Şimşek, 2016). The content analysis of the data obtained from the focus group interviews was carried out by two different field experts using the Miles-Huberman model. In the first stage, two different field experts executed a systematic arrangement of the same data at different times. The process of data reduction and arrangement continued throughout the analysis. The reliability of the coded data set was calculated after the analyses made by the two researchers were brought together and the codes, categories and themes were checked. The reliability of the study was calculated as $91 / (91 + 11) = 0.89$ by the formula of [Reliability = Number of Agreements / (Total Number of Agreements + Disagreements)] developed by Miles and Huberman (1994) by considering the agreements and disagreements among the coders. When the coders have a compatibility percentage close to or above 90%, it means that reliability is provided (Miles & Huberman, 1994).

RESULTS

1. Results of the Effect of Laboratory Experiences on the Experimental-related Self-efficacy Levels of Pre-service Elementary Teachers.

Table 1. The t-test Results of the Dependent Groups in the Pre-Test and Post-Test.

		N	\bar{X}	Sd	S.E	t	df	p
Self-efficacy Scale	Pre-test	44	3.17	.44	.07	47.26	43	.00
	Post-test		3.82	.44	.07	55.04		
Planning	Pre-test	44	3.12	.46	.07	44.94	43	.00
	Post-test		3.79	.55	.09	44.23		
Implementation	Pre-test	44	3.21	.59	.09	35.88	43	.00
	Post-test		3.86	.58	.09	42.93		
Evaluation	Pre-test	44	3.19	.51	.09	40.80	43	.00
	Post-test		3.80	.43	.07	56.37		

Table 1 shows that the experiment-related self-efficacy levels of the pre-service teachers are moderate ($\bar{X}=3.17$) before the first semester laboratory lessons, and high ($\bar{X}=3.82$) after the first semester laboratory lessons [1.00–1.80 = very low / 1.81–2.60 = low / 2.61–3.40 = medium / 3.41–4.20 = high / 4.21–5.00 = very high]. Laboratory practices positively affected the experiment-related self-efficacy levels of pre-service teachers and contributed to their increase. A statistically significant difference ($p = .00$) was observed between experiment-related self-efficacy scores of the pre-service teachers obtained from the pre-test and post-test, and the average of the post-test scores was found higher than that of the pre-test scores. In other words, laboratory practices were observed to significantly increase the experiment-related self-efficacy levels of the

pre-service teachers. Similarly, the self-efficacy levels of the participants in regards to experimental planning, implementation and evaluation were at medium level ($\bar{X}_{\text{planning}} = 3.12$, $\bar{X}_{\text{application}} = 3.21$, $\bar{X}_{\text{assessment}} = 3.19$) before the laboratory practices, while they rose to higher levels ($\bar{X}_{\text{planning}} = 3.79$, $\bar{X}_{\text{application}} = 3.86$, $\bar{X}_{\text{assessment}} = 3.80$) after the laboratory practices. A statistically significant difference was observed between the pre-test self-efficacy scores for experimental planning, implementation and evaluation, and post-test scores, along with significantly increasing differences in favour of the post-test in all dimensions ($p = .00$) (Table 1).

2. Results of the Level of Knowledge of Pre-service Elementary Teachers About Experimental Planning, Implementation and Evaluation (Experimental Reports)

The evaluation results of the experimental reports designed by pre-service teachers according to the experimental planning, implementation and evaluation processes are presented in the charts below.

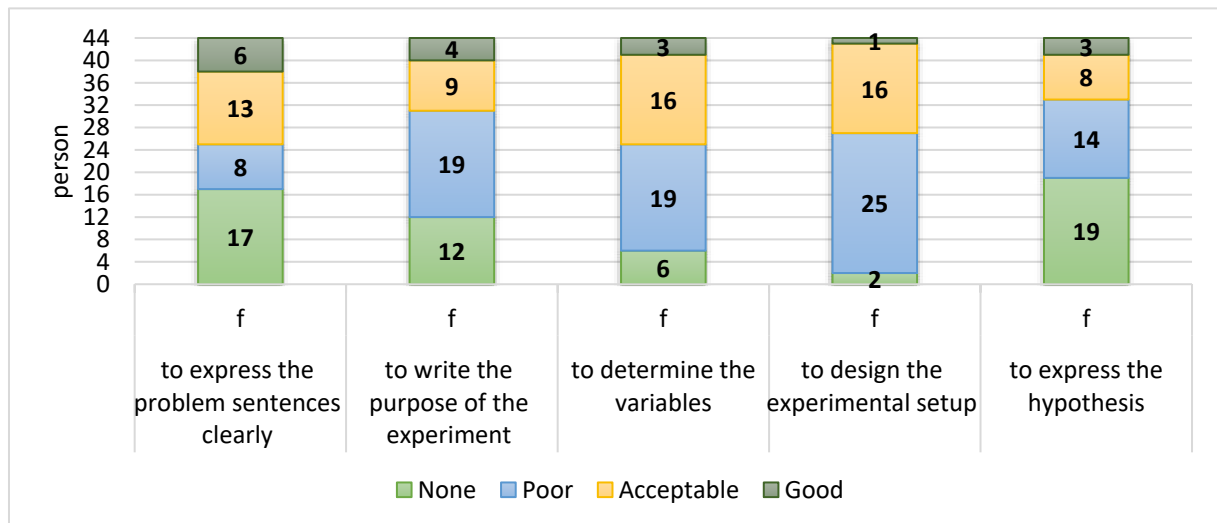


Chart 1. Evaluation of Experimental Reports According to the Experimental Planning Process (N=44)

Chart 1 shows that a considerable part of the pre-service teachers could not express the problem sentences clearly in experimental reports and did not include any hypotheses. It was determined that pre-service teachers could neither write the purpose of the experiment well nor determine the variables (dependent and independent), and they did not have sufficient knowledge in designing the experimental setup in order to conduct the experiment. In a limited number of experimental reports, the problem sentence and the purpose of the experiment were expressed, and the variables were identified. This situation shows that pre-service teachers have difficulties about the scientific process steps required in the experimental planning process.

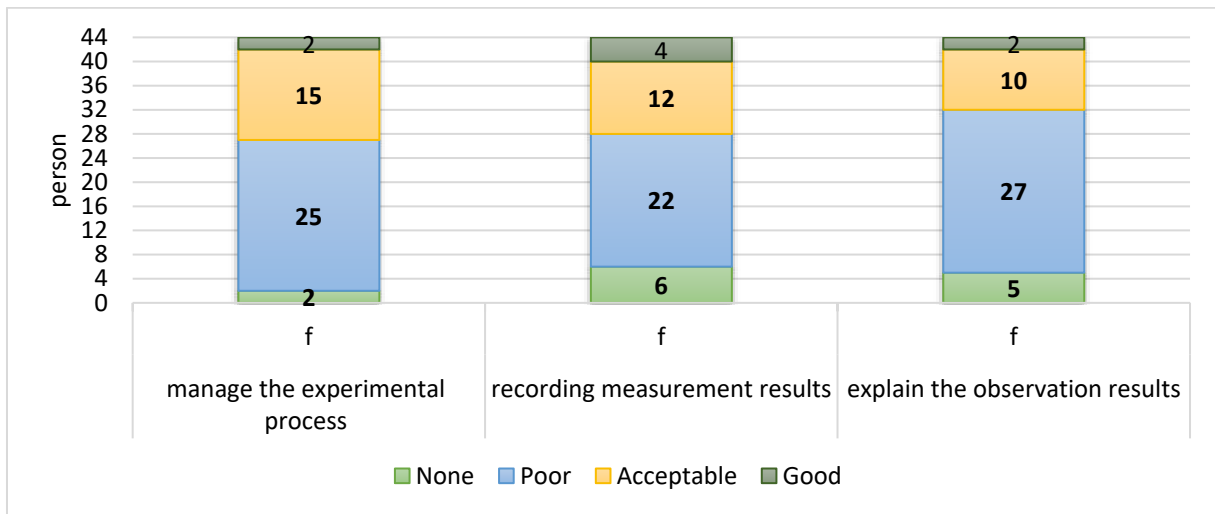


Chart 2. Evaluation of the Experimental Reports According to the Experimental Implementation Process (N=44)

The chart 2 shows that pre-service teachers could not manage the experimental process well (i.e. observing the variables regularly, working diligently, being careful, detecting possible errors etc.), did not carry out observations regularly (using standard measurement tools for measurements, making measurements at regular intervals, recording measurement results, making repeated measurements), and did not explain the observation results or measurements they obtained (Chart 2).

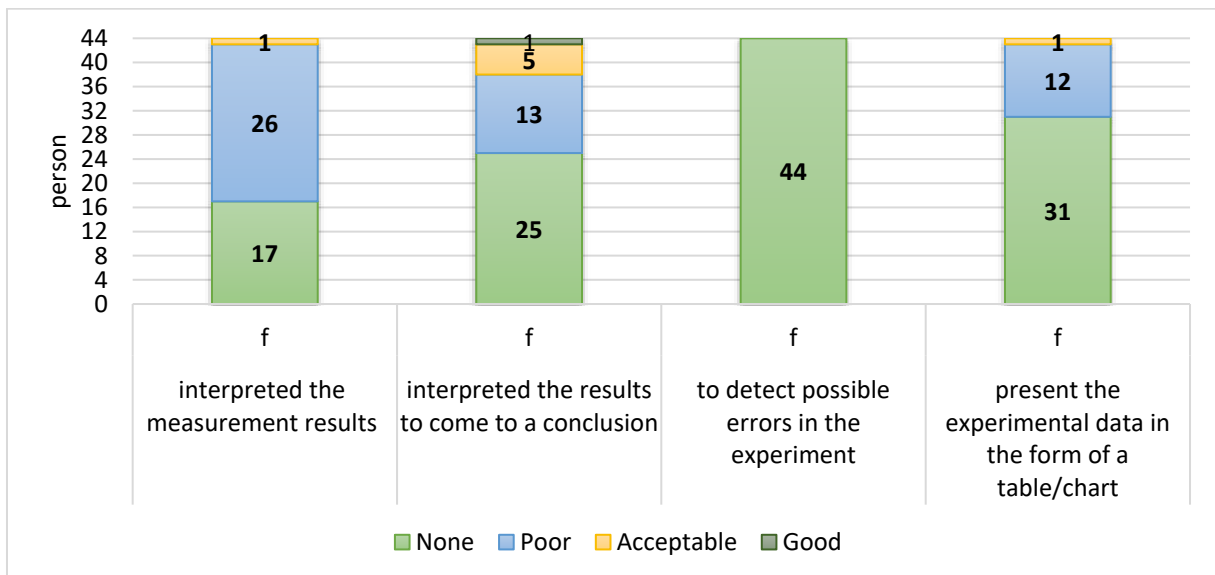


Chart 3. Evaluation of the Experimental reports According to the Experimental Evaluation Process (N=44)

As shown in Chart 3, the participants could not present the experimental data in the form of a table/chart correctly during the evaluation process. The participants who presented the data in the form of tables/charts did not have a table/chart title (the number of charts is quite low) in their reports, did not use row and column titles in their tables, did not write measurement units, nor did they draw on technologies such as computers to make tables/charts. The number of pre-service teachers who interpreted the measurement results in the

experimental reports to come to a conclusion was rather low. None of the participants expressed that the results of the experiment could be erroneous, nor did they mention about the possible reasons why such mistakes occurred during the experiment.

3. Results of Pre-service Elementary Teachers Perceive Experiments and Experimenting Process

a. Results Obtained from the Opinion Forms

The figure below demonstrates the descriptions related to the themes and data obtained from the opinion forms given to the pre-service teachers to determine the causes of the deficiencies or errors in the experimental reports, in other words, the descriptive frame of the results obtained from the opinion forms.

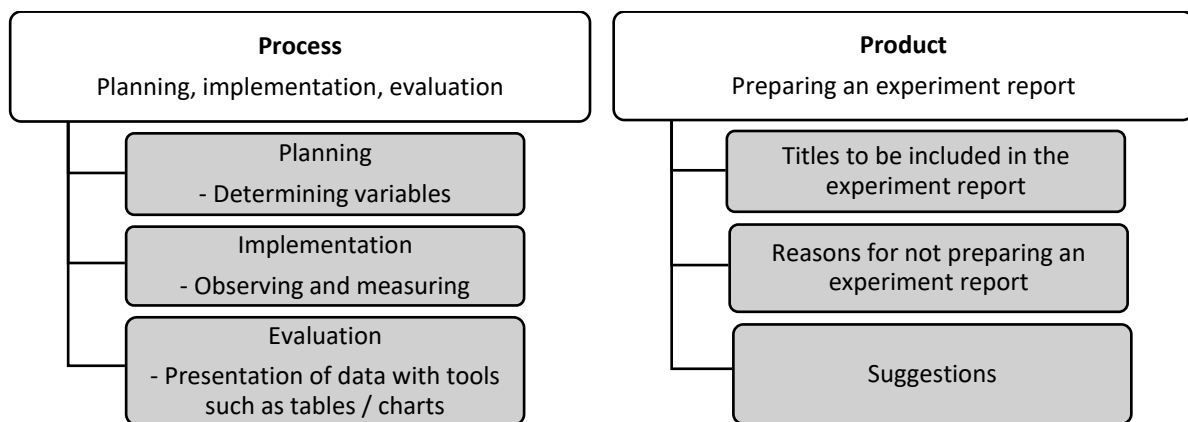


Figure 2. Descriptive Framework of the Results from the Opinion Forms

During the planning of the experiment, the participants were observed to have the most difficulty in finding the materials to be used in the experiments. The participants stated that they had difficulty finding the test materials in the laboratory (11 people) and identifying what materials to use as they did not know much about the materials (3 people).

P-22: *Since we did not check the materials and their places in the laboratory before performing the experiment, we had difficulty locating the materials on the day we conducted the experiment.*

Other challenges include determining the variables (3 people), choosing the appropriate method (3 people), establishing a hypothesis (2 people), and setting goals (2 people). The participants stated the reasons why they had experienced such difficulties in this process as lack of preparation (4 people), lack of knowledge about the subject (4 people), not having designed an experiment before (3 people) and lack of self-confidence (2 people). Some of the participants, on the other hand, stated that they did not have difficulty in the process of designing an experiment (7 people).

P-5: *I have no difficulty designing an experiment. I can easily find the materials. In the laboratory environment I can have access to the materials that I have difficulty finding. I try to figure out the method suitable for the purpose of the experiment from books, or the internet as well as the solutions I come up with.*

The participants stated that the reason for failing to determine the variables when designing an experiment was not having sufficient information and not understanding it.

P-10: We used to think that the experiment we had done with only one variable before was correct, and so far, I have not done any experiment other than the bean experiment in my school life, and I realized that I did not learn it completely. We used to go to the lab, though not very often, but we did not use to do any experiments. Our teacher would only take us there when he wanted to teach us about systems of the body, organs, etc. Perhaps the difficulty is because we did not learn that we should prepare a complete experiment with multiple variables with an experimental and a control group.

During the implementation process, the participants expressed that while they were performing the experiments, they experienced a number of difficulties with charts and tables (4 people), expressing the results (3 people), using the measurement tools (4 people) and measurement units (4 people), and the time required for the experiment (2 people).

P-32: While writing the results of the experiment and observation, I write randomly without creating a specific table or layout. I am not able to draw a table that is exactly suitable for the experiment.

The reasons for the difficulties experienced during the measurements and observations related to experimenting are: receiving incorrect results (2 people), lack of experience with enough number of experiments (3 people), making inaccurate or incomplete measurements (7 people), lack of knowledge about using the measurement units (2 people), lack of knowledge about using the measurement tools (4 people), lack of self-confident (5 people), failing to be careful enough (6 people), failing to record the measurements and observations on time (during the experiment) (2 people), and lack of enough experience (1 person). Four of the participants stated that they had no difficulty in this process.

P-11: Whether we are measuring or experimenting, we stick to a single experiment, and so the measurements can be erroneous.

P-33: Sometimes I get confused when I am doing the experiments more than once, and when these experiments do not match with each other while writing in the report.

P-25: When I write observations and measurements, I forget to write units like kg, l, m, and then it causes confusion. We get negative results when we miss something in the experiment and not take notes. The experiment goes wrong and incomplete.

P-19: When writing observations and measurements about the experiment, thinking to myself "Did I manage to determine the correct data?" makes my job difficult.

The evaluation process of the participants reveals that they have difficulty in data assessment and coming to conclusions especially in regards to expressing the results appropriately (creating tables/charts) (18 people) and establishing a cause-effect relationship (6 people). According to the participants, the reasons for the difficulties included errors in measurement (11 people), obtaining measurement results different from other

groups (6 people), obtaining different results in repeated experiments (10 people), lack of theoretical information about the subject (6 people), lack of knowledge about how to evaluate the data (6 people), failing to conduct the experiment as planned (5 people), lack of knowledge about how to present the data (1 person), being unsure of the results (1 person), and lack of knowledge about how the results will be expressed (2 people).

Eight of the participants stated that they generally use tables, but not many charts, to present the results of the experiment. The number of participants stating that they use them occasionally is five.

P-20: Both the chart and the table are enough to summarize the whole experiment.

Among the participants, those who did not use tables and charts while presenting the results of the experiment expressed that they did not have enough information (8 people), had difficulty in making tables and charts (13 people), forgot while writing reports (1 person), feared to make mistakes (2 people), did not consider it necessary to include tables and charts as they had already expressed the data verbally (2 people), and were not accustomed to making use of them (3 people).

The majority of the participants stated that the name of the experiment (33 people), the purpose of the experiment (30 people), the materials used (32 people), the processes in the experiment (34 people), and the results of the experiment (34 people) should be included in an experiment report. Some participants stated that other items related to scientific process skills such as hypotheses (11 people), observations (8 people), findings (16 people), problem statements (4 people), predictions (5 people) and comments/discussions/suggestions (2 people) should also be included. In addition, two participants stated that there should be a bibliography. Only two participants who wrote the bibliography were sensitive about scientific ethics. Consequently, this situation can be interpreted as pre-service teachers' lack of enough knowledge in scientific ethics. In addition, very few participants stated that they should include a cover page (2 people), the date (1 person), the names of the experimenters (1 person) and the name of the trainer (1 person).

The issues that the participants had difficulty in preparing an experiment report were making tables and charts (8 people), writing the purpose of the experiment (2 people), writing the results of the experiment (4 people), writing about the processes of the experiment (5 people), self-expression (5 people) and prejudice (1 person).

P- 14: I have difficulty using a scientific language and choosing the appropriate words that I should use while writing a report.

P-21: First of all, when preparing an experiment report, I think that I will discover my deficiencies or I have made a mistake somewhere.

The most important reason for the participants failing to prepare experimental reports is the lack of knowledge and inexperience (23 people).

P-27: *We do not have enough information about how the report should be written, and without any research we try to write reports based on missing information and we do not even check if we really follow the rules while writing the reports. We want to write a lot and fill the page. However, we do not pay attention to the accuracy, style, and quality of what we write.*

P-20: *In my opinion, the reason we could not prepare an accurate report is that we never prepared a report before. This lesson was the first time that I prepared a report. Since I prepared a report for the first time, I had a hard time preparing it, and I could not prepare a correct, complete report.*

P-15: *I have not prepared any experimental reports throughout my education.*

Below are sample statements showing that the participants' experience in preparing experimental reports is important and that their self-confidence increases as they do experiments and prepare reports.

P-11: *I learned how to do an experiment. I am not having any difficulty anymore.*

P-20: *This lack of knowledge gradually decreased as I wrote experimental reports. I benefited from writing reports.*

P-5: *If it was at the beginning of the period, I would find myself incompetent, but at the moment, I do not consider myself incompetent while preparing a report.*

P-1: *When you get efficient results from the experiment and actively work in the experiment, you have no problems in writing reports.*

In addition, the participants stated the reasons for not being able to prepare an experiment report as negligence/disinterest (11 people), carelessness (7 people), and lack of sufficient theoretical knowledge about the experiment (4 people).

The suggestions of the participants in order to be successful in the experiment process are as follows: Theoretical knowledge should be obtained on the subject (15 people), measurements and observations should be noted during the experiment (13 people), report writing should be done with utmost care and attention (11 people), students should be shown a sample report by their teachers to prepare reports together (11 people), charts and tables should be used in presenting data (11 people), test materials should not be incomplete (7 people), the experiment should be performed with utmost care and attention while performing the experiment (6 people), and one must be insistent (5 people), and reach results (interpretation and discussion) (4 people), and students should perform the experiment themselves (6 people).

P-3: *I suggest that they do not give up and say "I cannot do it", when they have difficulty in writing an experiment report.*

P-18: *If necessary, the teacher should prepare a report with the students. After preparing this report with the participation of the whole class by paying attention to everything, the student will be able to prepare his/her own report by learning how to do and what to pay attention to.*

*b. Results from the Focus Group Interviews.***Table 2.** Content Analysis of the Description of the Experiment

Theme	Categories	Codes	f
The Description of the Experiment	Process-oriented	Learning by doing and experiencing	5
		Wondering	4
		Observing	3
		Researching	2
		Achieving the goal	2
		Trial and error	2
		Analyzing	1
		Measuring	1
		Repeating the measurements	1
	Result-oriented	Authenticating/proving	5
		Concretizing abstract information	3
		Reaching a conclusion	2
		Understanding the formulas	1
		Understanding its logic	1

The participants included process and result-oriented statements in their descriptions. They included the concepts of learning by doing and experiencing in regards to process-based experiment descriptions as well as wondering, observing, researching, analyzing, measuring, repeating the measurements, which are related to scientific process skills (Table 2). They also used the concepts of authenticating/proving, concretizing abstract information, reaching a conclusion, and understanding the formulas and understanding its logic in the results-oriented experiment descriptions.

Table 3. Content Analysis on the Theme of Experimenting and Its Causes

Theme	Category	Sub-categories	Codes	f
Experimenting and Its Causes	I will use experimental technique	Cognitive	Influential in making the information permanent	11
			Learning by doing and experiencing	6
			Active learning	3
			Concretizing abstract concepts	3
		Affective motives (interest, skill, motivation)	Curiosity	6
			Initiating research skills	3
			Gaining experimental experience	2
			Enjoying science lessons	1
			Learning to overcome the fear of making mistakes	1
			Learning through trial and error	1
			Initiating scientific thinking skills	1

All of the participants stated that they would use the experimental technique when they became teachers. They tried to explain the reasons for using the experimental technique with cognitive and affective motives. According to the codes in the learning sub-category, the participants thought that experimenting is influential in making the information permanent, in active learning, in learning by doing and experiencing, and in concretizing abstract concepts. Particularly, the effect of the experimental technique was emphasized by the participants more than other codes in keeping the learned information permanent. The participants expressed

the reasons for doing experiments in the sub-category of interest / skill / motivation as curiosity, initiating research skills, gaining experimental experience, enjoying science lessons, learning to overcome the fear of making mistakes, learning through trial and error, and initiating scientific thinking skills.

Table 4. Content Analysis of the Theme of Essential Features to Possess in order to Experiment.

Theme	Categories	Codes	f
The characteristics that teachers who will experiment in science classes	Cognitive	Theoretical knowledge about the subject	9
		Knowledge of experimental materials and how to use them	8
		Knowledge of experimenting	7
		Knowledge of scientific process	2
		Knowledge of tables/charts	1
	Personal	Curiosity	3
		Patience	2
		Willingness	2
		Persistence/not giving up	2
		Tidiness	2
		Discipline	1
		Sense of responsibility	1
		Self-confidence	1
	Skills	Critical thinking and questioning	4
		Decision making and achievement	3
		Dexterity	2
		Researching	1
		Asking questions	1
		Group working	1
			Discussion

According to the participants, the characteristics that teachers who will experiment in science classes should possess are grouped into three categories as cognitive characteristics, personal characteristics, and skills. Cognitive characteristics include theoretical knowledge about the subject, knowledge of experimental materials and how to use them, knowledge of experimenting and scientific process as well as tables/charts. Personal traits include curiosity, patience, willingness, persistence/not giving up, tidiness, discipline, sense of responsibility and self-confidence. Skills include critical thinking and questioning, decision making and achievement, dexterity, researching, asking questions, group working and discussion (Table 4).

Table 5. Content Analysis on the Theme of Things to Do Prior to the Experiment.

Theme	Categories	Codes	f
The things to do prior to the experiment	Tools, equipment, and physical environment	Obtaining the tools and equipment	12
		Using alternative materials for non-available materials	5
		The knowledge of using the tools and equipment	5
		Arranging the test environment	4
		Ensuring safety	3
	Experiment and knowledge	Theoretical knowledge	7
		Identifying the variables	2
		Experimenting beforehand	1
		Suitability for a student's level of knowledge	1
	Planning	Planning of the experiment	7
		Planning of the group work	1

According to the participants, the things to do prior to the experiment were gathered in three categories as tools, equipment, and physical environment, experiment and knowledge, and planning. Issues to be considered in the category of tools, equipment, and physical environment are related to the knowledge of obtaining and using the test equipment, using alternative materials for non-available materials, arranging the test environment, and ensuring safety. Matters to be considered in the category of experiment and knowledge include theoretical knowledge, suitability for a student’s level of knowledge, identifying the variables and experimenting beforehand. Issues to be considered in the planning category are the planning of the experiment and the planning of the group work.

Table 6. Content Analysis on the Theme of Things to Do During the Experiment.

Theme	Categories	Codes	f
The things to do during the experiment	Safety	To be careful	4
		To use the materials correctly	2
		To keep unnecessary materials off the table	1
		Not to go beyond the aim of the experiment	1
	Measurement	To record the measurement results correctly	8
		To make repeated/multiple measurements	7
		To note the measurements	5
		To take/ draw pictures about the process	2
	Participation and collaboration	To distribute tasks	5
		To work diligently	2
		To ensure active participation of students	1
	Achievement	To make good observations	1
		To question the results of the experiment/experimental errors	2
		To compare the results	2
		To discuss and decide, and to insist / not to give up.	1

According to the participants, the things to do during the experiment were gathered under the categories of safety, measurement, participation and collaboration and achievement. The things to do about safety are to be careful, to use the materials correctly, to keep unnecessary materials off the table and not to go beyond the aim of the experiment. What to do about the measurement is to record the measurement results correctly, make repeated/multiple measurements, note the measurements and take/ draw pictures about the process. The things to do about participation and collaboration is to distribute tasks, work diligently, ensure active participation of students, and make good observations. What needs to be done to achieve results is to question the results of the experiment/experimental errors, compare the results, discuss, and decide, and to insist / not to give up.

Table 7. Content Analysis on the Theme of Self-efficacy Beliefs in Regards to Experimenting and Reporting and Its Causes

Theme	Categories	Sub-categories	Codes	f	
Self-efficacy beliefs in regard to experimenting and reporting	Incompetent (7)	Cognitive	Lack of knowledge of the subject area	6	
			Lack of experience in doing experiments	6	
			Being unfamiliar with the subject field	4	
			Lack of knowledge about how to write a report	3	
			Lack of knowledge about how to do an experiment	2	
			Lack of knowledge about the experimental materials	2	
			Being unprepared for the experiment	2	
			Failing to identify the variables	2	
			Lack of knowledge about tables/charts	2	
			Failing to use the measurement units correctly	2	
		Psychological	Fear	3	
			Sense of incompetency/lack of self-confidence	2	
			Prejudice	2	
			Anxiety	1	
		Personal characteristics	Clumsiness	1	
			Indifference	2	
			Acting hastily	2	
			Lack of time management	2	
			Lack of manual skills	1	
		Partially competent (5)	Preparation	Haste	1
				Coming to class prepared	3
Being unfamiliar with the subject field	2				
Experience	Insufficient prior knowledge		1		
	Having a prior experience		2		
Competent (2)	Self-efficacy	Doing more experiments	1		
		Having done insufficient number of experiments	1		
		Increased self-confidence by consistently doing more experiments	3		
	Experience	Increased belief in competency (self-efficacy)	2		
		Patience	1		
		Overcoming the fear of experimenting	1		
		Prior experiences in experimenting	1		

The participants were categorized into three categories of self-efficacy beliefs, namely competent, partially competent and incompetent in regards to experimenting and reporting. The reasons of those who consider themselves incompetent in terms of self-efficacy in regards to experimenting and reporting are divided into sub-categories as cognitive, psychological and personal characteristics. The sub-category of cognitive causes include the lack of knowledge of the subject area, lack of experience in doing experiments, being unfamiliar with the subject field, lack of knowledge about how to write a report, lack of knowledge about how to do an experiment, lack of knowledge about the experimental materials, being unprepared for the experiment, failing to identify the variables, lack of knowledge about tables/charts, and failing to use the measurement units correctly. The sub-category of psychological causes include fear, the sense of incompetency/lack of self-confidence, prejudice, anxiety, and clumsiness. The sub-category of personal reasons include indifference,

acting hastily, lack of time management, lack of manual skills, and haste. The reasons of the participants for considering themselves partly competent in regards to self-efficacy for conducting experiments and reporting are divided into sub-categories of preparation and experience. In the sub-category of preparation, coming to class prepared had a positive impact, whereas being unfamiliar with the subject field and insufficient prior knowledge affected negatively. In the sub-category of experience, having a prior experience of doing experiments and doing more experiments had a positive impact, while having done insufficient number of experiments had a negative impact on self-efficacy beliefs. The reasons of the participants for considering themselves competent in regards to self-efficacy for experimenting and reporting are divided into sub-categories of self-efficacy and experience. The sub-category of self-efficacy included increased self-confidence by consistently doing more experiments, increased belief in competency (self-efficacy), patience, and overcoming the fear of experimenting. The sub-category of experience included prior experiences in experimenting.

CONCLUSION and DISCUSSION

This study is based on the experiences of the second-year pre-service primary school teachers in science lab classes for two semesters, aiming to identify their self-efficacy beliefs about experimenting, their opinions about experimenting and scientific process skills, how they describe an experiment, how they conduct the experiment process, their opinions about planning, implementation and evaluation processes of an experiment, the difficulties experienced in experimenting and reporting processes, and pertinent reasons by using different measurement tools and research methods. In this section, the findings are correlated with each other and discussed with the related literature.

Laboratory practices were effective in increasing participants' self-efficacy beliefs. The information gained by the participants from their own experiences during the first semester provided a statistically significant increase in the self-efficacy scores for the planning, implementation, and evaluation of experiments. Similarly, in the information obtained from the opinion form, the participants stated that their experience and self-confidence increased as they experimented and prepared an experiment report. Participants considering themselves competent to conduct experiments during focus group interviews stated that the more they experimented, the more their self-confidence and belief in what they could do (experimenting-related self-efficacy) increased. All these data support each other. The most important reasons of the participants who found themselves incompetent to conduct experiments in focus group interviews are the lack of knowledge of the subject area and the lack of experimental knowledge as they had not done any experiments before (lack of a positive experience). Similarly, as stated by the participants in the opinion form, the lack of knowledge of experimenting, of the materials, and of the theoretical knowledge as well as not having done any experiments before influenced the processes of planning, implementation, evaluation and reporting of experiments. According to Bandura, the most influential sources of self-efficacy beliefs are the information that individuals obtain directly from their own experience (Usher & Pajares, 2009). Similar results were collected from the

studies in the literature showing that laboratory practices increase students' levels of self-efficacy beliefs (Bautista, 2011; Brand & Wilkins, 2007; Eymur, 2018; Husnaini & Chen, 2019; Jeffery, Nomme, Deane, Pollock & Birol, 2016; Lekhu, 2016; Menon & Sadler, 2018; Palmer, Dixon & Archer, 2015; Şen & Sezen Vekli, 2016; Ural, 2016; Webb-Williams, 2018). Additionally, the findings obtained from the focus group interviews revealed examples of indirect experiences such as being unfamiliar with the subject field or not having done any experiments, and examples of psychological conditions that negatively affect self-efficacy beliefs such as fear, prejudice, anxiety, and a sense of incompetence. As in Bandura's self-efficacy theory, our study determined that the information that individuals gain directly from their own experiences is more important than other factors of self-efficacy beliefs. In order to make students enjoy science lessons, to initiate a positive attitude towards science, to ensure that students' knowledge about science and science concepts become permanent, to make students think like a scientist starting from a young age, we must first teach these skills to teachers. The studies showing the positive relationship between the pre-service teachers' high self-efficacy beliefs and their future careers, attitudes towards science teaching and beliefs also support this view (Avery & Meyer, 2012; Bergman & Morpew, 2015; Bautista, 2011; Kazempour & Sadler, 2015; Knaggs & Sondergeld, 2015). The only way to achieve this should be to have pre-service teachers acquire this knowledge directly from their own experiences. Studies show that pre-service teachers' positive experiences affect their self-efficacy beliefs during science education (Husnaini & Chen, 2019; Lekhu, 2016; Menon & Sadler, 2017; Palmer, 2006; Webb-Williams, 2018).

Experiments carried out in association with application lecturers and assistants did not contribute to students' ability to solve a problem by working independently or in groups. The data obtained from the experimental reports show that the participants in all three dimensions were unable to use the scientific process steps and did not have enough of these skills. The fact that the average of the scores from the sub-dimensions of planning, implementation and evaluation in the self-efficacy scale in regards to experimenting is medium also supports the data obtained from the experimental reports. In a similar way, the theoretical knowledge and verification experiments [experiments in which the knowledge acquired is verified, and students read from the cookbook and are told what they are going to do in the experiment (Lord & Orkwiszewski, 2006)] previously known by the students make the laboratory applications boring and do not provide the students with scientific process and high level thinking skills (Ural & Başaran Uğur, 2018; Ural, 2016). However, query-based science teaching makes pre-service teachers acquire scientific process skills, makes lessons more enjoyable, increases their self-efficacy beliefs and makes them understand science subjects well (Arnold, Kremer & Mayer, 2014; Brand & Wilkins, 2007; Palmer et al., 2015; Toth, Ludvico & Morrow, 2012).

In the opinion form, the participants stated that they had difficulty in the provision of materials to be used in the experimental planning stage and learning about the materials. In addition, among the items with the lowest average in the self-efficacy scale, there are statements such as "*I am good at using laboratory equipment*" ($\bar{X}=2.77$) and "*I am good at determining which tools/materials are required for an experiment*" ($\bar{X}=3.07$), indicating

that the results support each other. In the focus interviews, the participants stated that it is necessary to know the experimental materials and how to use them- the features that must be obtained in order to conduct experiments. One of the reasons for the participants who find themselves incompetent in conducting experiments in focus interviews is to not recognize the experimental materials. According to the participants, it is important to know how to provide and use the equipment before the experiment. All of the data reveal that the knowledge of materials for the experiment and the supply of the necessary materials before the experiment are very important. In addition, in the focus interviews, the participants stated that alternative materials could be used if they were unable to provide the necessary materials for the experiment or had difficulty in providing them. Especially in rural areas, where laboratory and experimental materials are limited, using alternative materials can be regarded as a solution that can significantly eliminate the excuses of pre-service teachers such as "we cannot do experiments because we cannot find materials". Indeed, although the use of alternative materials does not apply to all experiments, it will eliminate an important excuse not to experiment. However, pre-service teachers should be psychologically persuaded that experiments could be carried out with alternative materials even if the necessary materials are not available, that they will learn by doing and experiencing this, and understand the importance of experimental studies. It is especially important that pre-service teachers be convinced that they are able to conduct experiments. Otherwise, teachers may not have the opportunity to experiment, and they will produce different excuses instead, in order not to experiment. Empirical studies should, therefore, be given importance in undergraduate studies in order to demonstrate that experiments can be done with alternative materials and to increase the self-efficacy beliefs of pre-service teachers. When the lack of knowledge of pre-service teachers to experiment is eliminated, the rate of experimentation in the future will probably increase. One of the prerequisites for experimenting in science classes is undoubtedly the preparation process for the experiment. As stated by the participants in the opinion forms, one of the reasons for the difficulties experienced in the process of experimental planning is coming to class unprepared. In the focus group interviews, the participants who found themselves incompetent in regards to experimenting stated, as a reason, that they were unprepared for the lesson.

The experimental reports revealed that pre-service teachers did not manage the application process well, did not observe carefully, attentively and regularly, could not use standard measurement tools and units, did not record the measurements regularly, and could not present their data in an appropriate and effective manner. In addition, the participants stated that they had difficulties in using and presenting tables and charts while reflecting the data they obtained during the experimental implementation process. Difficulties experienced in the process of implementing the experiment in the opinion forms are the presentation of the results, the use of measurement tools and the measurement units. The reasons for the problems experienced during the experiment implementation process as indicated in the opinion forms include the factors, namely, being careless, failing to record the measurements on time, and, accordingly, making the measurements wrong and incomplete, the results being wrong, lack of self-confidence, lack of knowledge about how to use the measurement tools and failing to use the measurement units. The data obtained from the experimental

reports and the opinion forms also support each other. The experiment-related self-efficacy scale demonstrates the fact that the scores for self-efficacy beliefs is at a medium level during the implementation stage, and the participants stated in the opinion form that they are not self-confident, showing that both indications support each other. According to the focus group interviews, the participants were of the opinion that the work should be done carefully and conscientiously, attention should be paid to the safety of the experiment, data should be recorded accurately and carefully by making repeated measurements and the work should be done in an insistent manner in order to carry out the experimental implementation process well. In fact, the proposals are addressed to the exact problems identified, supporting the idea that participants obtained accurate information about the experimental implementation process. It is also very important to compare and discuss the results with other groups and make a decision at the end of the experiment. Thus, critical thinking and attempts to find out the results and errors of the experiments can be considered as high-level skills.

The data obtained from the experimental reports are supported by the data obtained from the opinion forms, where the participants mentioned about the difficulties they experienced in reporting, presenting data, making tables-charts, determining possible errors and interpreting the results in the experimental evaluation process. The causes of the problems experienced in this process are expressed as *lack of knowledge, inexperience, careless work, and fear of making mistakes*, as in other planning and implementation processes. The most important reasons for the instability and fear experienced during the evaluation process are the participants' perceptions about making wrong measurements (insecurity), obtaining measurement results which are different from other groups, and getting results which are different at repeated measurements. The fact that the participants mentioned very little about the scientific process steps in the titles, which should be included in the test reports, supports that they did not have enough knowledge about the scientific process skills and that they did not gain enough scientific process skills (such as hypothesizing, determining variables, observing carefully and conscientiously, evaluating the results, identifying possible errors, etc.). Similarly, a study conducted in the USA showed that 67% of the primary teachers did not feel ready for science teaching, while only 17% felt themselves ready (BaniLower, et al., 2013).

Based on the experiment-related descriptions made by the participants according to their own experiences, it is understood that the participants put more emphasis on *learning by doing and experiencing* compared to other codes. The emphasis on learning by doing and experiencing is observed in the descriptions since scientific truth is reached through experimenting in the laboratory courses. The participants also included scientific process skills in the descriptions, since it is generally aimed to initiate scientific process skills while conducting experiments with students. Such descriptions show the necessity of creating an experience related to the information learned by individuals in order to make it meaningful and permanent. Observations during the lessons, interviews, and other data obtained from the research support the findings, since the participants who had not had enough knowledge and skills about experimental and scientific process skills gained a lot of

relevant knowledge and skills through their own experience at the end of two semesters. Ensuring effective and permanent learning in the process of acquiring scientific knowledge and making sense of the information learned can be achieved by initiating individuals into scientific process skills. If people comprehend the process of producing information, they can reach permanent and meaningful scientific information themselves. Considering that the experiences in the laboratory lessons are effective, based on the responses of the participants, the importance of experimenting in permanent learning is better understood. The studies indicating the importance of experimenting in science teaching in the literature are similar to these data obtained from our study (Böyük, Demir & Erkol, 2010; Hofstein & Lunetta, 2004; Jeffery et al., 2016; Wolf & Fraser, 2008).

All of the participants consider using the experimental technique in science classes when they become teachers. One of the reasons for choosing to experiment is to ensure permanent learning and the other is affective characteristics such as curiosity, interest, motivation, and attitude. With experimental studies, individuals' curiosity, positive attitude towards science lessons (enjoying science), and research and scientific thinking skills can be encouraged in such a way that pre-service teachers will overcome the fear of making mistakes. The importance of affective features in increasing the level of knowledge and the permanence of the information learned has been demonstrated in many studies (Cantrell et al., 2003; Menon & Sadler, 2017; Yıldız-Duban & Gökçakan, 2012). Moreover, with experimental studies, while new information is taught effectively and permanently, many affective features such as motivation, interest, curiosity, and attitude, which are the prerequisites for learning, can be initiated. Similarly, it is stated that laboratory practices increase students' interest in science, which is effective in their future career planning (Bøe, Henrikson, Lyons & Schreiner, 2011; Hampden-Thompson & Bennett, 2013; Hofstein & Lunetta, 2004; Toplis, 2012).

Teachers should know how to be a good role model, make good observations, question events, identify problems, apply the process of obtaining scientific knowledge, and use teaching strategies to assist students in obtaining, explaining and interpreting information at the end of this process so that science lessons can be taught in accordance with the purpose (Bøe et al., 2011; Karakolcu-Yazıcı, & Özmen, 2015; Simon & Osborne, 2010). Enabling teachers to actively engage students in experimenting in order to encourage them to use science in a more functional way in daily life is the most important issue (Broman, Ekborg & Johnels, 2011; Seçkin-Kapucu, 2016). Education faculties are at the top of the institutions which are necessary in order to initiate these strategies.

The positive experiences that pre-service teachers will gain by conducting experiments on their own in the faculties of education will make the most important contribution to their self-efficacy beliefs. The fact that teachers who have high self-efficacy beliefs and experience in doing experiments perform experiments in science lessons will provide students with considerable acquisitions. Early science education is very important for students to acquire scientific process skills in the short term, to learn to think like a scientist, and to prefer to study science-related fields in the long term. In addition, as stated in the Council of Higher Education report

(2019), drawing students' interest to basic science programs that form the basis of knowledge-based development of our country will contribute significantly to shaping the future of our country and its economic development. It is, therefore, important to do experiments in science lessons to achieve the goals in the short and long term. Thanks to experimental studies, it is possible to acquire scientific process skills (such as observation, estimation, recording data, interpreting findings, drawing conclusions) and structure information accordingly. Individuals with scientific process skills should be capable of such skills as making observations and predictions, collecting data, drawing conclusions, and interpreting them. Experiment is an important and necessary tool in acquiring these abilities. In addition, experimental studies allow individuals to gain 21st century skills such as creativity, analytical and critical thinking, problem solving, individual and group work. Experimenting plays an important role in acquiring such abilities.

RECOMMENDATIONS

Pre-service teachers should be taught that even the most complex and abstract concepts can be easily taught with science experiments, and at the same time, scientific process skills of learners can be improved. Therefore, first of all, it is necessary to increase the knowledge and skills of pre-service teachers in designing and conducting experiments. In laboratory applications, besides teaching theoretical knowledge on a subject matter, more specific information should be provided on experimenting (scientific process skill), measurement tools and measurement units as well as creating tables and charts. Pre-service teachers need sufficient information about standard measurement tools and measurement units in order to obtain more reliable data during the experiments. In the experiments, it is absolutely necessary to teach how to measure, which measurement tools are used, where and how they are used, what the units of measurement are and how they are converted into each other. The necessity of making repeated measurements should be taught to increase the reliability of the data they obtain.

Pre-service teachers' self-efficacy beliefs should be increased in regards to experimenting. To this end, doing and experiencing based learning opportunities should be provided in the undergraduate education, positive attitude towards the experiment should be developed, and the pre-service teachers should be encouraged to do experiments by themselves. In addition, it should be noted that the experiments selected for pre-service teachers should be qualified to improve their scientific process skills.

Provision of necessary information about experiment-related materials to be used and supplying them is important. Pre-service teachers need sufficient information on this subject and should be taught how to experiment with alternative (available) materials.

The lack of knowledge of the pre-service teachers about the evaluation and reporting of the results of experiments should be eliminated. Especially in experimental studies, the margin of error and things be done to minimize errors (repeated measurements, comparing the results with other groups) should be taught

through personal experience. In the experiment reporting process, it is of great significance that the pre-service teachers actively participate and be given sufficient and timely feedback about their mistakes.

Ethical Statement

In this article, journal writing rules, published principles, research and publishing ethics rules, journal ethics rules were followed. The responsibility belongs to the author(s) for all kinds of violations related to the article.

REFERENCES

- Arnold, J. C., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Understanding students' experiments-What kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education*, 36(16), 2719-2749. doi:10.1080/09500693.2014.930209
- Avery, L. M., & Meyer, D. Z. (2012). Teaching science as science is practiced: Opportunities and limits for enhancing pre-service elementary teachers' self-efficacy for science and science teaching. *School Science and Mathematics*, 112(7), 395-409. doi: 10.1111/j.1949-8594.2012.00159.x
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122-147.
- Banilower, E. R., Smith, P. S., Weiss, I. R., Malzahn, K. A., Campbell, K. M., & Weiss, A. M. (2013). Report of the 2012 national survey of science and mathematics education. Chapel Hill, NC: Horizon Research Inc.
- Barmby, P., Kind, P., & Jones, K. (2008) Examining changing attitudes in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 30(8). 1075-1093. doi: 10.1080/09500690701344966
- Bautista, N. U. (2011). Investigating the use of vicarious and mastery experiences in influencing early childhood education majors' self-efficacy beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 333-349. doi: 10.1007/s10972-011-9232-5
- Bennett, J. & Hogarth, S. (2009). Would you want to talk to a scientist at a party? High school students' attitude to school science and to science. *International Journal of Science Education*, 31(14), 1975-1998. doi: 10.1080/09500690802425581
- Bergman, D. J., & Morphey, J. (2015). Effects of a science content course on elementary pre-service teachers' self-efficacy of teaching science. *Journal of College Science Teaching*, 44(3), 73-81.
- Bevins, S., Brodie, E., & Thompson, M. (2008). *Exploring the relationship between socio-economic status and participation and attainment in science education* (pp. 22-29). London: Royal Society
- Bøe, M. V., Henrikson, E. K., Lyons, T. & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: Young people's achievement-related choices in late-modern society. *Studies in Science Education*, 47(1), 37-72. doi.org/10.1080/03057267.2011.549621
- Böyük, U., Demir, S., & Erol, M. (2010). Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterlik görüşlerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi. *Tubav Bilim Dergisi*, 3(4), 342-349.

- Brand, B. R., & Wilkins, J. L. M. (2007). Using self-efficacy as a construct for evaluating science and mathematics methods course. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), 297–317. doi.org/10.1007/s10972-007-9038-7
- Broman, K., Ekborg, M. & Johnels, D. (2011). Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary schools. *Nordic Journal of Science Education*, 7(1), 43–60. doi: 10.5617/nordina.245
- Broman, K., & Simon, S. (2015). Upper secondary school students' choice and their ideas on how to improve chemistry education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 1255-1278. doi:10.1007/s10763-014-9550-0
- Cantrell, P., Young S. & Moore, A. (2003). Factors affecting science teaching efficacy of pre-service elementary teachers. *Journal of Science Teacher Education*. 14(3), 177-192. doi: 10.1023/A:1025974417256
- Christensen, R., Knezek, G., & Tyler-Wood, T. (2015). Alignment of hands-on STEM engagement activities with positive STEM dispositions in secondary school students. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 898-909. doi: 10.1007/s10956-015-9572-6
- Cramer, D., & Howitt, D. (2004). The sage dictionary of statistics. London: SAGE.
- Damerau, K. (2013). Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung der Experimentbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung, 15. Frühjahrschule der Fachsektion Didaktik der Biologie im VBIO, Universitaet Leipzig, Deutschland, 18-21.03.2013, Leipzig, Deutschland.
- Denzin, N. (2006). Sociological Methods: A Sourcebook. Aldine Transaction. ISBN 978-0-202-30840-1. (5th edition). Piscataway.
- DeWitt, J., Archer, L., & Moote, J. (2018). 15/16-year-old students' reasons for choosing and not choosing physics at a level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 1071-1087. doi: 10.1007/s10763-018-9900-4
- Eymur, G. (2018). Developing high school students' self-efficacy and perceptions about inquiry and laboratory skills thorough argument-driven inquiry. *Journal of Chemical Education*. doi: 10.1021/acs.jchemed.7b00934
- Hampden-Thompson, G. & Bennett, J. (2013). Science teaching and learning activities and students' engagement in science. *International Journal of Science Education*, 35(8), 1323–1343. doi.org/10.1080/09500693.2011.608093
- Hattie, J. (2003) Teachers make a difference: What is the research evidence? Paper presented at the Australian Council for Educational Research Annual Conference on Building Teacher Quality, Melbourne.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundation fort he twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54. doi: 10.1002/sce.10106
- Homer, M., & Ryder, J. (2015). The impact of a science qualification emphasizing scientific literacy on post-compulsory science participation: An analysis using national data. *International Journal of Science Education*, 37(9), 1364–1380. doi.org/10.1080/09500693.2015.1036151

- Husnaini, S. J., & Chen, S. (2019). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Physical Review Physics Education Research*, 15, 1-16. doi: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010119
- Jarrett, O. S. (2017). *Çocuğun dünyasında bilim. Anlamalı öğrenme için etkinlikler* (2. Baskı). Ankara: Tübitak Bilim Kitapları.
- Jeffery, E., Nomme, K., Deane, T., Pollock, C., & Birol, G. (2016). Investigating the role of an inquiry-based biology lab course on student attitudes and views toward science. *CBE-Life Sciences Education*, 15:ar61, 1-12. doi:10.1187/cbe.14-11-0203
- Karakolcu-Yazıcı, E., & Özmen, H. (2015). The view of teachers about applicability of activities and experiments found in science and technology curriculum. *Amasya Education Journal*, 4(1), 92-117.
- Kazempour, M., & Sadler, T. D. (2015). Pre-service teachers' beliefs, attitudes, and self-efficacy: A multi-case study. *Teaching Education*, 26, 247–271. doi:10.1080/10476210.2014.996743.
- Knaggs, C. M., & Sondergeld, T. A. (2015). Science as a learner and as a teacher: Measuring science self-efficacy of elementary pre-service teachers. *School Science and Mathematics*, 115(3), 117–128. doi: 10.1111/ssm.12110
- Lekhu, M. (2016). Physical Science Teachers' Self-efficacy Beliefson Conducting Laboratory Experiments, *International Journal of Educational Sciences*, 14:1-2, 102-109. doi: 10.1080/09751122.2016.11890483
- Lord, T., & Orkwiszewski, T. (2006). Moving from didactic to inquiry-based instruction in a science laboratory. *American Biology Teacher*, 68(6), 342-345. doi:10.2307/4452009
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669–685. doi: 10.1080/09500690902792385
- Menon, D., & Sadler, T. D. (2017). Sources of science teaching self-efficacy for pre-service elementary teachers in science content courses. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 835-855. doi: 10.1007/s10763-017-9813-7
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Osborne, J., & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441–467. doi: 10.1080/09500690010006518
- Quinn, F., & Lyons, T. (2011). High school students' perceptions of school science and science careers: A critical look at a critical issue. Invited Paper, *Science Education International (Special Issue)*, 22(4), 225–238. Retrieved from http://www.icaseonline.net/seiweb/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=63
- Palmer, D. (2006). Sources of self-efficacy in a science methods course for primary teacher education students. *Research in Science Education*, 36(4), 337–353. doi: 10.1007/s11165-005-9007-0
- Palmer, D., Dixon, J., & Archer, J. (2015). Changes in science teaching self-efficacy among primary teacher education students. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(12), 27–40. doi: 10.14221/ajte.2015v40n12.3

- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modelling and Analytics*, 2(1), 21-33.
- Rowe, K. (2003). The importance of teacher quality as a key determinant of students' experiences and outcomes of schooling. Retrieved from http://research.acer.edu.au/research_conference_2003/3
- Shapiro, C. A., & Sax, L. J. (2011). Major selection and persistence for women in STEM. *New Directions for Institutional Research*, 152, 5-18. doi: 10.1002/ir.404
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23-74.
- Seçkin-Kapucu, M. (2016). Bilim uygulamaları dersi öğretim programının öğretmenlerin görüşlerine göre değerlendirilmesi, *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 26-46. doi: 10.14689/issn.2148-2624.1.4c1s2m
- Shirazi, S. (2017) Student experience of school science. *International Journal of Science Education*, 39(14), 1891-1912. doi: 10.1080/09500693.2017.1356943
- Simon, S. & Osborne, J. (2010). *Students' attitudes to science*. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching: What research has to say* (2nd ed., pp. 238–258). Maidenhead: Open University Press.
- Şen, C., & Sezen Vekli, G. (2016). The impact of inquiry-based instruction on science process skills and self-efficacy perceptions of pre-service science teachers at a university level biology laboratory. *Universal Journal of Educational Research*, 4(3), 603-612. doi: 10.13189/ujer.2016.040319
- Teddle, A. & Tashakkori, A. (2015). *Karma Yöntem Araştırmalarının Temelleri*. (Çev. Edit. Yüksel Dede ve Selçuk Beşir Demir). Ankara: Anı Yayıncılık
- Toplis, R. (2012). Students' views about secondary school science lessons: The role of practical work. *Research in Science Education*, 42(3), 531–549. doi: 10.1007/s11165-011-9209-6
- Toth, E. E., Ludvico, L. R., & Morrow, B. L. (2012). Blended inquiry with hands on and virtual laboratories: the role of perceptual features during knowledge construction. *Interactive Learning Environments*, 22(5), 614-630. doi: 10.1080/10494820.2012.693102
- Tripney, J., Newman, M., Bangpan, M., Niza, C., Mackintosh, M., & Sinclair, J. (2010). *Factors influencing young people (aged 14–19) in education about STEM subject choices: A systematic review of the UK literature*. London: Wellcome Trust.
- Tytler, A., & Osborne, J. (2012). *Student attitudes and aspiration towards science* (Chapter 41). B.J. Fraser et al. (eds.), *Second International Handbook of Science Education*, Springer International Handbooks of Education 24. doi: 10.1007/978-1-4020-9041-7_41,
- Ural, E. (2016). The effect of guided-inquiry laboratory experiments on science education students' chemistry laboratory attitudes, anxiety and achievement. *Journal of Education and Training Studies*, 4(4), 217-227. doi:10.11114/jets.v4i4.1395

- Ural, E., & Başaran Uğur, A. R. (2018). The Metaphorical Perceptions of Pre-service Teachers about the Science Laboratory Concept. *Eğitimde Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 50-64.
URL1: <http://www.project2061.org/publications/sfaa/>
URL2: https://www.yok.gov.tr/HaberBelgeleri/Haber%20%C4%B0%C3%A7erisindeki%20Belgeler/Dosyalar/2019/yks_2019_sonuc_raporu.pdf
- Usher, E. L. & Pajares, F. (2009). Sources of self-efficacy in mathematics: A validation study. *Contemporary Educational Psychology*, 34, 89-101. doi:10.1016/j.cedpsych.2008.09.002
- Wai Yung, B. H., Zhu, Y., Wong, S. L., Cheng, M. V., & Lo, F. Y. (2011). Teachers' and students' conceptions of good science teaching. *International Journal of Science Education*. doi:10.1080/09500693.2011.629375
- Wang, X. (2013). Why students choose STEM majors: Motivation, high school learning, and postsecondary context of support. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1081-1121. doi: 10.3102/0002831213488622
- Webb-Williams, J. (2018). Science self-efficacy in the primary classroom: Using mixed methods to investigate sources of self-efficacy. *Research Science Education*, 48, 939-961. doi 10.1007/s11165-016-9592-0
- Wolf, S., J. & Fraser, B., J. (2008). Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, 38, 321-341. doi: 10.1007/s11165-007-9052-y
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (10. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Yıldız-Duban, N. & Gökçakan, N. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının fen öğretimi öz-yeterlik inançları ve fen öğretimine yönelik tutumları. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 267-280.
- Yılmaz, M. (2018). Deneye ilişkin öz-yeterlik ölçeği: Türkçe'ye uyarlama, geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(2), 475-486. doi:10.24106/kefdergi.389809

SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ DENEY ÖZ-YETERLİKLERİ VE DENEYE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ: BİR KARMA YÖNTEM ÇALIŞMASI

ÖZ

Araştırmanın amacı sınıf öğretmeni adaylarının deney yapma sürecini nasıl yönettiklerini anlamak ve açıklamaktır. Çalışmada karma araştırma modeli kullanılmıştır. Araştırmaya yön vermesi için tek gruplu ön test-son test desen (zayıf deneysel desen) ile başlanmış ve doküman incelenmesi, öğretmen adaylarının görüşlerinin yazılı alınması (soru formu) ve odak grup görüşmeleri sıralı olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan ölçme araçlarının çeşitliliğine göre katılımcı sayısı araştırmanın farklı aşamalarında değişiklik göstermiştir. Elde edilen bulgulara göre, laboratuvar uygulamaları katılımcıların deney öz-yeterliklerinin artmasında etkili olmuştur. Öğretmen adaylarının deney bilgisi, malzeme bilgisi, teorik bilgi eksikliği ve daha önce deney yapmama, deney planlama, uygulama, değerlendirme ve raporlama süreçlerinde zorluklar yaşadıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının deney raporlarına göre uygulama sürecini iyi şekilde yönetemedikleri, özenli, dikkatli ve düzenli şekilde gözlem yapmadıkları, standart ölçme araçları ve birimlerini kullanamadıkları, ölçümleri düzenli şekilde kayıt altına almadıkları, verilerini uygun ve etkili şekilde sunamadıkları belirlenmiştir. Katılımcılar, diğer kodlara göre deney tanımlarında yaşayarak öğrenmeyi vurgulamıştır. Ayrıca deneyler yapılırken bilimsel süreç becerileri kazandırılmaya çalışıldığından tanımlarda bilimsel süreç becerilerine de yer vermişlerdir. Öğretmen adaylarının eğitim fakültelerinde bizzat deney yaparak geçirecekleri olumlu tecrübeler onların öz-yeterlik algıları üzerinde en önemli katkıya neden olacaktır. Deney yapma konusunda öz-yeterliği yüksek, bu konuda tecrübe sahibi öğretmenlerin fen derslerinde deney yapmaları öğrenciler üzerinde de çok önemli kazanımlara neden olacaktır. Öğrencilerin kısa vadede bilimsel süreç becerilerini kazanmasında, bilim insanı gibi düşünebilmeyi öğrenmesinde, uzun vadede ise fen alanlarına yönelmesinde erken dönemde verilecek fen eğitimi oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Deney, öz-yeterlik, sınıf öğretmeni adayları

GİRİŞ

Çocukluk döneminde fen derslerinin temel amacının çocuklara bilim insanı gibi düşünmeyi ve davranmayı öğretmek olduğu, fen eğitimcisi birçok uzman tarafından kabul edilmektedir (URL-1). Türkiye’de uzun yıllar fen derslerinde çocuklara bilimsel olgu ve kavramları ezberlemeleri ve daha çok teorik bilgi ölçen test sınavlarında başarılı olmaları beklenmiştir. Uygulanan yöntemlerden dolayı fen derslerinin pek de eğlenceli olmaması nedeniyle, ileriki yıllarda öğrenciler zorunlu olmadıkça fen alanlarını tercih etmemektedirler (Jarrett, 2017). Üniversite eğitime yönelik talebin artmış olmasına rağmen (URL-2), yükseköğretim kurumlarında temel bilimler programı (fizik, kimya, biyoloji ve matematik) alanları ve bunlarla ilişkili programları tercih eden ve bu programlardan mezun olan öğrenci sayısının beklenenin oldukça altında olduğu (Broman & Simon, 2015; Shapiro & Sax, 2011; URL-2) ifade edilmektedir.

Öğrencilerin fen alanlarına yönelmelerinde etkili olan okul ile ilgili faktörler önem sırasına göre; fen dersi öğretim programı içeriği, derse karşı ilgi ve motivasyondur (Shirazi, 2017). Fen programına sosyo-bilimsel konuların eklenmesi öğrencilerin fene karşı olumlu yönde ilgilerinin artmasına neden olmuştur. Ancak bu durum öğrencilerin ileride fen alanlarına yönelmelerinde çok da etkili olmamıştır (Homer & Ryder, 2015). Öğrencilerin temel bilimler ve ilişkili olduğu programlara yönelmesinin güçlü yordayıcısının matematik ve fen bilimleri başarısı olduğu ifade edilmektedir (Wang, 2013). Öğrencilerin bu alanları zor olarak algılamaları bu alana yönelmeme sebeplerindedir (Barmby, Kind & Hones, 2008; Bennett & Hogarth, 2009; Christensen, Knezek & Tyler-Wood, 2015; DeWitt, Archer, & Moote, 2018; Shirazi, 2017; Tripney et al., 2010; Tytler & Osborne, 2012). Fen bilimlerinin zor olduğu algısı, öğrencilerin öz-yeterlik algıları ile yakından ilişkili olup, ancak öğrencilerin fen derslerinde yüksek başarı beklentileri varsa fen ile ilgili seçimler yapma olasılığı artmaktadır (Webb-Williams, 2018; Quinn & Lyons, 2011). Bir diğer dışsal faktör öğrencilerin fen deneyimi ve öğretmenlerin etkisidir. İleriki öğrenimlerinde fen derslerini seçen öğrenciler ile fen dersini seçmeyenler kıyaslandığında, dersi seçen öğrencilerin önceki okul döneminde fen derslerinde daha olumlu deneyimler yaşadıkları tespit edilmiştir (Shirazi, 2017). Gençlerin bilim algılarını etkileyen en önemli faktörlerden biri öğretme isteği yüksek ve nitelikli öğretmenlerdir (Bevins, Brodie & Thompson, 2008; Hattie, 2003; Rowe, 2003; Wai Yung, Zhu, Wong, Cheng & Lo, 2011). Öğretmenler derslerinde kullandıkları yöntem ve materyaller ile derslerini eğlenceli hale getirebilir ve böylece öğrencilerin derse sürekli ilgili olmalarını sağlayabilirler (Osborne & Collins, 2001). Benzer şekilde Maltese ve Tai (2010), öğrencilerin erken dönemde bilimle ilgilenmesini sağlamada konu içeriği bilgisinden daha çok öğrencilerin birbirleriyle etkileşime girebildikleri etkinliklerin daha önemli olduğunu ifade etmektedirler.

Okullarda verilen eğitimin niteliğini etkileyen faktörlerden biri de öğretmen öz-yeterliğidir. Öz-yeterlik, bireylerin davranışlarının oluşmasında etkili olan ve bireyin bir işi başarılı bir şekilde yapmak için kapasitesi ile ilgili kendisi hakkındaki yargısı olarak tanımlanmaktadır (Bandura, 1982). Bandura’ya göre öz-yeterliğin dört temel kaynağı vardır: Bireyin kendi yaşantıları, dolaylı yaşantılar, sözle ikna ve bireyin kendisi ile ilgili beklentisi (psikolojik durum). Öz-yeterlik kaynaklarından en etkilisinin bireylerin doğrudan kendi deneyimlerinden kazandığı bilgiler olduğu ifade edilmektedir (Usher & Pajares, 2009). Deneye ilişkin öz-yeterlik kavramı,

öğrencilerin fen bilimlerinde deney yapabilme inancı olup, öğrencilerin laboratuvarda zor şartlar altında dahi iyi düzenlenmiş bir deney yapabilme konusunda sahip oldukları inançlardır (Yılmaz, 2018). Bireyler deney yaparken bilimsel süreç becerilerini kullanmaları gerekir. O halde, öğretmen adaylarının deney öz-yeterlik inançları ile bilimsel süreç becerilerine ilişkin öz-yeterlik inançları arasında yakın bir ilişki olmalıdır. Fen deneyleri ile öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılarak, bilimsel yöntemi tanıyarak ve bilimsel süreç becerilerini kullanarak (gözlem yapma, ölçüm yapma, tahmin etme, verileri kaydetme, yorumlama, sonuç çıkarma vb.) bilgiyi yapılandırması sağlanabilir.

Öğretmen adaylarına yeterlik inancının kazandırılmasında öğretmenliğe hazırlık eğitimin içeriği ve nasıl yapılması gerektiği önemlidir. Öğretmenlik eğitimi sürecinde alan deneyimlerinin önemli olduğu, müfredat dışı etkinliklere yer verilmesinin gerektiği, daha çok deneyim sağlanmasının gerektiği ve başkalarından edinilecek deneyimler için uygun, güvenilir bir sınıf iklimi yaratmanın gerekli olduğu ifade edilmektedir (Cantrell, Young & Moore, 2003). Deneysel çalışmalar, öğretmenlik eğitiminde pek çok becerinin kazandırılması (problem çözme, yaratıcılık, iş birliği, karar verme, eleştirel ve bilimsel düşünme gibi) için oldukça uygundur. Öğretmenlik eğitiminde kazandırılması gereken becerilerden biri de bilimsel süreç becerileridir. Öğretmenler bilimsel süreç becerilerini kazanamamış ise öğrencilerine de bu becerileri kazandırması güçleşecektir. Öğretmenlik mesleği ile ilgili bilgi, beceri, tutum ve davranışların kazandırılmasında önemli rol alan kurumların başında eğitim fakülteleri gelmektedir. Eğitim fakültelerinde bizzat yaparak-yaşayarak bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması, öğretmen adaylarının öz-yeterliklerini de olumlu yönde etkileyecektir. Sınıf öğretmeni adaylarının geleceğin öğretmeni olmaları, erken dönemde fen derslerini yürütecek olmaları araştırmancının çalışma grubu olarak seçilmelerine sebep olmuştur. Sınıf öğretmeni adaylarının ileride öğrencilere bilimsel süreç becerilerini kazandırabilmeleri ancak onların bu süreci nasıl anladıkları, yorumladıkları, deney yapmaya nasıl baktıklarının anlaşılması ile mümkün olabilecektir. Öğretmen adaylarının deney hakkındaki bilgilerinin ve öz-yeterliklerinin, varsa önyargılarının belirlenmesi, deney yapmaya olan bakış açılarının ortaya çıkarılması gelecekte derslerinde bu tür etkinliklere yer verip vermeyeceğinin önemli yordayıcısı olduğu düşünülmektedir. Bu bakımdan öğretmen adaylarının deney yapma öz-yeterlik algıları, deney tasarlama ve yapma bilgilerinin tespiti, deney hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada elde edilen bulgular ile öğretmenlerin neden deney yöntemini tercih etmedikleri ve bu düşüncelerinin nasıl değiştirilebileceği konusunda fikir vermesi bakımından önemlidir.

Bireylerin deney yapma becerisi onların deneye ilişkin öz-yeterliklerine, bilimsel süreç becerilerine sahip olmalarına ve bunları kullanma becerilerine bağlıdır. Araştırmancının amacı sınıf öğretmeni adaylarının deney yapma sürecini nasıl yönettiklerini anlamak ve açıklamaktır. Böylece sınıf öğretmeni adaylarının deney yapma ve bilimsel yöntemle bakış açıları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Araştırmancının amacına bağlı olarak aşağıdaki sorulara yanıtlar aranmıştır?

1. Laboratuvar uygulamalarının sınıf öğretmeni adaylarının deney öz-yeterliliğine etkisi nedir?

2. Sınıf öğretmeni adaylarının deney planlama, uygulama ve değerlendirme konularında bilgi düzeyleri nasıldır?
3. Sınıf öğretmeni adayları deney ve deney sürecini nasıl algılamaktadır?

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Çalışmada açılımlı sıralı karma araştırma modeli (nicel ve nitel araştırma tekniklerinin tek bir çalışmada birleştirildiği) kullanılmıştır (Teddle & Tashakkori, 2015). Nicel yöntem olarak, laboratuvar deneyimlerinin sınıf öğretmeni adaylarının deneysel öz-yeterliği üzerinde bir etkisi olup olmadığını (hipotez) test etmek için zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmada nicel yaklaşımla ulaşılamayacak verilere ulaşmaya çalışıldığından ve aralarında nedensel bağlantı olduğu varsayılan olayları açıklamaya çalışan nitel yaklaşımın baskın olduğu karma araştırma modeli tercih edilmiştir. Nitel yöntem olarak, öğretmen adaylarının laboratuvar deneyimlerinin yakından, derinlemesine ve detaylı incelemesini içeren bütüncül tek durum deseni kullanılmıştır. Araştırmaya yön vermesi için tek gruplu ön-test/son-test desen (zayıf deneysel desen) ile başlanmış ve doküman incelemesi, öğretmen adaylarının görüşlerinin yazılı alınması (soru formu) ve odak grup görüşmeleri sıralı olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, deneysel öz-yeterlik ölçeği, belgeler (deneysel raporlar ve yapılandırılmış görüş formları) ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile veri toplamak için birden fazla yöntem kullanılmasını içeren metodolojik çeşitlendirme (triangulation) sağlanmıştır. Veri toplamak için birden fazla yöntem kullanılması sonuçların güvenilirliğini ve geçerliliğini arttırmıştır (Denzin, 2006).

Veri Toplama Araçları

Nicel ve nitel verilerin toplanmasında kullanılan veri toplama araçları aşağıda sunulmuştur.

(1) *Deneye Yönelik Öz-yeterlik Ölçeği*: Orijinali (Damerou, 2013) Almanca olan "Deneye İlişkin Öz-yeterlik Ölçeği" Yılmaz (2018) tarafından Türkçe'ye uyarlanmıştır. Ölçek, planlama, uygulama ve değerlendirme alt boyutlarına sahip toplam 18 maddeden oluşmaktadır. Uyarlanan öz-yeterlik ölçeğinin öğretmen adaylarına uygun olduğu ifade edilmiştir. Ölçeğin yapısal geçerliliğini kontrol etmek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi (DFA) kullanılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi sonuçları: $X^2/df=195.181/132=1.479$; $RMSEA=0.083$, $CFI=0.945$; $TLI=0.936$, $WRMR=0.881$. Deney Öz-yeterlik Ölçeği uyum değerlerinin standart uyum iyiliği ölçülerine göre (Schermelleh-Engel, Moosbrugger, & Müller, 2003) kabul edilebilir değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Standardize edilmiş korelasyon değerleri istatistiksel olarak anlamlı olup ($p<.01$); planlama ve uygulama faktörleri arasında korelasyon değerleri .838, planlama ve değerlendirme faktörleri arasında .806, uygulama ve değerlendirme faktörleri arasında .751 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca Deney Öz-yeterlik Ölçeği verilerinin güvenilirliğini test etmek amacıyla Cronbach Alpha iç tutarlık katsayısı hesaplanmıştır. Test puanlarının güvenilirlik katsayıları verilerin güvenilirliğinin iyi olduğunu göstermektedir (Cronbach Alpha ön-test=.88; son-test=.83). Bu verilere göre deney öz-yeterlik ölçeğinin yapısal geçerliliği sağladığı tespit edilmiştir.

(2) *Deney Raporları:* Öğretmen adayları tarafından tasarlanan deneye ilişkin deney raporları ikinci veri toplama aracını oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının deney planlama, uygulama ve değerlendirme süreçlerine ilişkin bilgi ve becerileri hazırladıkları deney raporları ile belirlenmeye çalışılmıştır. Deney raporları ile ilgili hazır bir format uygulanmamış, deneylerde olduğu gibi deney raporları da katılımcılar tarafından özgün hazırlanmıştır.

(3) *Yapılandırılmış Görüş Formu:* Öğretmen adaylarının deneyimlerinden yola çıkarak onların deney yapma ve bilimsel süreç becerilerine yönelik görüş ve önerilerini belirlemek amacıyla sekiz sorudan oluşan soru formu hazırlanmıştır. Araştırma sorularının kapsam geçerliği için iki alan uzmanı ve bir ölçme-değerlendirme uzmanının görüşüne başvurulmuştur. Başlangıçta taslak form dokuz sorudan oluşmaktadır. Uzmanların iki sorunun içerik bakımından çok benzer olduğu yönündeki önerileri doğrultusunda, bir soru taslak formdan çıkarılmıştır.

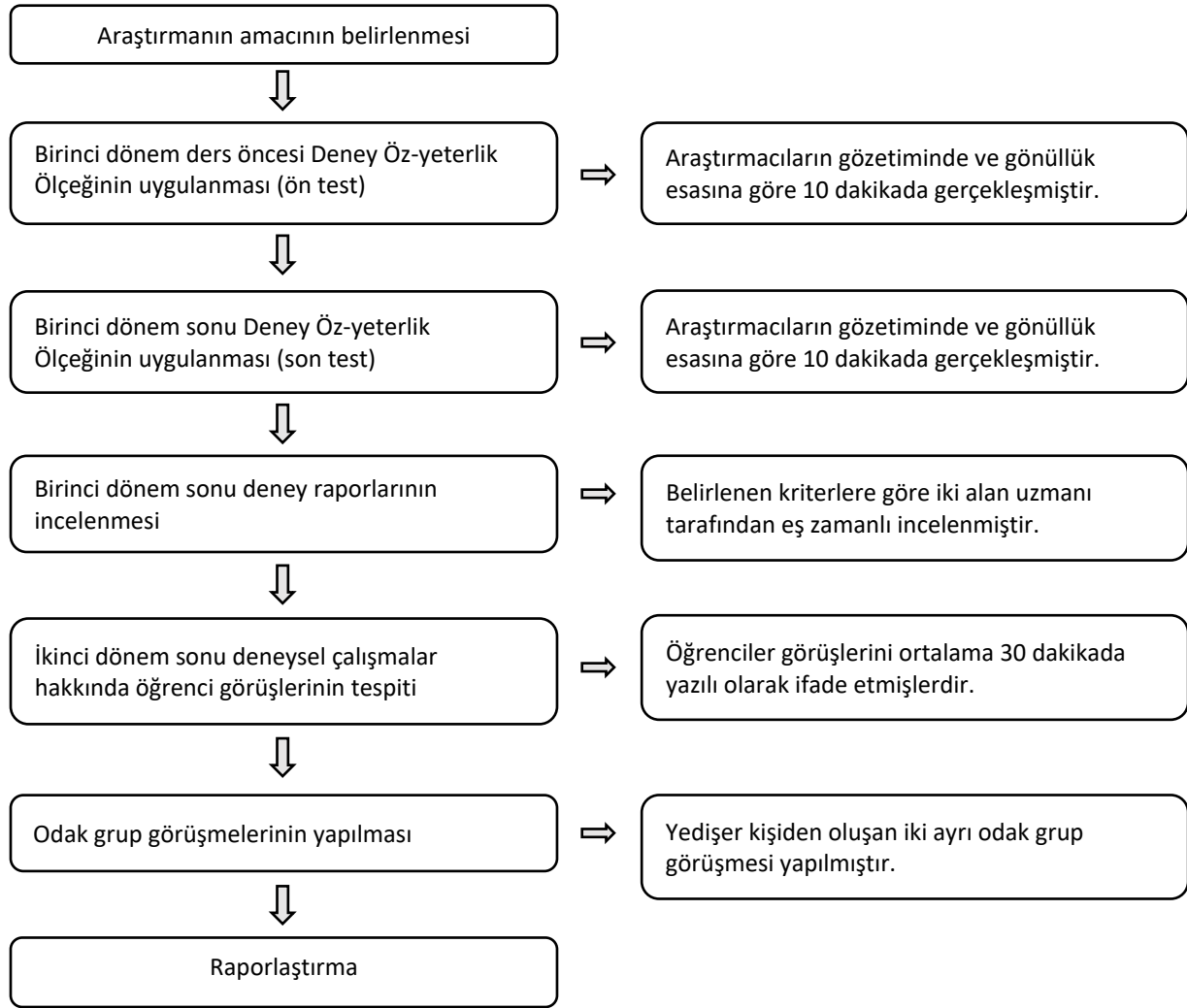
(4) *Yarı-yapılandırılmış Görüşme Formu:* Öğretmen adaylarının laboratuvar derslerinde yürütülen deneysel çalışmalar ve bilimsel süreç becerileri hakkında düşünce ve hissettiklerini belirlemeye yönelik yedi sorudan oluşan yarı yapılandırılmış bir görüşme formu hazırlanmıştır. Hazırlanan soruların geçerliği için yine iki alan uzmanı ve bir ölçme değerlendirme uzmanının görüşü alınmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, Güney Doğu Anadolu Bölgesindeki bir devlet üniversitesinde sınıf öğretmenliği programında ikinci sınıftaki 44 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmada kullanılan ölçme araçlarının çeşitliliğine göre katılımcı sayısı araştırmanın farklı aşamalarında değişiklik göstermiştir: Deney Öz-yeterlik Ölçeği ve deney raporları için 44 öğretmen adayının, görüş formu için 34 gönüllü öğretmen adayının ve odak grup görüşmesi için 14 öğretmen adayının görüşleri alınmıştır. Odak grup görüşmelerine katılacak bireylerin seçiminde amaçlı örnekleme yöntemlerinden aykırı veya aşırı durum örnekleme (deney raporları ve sınıf içinde yapılan gözlemlere göre en iyi rapor hazırlayan ve hazırlayamayan öğretmen adaylarının sayıları eşit olacak şekilde) yoluna gidilmiştir.

Veri Toplama Süreci

Araştırmanın veri toplama süreci aşağıdaki şekil üzerinde kısaca gösterilmiştir.



Şekil 1. Araştırmanın Veri Toplama Süreci

Dönem başında öğretmen adaylarının deney öz-yeterliklerini ölçmek amacıyla ölçek uygulanmıştır. Laboratuvar uygulamalarında öğretmen adayları 4-5 kişilik gruplara ayrılmış, öğretim üyesi ve asistanlar eşliğinde deney foyünde yer alan deneyler öğretmen adaylarıyla birlikte yapılmıştır. Öğretmen adaylarının bağımsız olarak deney tasarlayıp tasarlayamayacağını test etmek amacıyla birinci dönemin son iki haftasında öğretmen adaylarıyla tohumun çimlenmesine etki eden faktörleri belirlemeye yönelik bir deney tasarımları, deney için gerekli malzemeleri temin etmeleri, uygulamaları, gözlem sonuçlarını not etmeleri, sonuçlarını değerlendirmeleri ve süreci raporlaştırmaları istenmiştir. Deney yapmaları için 15 günlük bir süre verilmiş ve bu süre sonunda deney raporlarını dersin öğretim üyesine teslim etmeleri istenmiştir. Deney raporları incelenmiş, üzerinde eksikler ve hatalar belirtildikten sonra, raporlar öğretmen adaylarına incelemeleri için teslim edilmiştir. Birinci dönem sonunda, dönem başlangıcına göre öğretmen adaylarının deney öz-yeterlik düzeylerinde değişiklik olup olmadığını test etmek amacıyla tekrar deney öz-yeterlik ölçeği son-test olarak uygulanmıştır. İkinci dönem ise deneyler sorgulama temelli işlenmiştir: Öğretmen adaylarına temel problem cümlesi verilmiş, verilen problem cümlesini bir bilim insanı gibi bilimsel süreç becerilerini kullanarak çözmeleri

istenmiştir. Problem cümlesi ve süreç öğretim görevlisi tarafından yapılandırılmış, daha sonra sorular sorularak öğretmen adaylarının problemi nasıl çözebileceğine rehberlik edilmiştir. Son aşamada ise öğretmen adayları verilen durumlara göre problemin çözümüne karar vermişler ve problemi çözmeye çalışmışlardır. İkinci dönemin sonunda öğretmen adaylarına deney hakkında görüşlerini yazmaları için görüş formu uygulanmış ve uygulama süresi ortalama 30 dakika sürmüştür. Son olarak yedişer kişilik iki odak grup görüşmesi gerçekleştirilmiştir. Birinci odak grup görüşmesi 1 saat 22 dakika, ikinci odak görüşmesi 56 dakika sürmüştür.

Verilerin Analizi

(1) *Deneye Yönelik Öz-yeterlik Ölçeği*; verilerin analizinde kullanılacak karşılaştırma testlerine karar verebilmek için normallik testi sonuçlarına bakılmıştır. Normallik testi sonuçları: Ön-test puanları Skewness değeri $-.247$ (z değeri $=.67$), Kurtosis değeri $.859$ (z değeri $=1.19$) ve Shapiro-Wilk değeri $p=.51$, son-test puanlarının Skewness değeri $-.492$ (z değeri $=-1.33$), Kurtosis değeri 1.002 (z değeri $=1.38$) ve Shapiro-Wilk değeri $p=.08$). Skewness ve Kurtosis z değerleri -1.96 ile $+1.96$ aralığında bir değer alırsa ve Shapiro-Wilk testi p değeri $.05$ 'in üzerindeyse, puanların yaklaşık olarak normal olarak dağıldığını gösterir (Razali & Wah, 2011). Bu sonuçlar, ön-test ve son-test puanlarının normal dağılım gösterdiği ve parametrik testlerden bağımlı gruplar t-testi için varsayımın karşılandığını göstermektedir. Parametrik testlerin kullanılabilmesi için normallik varsayımı sağlandığından karşılaştırmalar için bağımlı gruplar t-testi kullanılmıştır (Cramer & Howitt, 2004).

(2) *Deney Raporları*; analizinde betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Deney raporlarının incelenmesinde Deney Öz-yeterlik ölçeğinin alt boyutları ana tema (planlama, uygulama ve değerlendirme) olarak kullanılmış ve kod listesi bu doğrultuda belirlenmiştir. Planlama teması; problem cümlesini açıkça ifade edebilme, deneyin amacını ifade edebilme, değişkenleri belirleyebilme, deney düzeneği tasarlayabilme ve hipotez oluşturma kategorilerine göre değerlendirilmiştir. Uygulama teması; deney geliştirme, deney gözlemlerini yazma ve deney gözlemlerini açıklama kategorilerine göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme teması; ölçüm verilerini değerlendirme, deney sonuçlarını değerlendirme, deneyde olası hataları saptama ve deney sonuçlarını tablo/grafik vs. ile sunma kategorilerine göre değerlendirilmiştir. İfade edilen temalara göre deney raporları iki öğretim üyesi tarafından fikir birliğine varılarak, eş zamanlı olarak incelenmiş sonuçlar excel dosyasına kaydedilmiştir. Her bir tema içinde yer alan kategoriler yok-(0), yetersiz-(1), geliştirilmeli-(2), iyi-(3) şeklinde kodlanmış ve her bir kategori için frekansları hesaplanarak veriler sayısallaştırılmaya çalışılmıştır.

(3) *Yapılandırılmış Görüş Formu*; analizinde, (1) araştırmanın betimsel analizi için kavramsal çerçevesinin belirlenmesi (2) kavramsal çerçeveye göre verilerin düzenlenmesi (3) verilerin anlaşılabilirliği ve anlamlı, mantıklı şekilde tanımlanması (4) bulguların açıklanması, ilişkilendirilmesi ve anlamlandırılması aşamaları izlenmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2016). Katılımcıların açık uçlu sorulara verdikleri görüşleri yansıtmak amacıyla zaman zaman doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

(4) *Odak Grup Görüşmesi*; analizinde, (1) kayıtların analiz yapılmak üzere Word belgesinde yazıya dökülmesi, (2) içerik analizi: (a) kodlama; verileri anlamlı bölümlere ayırma, kavramlaştırma ve ilişkilendirme (b) tema

oluşturma; elde edilen kodların (kavramların) belirli temalar altında sınıflandırılması (c) kodların ve temaların düzenlenmesi (d) temaların araştırma soruları altında organize edilmesi (e) bulgulara ulaşılması ve yorumlama (Yıldırım & Şimşek, 2016) aşamaları izlenmiştir. Odak grup görüşmelerinden elde edilen verilerin içerik analizi iki farklı alan uzmanı tarafından Miles-Huberman modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada aynı verilerin sistematik bir düzenlemesi iki farklı alan uzmanı tarafından farklı zamanlarda gerçekleştirilmiştir. Verilerin azaltımı ve düzenlenmesi süreci analiz boyunca devam etmiştir. İki araştırmacı tarafından yapılan analizler daha sonra bir araya getirilerek, kodlar, kategoriler, temalar kontrol edildikten sonra kodlanan veri setinin güvenilirliği hesaplanmıştır. Kodlayıcılar arasındaki görüş birlikleri ve ayrılıkları dikkate alınarak Miles ve Huberman (1994)'ın [Güvenirlik = Görüş birliği / (Görüş birliği + Görüş ayrılığı)] formülü aracılığıyla araştırmanın güvenilirliği $91 / (91+11)=0.89$ olarak hesaplanmıştır. Kodlayıcıların %90'a yakın veya üzerinde bir uyumluluk yüzdesine sahip olması güvenilirliğin sağlandığı anlamına gelmektedir (Miles & Huberman, 1994).

BULGULAR

1. Laboratuvar Uygulamalarının Sınıf Öğretmeni Adaylarının Deney Öz-yeterliliğine Etkisine Ait Bulgular

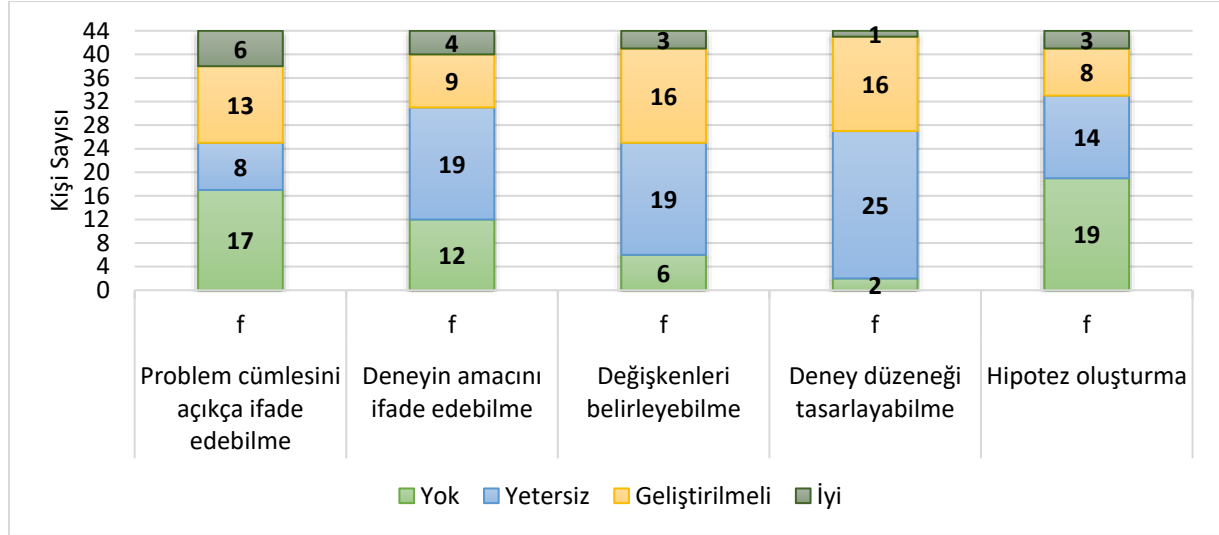
Tablo 1. Ön-Test İle Son-Test Puanlarının Bağımlı Gruplar t-Testi Sonuçları

		N	\bar{X}	Sd	S.E	t	df	p
Öz-yeterlik Ölçeği	Ön-test	44	3.17	.44	.07	47.26	43	.00
	Son-test		3.82	.44	.07	55.04		
Planlama	Ön-test	44	3.12	.46	.07	44.94	43	.00
	Son-test		3.79	.55	.09	44.23		
Uygulama	Ön-test	44	3.21	.59	.09	35.88	43	.00
	Son-test		3.86	.58	.09	42.93		
Değerlendirme	Ön-test	44	3.19	.51	.09	40.80	43	.00
	Son-test		3.80	.43	.07	56.37		

Tablo 1 incelendiğinde, öğretmen adaylarının deney öz-yeterlik düzeylerinin birinci dönem laboratuvar dersleri öncesinde orta düzeyde olduğu ($\bar{X}=3.17$) ve birinci dönem laboratuvar derslerinden sonra yüksek düzeyde olduğu ($\bar{X}=3.82$) görülmektedir [1.00–1.80 = çok düşük / 1.81–2.60 = düşük / 2.61–3.40 = orta / 3.41–4.20 = yüksek / 4.21–5.00 = çok yüksek]. Laboratuvar uygulamaları öğretmen adaylarının deney öz-yeterliklerini olumlu yönde etkilemiş ve artmasına katkı sağlamıştır. Öğretmen adaylarının ön-test ile son-test deney öz-yeterlik puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu ($p=.00$) ve son-test puanlarının ortalamasının ön-test puanlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifade ile laboratuvar uygulamaları öğretmen adaylarının deney öz-yeterliliğini anlamlı şekilde artırdığı belirlenmiştir. Benzer şekilde uygulama öncesinde deney planlama, uygulama ve değerlendirme öz-yeterlik düzeylerinin orta düzeyden ($\bar{X}_{\text{planlama}}=3.12$, $\bar{X}_{\text{uygulama}}=3.21$, $\bar{X}_{\text{değerlendirme}}=3.19$) uygulama sonrasında yüksek düzeye ($\bar{X}_{\text{planlama}}=3.79$, $\bar{X}_{\text{uygulama}}=3.86$, $\bar{X}_{\text{değerlendirme}}=3.80$) çıktığı tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının ön-test deney planlama, uygulama ve değerlendirme öz-yeterlik puanları ile son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu ve bu farklılıkların tüm boyutlarda son-test lehine anlamlı şekilde arttığı tespit edilmiştir ($p=.00$) (Tablo 1).

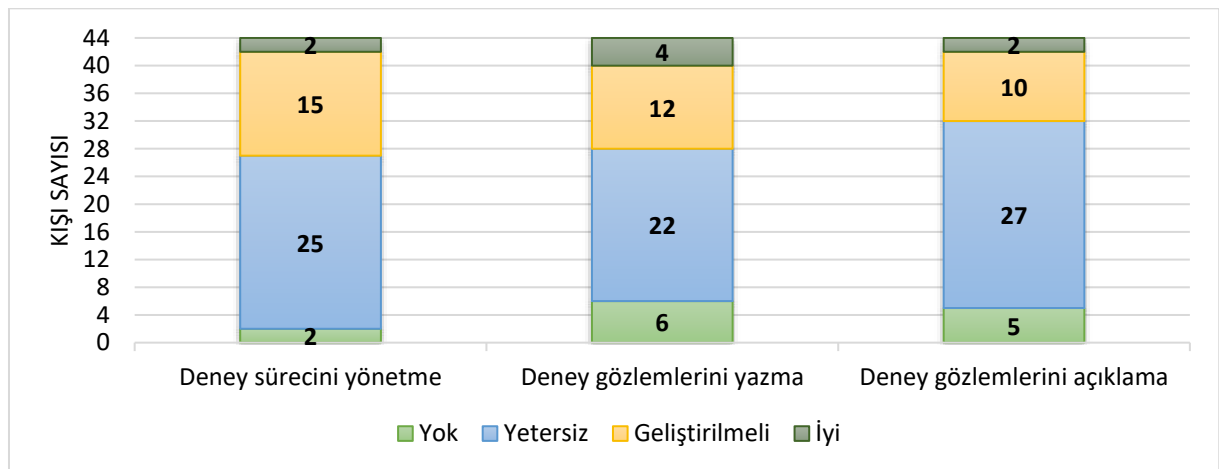
2. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Deney Planlama, Uygulama ve Değerlendirme Konularında Bilgi Düzeylerine Ait Bulgular (Deney Raporları)

Öğretmen adaylarının tasarladıkları deney raporlarının deney planlama, uygulama ve değerlendirme süreçlerine göre değerlendirme sonuçları aşağıdaki grafiklerde sunulmuştur.



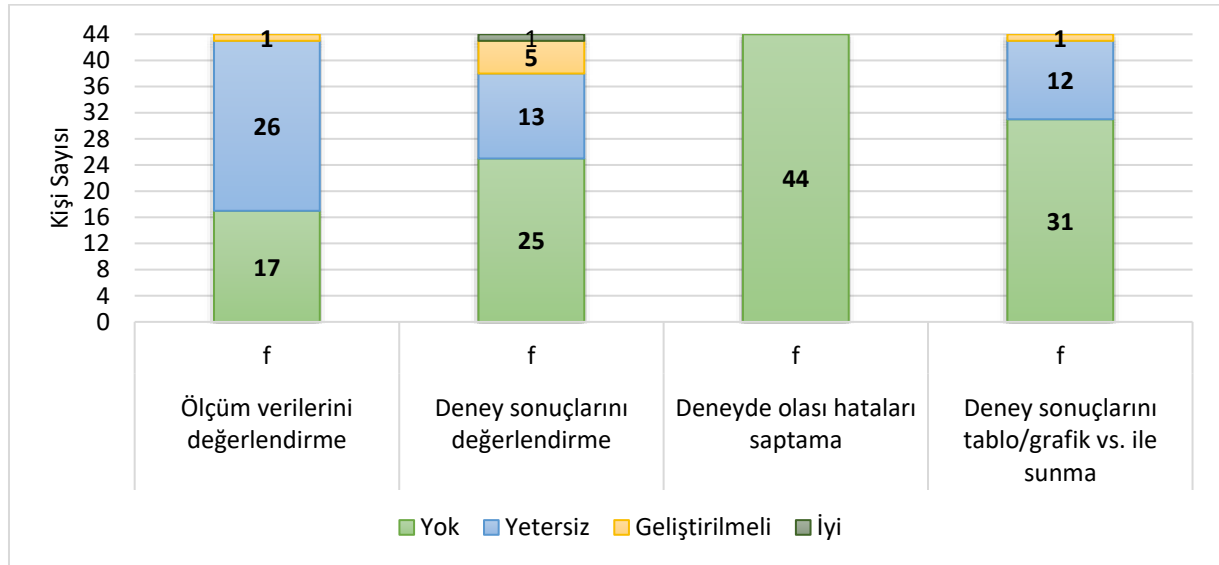
Grafik 1. Deney Raporlarının Deney Planlama Sürecine Göre Değerlendirilmesi (N=44)

Grafik 1 incelendiğinde, öğretmen adaylarının önemli bir kısmının deney raporlarında, problem cümlelerini açıkça ifade etmedikleri ve hipotez ifadelerine yer vermedikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının deneyin amacını iyi şekilde yazamadıkları ve değişkenleri (bağımlı ve bağımsız) belirleyemedikleri ve deneyin yapılabilmesi için deney düzeneği tasarlama konusunda yeterli olmadıkları tespit edilmiştir. Sınırlı sayıda deney raporunda problem cümlesinin, deneyin amacının ifade edildiği, değişkenlerin belirlenebildiği belirlenmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının deney planlama sürecinde gerekli olan bilimsel süreç basamakları hakkında sıkıntılar yaşadıklarını göstermektedir.



Grafik 2. Deney Raporlarının Deney Uygulama Sürecine Göre Değerlendirilmesi (N=44)

Öğretmen adaylarının deney sürecini iyi şekilde yönetemedikleri (düzenli bir şekilde değişkenleri takip etme, özenli çalışma, dikkatli olma, olası hataları tespit etme gibi), düzenli şekilde gözlem yapmadıkları (ölçümler için standart ölçme araçları kullanma, ölçümleri düzenli aralıklarla yapma, ölçüm sonuçlarını kayıt altına alma, tekrarlı ölçümler yapma gibi) ve elde ettikleri gözlem sonuçlarını veya ölçümlerini açıklamadıkları belirlenmiştir (Grafik 2).



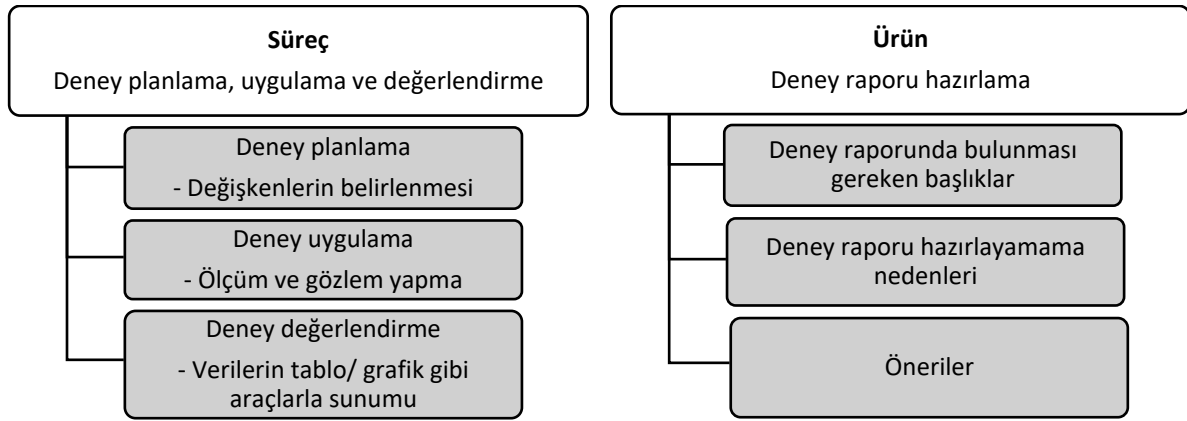
Grafik 3. Deney Raporlarının Deney Değerlendirme Sürecine Göre Değerlendirilmesi (N=44)

Grafik 3 incelendiğinde, değerlendirme sürecinde öğretmen adaylarının deney verilerini tablo/grafik şeklinde doğru şekilde sunmadıkları görülmektedir. Verilerin tablo/grafik şeklinde sunan öğretmen adaylarının raporlarında (grafik sayısı oldukça az) tablo/grafik başlığı olmadığı, tablolarında satır ve sütun başlıklarının kullanılmadığı, ölçüm birimlerinin yazılmadığı, tablo/grafik yapmak için bilgisayar gibi teknolojilerden yararlanmadıkları tespit edilmiştir. Deney raporlarında ölçüm sonuçlarını yorumlayıp bir sonuca ulaşan öğretmen adaylarının sayısı da oldukça azdır. Öğretmen adaylarının tamamı deney sonuçlarının hatalı olabileceği, deney sırasında yapılan bazı hataların nelerden kaynaklanabileceği konusunda fikir beyan etmedikleri tespit edilmiştir.

3. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Deney ve Deney Süreci Algılarına Ait Bulgular

a. Yapılandırılmış Görüş Formundan Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adaylarının deney raporlarında belirlenen eksikler veya hataların nedenlerini tespit etmek amacıyla uygulanan görüş formundan elde edilen verilere ait oluşturulan temalar ve temalara ilişkin betimlemeler, diğer bir ifade ile görüş formu sonuçlarının betimsel çerçevesi aşağıda sunulmuştur.



Şekil 2. Görüş Formu Sonuçlarının Betimsel Çerçevesi

Deneyin planlaması sürecinde katılımcıların en fazla deneyde kullanılacak malzemeler konusunda zorlandıkları belirlenmiştir. Katılımcılar, özellikle laboratuvarında deney malzemelerini bulmakta (11 kişi), malzemeler hakkında bilgi sahibi olmadıkları için deney için gerekli malzemeleri belirlemede (3 kişi) zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

K-22: *Deneyi yapmadan önce laboratuvardaki eşyaları ve yerlerini kontrol etmediğimiz için deneyi yaptığımız gün eşyaların yerini bulmada zorlanıyoruz.*

Değişkenleri belirleme (3 kişi), uygun yöntemi seçme (3 kişi), hipotez kurma (2 kişi), amaç belirleme (2 kişi) zorlanılan diğer konulardır. Katılımcılar bu süreçte zorluklar yaşamalarının sebeplerini; hazırlık yapmamak (4 kişi), konu hakkında bilgi sahibi olmamak (4 kişi), daha önce deney tasarlamamış olmak (3 kişi) ve kedinin güvensizlik (2 kişi) olarak ifade edilmiştir. Katılımcıların bir kısmı ise deney tasarlama sürecinde zorlanmadıklarını ifade etmiştir (7 kişi).

K-5: *Deney tasarlama sürecinde zorluk çekmiyorum. Malzemeleri kolaylıkla bulabiliyorum. Bulmakta zorlandığım malzemeleri laboratuvar ortamında temin edebiliyorum. Deneyin amacına uygun yöntemi kitaptan, internetten ve kendi bulduğum çözüm yollarıyla halletmeye çalışıyorum.*

Katılımcılar deney tasarlarken değişkenleri belirleyememe sebebi olarak; yeterli bilgiye sahip olamamak ve anlamamak olduğunu ifade etmişlerdir.

K-10: *Daha önce sadece tek bir değişkenle yaptığımız deneyin doğru olduğunu sanıyorduk ki bu zamana kadar okul hayatımda fasulye deneyinden başka deney yapmadım, onu da eksik öğrenmişim zaten. Laboratuvara az da olsa girdik ama deney yapmazdık. Öğretmenimiz sadece sistemler, organlar vb. konuları anlatacağı zamanlarda götürürdü. Belki de eksiksiz bir deneyin birden çok değişkenle deney ve kontrol grubu olarak hazırlamamız gerektiğini öğrenmediğimizdendir.*

Katılımcılar uygulama sürecinde deneyle ilgili ölçüm ve gözlemleri yaparken yaşadıkları zorlukları, grafik ve tablo yapma (4 kişi), sonuçları ifade etme (3 kişi), ölçme araçlarını kullanma (4 kişi), ölçüm birimleri (4 kişi) ve deney için gerekli süre (2 kişi) olarak ifade etmişlerdir.

K-32: *Deney ve gözlem sonuçlarını yazarken belirli bir tablo, düzen oluşturmadan gelişigüzel yazıyorum. Tam olarak deneye uygun bir tablo çizmeyi beceremiyorum.*

Deneyle ilgili ölçüm ve gözlemler esnasında yaşanan zorlukların sebepleri ise, sonuçların hatalı çıkması (2 kişi), yeterince deneme yapmamak (3 kişi), ölçümleri hatalı veya eksik yapmak (7 kişi), ölçüm birimleri kullanmamak (2 kişi), ölçme araçlarını kullanmayı bilmemek (4 kişi), kendine güvenmemek (5 kişi), dikkatli olmamak (6 kişi), ölçüm ve gözlemleri zamanında (deney esnasına) kayıt altına almamak (2 kişi) ve yeterince tecrübe sahibi olmamak (1 kişi) olarak ifade edilmiştir. Katılımcılardan 4 kişi ise bu süreçte bir zorluk yaşamadığını ifade etmiştir.

K-11: *Yaptığımız ölçümleri de deneyi yaparken de tek bir denemeye bağlı kalıyoruz ve bu yüzden ölçümler hatalı çıkabiliyor.*

K-33: *Bazen deneyleri birden çok defa deneme yapınca ve bu denemeler birbirini tutmayınca raporda yazarken kafam karışabiliyor.*

K-25: *Gözlem ve ölçümleri yazarken kg, l, m gibi birimleri yazmayı unutmam daha sonra karışıklığa sebep oluyor. Deneyde bazı şeyleri gözden kaçırıp not almayınca olumsuz sonuçlar elde ediyoruz. Deney yanlış ve eksik oluyor.*

K-19: *Deneyle ilgili gözlem ve ölçümlerini yazarken "acaba doğru veriler tespit edebildim mi?" düşüncesi işimi zorlaştırıyor.*

Katılımcıların değerlendirme sürecinde verileri değerlendirme ve sonuca ulaşmada yaşadıkları zorluklar; sonuçları uygun şekilde ifade edilmesinde (tablo/grafik oluşturma) (18 kişi), sebep-sonuç ilişkisi kurmada (6 kişi) zorluklar yaşamaktadırlar. Yaşanılan zorlukların sebepleri ise, ölçümde hata yapılması (11 kişi), ölçüm sonuçlarının diğer gruplardan farklı olması (6 kişi), tekrarlı deneyler yapıldığında sonuçların birbirinden farklı çıkması (10 kişi), konu ile ilgili teorik bilgi eksikliği (6 kişi), verilerin nasıl değerlendirileceğinin bilinmemesi (6 kişi), deneyin planlanan şekilde yapılamaması (5 kişi) verilerin nasıl sunulacağına bilinmemesi (1 kişi), sonuçlardan emin olamama (1 kişi), sonuçların nasıl ifade edileceğinin bilinmemesi (2 kişi) olarak ifade edilmiştir.

Katılımcılardan 8 kişi deney sonuçlarını sunmada genellikle tablo kullandığını ancak çok fazla grafik kullanmadığını ifade etmiştir. Ara-sıra kullandığını ifade eden katılımcı sayısı beş kişidir.

K-20: *Tablo da grafik de tüm deneyi bize özetlemeye yetiyor.*

Katılımcılardan deney sonuçlarını sunarken tablo ve grafik kullanmayanlar bu durumun sebebi olarak; yeterli bilgisi olmadığını (8 kişi), tablo ve grafik yaparken zorlandığını (13 kişi), rapor yazarken unuttuğunu (1 kişi), hata yapmaktan korktuğunu (2 kişi), verileri sözel olarak ifade ettiği için gerek görmediğini (2 kişi) ve alışkın olmadığını (3 kişi) ifade etmiştir.

Katılımcıların büyük bir çoğunluğu bir deney raporunda deneyin adı (33 kişi), deneyin amacı (30 kişi), kullanılan malzemeler (32 kişi), yapılışı (34 kişi) ve deneyin sonucunun (34 kişi) bulunması gerektiğini ifade etmiştir. Bilimsel süreç becerileri ile kazandırılması gereken hipotez (11 kişi), gözlem (8 kişi) bulgular (16 kişi), problem

cümlesi (4 kişi), tahminler (5 kişi) ve yorum/tartışma/öneri (2 kişi) ifadelerine bazı katılımcılar yer vermiştir. Ayrıca iki öğrenci kaynakça olması gerektiğini ifade etmiştir. Kaynakça yazan sadece iki katılımcı bilimsel etik konusunda hassas davranmışlardır. Bu durum öğretmen adaylarının bilimsel etik konusunda da eksikleri olduğu şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca deney raporunda şekil yönünden kapak (2 kişi), tarih (1 kişi), deneyi yapan kişilerin isimleri (1 kişi) ve eğitmenin ismi (1 kişi) olması gerektiği ifade edenler oldukça azdır.

Katılımcıların deney raporu hazırlarken zorlandıkları konular ise; tablo ve grafik yapımı (8 kişi), deneyin amacını yazmak (2 kişi), deney sonucunu yazmak (4 kişi), deneyin yapılışını yazma (5 kişi), kendimi ifade etme (5 kişi) ve önyargıdır (1 kişi).

K-14: *Bilimsel bir dil kullanmada ve rapor yazarken kullanmam gereken uygun kelimeleri seçmede zorlanıyorum.*

K-21: *Öncelikle bir deney raporu hazırlarken eksiklerimin mutlaka çıkacağını veya bir yerde hata yaptığımı düşünüyorum.*

Katılımcıların deney raporu hazırlayamama nedenlerinin en önemli sebebi bilgi eksikliği ve tecrübesizliktir (23 kişi).

K-27: *Raporun nasıl yazılması gerektiği hakkında yeterli bilgi sahibi değilim ve herhangi bir araştırma yapmadan eksik bilgilere göre rapor yazmaya kalkıyoruz ve raporları yazarken gerçekten kurallara uyup uymadığımıza bakmıyoruz bile. Çok şey yazıp sayfayı doldurmak istiyoruz. Fakat yazdığımız şeylerin doğruluğuna, üslubuna ve yazı güzelliğine dikkat etmiyoruz.*

K-20: *Benim görüşüme göre doğru bir rapor hazırlayamamışımızın sebebi, daha önce hiç rapor hazırlamamızdır. Raporu ilk defa bu ders için hazırladım. İlk defa hazırladığım için çok zorlandım ve doğru, eksiksiz bir rapor hazırlayamadım.*

K-15: *Eğitim hayatım boyunca hiç deney raporu hazırlamadım.*

Katılımcıların deney raporu hazırlama konusunda yaşadıkları tecrübenin önemli olduğunu, deney yaptıkça ve rapor hazırladıkça öğrencilerin özgüveninin arttığını gösteren örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur.

K-11: *Deney nasıl yapılacağını öğrendim artık zorlanmıyorum.*

K-20: *Deney raporu yazdıkça bu eksiklik gittikçe azaldı. Rapor yazmanın faydasını gördüm.*

K-5: *Dönemin başında olsa kendimi eksik görürdüm ama şu an rapor hazırlarken kendimi eksik görmüyorum.*

K-1: *Deneyden verimli sonuç alıp aktif olarak deneyde görev yapınca rapor yazmada hiç sıkıntı olmuyor.*

Ayrıca katılımcılar deney raporu hazırlayamama nedenleri olarak özensizlik/önemsememek (11 kişi), dikkatsizlik (7 kişi), yapılan deney hakkında yeterli teorik bilgiye sahip olmama (4 kişi) olarak ifade etmişlerdir.

Katılımcıların deney yapma sürecinde başarılı olabilmesi için önerileri şu şekildedir; konu hakkında teorik bilgiye sahip olunmalı (15 kişi), deney sırasında ölçümleri ve gözlemleri not edilmeli (13 kişi), rapor yazımında dikkatli ve özenli olunmalı (11 kişi), öğretmenlerin öğrencilere rapor örneği gösterilip beraber rapor hazırlamaları (11 kişi), verilerin sunumunda grafik ve tablo kullanılmalı (11 kişi), deney malzemeleri eksik olmamalı (7 kişi), deney

yaparken dikkatli ve özenli davranılmalı (6 kişi), ısrarcı olunmalı (5 kişi), deneyde sonuca ulaşılmalı (yorumlama ve tartışma) (4 kişi), deneyi bizzat öğrencilerin yapması sağlanmalı (6 kişi).

K-3: *Deney raporu yazmakta zorluk çekerken pes etmemelerini, ben yapamam dememelerini öneririm.*

K-18: *Gerekirse öğretmen öğrencileriyle birlikte bir rapor hazırlamalı her şeye dikkat ederek tüm sınıfın katılımıyla hazırlandıktan sonra öğrenci nasıl yapılacağını, neye dikkat edeceğini öğrenmiş olarak kendi raporunu hazırlayabilecektir.*

b. Odak Grup Görüşmelerinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 2. Deneyin Tanımına Ait İçerik Analizi

Tema	Kategori	Kod	f
Deneyin Tanımı	Süreç Odaklı	Yaparak yaşayarak öğrenme/tecrübe etme	5
		Merak etme	4
		Gözlem yapma	3
		Araştırma-geliştirme	2
		Amaca ulaşma süreci	2
		Deneme yanılma	2
		Analiz etme	1
		Ölçüm yapma	1
	Sonuç Odaklı	Tekrar	1
		İspatlama/kanıtama	5
		Soyut bilgileri somutlaştırma	3
		Sonuca ulaşmak	2
		Formüller	1
		Mantığını kavrama	1

Katılımcılar tanımlarında süreç ve sonuç odaklı ifadelere yer vermişlerdir. Katılımcılar süreç odaklı deney tanımlarında, yaparak yaşayarak öğrenme ve bilimsel süreç becerileri ile ilişkili olan merak etme, gözlem yapma, araştırma, analiz etme, ölçüm yapma, ölçümleri tekrarlama kavramlarına yer vermişlerdir (Tablo 2). Katılımcılar sonuç odaklı deney tanımlarında ispatlama/kanıtama, soyut bilgileri somutlaştırma, sonuca ulaşma, formüller ve mantığını kavrama kavramlarını kullanmışlardır.

Tablo 3. Deney Yapma ve Nedenleri Temasına Ait İçerik Analizi

Tema	Kategori	Alt Kategori	Kod	f
Öğretmen Olduğumda Deney Yapma ve Nedenleri	Deney	Öğrenme	Kalıcı öğrenme	11
			Yaparak yaşayarak öğrenme	6
			Aktif öğrenme	3
			Soyut kavramların somutlaştırılması	3
	Yapırım	İlgi/Beceri/Motivasyon	Merak uyandırma	6
			Araştırma becerisi	3
			Deneysel tecrübe kazandırma	2
			Fen dersini sevme	1
			Hata yapmaktan korkmama	1
			Deneme yanılma	1
			Bilimsel düşünme becerisi	1

Katılımcıların tamamı öğretmen olduklarında deney tekniğini kullanacaklarını ifade etmişlerdir. Katılımcılar deney tekniğini kullanmak isteme nedenlerini bilişsel ve duyuşsal gerekçelerle açıklamaya çalışmışlardır.

Katılımcılar, öğrenme alt kategorisinde yer alan kodlara göre öğrenilen bilgilerin kalıcı olmasında, aktif öğrenmede, yaparak yaşayarak öğrenmede, soyut kavramların somutlaştırılmasında deney yapmanın etkili olduğunu düşünmektedirler. Özellikle öğrenilen bilgilerin kalıcı olmasında deney tekniğinin etkisi katılımcılar tarafından diğer kodlara göre daha fazla vurgulanmıştır. Katılımcılar, ilgi/beceri/motivasyon alt kategorisinde deney yapma nedenlerini merak uyandırma, araştırma becerisi kazandırma, deneysel tecrübe kazanma, fen dersini sevme, hata yapmaktan korkmamayı öğrenme, deneme yanılma yoluyla öğrenme ve bilimsel düşünme becerisi kazandırma olarak ifade etmişlerdir.

Tablo 4. Deney Yapabilmek İçin Sahip Olunması Gereken Özellikler Temasına Ait İçerik Analizi

Tema	Kategori	Kod	f
Deney Yapabilmek İçin Sahip Olunması Gereken Özellikler	Bilişsel	Teorik bilgi	9
		Deney malzemeleri ve kullanım bilgisi	8
		Deney yapma bilgisi	7
		Hipotez kurma bilgisi	2
		Tablo ve grafik bilgisi	1
	Kişisel Özellikler	Merak	3
		Sabırlı olma	2
		Araştırmaya istekli	2
		Israrcı olmak / pes etmeme	2
		Düzenli / titiz olma	2
		Disiplinli olma	1
		Sorumluluk bilinci	1
		Özgüvenli	1
	Beceriler	Eleştirel düşünme ve sorgulama becerisi	4
		Karar verme ve sonuca ulaşma becerisi	3
		El becerisi	2
		Araştırma yapma becerisi	1
		Soru sorma becerisi	1
		Grupla çalışabilme becerisi	1
	Tartışabilme becerisi	1	

Katılımcılara göre fen derslerinde deney yapacak öğretmenlerin sahip olması gereken özellikler; bilişsel özellikler, kişisel özellikler ve beceriler olarak üç kategoride gruplandırılmıştır. Bilişsel beceriler; konu hakkında teorik bilgi, deney malzemesi bilgisi ve malzeme kullanma bilgisi, deney yapma ve bilimsel süreç hakkında bilgi ve tablo/grafik bilgisidir. Kişisel özellikler; meraklı olma, sabırlı olma, istekli olma, ısrarcı olma/pes etmeme, düzenli ve titiz olma, disiplinli olma, sorumluluk sahibi olma ve özgüveni yüksek değildir. Beceriler; eleştirel düşünme ve sorgulama, karar verme ve sonuca ulaşma, el becerisi, araştırma yapma, soru sorma, grupla çalışma ve tartışabilme becerileridir (Tablo 4).

Tablo 5. Deney Öncesinde Yapılması Gerekenler Temasına Ait İçerik Analizi

Tema	Kategori	Kod	f
Deney Öncesinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	Araç Gereç ve Ortam	Deney araç gereçlerini temin etme	12
		Alternatif malzemeler kullanma	5
		Araç-gereçlerin kullanımını bilme	5
		Deney ortamını düzenleme	4
		Güvenliği sağlama	3
	Deney ve Bilgi	Deneyle ilgili teorik bilgi	7
		Değişkenleri belirleme	2
		Önceden deneme	1
		Öğrenci seviyesine uygunluk	1
	Planlama	Deneyi planlama	7
		Grup çalışması planlama	1

Katılımcılara göre deney öncesinde yapılması gerekenler araç, gereç ve fiziki ortam, deney ve bilgi ile planlama olmak üzere üç kategoride toplanmıştır. Araç, gereç ve ortam kategorisinde dikkat edilmesi gereken hususlar; deney araç gereçlerini temin etme ve bunları kullanma bilgisi, bulunamayan malzemeler için alternatif malzemeler kullanma, deney ortamının düzenlenmesi ve deney güvenliğidir. Deney ve bilgi kategorisinde dikkat edilmesi gereken hususlar; teorik bilgiye sahip olma, öğrenci seviyesine uygunluk, değişkenleri belirleme ve önceden deneme yapmaktır. Planlama kategorisinde dikkat edilmesi gereken hususlar deneyin planlanması ve grup çalışmasının planlamasıdır.

Tablo 6. Deney Esnasında Yapılması Gerekenler Temasına Ait İçerik Analizi

Tema	Kategori	Kod	f
Deney Esnasında Yapılması Gereken Hususlar	Güvenlik	Deney süresince dikkatli olmak	4
		Malzemeleri doğru kullanmak	2
		Deney masasında gereksiz malzeme bulundurmamak	1
		Deneyde yapılacak şeylerin dışına çıkmamak	1
	Ölçüm	Ölçüm sonuçlarını doğru kaydetmek	8
		Tekrarlı/çoklu ölçümler yapmak	7
		Rapor/not tutmak	5
		Fotoğraf çekme / resim çizmek	2
	Katılım ve iş bölümü	Görev dağılımı yapmak	5
		Özenli çalışmak	2
		Öğrencilerin aktif katılımını sağlamak	1
	Sonuca Ulaşma	İyi gözlem yapmak	1
		Deney sonuçlarını/deneysel hatayı sorgulamak	2
		Sonuçları kıyaslamak, tartışmak ve karar vermek	2
İsrarcı olmak / pes etmemek		1	

Katılımcılara göre deney esnasında yapılması gerekenler güvenlik, katılım, ölçüm ve iş bölümü ile sonuca ulaşma kategorileri altında toplanmıştır. Güvenlik ile ilgili yapılması gerekenler; dikkatli olmak, malzemeleri doğru kullanmak, masa üzerinde gereksiz malzeme bulundurmamak ve deneyin amacı dışına çıkmamaktır. Ölçüm ile ilgili yapılması gerekenler; ölçüm sonuçlarını doğru kaydetmek, tekrarlı/çoklu ölçümler yapmak, ölçümleri not etmek ve süreçle ilgili fotoğraf çekmek/resim çizmektir. Katılım ve iş bölümü ile ilgili yapılması gerekenler; görev dağılımı yapmak, özenli çalışmak, öğrencilerin aktif katılımını sağlamak ve iyi gözlem yapmaktır. Sonuca ulaşmak

için yapılması gerekenler; deney sonuçlarını/deneysel hataları sorgulamak, sonuçları kıyaslamak, tartışmak ve karar vermek ve ısrarcı olmak/pes etmemektir.

Tablo 7. Deney Yapma ve Raporlama Öz-Yeterlikleri ve Nedenleri Temasına Ait İçerik Analizi

Tema	Kategori	Alt Kategori	Kod	f	
Deney Yapma ve Raporlama Öz-yeterlikleri ve Nedenleri	Yetersiz (7)	Bilişsel Sebepler	Konu alan bilgisi eksik	6	
			Daha önce deney yapmamak	6	
			Alan dışından olmak	4	
			Rapor yazmayı bilmemek	3	
			Deney yapmayı bilmemek	2	
			Deney malzemelerini tanınamamak	2	
			Derse hazırlıksız gelmek	2	
			Değişkenleri belirlemede zorlanma	2	
			Tablo/grafik bilgisi eksik	2	
			Ölçüm birimlerini doğru kullanamama	2	
			Psikolojik Sebepler	Korku	3
				Yetersizlik hissi / özgüven eksikliği	2
				Önyargı	2
				Endişe	1
	Beceriksizlik düşüncesi	1			
	Kişisel Sebepler	Önemsememek	2		
		Acelecı davranmak	2		
		Zamanı kullanamama	2		
		El becerisinin olmaması	1		
		Telaş	1		
	Kısmen Yeterli (5)	Hazırlık	Derse hazırlıklı gelmek	3	
			Alan dışından olması	2	
			Ön bilgilerin az olması	1	
		Deneyim	Daha önce deneyler yapmak	2	
			Daha fazla deney yapmak	1	
	Yeterli (2)	Öz-yeterlik	Yapılan deneylerin yeterli olmaması	1	
			Deney yaptıkça özgüvenin artması	3	
			Yapabileceğine olan inancının artması	2	
Sabırlı olmak			1		
Korkmamak			1		
Deneyim	Daha önce deney yapmış olmak	1			

Katılımcılar deney yapma ve raporlama öz-yeterlikleri konusunda yeterli, kısmen yeterli ve yetersiz kategorilerine ayrılmışlardır. Katılımcılardan deney yapma ve raporlama öz-yeterlikleri konusunda kendilerini yetersiz görenlerin nedenleri bilişsel, psikolojik ve kişisel özellikler olarak alt kategorilere ayrılmıştır. Bilişsel nedenler alt kategorisinde; konu alan bilgisi eksik olma, daha önce deney yapmama, alan dışından olma, rapor yazmayı bilmeme, deney yapmayı bilmeme, deney malzemelerini tanınamama, deneye hazırlıksız gelme, değişkenleri belirleyememe, tablo/grafik bilgisinin eksik olması, ölçüm birimlerini doğru kullanamama yer almıştır. Psikolojik nedenler alt kategorisinde; korku, yetersizlik hissi/özgüven eksikliği, önyargı, endişe ve beceriksizlik düşüncesi yer almıştır. Kişisel sebepler alt kategorisinde; önemsememe, acelecı davranma, zamanı kullanamama, el becerisinin olmaması ve telaş yer almıştır. Katılımcılardan deney yapma ve raporlama öz-yeterlikleri konusunda kendilerini kısmen yeterli görenlerin nedenleri hazırlık ve deneyim alt kategorilerine ayrılmıştır. Hazırlık alt kategorisinde; derse hazırlıklı gelmek olumlu yönde etki ederken, alan dışı olma ve ön

bilgilerin yetersiz olması olumsuz yönde etkilemiştir. Deneyim alt kategorisinde; daha önce deneyler yapmak ve daha fazla deney yapmak olumlu yönde etki ederken yapılan deneylerin yetersiz olması olumsuz etkilemiştir. Katılımcılardan deney yapma ve raporlama öz-yeterlikleri konusunda kendilerini yeterli görenlerin nedenleri öz-yeterlik ve deneyim alt kategorilerine ayrılmıştır. Öz-yeterlik alt kategorisinde; deney yaptıkça özgüvenin artması, yapabileceğine olan inancın (öz-yeterlik) artması, sabırlı olma ve korkmama yer almıştır. Deneyim alt kategorisinde; daha önce deney yapmış olmak yer almıştır.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Sınıf öğretmenliği ikinci sınıf öğretmen adaylarının iki dönem süresince fen laboratuvarı derslerinde yaşantılarından yola çıkarak deney yapma öz-yeterlikleri, deney yapma ve bilimsel süreç becerilerine ilişkin görüşleri, deneyi nasıl tanımladıkları, deney sürecini nasıl yürüttükleri, deney planlama, uygulama ve değerlendirme süreçlerine ilişkin görüşleri, deney yaparken ve raporlaştırma süreçlerinde yaşadıkları zorlukları ve nedenleri farklı ölçme araçları ve araştırma yöntemleri kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde, elde edilen bulgular birbirileri ile ilişkilendirilmeye ve ilgili literatürle tartışılmaya çalışılmıştır.

Laboratuvar uygulamaları katılımcıların deney öz-yeterliklerinin artmasında etkili olmuştur. Katılımcıların birinci dönem süresince kendi deneyimlerinden kazandıkları bilgiler, deney planlama, uygulama ve değerlendirme öz-yeterlik puanlarının istatistiksel olarak anlamlı şekilde artmasını sağlamıştır. Benzer şekilde görüş formundan elde edilen bilgilerde de katılımcılar deney yaptıkça, deney raporu hazırladıkça tecrübelerinin ve özgüvenlerinin arttığını ifade etmişlerdir. Odak grup görüşmelerinde deney yapma konusunda kendini yeterli gördüğünü ifade eden katılımcılar da deney yaptıkça özgüvenlerinin ve yapabileceklerine ilişkin inancın (deney öz-yeterlik) arttığını ifade etmişlerdir. Elde edilen tüm bu veriler birbirini desteklemektedir. Odak grup görüşmelerinde deney yapma konusunda kendini yetersiz gören katılımcıların en önemli nedenleri, konu alan bilgisi ve deney bilgisi yetersizliği ile daha önce deney yapmamalarıdır (olumlu bir yaşantıya sahip olmaması). Benzer şekilde katılımcıların görüş formunda ifade ettiği gibi deney bilgisi, malzeme bilgisi, teorik bilgi eksikliği ve daha önce deney yapmama, deney planlama, uygulama, değerlendirme ve raporlama süreçlerinde yaşadıkları zorlukların tamamında yer almaktadır. Bandura'ya göre öz-yeterlik kaynaklarından en etkilisinin bireylerin doğrudan kendi deneyimlerinden kazandığı bilgiler olduğu ifade edilmektedir (Usher & Pajares, 2009). Literatürde laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin öz-yeterlik düzeylerini arttırdığını gösteren çalışmalarla elde ettiğimiz sonuçlar benzerlik göstermektedir (Bautista, 2011; Brand & Wilkins, 2007; Eymur, 2018; Husnaini & Chen, 2019; Jeffery, Nomme, Deane, Pollock & Birol, 2016; Lekhu, 2016; Menon & Sadler, 2018; Palmer, Dixon & Archer, 2015; Şen & Sezen Vekli, 2016; Ural, 2016; Webb-Williams, 2018). Ayrıca odak grup görüşmelerinden elde edilen bulgularda, alan dışı olmak, öğretmenlerinin deney yapmaması gibi dolaylı yaşantıların oluşmadığı örneklere, korku, önyargı, endişe, beceriksizlik düşüncesi gibi öz-yeterliği olumsuz etkileyen psikolojik durumlara ait örneklere rastlanmıştır. Bandura'nın öz-yeterlik kuramında olduğu gibi bizim çalışmamızda da bireylerin doğrudan kendi deneyimlerinden kazandıkları bilgilerin diğer öz-yeterlik nedenlerine göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilere fen derslerini sevdirmek, fene karşı olumlu tutum

kazandırmak, öğrencilerde fen kavramlarının ve bilgilerinin kalıcı olmasını sağlamak, öğrencilerin küçük yaşlardan itibaren bir bilim insanı gibi düşünmelerini sağlamak istiyorsak öncelikle bu becerileri öğretmenlere kazandırmamız gerekir. Öğretmen adaylarının öz-yeterliğinin yüksek olması ile gelecek kariyerleri, fen öğretimine yönelik tutumları ve inançları arasında olumlu ilişkiyi gösteren çalışmalarda bu görüşümüzü desteklemektedir (Avery & Meyer, 2012; Bergman & Morphew, 2015; Bautista, 2011; Kazempour & Sadler, 2015; Knaggs & Sondergeld, 2015). Bunu yapabilmeyen tek yolu da öğretmen adaylarının bu bilgilere doğrudan kendi yaşantıları ile kazanmasını sağlamak olmalıdır. Çalışmalar, öğretmen adaylarının fen öğrenimi sırasında olumlu yaşantıların onların öz-yeterliklerini etkilediğini göstermektedir (Husnaini & Chen, 2019; Lekhu, 2016; Menon & Sadler, 2017; Palmer, 2006; Webb-Williams, 2018).

Uygulama öğretim üyesi ve asistanlar eşliğinde yapılan deneyler öğrencilerin bağımsız veya grup halinde çalışarak bir problemi çözebilme becerilerine yüksek düzeyde katkı sağlamamıştır. Deney raporlarından elde edilen veriler, her üç boyutta da katılımcıların bilimsel süreç basamaklarını kullanamadıklarını ve bu becerilere yeterince sahip olmadıklarını göstermektedir. Deney öz-yeterlik ölçeğinde de planlama, uygulama ve değerlendirme alt boyutlarının ortalamalarının orta düzeyde olması, deney raporlarından elde edilen verileri desteklemektedir. Benzer şekilde deneyde elde edilmesi gereken kuramsal bilgi öğrenci tarafından önceden bilinen doğrulama deneyleri; [sahip olunan bilginin doğrulandığı, öğrencilerin deneyde ne yapacağını foyden (cookbook) okudukları ve kendilerine ne yapılacağını söylediği deneyler (Lord & Orkwiszewski, 2006)] laboratuvar uygulamalarını sıkıcı hale getirmekte, öğrencilere bilimsel süreç ve üst düzey düşünme becerilerini pek de kazandıramamaktadır (Ural & Başaran Uğur, 2018; Ural, 2016). Oysaki sorgu temelli fen öğretimi öğretmen adaylarının, bilimsel süreç becerileri kazanmasına, hem derslerin daha eğlenceli hale gelmesine, öz-yeterliklerinin artmasına, fen konularının anlaşılmasına neden olmaktadır (Arnold, Kremer & Mayer, 2014; Brand & Wilkins, 2007; Palmer et al., 2015; Toth, Ludvico & Morrow, 2012).

Görüş formunda katılımcılar, deney planlama aşamasında kullanılacak malzemelerin temini ve malzeme bilgisi konusunda zorluklar yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca deney öz-yeterlik ölçeğinde ortalaması en az olan maddelerin başında “Laboratuvar araç-gereçleri kullanımında iyiyimdir” (\bar{X} = 2.77) ve “Bir deney için hangi araçların/malzemelerin gerekli olduğunu saptamakta iyiyimdir” (\bar{X} = 3.07) ifadeleri yer almaktadır ki, bu sonuçlar birbirini desteklemektedir. Odak görüşmelerinde de katılımcılar deney yapabilmek için sahip olunması gereken özellikler arasında deney malzemelerini tanıma ve bunları kullanım bilgisinin gerekli olduğunu ifade etmişlerdir. Odak görüşmelerinde deney yapma konusunda kendini yetersiz gören katılımcıların nedenlerinden biri de deney malzemelerini tanımamaktır. Katılımcılara göre deney öncesinde dikkat edilmesi gereken hususlar arasında da deney araç-gereçlerini temin etme ve araç gereç kullanımı bilme önemlidir. Bu verilerin tamamı deney için malzeme bilgisi ve gerekli malzemelerin deney öncesinde temininin çok önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun yanında, odak görüşmelerinde katılımcılar deney için gerekli malzemeleri temin edemez veya etmekte zorlanırsa alternatif malzemelerin kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Özellikle kırsal alanda, laboratuvar ve deney malzemelerinin kısıtlı olduğu bölgelerde, görev yapacak öğretmen

adaylarının malzeme bulamadığımız için deney yapamıyoruz gibi bir gerekçelerini önemli derecede ortadan kaldıracak bir bulgu olarak kabul edilebilir. Elbette alternatif malzemelerin kullanımı tüm deneyler için geçerli olmasa da deney yapmamak için önemli bir mazereti ortadan kaldıracığı ifade edilebilir. Ancak öğretmen adaylarının gerekli malzemeleri bulamasa da psikolojik olarak alternatif malzemelerle yapılacağına ikna edilmesi, bizzat kendisinin bunu yaparak yaşayarak öğrenmesi, deneysel çalışmaların önemini anlaması ve öncelikle deney yapabileceği konusunda ikna edilmesi gerekir. Diğer türlü öğretmenler deney yapmamak için türlü bahaneler üretmekten deney yapmaya fırsat bulamayabilir. Ancak alternatif malzemeler ile deney yapılabilmesinin gösterilmesi, öğretmen adaylarının deney öz-yeterlik inançlarının yükseltilmesi için lisans öğrenimlerinde deneysel çalışmalara önem verilmelidir. Öğretmen adaylarının deney yapabilmeleri için bilgi eksiklerinin giderilmesi ileri de deney yapma oranlarını arttırabilir. Fen derslerinde deney yapabilmeyen ön şartlarından biri de kuşkusuz deneye hazırlık sürecidir. Katılımcılar görüş formunda belirttiği gibi deney planlama sürecinde yaşanan zorlukların gerekçelerinden biri de derse hazırlıksız gelmektir. Odak grup görüşmelerinde deney konusunda kendini yetersiz gören katılımcılar gerekçe olarak derse hazırlıksız gelmek olduğunu ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının deney raporlarına göre uygulama sürecini iyi şekilde yönetemedikleri, özenli, dikkatli ve düzenli şekilde gözlem yapmadıkları, standart ölçme araçları ve birimlerini kullanamadıkları, ölçümleri düzenli şekilde kayıt altına almadıkları, verilerini uygun ve etkili şekilde sunmadıkları belirlenmiştir. Ayrıca katılımcılar deney uygulama sürecinde elde ettikleri verileri tablo ve grafikler kullanarak sunmakta da zorluklar yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Görüş formunda deney uygulama sürecinde yaşanan zorluklar sonuçların sunumu, ölçme araçlarının kullanımı ve ölçüm birimleridir. Görüş formunda deney uygulama sürecinde yaşanan sorunların gerekçeleri dikkatli olmamak, ölçümleri zamanında kayıt altına almamak ve bunlara bağlı olarak ölçümleri hatalı ve eksik yapmak, sonuçların hatalı çıkması, kendine güvenmemek, ölçme araçlarını kullanmayı bilmemek ve ölçüm birimlerini kullanmamak şeklindedir. Deney raporlarından ve görüş formundan elde edilen veriler de birbirini destekler niteliktedir. Deney öz-yeterlik ölçeğinin uygulama boyutuna göre öz-yeterliklerinin orta düzeyde olması ve görüş formunda katılımcıların kendine güvenmediklerini ifade etmeleri birbirini desteklemektedir. Odak grup görüşmelerinde deney uygulama sürecini iyi bir şekilde yürütebilmek için dikkatli ve özenli çalışılması gerektiği, deney güvenliğine dikkat edilmesi gerektiği, tekrarlı ölçümler yapılarak verilerin doğru ve dikkatli şekilde kayıt altına alınması gerektiği ve ısrarcı olunması gerektiği ifade edilmiştir. Aslında sunulan önerilerin tam da tespit edilen problemlere yönelik olması katılımcıların deney uygulama süreci ile ilgili doğru bilgiler edindiklerini destekler niteliktedir. Ayrıca sonuçların diğer gruplarla kıyaslanması, tartışılması ve deney uygulamasının sonunda bir karar verilmesi gerektiği de oldukça önemlidir. Böylece eleştirel düşünme ile deney sonuçlarını ve deneysel hatayı bulmaya çalışmaları da üst düzey beceriler olarak düşünülebilir.

Katılımcıların deney değerlendirme sürecinde deney raporlarından elde edilen verilere göre raporlama, verileri sunma, tablo-grafik yapma, deneyde olası hataları belirleme ve sonuçları yorumlama konusunda sıkıntılar yaşadıkları görüş formundan elde edilen verilerle de desteklenmektedir. Bu süreçte yaşanan sorunların

sebepleri, diğer planlama ve uygulama süreçlerinde olduğu gibi *bilgi eksikliği, tecrübesizlik, özensiz çalışma, hata yapmaktan korkmak* olarak ifade edilmiştir. Değerlendirme sürecinde yaşanan kararsızlığın ve korkunun en önemli sebepleri, ölçümlerin hatalı yapılması yönündeki algıları (güvensizlik), ölçüm sonuçlarının diğer gruplardan farklı olması, tekrarlı ölçümlerin birbirinden farklı olmasıdır. Katılımcıların görüş formunda deney raporunda bulunması gereken başlıklarda bilimsel süreç basamaklarına az yer vermeleri bilimsel süreç becerileri hakkında yeterli bilgi sahibi olmadıklarını ve bilimsel süreç becerilerini (hipotez kurma, değişkenleri belirleme, dikkatli ve özenli gözlem yapma, sonuçları değerlendirme, olası hataları belirleme gibi) yeterince kazanamadıklarını destekler niteliktedir. Benzer şekilde Amerika’da yapılan araştırmada sınıf öğretmenlerinin %67’sinin kendilerini fen öğretimine hazır hissetmedikleri, sadece %17’sinin kendilerini hazır hissettikleri ifade edilmektedir (Banilower, et al., 2013).

Katılımcıların tecrübelerinden yola çıkarak yapılan deney tanımlarında *yaparak yaşayarak öğrenmeyi* diğer kodlara göre daha fazla yer vermişlerdir. Laboratuvar derslerinde bilgiye deney yaparak ulaşılmaya çalışıldığından, yaparak yaşayarak öğrenmenin vurgusu tanımlarda da görülmektedir. Ayrıca deneyler yapılırken bilimsel süreç becerileri kazandırılmaya çalışıldığından tanımlarda bilimsel süreç becerilerine de yer vermişlerdir. Katılımcıların deney tanımları, öğrenilen bilginin anlamlı ve kalıcı olmasında bireylerin öğrendiği bilgiler ile ilgili yaşantı oluşturmalarının önemini göstermektedir. Ders süresince yapılan gözlemler, görüşmeler, araştırmadan elde edilen diğer veriler deney ve bilimsel süreç becerileri konusunda yeterince bilgi ve beceri sahibi olmayan katılımcıların iki dönem sonunda tecrübeleri, yaşadıkları süreçle ilgili pek çok bilgi ve beceri kazanmış olmaları bu verileri desteklemektedir. Bilimsel bilginin elde edilmesinde, öğrenilen bilgilerin anlamlandırılmasında, etkili ve kalıcı öğrenmenin sağlanması bireylere bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması ile mümkün olabilir. Kişiler bilgi üretme sürecinin nasıl olduğunu kavrayacak olursa kalıcı, anlamlı, bilimsel bilgiye kendileri de ulaşabilir. Katılımcıların verdikleri yanıtlarda laboratuvar derslerindeki yaşantıların etkili olduğu düşünülecek olursa, kalıcı öğrenmede deney yapmanın önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Literatürde fen öğretiminde deney yapmanın önemini ifade eden araştırmalar çalışmamızdan elde edilen bu verilerle benzerlik göstermektedir (Böyük, Demir & Erkol, 2010; Hofstein & Lunetta, 2004; Jeffery et al., 2016; Wolf & Fraser, 2008).

Katılımcıların tamamı öğretmen olduklarında fen derslerinde deney tekniğini kullanmayı düşünmektedir. Deney yapmayı tercih nedenlerinden biri kalıcı öğrenme bir diğeri ise merak, ilgi, motivasyon, tutum gibi duyuşsal özelliklerdir. Deneysel çalışmalar ile bireylerin merak duyguları, fen dersine karşı olumlu tutumları (feni sevme), hata yapmaktan korkmamaları, araştırma ve bilimsel düşünme becerileri arttırılabilir. Kişilerin konu hakkında bilgi düzeylerinin artmasında, öğrenilen bilgilerin kalıcılığında duyuşsal özelliklerin önemi pek çok araştırma ile ortaya konmuştur (Cantrell et al., 2003; Menon & Sadler, 2017; Yıldız-Duban & Gökçakan, 2012). Deneysel çalışmalar ile hem yeni bilgiler etkili ve kalıcı şekilde öğretilirken aynı zamanda öğrenmenin ön şartı olan motivasyon, ilgi, merak, tutum gibi pek çok duyuşsal özelliklerde kazandırılabilir. Benzer şekilde laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin fene karşı ilgilerini arttırdığını bu durumun onların gelecek kariyer planlamalarında

etkili olduğu ifade edilmektedir (Bøe, Henrikson, Lyons & Schreiner, 2011; Hampden-Thompson & Bennett, 2013; Hofstein & Lunetta, 2004; Toplis, 2012)

Fen derslerinin amacına uygun şekilde işlenebilmesi için öğretmenlerin iyi bir rol model olabilme, iyi gözlem yapma, olayları sorgulama, problemleri belirleme, bilimsel bilgi elde etme sürecini uygulama, bu süreç sonunda bilgi elde etme, açıklama ve yorumlana konusunda öğrencilerine yardımcı olacak öğretim stratejilerini kullanmayı bilmelidir (Bøe et al., 2011; Karakolcu-Yazıcı, & Özmen, 2015; Simon & Osborne, 2010). Öğretmenler, öğrencilerin bilimi daha işlevsel ve günlük hayatta kullanabilmeleri için öğrencilerin aktif bir şekilde etkinlikler yapmalarına olanak sağlanması ise en önemli konudur (Broman, Ekborg & Johnels, 2011; Seçkin-Kapucu, 2016). Söz konusu stratejilerin kazandırılması gereken kurumların başında eğitim fakülteleri yer almaktadır.

Öğretmen adaylarının eğitim fakültelerinde bizzat deney yaparak geçirecekleri olumlu tecrübeler onların öz-yeterlik algıları üzerinde en önemli katkıya neden olacaktır. Deney yapma konusunda öz-yeterliği yüksek, bu konuda tecrübe sahibi öğretmenlerin fen derslerinde deney yapmaları öğrenciler üzerinde de çok önemli kazanımlara neden olacaktır. Öğrencilerin kısa vadede bilimsel süreç becerilerini kazanmasında, bilim insanı gibi düşünebilmeyi öğrenmesinde, uzun vadede ise fen alanlarına yönelmesinde erken dönemde verilecek fen eğitimi oldukça önemlidir. Ayrıca, YÖK raporunda da (2019) ifade edildiği gibi ülkemizin bilgi temelli gelişiminin zemini oluşturan temel bilim programlarına öğrencilerimizin ilgi göstermesi ülkemizin geleceğinin şekillenmesine ve iktisadi kalkınmasına önemli katkılar sunacaktır. Sözü edilen kısa ve uzun vadede hedeflere ulaşmak için fen derslerinde deney yapmak önemlidir. Deneysel çalışmalar sayesinde bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması (gözlem yapma, tahmin etme, verileri kaydetme, bulguları yorumlama, sonuç çıkarma gibi) ve bu yolla bilginin yapılandırılması mümkün olabilmektedir. Bilimsel süreç becerilerine sahip bireylerin gözlem yapma, tahmin yürütme, veri toplama, sonuç çıkarma, yorumlama gibi yeteneklere sahip olması gerekir. Bu yeteneklerin kazandırılmasında deney önemli ve gerekli bir araçtır. Ayrıca, deneysel çalışmalar bireylerin yaratıcılık, analitik ve eleştirel düşünme, problem çözme, bireysel ve grupla çalışma gibi 21. Yüzyıl becerilerinin de kazandırılmasına imkânlar sağlamaktadır. Bu yeteneklerin kazandırılmasında deney gerekli ve önemli bir araçtır.

ÖNERİLER

Öğretmen adaylarının fen bilimleri deneyleri ile öğrenenlere karmaşık ve soyut kavramların kolaylıkla öğretilebileceği aynı zamanda öğrenenlerin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilebileceği öğretilmelidir. O yüzden öncelikle öğretmen adaylarının deney kurgulama ve yapma konusunda bilgi ve becerilerinin artırılması gerekir. Laboratuvar uygulamalarında konu teorik bilgisi yanında deney bilgisi (bilimsel süreç becerisi), ölçme araçları ve ölçüm birimleri bilgisi, tablo ve grafik bilgisi verilmelidir. Öğretmen adaylarının deney esnasında daha güvenilir veriler elde edebilmesi için standart ölçüm araçları ve ölçüm birimleri bilgisine ihtiyaçları vardır. Deneylerde mutlaka ölçüm nasıl yapılır, hangi ölçme araçları nerelerde ve nasıl kullanılır, ölçüm birimleri

nelerdir ve birbirlerine nasıl dönüştürülür öğretilmesi gerekir. Elde ettikleri verilerin güvenilirliğini arttırmak için tekrarlı ölçümler yapmanın gerekliliği öğretilmelidir.

Öğretmen adaylarının deney yapma öz-yeterliliklerinin artırılması gerekmektedir. Bunun için lisans eğitiminde bizzat yaparak yaşayarak öğrenme fırsatları sağlanmalı, deneye karşı olumlu tutum geliştirilmeli, deneyleri bizzat kendilerinin yapmaları sağlanmalıdır. Ayrıca öğretmen adayları için seçilen deneylerin onların bilimsel süreç becerilerini geliştirecek nitelikte olmasına dikkat edilmelidir.

Deney yapabilmek için malzeme bilgisi ve malzeme temini önemlidir. Öğretmen adaylarının bu konuda bilgiye ve alternatif (eldeki) malzemelerle nasıl deney yapılabileceğinin öğretilmesine ihtiyaçları vardır.

Öğretmen adaylarının deney sonuçlarını değerlendirme ve raporlama konusunda bilgi eksiklerinin giderilmesi gerekir. Özellikle deneysel çalışmalarda hata faktörünün öğretilmesi, hataları en aza indirmek için neler yapılması gerektiği (tekrarlı ölçümler, sonuçları diğer gruplarla karşılaştırma gibi) bizzat yaparak yaşayarak öğretilmelidir. Deney raporlama sürecinde öğretmen adaylarının aktif katılımı, hataları hakkında kendilerine zamanında ve yeterli dönütler verilmesi oldukça önemlidir.

Etik Beyan

“Bu makalede dergi yazım kurallarına, yayın ilkelerine, araştırma ve yayın etiği kurallarına, dergi etik kurallarına uyulmuştur. Makale ile ilgili doğabilecek her türlü ihlallerde sorumluluk yazar(lar)a aittir.”

KAYNAKÇA

- Arnold, J. C., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Understanding students' experiments-What kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education*, 36(16), 2719-2749. doi:10.1080/09500693.2014.930209
- Avery, L. M., & Meyer, D. Z. (2012). Teaching science as science is practiced: Opportunities and limits for enhancing preservice elementary teachers' self-efficacy for science and science teaching. *School Science and Mathematics*, 112(7), 395-409. doi: 10.1111/j.1949-8594.2012.00159.x
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122-147.
- Banilower, E. R., Smith, P. S., Weiss, I. R., Malzahn, K. A., Campbell, K. M., & Weiss, A. M. (2013). Report of the 2012 national survey of science and mathematics education. Chapel Hill, NC: Horizon Research Inc.
- Barmby, P., Kind, P., & Jones, K. (2008) Examining changing attitudes in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 30(8). 1075-1093. doi: 10.1080/09500690701344966
- Bautista, N. U. (2011). Investigating the use of vicarious and mastery experiences in influencing early childhood education majors' self-efficacy beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 333-349. doi: 10.1007/s10972-011-9232-5

- Bennett, J. & Hogarth, S. (2009). Would you want to talk to a scientist at a party? High school students' attitude to school science and to science. *International Journal of Science Education*, 31(14), 1975–1998. doi: 10.1080/09500690802425581
- Bergman, D. J., & Morphew, J. (2015). Effects of a science content course on elementary preservice teachers' self-efficacy of teaching science. *Journal of College Science Teaching*, 44(3), 73–81.
- Bevins, S., Brodie, E., & Thompson, M. (2008). *Exploring the relationship between socio-economic status and participation and attainment in science education* (pp. 22–29). London: Royal Society
- Bøe, M. V., Henrikson, E. K., Lyons, T. & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: Young people's achievement-related choices in late-modern society. *Studies in Science Education*, 47(1), 37–72. doi.org/10.1080/03057267.2011.549621
- Böyük, U., Demir, S., & Erol, M. (2010). Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterlik görüşlerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi. *Tubav Bilim Dergisi*, 3(4), 342-349.
- Brand, B. R., & Wilkins, J. L. M. (2007). Using self-efficacy as a construct for evaluating science and mathematics methods course. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), 297–317. doi.org/10.1007/s10972-007-9038-7
- Broman, K., Ekborg, M. & Johnels, D. (2011). Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary schools. *Nordic Journal of Science Education*, 7(1), 43–60. doi: 10.5617/nordina.245
- Broman, K., & Simon, S. (2015). Upper secondary school students' choice and their ideas on how to improve chemistry education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 1255-1278. doi:10.1007/s10763-014-9550-0
- Cantrell, P., Young S. & Moore, A. (2003). Factors affecting science teaching efficacy of preservice elementary teachers. *Journal of Science Teacher Education*. 14(3), 177-192. doi: 10.1023/A:1025974417256
- Christensen, R., Knezek, G., & Tyler-Wood, T. (2015). Alignment of hands-on STEM engagement activities with positive STEM dispositions in secondary school students. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 898-909. doi: 10.1007/s10956-015-9572-6
- Cramer, D., & Howitt, D. (2004). *The sage dictionary of statistics*. London: SAGE.
- Damerau, K. (2013). Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung der Experimentbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung, 15. *Frühjahrschule der Fachsektion Didaktik der Biologie im VBIO*, Universitaet Leipzig, Deutschland, 18-21.03.2013, Leipzig, Deutschland.
- Denzin, N. (2006). *Sociological Methods: A Sourcebook*. Aldine Transaction. ISBN 978-0-202-30840-1. (5th edition). Piscataway.
- DeWitt, J., Archer, L., & Moote, J. (2018). 15/16-year-old students' reasons for choosing and not choosing physics at a level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 1071-1087. doi: 10.1007/s10763-018-9900-4

- Eymur, G. (2018). Developing high school students' self-efficacy and perceptions about inquiry and laboratory skills thorough argument-driven inquiry. *Journal of Chemical Education*. doi: 10.1021/acs.jchemed.7b00934
- Hampden-Thompson, G. & Bennett, J. (2013). Science teaching and learning activities and students' engagement in science. *International Journal of Science Education*, 35(8), 1323–1343. doi.org/10.1080/09500693.2011.608093
- Hattie, J. (2003) Teachers make a difference: What is the research evidence? Paper presented at the Australian Council for Educational Research Annual Conference on Building Teacher Quality, Melbourne.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundation fort he twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54. doi: 10.1002/sce.10106
- Homer, M., & Ryder, J. (2015). The impact of a science qualification emphasizing scientific literacy on post-compulsory science participation: An analysis using national data. *International Journal of Science Education*, 37(9), 1364–1380. doi.org/10.1080/09500693.2015.1036151
- Husnaini, S. J., & Chen, S. (2019). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Physical Review Physics Education Research*, 15, 1-16. doi: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010119
- Jarrett, O. S. (2017). *Çocuğun dünyasında bilim. Anlamlı öğrenme için etkinlikler* (2. Baskı). Ankara: Tübütak Bilim Kitapları.
- Jeffery, E., Nomme, K., Deane, T., Pollock, C., & Birol, G. (2016). Investigating the role of an inquiry-based biology lab course on student attitudes and views toward science. *CBE-Life Sciences Education*, 15:ar61, 1-12. doi:10.1187/cbe.14-11-0203
- Karakolcu-Yazıcı, E., & Özmen, H. (2015). The view of teachers about applicability of activities and experiments found in science and technology curriculum. *Amasya Education Journal*, 4(1), 92-117.
- Kazempour, M., & Sadler, T. D. (2015). Pre-service teachers' beliefs, attitudes, and self-efficacy: A multi-case study. *Teaching Education*, 26, 247–271. doi:10.1080/10476210.2014.996743.
- Knaggs, C. M., & Sondergeld, T. A. (2015). Science as a learner and as a teacher: Measuring science self-efficacy of elementary preservice teachers. *School Science and Mathematics*, 115(3), 117–128. doi: 10.1111/ssm.12110
- Lekhu, M. (2016). Physical Science Teachers' Self-efficacy Beliefson Conducting Laboratory Experiments, *International Journal of Educational Sciences*, 14:1-2, 102-109. doi: 10.1080/09751122.2016.11890483
- Lord, T., & Orkwiszewski, T. (2006). Moving from didactic to inquiry-based instruction in a science laboratory. *American Biology Teacher*, 68(6), 342-345. doi:10.2307/4452009
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669–685. doi: 10.1080/09500690902792385
- Menon, D., & Sadler, T. D. (2017). Sources of science teaching self-efficacy for preservice elementary teachers in science content courses. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 835-855. doi: 10.1007/s10763-017-9813-7

- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Osborne, J., & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441–467. doi: 10.1080/09500690010006518
- Quinn, F., & Lyons, T. (2011). High school students' perceptions of school science and science careers: A critical look at a critical issue. Invited Paper, *Science Education International (Special Issue)*, 22(4), 225–238. Retrieved from http://www.icasonline.net/seiweb/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=63
- Palmer, D. (2006). Sources of self-efficacy in a science methods course for primary teacher education students. *Research in Science Education*, 36(4), 337–353. doi: 10.1007/s11165-005-9007-0
- Palmer, D., Dixon, J., & Archer, J. (2015). Changes in science teaching self-efficacy among primary teacher education students. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(12), 27–40. doi: 10.14221/ajte.2015v40n12.3
- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modelling and Analytics*, 2(1), 21-33.
- Rowe, K. (2003). The importance of teacher quality as a key determinant of students' experiences and outcomes of schooling. Retrieved from http://research.acer.edu.au/research_conference_2003/3
- Shapiro, C. A., & Sax, L. J. (2011). Major selection and persistence for women in STEM. *New Directions for Institutional Research*, 152, 5-18. doi: 10.1002/ir.404
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23-74.
- Seçkin-Kapucu, M. (2016). Bilim uygulamaları dersi öğretim programının öğretmenlerin görüşlerine göre değerlendirilmesi, *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 26-46. doi: 10.14689/issn.2148-2624.1.4c1s2m
- Shirazi, S. (2017) Student experience of school science. *International Journal of Science Education*, 39(14), 1891-1912. doi: 10.1080/09500693.2017.1356943
- Simon, S. & Osborne, J. (2010). *Students' attitudes to science*. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching: What research has to say* (2nd ed., pp. 238–258). Maidenhead: Open University Press.
- Şen, C., & Sezen Vekli, G. (2016). The impact of inquiry-based instruction on science process skills and self-efficacy perceptions of pre-service science teachers at a university level biology laboratory. *Universal Journal of Educational Research*, 4(3), 603-612. doi: 10.13189/ujer.2016.040319
- Teddle, A. & Tashakkori, A. (2015). *Karma Yöntem Araştırmalarının Temelleri*. (Çev. Edit. Yüksel Dede ve Selçuk Beşir Demir). Ankara: Anı Yayıncılık
- Toplis, R. (2012). Students' views about secondary school science lessons: The role of practical work. *Research in Science Education*, 42(3), 531–549. doi: 10.1007/s11165-011-9209-6

- Toth, E. E., Ludvico, L. R., & Morrow, B. L. (2012). Blended inquiry with hands on and virtual laboratories: the role of perceptual features during knowledge construction. *Interactive Learning Environments*, 22(5), 614-630. doi: 10.1080/10494820.2012.693102
- Tripney, J., Newman, M., Bangpan, M., Niza, C., Mackintosh, M., & Sinclair, J. (2010). *Factors influencing young people (aged 14–19) in education about STEM subject choices: A systematic review of the UK literature*. London: Wellcome Trust.
- Tytler, A., & Osborne, J. (2012). *Student attitudes and aspiration towards science* (Chapter 41). B.J. Fraser et al. (eds.), *Second International Handbook of Science Education*, Springer International Handbooks of Education 24. doi: 10.1007/978-1-4020-9041-7_41,
- Ural, E. (2016). The effect of guided-inquiry laboratory experiments on science education students' chemistry laboratory attitudes, anxiety and achievement. *Journal of Education and Training Studies*, 4(4), 217-227. doi:10.11114/jets.v4i4.1395
- Ural, E., & Başaran Uğur, A. R. (2018). The Metaphorical Perceptions of Pre-service Teachers about the Science Laboratory Concept. *Eğitimde Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 50-64.
URL1: <http://www.project2061.org/publications/sfaa/>
URL2: https://www.yok.gov.tr/HaberBelgeleri/Haber%20C4%B0%C3%A7erisindeki%20Belgeler/Dosyalar/2019/yks_2019_sonuc_raporu.pdf
- Usher, E. L. & Pajares, F. (2009). Sources of self-efficacy in mathematics: A validation study. *Contemporary Educational Psychology*, 34, 89-101. doi:10.1016/j.cedpsych.2008.09.002
- Wai Yung, B. H., Zhu, Y., Wong, S. L., Cheng, M. V., & Lo, F. Y. (2011). Teachers' and students' conceptions of good science teaching. *International Journal of Science Education*. doi:10.1080/09500693.2011.629375
- Wang, X. (2013). Why students choose STEM majors: Motivation, high school learning, and postsecondary context of support. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1081-1121. doi: 10.3102/0002831213488622
- Webb-Williams, J. (2018). Science self-efficacy in the primary classroom: Using mixed methods to investigate sources of self-efficacy. *Research Science Education*, 48, 939-961. doi 10.1007/s11165-016-9592-0
- Wolf, S., J. & Fraser, B., J. (2008). Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, 38, 321-341. doi: 10.1007/s11165-007-9052-y
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (10. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Yıldız-Duban, N. & Gökçakan, N. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının fen öğretimi öz-yeterlik inançları ve fen öğretimine yönelik tutumları. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 267-280.
- Yılmaz, M. (2018). Deneye ilişkin öz-yeterlik ölçeği: Türkçe'ye uyarlama, geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(2), 475-486. doi:10.24106/kefdergi.389809