



(ISSN: 2587-0238)

Uzun, E. & Tekerek, B. (2023). The Levels of Arguments Developed by Preservice Teachers Through Science and Mathematics Integration, *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 8(21), 111-146.

DOI: <http://dx.doi.org/10.35826/ijetsar.562>

Article Type (Makale Türü): Research Article

THE LEVELS OF ARGUMENTS DEVELOPED BY PRESERVICE TEACHERS THROUGH SCIENCE AND MATHEMATICS INTEGRATION

Emine UZUN

Assist. Prof. Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş, Turkey, euzun@ksu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-9497-1558

Betül TEKEREK

Assist. Prof. Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş, Turkey, btekerek@ksu.edu.tr
ORCID: 0000-0001-7066-6885

Received: 27.11.2022

Accepted: 11.02.2023

Published: 05.03.2023

ABSTRACT

The aim of this study was to examine the levels of the arguments developed by the pre-service science teachers in the argumentation activity prepared through using science and mathematics integration and their views on the argumentation-based science learning (ABSL) approach. The working group consisted of the 3rd grade 30 pre-service science teachers studying at a state university in Turkey. The study employed the qualitative research method. An activity sheet including science and mathematics concepts which were integrated and argumentation process and a semi-structured interview form were deployed as data collection tools. Descriptive and content analyses were used during data analysis. The findings revealed that 7% of the pre-service teachers made strong arguments and 57% weak arguments. Besides, 36% of them could not develop an argument. With regard to the levels of the arguments generated by the pre-service science teachers after the group discussion, all groups, except for one, were found to have strong arguments. All of the pre-service science teachers stated that the activity was related to science and mathematics disciplines. They also indicated that inclined plane, force and dynamometer were used as science concepts in the activity, while triangle, angle, direct proportion and slope as mathematical concepts. The pre-service science teachers had positive views on ABSL such as the opportunity to observe, experiment, cognitive and mental development, permanent learning, opportunity to question and providing group work. The pre-service teachers indicated the challenges they faced during the ABSL implementation such as convincing groupmates, reaching the truth based on different ideas, and making claims.

Keywords: Integration of science and mathematics, argumentation-based science learning (ABSL), pre-service science teachers, argument levels, view.

INTRODUCTION

Science and mathematics are two interconnected disciplines that are inextricably linked and integrated by nature (Orton & Roper, 2000). Considering mathematics and science as separate disciplines makes it difficult for students to transfer their mathematical knowledge to science courses, and thus, they cannot achieve the desired success in solving the problems they encounter in science (Hoban, 2011). Besides, students may not be aware of the context of the phenomenon and may be less successful in finding solutions to daily life problems (Frykholm & Glasson, 2005). In this regard, the integration of mathematics and science is vital for students to be motivated, to realize meaningful learning, to think critically, and to recognize how different disciplines come together to solve an authentic problem (Czerniak, 2000; Furner & Kumar, 2007; Wilhelm & Walters, 2006). The studies conducted on the integration of science and mathematics revealed that integration has a positive effect on students' inquiry, problem solving, higher-order thinking skills (Berlin & White, 2001), their motivation and interests (West et al., 2003) and their understanding, performance and attitudes (Berlin & White, 1999).

Mathematics knowledge is paramount in the teaching of science subjects when considered specifically in terms of science lessons. Bütüner and Uzun (2011) stated that one of the reasons for success or failure in science and mathematics fields may be due to the relations between these two fields and the lack of basic mathematics knowledge-skills, which is required in teaching science subjects, in particular, in explaining science to teachers and students. This may lead to challenges in understanding/teaching science.

As in many disciplines, secondary school students are primarily required to be aware of the interaction between society and the environment in the discipline of science, and develop an awareness towards contributing to the economy, the use of natural resources and sustainable development (Şahin et al., 2014). In this vein, they should be able to research and question, develop arguments through using different disciplines, and make their own claims based on these arguments and refute the opposing ones (Ministry of National Education [MoNE], 2013; Hasançebi, 2014).

Teachers must provide scientific discussion environments so that students can express their ideas comfortably in science lessons, support their ideas with different justifications and develop opposing ideas that will refute the claims of their peers (MoNE, 2018). Various teaching approaches and techniques are effective in engaging the students in gaining these skills. Argumentation is a significant method in the development of these skills. Similarly, learning through argumentation is regarded as a way to build conceptual understanding in mathematics education (Schwarz et al., 2010). Mathematics curriculum aims to raise students who can create, inquiry and discuss knowledge (MoNE, 2018).

This study was designed in an effort to reveal the levels of the arguments developed in the argumentation activity prepared through using the integration of science and mathematics, and the pre-service science teachers' views on argumentation-based science learning (ABSL). Hence, the study is momentous in terms of conducting original studies by developing new and different educational materials under the strength of argumentation-based

learning method scientific studies as well as being a guide for further studies. The activity used in the implementation is remarkable since it urges pre-service teachers to use both science and mathematics knowledge while generating the argument in which the concepts in science and mathematics will be discussed together. Besides, this study is expected to contribute to the relevant literature in terms of examining the pre-service science teachers' views on the argumentation process prepared with the integration of science and mathematics.

Argumentation

Argumentation is a series of conversations to explain the contrast between two opposing situations or an activity to reach logical decisions (Kaya & Kılıç, 2008). Toulmin (1958) defined argumentation as the process of supporting and validating the claims with data by presenting reasons, not the process of asserting conflict or mutual claims. In other words, argumentation can be interpreted as the process by which groups or individuals with similar or different perspectives evaluate alternative perspectives to solve a problem or make a decision on an issue. Argumentation practices involve students' processes of making claims about the subject, warranting their opinions, using the available data, backing their claims or refuting counter-claims. Students use scientific reasoning in argumentation practices. Moreover, they create their own models by generating hypotheses. They also test the accuracy of their models by questioning the findings they obtained from the research (Psycharis, 2016).

Argumentation-based learning method is controversially discussed by science educators today. The relevant literature indicates that the studies based on argumentation in science education were mostly conducted with pre-service science teachers (Aydın & Kaptan, 2014; Demiral & Çepni, 2018; Demircioğlu & Uçar, 2014; Hiğde & Aktamış, 2017; Robertshaw & Campbell, 2013; Ozdem et al., 2013). On the other hand, the argumentation studies in mathematics education were mostly grounded on the examination and analysis of the process (Dinçer, 2011; Güneş, 2013; Doruk, 2016; Tekin Dede, 2019; Baynazoğlu, 2019), its effect on achievement (Küçük Demir, 2014; Can, 2018; Cervantes-Barraza et al., 2019), conceptual development (Uygun & Akyüz, 2019), argumentation skills (Krummheuer, 2007; Pesen, 2018; Indrawatiningsih et al., 2020; Tristanti and Nusantra, 2021). Besides, argumentation positively affects argumentation skills by making proof in mathematics education (Pesen, 2018), collaborative scenario creation and intuitive studies improve argumentation skills (Kollar et al., 2014), and argument quality positively influences mathematical modeling competence (Solar et al., 2019; Aydın Güç and Kuleyin, 2021).

The Toulmin argumentation model is generally used in the studies on argumentation (Demircioğlu & Uçar, 2014; Lazarou, 2010; Ogan Bekiroğlu & Eskin 2012; Osborne et al., 2004; Riemeier et al., 2010; Robertshaw and Campbell, 2013; Sadler, 2006; Untereiner, 2013). This model includes data, claim, warrant, backing, qualifier and rebuttal components. Toulmin (2003) pointed that data, claim and warrant are the main components in an argument; whereas, backing, rebuttal, and qualifiers are the other supportive components. Basic elements may

be available in a simple argument, while arguments that are more complex may include all elements. The quality of an argument is determined by the presence or absence of these elements (Sampson & Clark, 2008). The related literature highlights that the Toulmin argumentation model components are difficult to understand by both students and teachers, especially in argumentation studies conducted with secondary school students (Demirel, 2015; Sadler, 2006). Therefore, Aktamış and Hiğde (2015) developed the Turkish argumentation model. The claim in this model refers to a person's response to a question, a thought or concluding sentence about a topic. Evidence is to make a match by deciding which of the obtained data will support the claim. Data are observations, measurements, researches, statements. Reasoning indicates the sentences or words that establish the relationship between the claim and the data. Backing signifies more data and reasoning to strengthen the claim. Rebuttal includes statements created to invalidate the counter-claim. The Turkish argumentation model can be used to evaluate the quality of participants' arguments and their level of conceptual knowledge. However, the Turkish argumentation model attaches importance to the structural justification of the argument components and their functional compatibility with the model structure as well as the conceptual knowledge levels (Aktamış & Hiğde, 2015).

Aim of the Research

This study aims to reveal the level of arguments that pre-service science teachers developed in the argumentation activity prepared through using science and mathematics integration. Besides, the study investigated the pre-service teachers' views on the argumentation-based science learning (ABSL) approach after the activity was finalized. In line with this aim, answers to the following questions were sought.

- What is the level of the arguments generated by the pre-service science teachers in the argumentation activity prepared through the integration of science and mathematics?
- What are the pre-service science teachers' views on the argumentation-based science learning (ABSL) approach after the activity?

METHOD

Research Model

This study employed the qualitative research method to examine the levels of the arguments developed by the pre-service science teachers in the argumentation activity prepared through the integration of science and mathematics, and their views on the argumentation-based science learning approach. A qualitative descriptive survey method was used to reveal the levels of arguments developed by the pre-service teachers. Descriptive surveys aim to reveal the existing situation of the individuals (Fraenkel & Wallen, 2006). The levels of the arguments were identified through classification in the present study. Moreover, the pre-service teachers' views after the activity were also examined with a qualitative approach.

Participants

This study was conducted with the junior (3rd grade) pre-service science teachers (30) studying at a state university in Turkey during the fall semester of the 2022-2023 academic year. The reason of selecting juniors as participants was that they were taking the science teaching method course and this course was suitable for the purpose of argumentation. The participants were chosen by convenience sampling method, which is an economical way for researchers, particularly in terms of time. It also helps to reach more participants (Baltacı, 2018). The implementation was carried out with a working group of 4 males and 26 females in the Science Teaching course.

Data Collection Tools

This study deployed the science and mathematics integration argumentation concept activity prepared by the researchers to measure the quality of the arguments developed by the pre-service science teachers regarding the inclined plane subject. The activity encountered in daily life in the concept activity was prepared in conjunction with inclined plane in science lesson and angles in a triangle in the mathematics lesson. This activity involves three different claims. The claims raised by the characters in the concept activity were prepared by using both science and mathematics concepts. The data were collected in writing by means of three open-ended questions including which of these claims they preferred, the reason for the claim they preferred, and why they did not agree with the claims. Figure 1 depicts the visual of the data collection tool.



Desteklediğiniz iddia:

.....

.....

İddianızın gerekçesi nedir?

.....

.....

Katılmadığınız iddialar nelerdir? Neden?

.....

.....

Figure 1. Data Collection Tool

A semi-structured interview form consisting of three questions was deployed to examine the pre-service science teachers' views on the ABSL approach. Great attention was paid to ensure that the questions were clear and understandable, that they offered in-depth information, and they were closely related to the subject. After the concept activity sheet was prepared by the researchers, one science and one mathematics educator having studies on the integration of science and mathematics analyzed the tool. Afterwards, the questions were rearranged in line with the expert views. The interview questions were also examined by an expert from a science education field, and the form got its final version.

Data Analysis

Descriptive and content analyses were used during data analysis. Karataş (2017) defined descriptive analysis as the categorization and interpretation of data. Descriptive analysis was used to examine the activity papers filled by the pre-service teachers both individually and as a group. The pre-service teachers' concept activity papers were analyzed according to the Turkish Argumentation Model Rubric (Aktamış & Hiğde, 2015). The steps in the rubric were revised in line with the views of science and mathematics education experts in terms of developing arguments through using science and mathematics concepts. Accordingly, the students' use of mathematics and science concepts in the backing and refuting phases was also evaluated. The Turkish Argumentation Model Rubric, which was revised in accordance with the aim of the study, is displayed as follows.

Table 1. The Turkish Argumentation Model Rubric

Component	0 (none)	1 (weak)	2 (strong)
<u>Claim</u> A claim or result responds to the original question.	No claim or imprecise claim	Definite but incomplete claim	A definite and complete claim (Precision and completeness are the correct expressions of the concept or concepts that the students are expected to gain according to their grade levels)
<u>Evidence</u> Scientific data supports the claim.	<u>a. Data</u> Data included to support the claim	Wrong or not mentioned at all	Data presented from their experiences in daily life
	<u>b. Reasoning</u> Statement constituting the evidence together with the data	Wrong or not mentioned at all	Insufficient reasoning
<u>Backing</u> Conceptual quality of backing	No backing- wrong or not mentioned at all	There is one backing (Use of Science or Mathematics concepts)	Provide the data by comparison. Make use of experimental and scientific data. Adequate reasoning supported by scientific data
<u>Rebuttals</u> Explanations for the counterclaim	No rebuttal- wrong or not mentioned at all	There is one rebuttal (Use of Science or Mathematics concepts)	There is more than one backing (Use of Science and Mathematics concept) There is more than one rebuttal (Use of Science or Mathematics concepts)

As in Table 1, there should be explanations using both mathematics and science concepts while generating the backing and rebuttal components in addition to claim, data, reasoning to make a strong argument. The

classifications in Table 1 were ranked as none (0), weak (1), and strong (2). The data were re-evaluated with the expert view and got its final version. Content analysis was used to examine the data obtained from the semi-structured interview form. The data were listed as categories and codes in tables. Codes and categories were created by the researchers by examining them separately. Afterwards, the coders agreed on the codes and reached a final decision.

Procedure

The pre-service science teachers were initially informed about ABSL. Then, preliminary information about a scientific argument was provided by showing sample arguments. The implementation was carried out in three lesson hours in the science laboratory. Before the implementation, the pre-service teachers were requested to form groups. A total of seven groups were formed. The data of the groups were indicated in the findings as G1, G2, G3,... The ABSL activity prepared by the researchers was introduced to the whole class; however, the concepts of different disciplines were not specified. The ABSL activity was prepared with concept activity. The pre-service teachers were requested to write which of the claims of the characters in the concept activity they agreed with and their reasons. They were also asked to use the concepts they found in the activity.

The pre-service teachers were informed about using the disciplines related to the activity while developing the argumentation elements. First of all, they were asked to fill in the argumentation concept activity individually. Hence, individual argument qualities were identified. The data obtained individually from the pre-service teachers are depicted in the findings as S1, S2.... Thereupon, the same concept activity was performed as a group work and they were requested to express their common ideas through exchanging ideas. A group discussion was also provided so that the pre-service teachers could defend their claims and reach a common decision as a group. They were also asked to form the data by experimenting the event encountered in daily life on the activity sheet. In this way, pre-service teachers were provided the opportunity to prove and evaluate the claims available in the activity (Figure 2). Lastly, the groups presented their arguments to the class with their proofs and the process was terminated. The pre-service teachers' views on the argumentation-based science learning approach were sought after the implementation via a semi-structured interview form.



Figure 2. Pre-Service Teachers' Practices

FINDINGS

This section covers the findings with regard to the analysis on the level of arguments developed by the pre-service science teachers in the argumentation activity prepared through the integration of science and mathematics and their views on the implementation.

Activity sheets were distributed individually to the pre-service science teachers in order to reveal their arguments' levels. Table 2 summarized the findings.

Table 2. The Pre-Service Teachers' Argument Levels

Argument Level	Number of pre-service teachers	The pre-service teachers with argument levels
No argument	11	S6,16,18,20,24,25,26,27,28,29,30
Weak argument	17	S1,2,3,5,7,8,9,10,11,12,13,15,17,19,21,22,23
Strong argument	2	S4,14

Table 2 suggests that 11 of the pre-service science teachers could not develop an argument, and 17 of whom generated weak arguments. Besides, two pre-service science teachers were identified to make strong arguments. On analyzing the activity papers according to the Turkish argumentation model steps, 19 (76%) of the pre-service teachers found the correct claims. However, their statements were insufficient by integrating science and mathematics concepts (30%) to support these claims. Some examples of the arguments developed by the pre-service teachers are displayed as follows.

S4: Strong Argument: *"If we increase the angle that the inclined plane makes with the horizontal, it can come out by applying more force to the barrel. For instance, if the angle with the horizontal is 30 degrees, the inclination of the inclined plane is less. If it is 90 degrees, the inclination of the inclined plane will be more and it will be*

difficult to remove the barrel. The smaller the angle, the less force applied." (S4 found the right claim on the activity sheet. The participant used both science and mathematics concepts correctly while confirming the claim.)

S14: Strong Argument: *"If we increase the angle, we will have to apply more force to the barrel. The smaller the angle is, the more horizontal and the lower the slope is. Our path and the movement of the barrel become easier. The larger the angle, the more force it requires. It is an indication that we do not get tired when the road is straight."* (S14 found the right claim in the activity sheet. The participant used both science and mathematics concepts correctly while confirming the claim.)

S2: Weak Argument: *"If the angle increases, the perpendicularity of the inclined plane will increase and thus we will have to apply more force. More force is needed to increase the load."* (S2 found the right claim on the activity sheet. The participant only used the concept of science while confirming the claim)

S5: Weak Argument: *"If the angle of the inclined plane with the horizontal increases, the inclination of the plane will increase; therefore, it will be difficult to remove the load."* (S5 found the right claim on the activity sheet. The participants confirmed the claim only with the concept of mathematics)

S21: Weak Argument: *"As the slope increases, the force we apply increases."* (S21 found the right claim on the activity sheet. The participants confirmed the claim only with the concept of mathematics)

As regards the activity papers, the pre-service teachers were determined to use the concept of perpendicularity (65%) and backed their claims based on this concept while confirming. Some examples of the arguments made by the pre-service teachers are suggested as follows.

S9: Weak Argument: *"As the angle increases, the force to be applied increases as the inclined plane becomes steeper. Therefore, the load is more difficult to remove."*

S19: Weak Argument: *"As the angle increases, the plane will become steeper, which leads us to apply more force. The smaller the angle, the flatter the ground and the less force we exert."*

The pre-service teachers (20%) were found to make false claims. Here are some examples of the arguments made by the pre-service teachers.

S28: No Argument: *"If we increase the angle of the inclined plane with the horizontal, we will apply less force and the operation will be completed with less force."*

S29: No Argument: *"As the angle increases in the inclined plane, the force we apply to the object decreases, and hence the object can come out more easily."*

S25: No Argument: *"The applied force does not change since no change is observed in the angle of the inclined plane with the vertical plane. Therefore, the same force is applied."*

The same activity sheet was distributed to the pre-service science teachers as a group study to reveal the level of arguments they developed by discussing with their groupmates. Table 3 shows the elicited findings.

Table 3. Argument Level of the Groups

Argument level	Number of group	Groups with argument levels
No argument	0	
Weak argument	1	G4
Strong argument	6	G1,2,3,5,6,7

Upon analyzing the argument levels of the groups developed by the pre-service science teachers, one group was determined to have weak arguments, while the others strong arguments. When the activity papers completed by the groups through the exchange of ideas were examined according to the Turkish argumentation model steps, all groups were noted to find the right claim. All groups were able to have strong arguments except for G4. The groups creating strong arguments explained the backing and rebuttal components of the arguments through using science and mathematics concepts. Since G4 did not use the rebuttal step, the argument was placed in the weak category. Some examples of different argument levels created as a group are suggested below.

G1: Strong Argument: *“As the angle gets closer to 90°, the slope increases and we will have to apply more force. Angle and force are directly proportional. The force we apply increases or decreases according to the change in angle. The data obtained as a result of the experiment confirm our claim. It is invalid in cases where there is no slope.”* (G1 found the correct claim in the activity sheet. The group used both science and mathematics concepts correctly while confirming their claim. They used the rebuttal component.)

G5: Strong Argument: *“As we increase the angle, the force to be applied will increase as the height of the inclined plane increases. Force is directly proportional to height. We observed that when we increase the angle, the value on the dynamometer increases. This confirmed our claim. It is invalid when the plane does not make an angle with the horizontal.”* (G5 found the correct claim in the activity sheet. The group used both science and mathematics concepts correctly while confirming the claim. They used the rebuttal component.)

G4: Weak Argument: *“If we increase the angle it makes with the horizontal, it will come out by applying more force to the barrel. If the slope increases, the applied force increases. As the slope decreases, the applied force also decreases. We proved this with our experiment. The dynamometer showed greater value on the inclined plane with a greater inclination.”* (G4 found the correct claim in the activity sheet. They did not use science concepts sufficiently by focusing on the linear ratio and the numerical value in the dynamometer while confirming their claim. They did not specify the rebuttal component.)

At the end of the implementation, the pre-service science teachers were requested to express which disciplines were used in the activity sheet and what the concepts of these disciplines were. The findings regarding the pre-service teachers’ views are summarized in Table 4.

Table 4. Frequency of Finding the Disciplines and Concepts Used in the Activity by Pre-Service Teachers

Related disciplines	Concepts	Use frequency
Science	Inclined plane	30
	Force	30
	Dynamometer	21
Mathematics	Angle	30
	Triangle	30
	Direct proportion	24
	Slope	21
	Perpendicularity	12

As in Table 4, all of the pre-service science teachers emphasized that the activity was prepared through using science and mathematics disciplines. Upon examining the views on the concepts of these two disciplines, they were found to mostly use the concepts of inclined plane ($f=30$), force ($f=30$) and dynamometer ($f=21$) as science concepts, while angle ($f=30$), triangle ($f=30$), direct proportion ($f=24$), and slope ($f=21$) as mathematics concepts.

Findings Related to the Second Sub-Problem

A semi-structured interview form was administered to the pre-service science teachers to determine their views on ABSL. The findings are presented in Table 5 as categories and codes.

Table 5: The Pre-Service Science Teachers’ Views on ABSL

Category	Code	Frequency
Positive aspects	Facilitating learning	4
	Permanent learning	6
	Opportunity for integrating knowledge	1
	Opportunity for experimental observation	11
	Visuality	2
	Allowing to question	6
	Ensuring cognitive and mental development	11
Negative aspects	Providing group work	5
	Time consuming	12
	Shared decision making	4
	Confusing	3
	Readiness	2
The Challenges	Crowded classroom	1
	Making a claim	2
	Reaching the truth based on different ideas	7

Table 5 suggested that the pre-service science teachers’ views on ABSL were categorized as positive, negative and challenges encountered during the implementation process. Positive views on ABSL mostly referred to such codes as the opportunity to observe, experiment ($f=11$), cognitive and mental development ($f=11$), permanent learning ($f=6$), opportunity to question ($f=6$), providing group work ($f=5$) and facilitating learning ($f=4$). On the other, the emerging codes were identified as time consuming ($f=12$), shared decision making ($f=4$), confusing ($f=2$) and crowded class ($f=1$) in relation the negative views on ABSL. As for the challenges faced during the ABSL implementation, the codes were determined as convincing groupmates ($f=7$), reaching the truth based on different ideas ($f=7$) and making the claims ($f=2$).

CONCLUSION and DISCUSSION

This study sought for two sub-problems to examine the level of arguments developed by the pre-service science teachers in the argumentation activity prepared through using the integration of science and mathematics, and their views on the implementation. In line with this aim, the study identified the levels of the arguments generated by the pre-service teachers with the integration of science and mathematics. Argument levels were first determined individually. The findings revealed that 7% of the pre-service teachers made strong arguments and 57% weak arguments. Besides, 36% of them could not develop an argument. The arguments developed by the pre-service teachers were determined according to the Turkish argumentation model steps (Aktamış & Hiğde, 2015). The model suggested that 76% of the pre-service teachers identified the correct claims in the activity sheet, yet their verification skill levels were insufficient in terms of integrating science and mathematics in the backing and rebuttal steps. This indicates that the pre-service teachers did not realize the relationship between science and mathematics sufficiently and they avoid making connection with mathematics while defending their claims. Similar results emerged concerning the studies on the ability to develop arguments. Topçu et al., (2011) noted that the majority of the pre-service science teachers defended their claims with justifications, but failed to use rebuttals. The pre-service teachers were also requested to make a group discussion by means of the same activity sheet. They were given the opportunity to experiment with the aim of proving their arguments during group discussion. Hence, a more qualified discussion process was ensured. With regard to the levels of the arguments developed by the pre-service science teachers after the group discussion, all groups, except for one, were found to have strong arguments, meaning that group discussion increases the pre-service teachers' argument levels. Aufschnaiter et al., (2008) pointed out that the argumentation process provides students with the opportunity to complete their current knowledge and improve their scientific knowledge as they use their prior knowledge. Gülhan (2012) concluded that the eighth-grade students made claims on socio-scientific issues before the discussion activity, but did not support these claims. After the group discussion method, the students were identified to structure their claims better and supported their ideas with stronger arguments. Likewise, Untereiner (2013) noted that students produced more arguments as a group and in collaboration. Evagorou and Osborne (2013) also pinpointed that students who performed group work were able to create high-level arguments. When the levels of the arguments created by the pre-service teachers as individually and as a group were compared, the arguments formed as a group were found to be stronger. This may be because the pre-service teachers integrate both science and mathematics concepts within the context of the inclined plane when they work as a group.

A semi-structured interview form was administered to the pre-service science teachers after the implementation in order to examine their views on ABSL. Accordingly, the pre-service science teachers underlined that the activity was prepared through using science and mathematics disciplines. They also implied that the science concepts included in the activity were inclined plane, force and dynamometer, while angle, triangle, direct proportion and slope as mathematical concepts. This paved the way for the fact that the pre-service science teachers realized the concepts of science and mathematics and expressed them correctly. Considering the pre-service science

teachers' views on ABSL, they were determined to share both positive views as the opportunity to observe, experiment, cognitive and mental development, permanent learning, the opportunity to question and providing group work, and negative views like time-consuming, shared decision making and confusing. In addition, the pre-service teachers mentioned the challenges they faced during the ABSL implementation such as convincing groupmates, reaching the truth based on different ideas, and making claims. In the study conducted by Tümay and Köseoğlu (2010), the pre-service teachers emphasized that argumentation-based instruction enables active participation, creates meaningful learning, and improves students' thinking and questioning skills. Likewise, Yıldırım and Nakiboğlu (2014) announced that argumentation encourages students to discuss, value and listen to different views and perspectives. As to the analysis of the qualitative studies on the effectiveness of the argumentation method, the argumentation method was found to be more effective than the traditional approach, supported conceptual learning and was preferred more by students (Kabataş Memiş, 2014; Kınır et al., 2011). When it comes to the studies on the limitations of argumentation, most of them revealed that there might be disadvantages such as taking a lot of time, being difficult to implement, and confusion (Aydemir et al., 2018). Besides, some studies demonstrated that the classroom size is crowded, student readiness is insufficient and time is limited (Aktamış & Atmaca, 2016; Aydın & Kaptan, 2014; Hiğde & Aktamış, 2017).

RECOMMENDATIONS

Based on the research findings, some recommendations were provided:

- The results suggested that the pre-service science teachers had difficulties in developing individual arguments and their ability to verify their knowledge was insufficient. In this context, it is necessary to increase the inquiry-based practices within curricula. This may contribute to raise individuals who have the ability to verify and question knowledge.
- The study revealed that the arguments developed as a result of the group discussion were of higher quality than those created individually. Therefore, argumentation-based studies may concentrate on group activities along with individual activities considering that they improve argument creation.
- This study employed an argumentation activity for inclined plane topic prepared through using the integration of science and mathematics. Such studies maybe conducted on different connected science and mathematics subjects.
- This study determined the level of arguments of preservice science teachers. Further studies may be carried out to determine how pre-service teachers individually construct arguments with the integration of science and mathematics.
- Studies examining how accurately the concepts used in the integration of science and mathematics are used in argumentation activities may also give an idea regarding the pre-service teachers' concept knowledge.

- The results also demonstrated that the pre-service teachers had some challenges during the implementation process. It is recommended that ABSL practices should be implemented frequently in both science and mathematics teacher training programs to overcome these difficulties.

ETHICAL TEXT

In this article, journal writing rules, publication principles, research and publication ethics rules, journal ethics rules have been followed. Responsibility for any violations that may arise regarding the article belongs to the authors. Ethical permission of this research was obtained with the decision of Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Science and Engineering Sciences Ethics Committee dated 18.10.2022 and numbered 2022/30.

Author(s) Contribution Rate: First author's contribution rate to the article is 50%; second author's contribution rate to the article is 50%.

REFERENCES

- Aktamış, H., & Hiğde, E. (2015). Assessment of argumentation models used in science education. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Education Faculty*, 1(35), 136-172. <https://dergipark.org.tr/en/pub/maeuefd/issue/19408/206367>
- Aktamış, H., & Atmaca, A. C. (2016). View's of pre-service science teachers about argumentation based learning approach. *Electronic Journal of Social Sciences*, 15(58), 936-947. <https://doi.org/10.17755/esosder.258827>
- Aufschneider, C., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131. <https://doi.org/10.1002/tea.20213>
- Aydemir, S., Karakaya Cirit, D., Kaya, S., & Azger, C. (2018). Exploring the pre-service science teachers' views of argumentation and of their argument development skills. *Journal of Social Sciences of Anemon Mus Alparslan University*, 6(18), 131-138. <https://doi.org/10.18506/anemon.470577>
- Aydın, Ö., & Kaptan, F. (2014). Fen-teknoloji öğretmen adaylarının eğitiminde argümantasyonun biliş üstü ve mantıksal düşünme becerilerine etkisi ve argümantasyona ilişkin görüşler. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 163-188. <http://dx.doi.org/10.12973/jesr.2014.42.10>
- Aydın Güç, F., & Kuleyin, H. (2021). The reflection of argumentation quality on the mathematical modelling process. *Journal of Uludağ University Faculty of Education*, 34(1), 222-262. <https://doi.org/10.19171/uefad.850230>
- Baltacı, A. (2018). Nitel araştırmalarda örnekleme yöntemleri ve örnek hacmi sorunsalı üzerine kavramsal bir inceleme. *Journal of Bitlis Eren University Institute of Social Sciences*, 7(1), 231-274. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bitlissos/issue/38061/399955>
- Baynazoğlu, L. (2019). *Kavram karikatürü kullanılan öğrenme ortamında öğrencilerin argümantasyon düzeylerinin incelenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.

- Berlin, D. F., & White, A. L. (1999). Mathematics and science together: Establishing the relationship for the 21st century classroom. *Paper presented at International Conference on Mathematics in to the 21st Century: Societal Challenges*. <http://math.unipa.it/~grim/EBerlin&White57-67.PDF>
- Berlin, D. F., & White, A. L. (2001). Science and Mathematics Together: Implementing a Theoretical Model. *Science Educator*, 10(1), 50-57.
- Bütüner, S. Ö., & Uzun, S. (2011). Fen öğretiminde karşılaşılan matematik temelli sıkıntılar: Fen ve teknoloji öğretmenlerinin tecrübelerinden yansımalar. *Journal of Theoretical Educational Science*, 4(2), 262-272. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akukeg/issue/29343/314017>
- Can, S., Ö. (2018). *Argümantasyon yaklaşımı ile olasılık öğretiminin öğretmen adaylarının başarılarına ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi.
- Cervantes-Barraza, J., Cabañas-Sánchez, G., & Reid, D. (2019). Complex argumentation in elementary school. *Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 13(4), 221-246. <https://doi.org/10.30827/pna.v13i4.8279>
- Czerniak, C. M. (2000). Interdisciplinary science teaching. In: Abell S. K., & Lederman NG, (Eds.). *Handbook of research on science education*. Routledge, p. 537–560.
- Demiral, Ü., & Çepni, S. (2018). Examining argumentation skills of preservice science teachers in terms of their critical thinking and content knowledge levels: An example using GMOs. *Journal of Turkish Science Education*, 15(3), 128-151. <https://doi.org/10.12973/tused.10241a>
- Demircioğlu, T., & Uçar, S. (2014). Akkuyu nükleer santrali konusunda üretilen yazılı argümanların incelenmesi. *Elementary Education Online*, 13(4), 1373-1386. <https://doi.org/10.17051/io.2014.31390>
- Demirel, R. (2015). The effect of individual and group argumentation on student academic achievement in force and movement issues. *Journal of Theory and Practice in Education*, 11(3), 916-948. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/288668>
- Dinçer, S. (2011). *Matematik lisans derslerindeki tartışmaların Toulmin modeline göre analizi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Doruk, M. (2016). *İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının analiz alanındaki argümantasyon ve ispat süreçlerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Evagorou, M., & Osborne, J. (2013). Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 209-237. <https://doi.org/10.1002/tea.21076>
- Fraenkel, J.R., & Wallen, N.E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: Pedagogical context knowledge for teachers. *School Science and mathematics*, 105(3), 127. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18047.x>
- Furner, J., & Kumar, D. (2007). The mathematics and science integration argument: a stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology*, 3(3), 185–189. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75397>
-

- Gülhan, F. (2012). *Sosyo-bilimsel konularda bilimsel tartışmanın 8. sınıf öğrencilerinin fen okuryazarlığı, bilimsel tartışmaya eğilim, karar verme becerileri ve bilim-toplum sorunlarına duyarlılıklarına etkisinin araştırılması* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Güneş, S. (2013). *Matematik eğitiminde argümantasyon ve kanıt süreçlerinin analizi ve karşılaştırılması* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Hasançebi, F. (2014). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının (ATBÖ) öğrencilerin fen başarıları, argüman oluşturma becerileri ve bireysel gelişimleri üzerine etkisi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Hiğde, E., & Aktamış, H. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon temelli fen derslerinin incelenmesi: Eylem araştırması. *Elementary Education Online*, 16(1), 89-113. <https://doi.org/10.17051/io.2017.79802>
- Hoban, R. (2011). *Mathematical transfer by chemistry undergraduate students*. Dublin City University. https://doras.dcu.ie/16648/1/Richard_Hoban_PhD_Thesis.pdf
- Indrawatiningsih, N. (2021). Efektivitas Learning Management System (LMS) Berbasis Moodle sebagai Sarana Diskusi untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Matematika Mahasiswa. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 7(2), 1-8. <https://doi.org/10.29100/jp2m.v7i2.1898>
- Kabataş Memiş, E. (2014). İlköğretim öğrencilerinin argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(2), 401-418. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/209917>
- Karataş, Z. (2017). Sosyal bilim araştırmalarında paradigma değişimi: Nitel yaklaşımın yükselişi. *Türkiye Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 68-86. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tushad/issue/31792/350444>
- Kaya, O. N., & Kılıç, Z. (2008), Etkin bir fen eğitimi için tartışmacı söylev. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(3), 89-100. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kefad/issue/59524/855999>
- Kingir, S., Geban, Ö., & Günel, M. (2011). Öğrencilerin kimya derslerinde argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının uygulanmasına yönelik görüşleri. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi* (3), 15-28.
- Kollar, I., Ufer, S., Reichersdorfer, E., Vogel, F., Fischer, F. & Reiss, K. (2014). Effects of collaboration scripts and heuristic worked examples on the acquisition of mathematical argumentation skills of teacher students with different levels of prior achievement. *Learning and Instruction*, 32(1), 22-36. <https://www.learnlib.org/p/200043/>
- Krummheuer, G. (2007). Argumentation and participation in the primary mathematics classroom: Two episodes and related theoretical abductions. *The Journal of Mathematical Behavior*, 26(1), 60-82. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2007.02.001>
- Küçük-Demir, B. (2014). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğrencilerin matematik başarılarına ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi.

- Lazarou, D. (2010). Learning to TAP: An effort to scaffold students' argumentation in science. In G. Çakmakçı & M. F. Taşar (Eds.), *Contemporary science education research: scientific literacy and social aspects of science, a collection of papers presented at ESERA 2009 conference* (p. 43-50). Pegem Akademi.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], (2013) *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (3.-8. sınıflar)*. MEB Yayınları.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Milli Eğitim Bakanlığı Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi.
- Ogan Bekiroğlu, F., & Eskin, H. (2012). Examination of the relationship between engagement in scientific argumentation and conceptual knowledge. *International Journal Of Science And Mathematics Education, 10*, 1415- 1443. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-012-9346-z>
- Orton, T., & Roper, T. (2000). Science and mathematics: A relationship in need of counselling? *Studies in Science Education, 35*(1), 123-153. <https://doi.org/10.1080/03057260008560157>
- Osborne, J.F., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching, 41*, 994-1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Ozdem, Y., Ertepinar, H., Cakiroglu, J., & Erduran, S. (2013). The nature of pre-service science teachers' argumentation in inquiry-oriented laboratory context. *International Journal of Science Education, 35*(15), 2559–2586. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.611835>
- Pesen, M. (2018), *An examination of the proof and argumentation skills of eighth-grade students*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Boğaziçi Üniversitesi.
- Psycharis, S. (2016). Inquiry based-computational experiment, acquisition of threshold concepts and argumentation in science and mathematics education. *Educational Technology & Society, 19*(3), 282–293. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.3.282>
- Riemeier, T., Fleischhauer J., Rogge C., & Aufschneider C.V. (2009). The quality of students' argumentation and their conceptual understanding – an exploration of their interrelationship. M.F. Taşar & G. Çakmakçı (Eds), *Contemporary Science Education Research: International perspectives, A Collection of Papers Presented at Esera 2009 Conference* (109-114). İstanbul.
- Robertshaw, B., & Campbell, T. (2013). Constructing arguments: Investigating pre-service science teachers' argumentation skills in a socio-scientific context. *Science Education International 24*(2), 195-211. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1015818.pdf>
- Sadler, T. D. (2006). Promoting discourse and argumentation in science teacher education. *Journal of Science Teacher Education, 17*(4), 323-246. <https://doi.org/10.1007/s10972-006-9025-4>
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education. 92*, 447-472. <https://doi.org/10.1002/sce.20276>

- Schwarz, B. B., Hershkowitz, R., & Prusak, N. (2010), Argumentation and mathematics, C. Howe & K. Littleton (Eds.), *Educational Dialogues: Understanding and Promoting Productive Interaction* (ss. 115- 141), Routledge.
- Solar, H., Goizueta, M., Aravena, M., & Ortiz, A. (2019). Articulation of mathematical modeling and argumentation in the math classroom. *In 43rd Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. 4 Communications and Poster.*
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297- 322. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.1.1876>
- Tekin Dede, A. (2019). Arguments constructed within the mathematical modelling cycle. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(2), 292-314. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1501825>
- Tristanti, Lia Budi & Toto Nusantara. Identifying Students' Mathematical Argumentation Competence in Solving Cubes and Pyramid Problems. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1933, 2021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1933/1/012118>
- Tümay, H., & Köseoğlu, F. (2010). Bilimde argümantasyona odaklanan etkinliklerle kimya öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını geliştirme. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(3), 859-876. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gefad/issue/6740/90614>
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. Cambridge University Press (Updated edition). http://johnnywalters.weebly.com/uploads/1/3/3/5/13358288/toulmin-the-uses-of-argument_1.pdf
- Topçu, M. S., Yılmaz-Tuzun, O., & Sadler, T. D. (2011). Turkish preservice science teachers' informal reasoning regarding socio scientific issues and the factors influencing their informal reasoning. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 313-332. <https://doi.org/10.1007/s10972-010-9221-0>
- Untereiner, B. (2013). *Teaching and learning the elements of argumentation* [Degree of Master of Arts]. University Of Victoria.
- Uygun, T., & Akyüz, D. (2019). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının üçgen eşitsizliğini toplu argümantasyonla kavrayışları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 27-41. <https://doi.org/10.17679/inuefd.333720>.
- West, S., Tooke J., & Muller C. (2003). Integrated science and mathematics: doable? desirable?. *Texas Science Teacher*, 32(1), 17-20.
- Wilhelm, J. A., & Walters, K. L. (2006). Pre-service mathematics teachers become full participants in inquiry investigations. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37(7), 793-804 <http://dx.doi.org/10.1080/00207390600723635>
- Yıldırım, H. E., & Nakiboğlu, C. (2014). Kimya öğretmen ve öğretmen adaylarının derslerinde kullandıkları argümantasyon süreçlerinin incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 124-154. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/16788>
-

FEN VE MATEMATİK ENTEGRASYONU KULLANILARAK OLUŞTURULAN ARGÜMANLARIN DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Öz

Bu araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının fen ve matematik entegrasyonu kullanılarak hazırlanan argümantasyon etkinliğinde oluşturdukları argümanların düzeylerini ve argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) yaklaşımı hakkındaki düşüncelerini incelemektir. Araştırmanın çalışma grubunu Türkiye’de bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 30 kişiden oluşan 3. sınıf fen bilgisi öğretmeni adayları oluşturmaktadır. Çalışmada nitel araştırma yönteminden faydalanılmıştır. Veriler fen ve matematik entegrasyonu argümantasyon kavramı karikatür etkinlik kâğıdı ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen verilerin analizinde betimsel ve içerik analizi kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre bireysel olarak öğretmen adaylarının %7’sinin güçlü argüman %57’sinin zayıf argüman oluşturduğu; bunun yanında %36’sının ise argüman oluşturamadıkları tespit edilmiştir. Grup tartışması sonrasında oluşturulan argümanların düzeyleri incelendiğinde bir grup hariç diğer tüm grupların güçlü argümanlar oluşturdukları tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının tamamı etkinliğin fen ve matematik disiplinleri ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Etkinlikte kullanılan fen kavramlarının eğik düzlem, kuvvet ve dinamometre; matematik kavramlarının ise, üçgen, açı, doğru orantı ve eğim olduğunu ifade etmişlerdir. Uygulama sonunda fen bilgisi öğretmen adayları ATBÖ ile ilgili deney gözlem şansı, bilişsel ve zihinsel gelişim, kalıcı öğrenme, sorgulamaya fırsat verme ve grup çalışması sağlama gibi olumlu görüşler belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının uygulama sırasında karşılaştıkları zorluklarla ilgili görüşlerini; grup arkadaşını ikna etme, farklı fikirlerden yola çıkarak doğruya ulaşma ve iddiaları ileri sürme şeklinde belirttikleri görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Fen ve matematik entegrasyonu, argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ), fen bilgisi öğretmen adayları, argüman düzeyleri, görüş.

GİRİŞ

Fen ve matematik, birbiriyle yakından ilişki içerisinde ve bir bütünlük halinde olan, birbirine bağlı iki disiplindir (Orton ve Roper, 2000). Fen bilimleri ve Matematiği ayrı birer disiplin olarak görmek, öğrencilerin matematik bilgilerini fen bilimleri derslerine transfer etmelerini zorlaştırmakta ve bunun sonucunda öğrenciler fen bilimlerinde karşılarına çıkan problemlerin çözümünde istenilen başarıyı gösterememektedirler (Hoban, 2011). Bunun yanında öğrenciler, incelenen olgunun farkına varamayabilirler ve günlük hayat problemlerini çözmede daha az başarılı olabilirler (Frykholm ve Glasson, 2005). Bu nedenle matematik ve fen entegrasyonu; öğrencilerin motive olması, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilmeleri, eleştirel düşünebilmeleri ve farklı disiplinlerin bir araya gelerek otantik bir problemi nasıl çözebileceğinin farkına varmaları açısından önemlidir (Czerniak, 2000; Furner ve Kumar, 2007; Wilhelm ve Walters, 2006). Fen ve matematik entegrasyonu ile yapılan çalışmalarda, entegrasyonun öğrencilerin hem fen hem de matematik için sorgulama, problem çözme, üst düzey düşünme becerilerine (Berlin ve White, 2001), motivasyon ve ilgilerine (West vd., 2003) anlayış, performans ve tutumlarına (Berlin ve White, 1999) olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir.

Fen bilimleri dersi açısından özel olarak ele alındığında, fen bilimleri konularının öğretiminde matematik bilgisinin oldukça önemli olduğu söylenebilir. Bütüner ve Uzun (2011) fen ve matematik alanlarına yönelik başarı veya başarısızlığın nedenlerinden birinin bu iki alanın birbiriyle olan ilişkilerinden kaynaklı olabileceğini ve özellikle de fen bilimleri derslerine ait konuların öğretiminde gerekli olan temel matematik bilgi-becerisinin, öğrencilerde yetersiz olmasının öğretmenlere ve öğrencilere fen bilimlerini anlatmada/anlamada sıkıntılar yaratacağı ve bunun başarıya yansıtacağını ifade etmektedir.

Fen bilimlerinde öğrencilerden öncelikli olarak istenen; kişilerin, toplum ve çevre arasındaki ilişkinin farkına varması, birey olarak doğal kaynakların kullanılmasına, ekonomiye ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlama bilincini geliştirmesidir (Şahin vd., 2014). Bu sonucu olarak öğrencilerin istenilenleri gerçekleştirmeleri için araştırma-sorgulama yapabilmesi, farklı disiplinlerden yararlanarak argümanlar oluşturabilmesi ve bu argümanlardan yola çıkarak kendi iddialarını oluşturup zıt olanları da çürütebilmeleri gerekir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013; Hasançebi, 2014).

Fen bilimleri öğretim programında, öğrencilerin fen derslerinde fikirlerini rahat bir şekilde ifade edebilmeleri, fikirlerini farklı gerekçeler ile destekleyebilmeleri ve akranlarının iddialarını çürütecek karşıt fikirler geliştirebilmeleri için öğretmenler tarafından bilimsel tartışma ortamlarının sağlanması gerekir (MEB, 2018). Öğrencilerde bahsedilen bu becerilerin kazandırılmasında, önemli öğretim yaklaşımları ve teknikleri bulunmaktadır. Argümantasyon bu becerilerin öğrencilere kazandırılmasında önemli bir yöntemdir. Benzer şekilde matematik eğitiminde de argümantasyonla öğrenmenin kavramsal anlamının oluşturulmasında bir yol olduğu vurgulanmaktadır (Schwarz vd., 2010). Matematik dersi öğretim programında da öğrencilerin bilgiyi oluşturabilen, sorgulayan ve tartışabilen bireyler olması hedeflenmektedir (MEB, 2018).

Bu çalışma, fen bilgisi öğretmen adaylarının fen ve matematik entegrasyonu kullanılarak hazırlanmış argümantasyon etkinliğinde oluşturulan argümanların düzeylerini ve öğretmen adaylarının argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) ile ilgili düşüncelerini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu bakımdan çalışma, argümantasyona dayalı öğrenme yöntemi bilimsel çalışmalar ışığında yeni ve farklı eğitim materyalleri geliştirerek özgün çalışmalar yapılması ve bu konuda yapılacak akademik çalışmalara örnek olması bakımından önem taşımaktadır. Uygulamada kullanılan etkinlik, öğretmen adaylarının fen ve matematikte yer alan kavramların birlikte ele alınacağı argümanı oluşturma sırasında hem fen bilgilerini hem de matematik bilgilerini kullanmalarını gerektirmesi açısından önemlidir. Ayrıca çalışmada; fen bilgisi öğretmen adaylarının fen ve matematik entegrasyonu kullanılarak hazırlanmış argümantasyon süreci ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerinin incelenmesi de alana katkı sunacak diğer bir nokta olarak düşünülmektedir.

Argümantasyon

Argümantasyon, birbirine zıt iki durum arasındaki karşıtlığı açıklamak için yapılan konuşmalar dizisi veya mantıklı kararlara ulaşmak için yapılan bir etkinliktir (Kaya ve Kılıç, 2008). Toulmin'e (1958) göre argümantasyon ise karşılıklı iddialar öne sürme süreci değil gerekçeler ortaya koyarak iddiaların veriler ile desteklenip geçerlenmesi sürecidir. Bir diğer ifade ile argümantasyon, birbirine benzer veya farklı bakış açılarına sahip bireylerin bir konuda karar vermek amacıyla alternatif bakış açılarını değerlendirmeye aldıkları süreç olarak yorumlanabilir. Argümantasyon uygulamaları ise öğrencilerin konu ile ilgili iddia oluşturma, oluşturdukları iddiaları gerekçelendirebilme, elde edilen verileri kullanma, iddialarını savunma veya karşıt iddiaları çürütme süreçlerini içeren uygulamalardır. Öğrenciler argümantasyon uygulamalarında bilimsel olarak muhakeme yaparlar. Ayrıca öğrenciler hipotez üreterek kendi modellerini oluştururlar. Araştırmadan elde ettikleri bulguları sorgulayarak modellerinin doğruluğunu test ederler (Psycharis, 2016).

Argümantasyona dayalı öğrenme yöntemi günümüzde fen eğitimcileri tarafından yoğun bir şekilde vurgulanmaktadır. Fen bilimleri eğitimi alanyazını incelendiğinde yürütülen araştırmaların çoğunlukla öğretmen adayları ile yürütülmüş olması dikkat çekmektedir (Aydın ve Kaptan, 2014; Demiral ve Çepni, 2018; Demircioğlu ve Uçar, 2014; Hiçde ve Aktamış, 2017; Robertshaw ve Campbell, 2013; Ozdem vd., 2013). Diğer taraftan matematik eğitiminde yapılan argümantasyon çalışmalarına bakıldığında, sürecin incelenmesi ve analizi (Dinçer, 2011; Güneş, 2013; Doruk, 2016; Tekin Dede, 2019; Baynazoğlu, 2019), başarıya etkisi (Küçük Demir, 2014; Can, 2018; Cervantes-Barraza vd., 2019), kavramsal gelişim (Uygun ve Akyüz, 2019), argüman becerileri (Krummheuer, 2007; Pesen, 2018; Indrawatiningsih vd., 2020; Tristanti ve Nusantra, 2021) gibi konulara odaklanıldığı görülmektedir. Ayrıca argümantasyonun matematik eğitiminde ispat yaparak argümantasyon becerisini olumlu etkilediği (Pesen, 2018), iş birliği yaparak senaryo oluşturmanın ve sezgisel çalışmaların argümantasyon becerisini geliştirdiği (Kollar vd., 2014), argüman kalitesinin matematiksel modelleme yeterliğini olumlu yönde etkilediği de (Solar vd., 2019; Aydın Güç ve Kuleyin, 2021) görülmektedir.

Argümantasyon ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle Toulmin argümantasyon modeli kullanılmaktadır (Demircioğlu ve Uçar, 2014; Lazarou, 2010; Ogan Bekiroğlu ve Eskin 2012; Osborne vd., 2004; Riemeier vd., 2010; Robertshaw ve Campbell, 2013; Sadler, 2006; Untereiner, 2013). Bu modele göre veri, iddia, gerekçe, destek, sınırlayıcı/niteleyici ve çürütme ögeleri bulunmaktadır. Toulmin'e (2003) göre bir argümanda veri, iddia ve gerekçe temel öğelerken; destek, çürütme ve sınırlayıcılar yardımcı öğelerdir. Temel öğeler basit bir argümanda bulunurken daha karmaşık argümanlarda tüm öğeler yer alabilir. Bir argümanın kalitesini bu öğelerin varlığı veya yokluğu belirlemektedir (Sampson ve Clark, 2008). Alan yazın incelendiğinde özellikle ortaokul öğrencileriyle yapılan argümantasyon çalışmalarında Toulmin argümantasyon model basamaklarının hem öğrenciler hem de öğretmenler tarafından anlamakta zorlanıldığı görülmektedir (Demirel, 2015; Sadler, 2006). Bu nedenle Aktamış ve Hiğde (2015) Türkçe argümantasyon modelini geliştirmişlerdir. Bu modelde iddia; bir kişinin soruya verdiği cevap, bir konu hakkındaki düşünce veya sonuç cümlesidir. Kanıt; elde edilen verilerin hangisinin iddiayı destekleyeceğine karar vererek eşleştirme yapmasıdır. Veri; gözlemler, ölçümler, araştırmalar, söylenen ifadeler ve verilen bilgilerdir. Akıl yürütme; iddia ve veri arasında ilişkiyi kuran cümle veya kelimelerdir. Destekleyici; iddiayı güçlendirmek için daha fazla veri ve akıl yürütmelerdir. Çürütücü; karşıt iddiayı geçersiz hale getirmek için oluşturulan ifadelerdir. Türkçe argümantasyon modeli katılımcıların argümanlarının kalitesini ve kavramsal bilgi düzeylerini değerlendirmek için kullanılabilir. Ancak Türkçe argümantasyon modeli, argüman bileşenlerini yapısal olarak gerekçelendirmeye ve fonksiyonel olarak model yapısına uyumunun yanında kavramsal bilgi düzeylerine önem vermektedir (Aktamış ve Hiğde,2015).

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının fen ve matematik entegrasyonu kullanılarak hazırlanan argümantasyon etkinliğinde oluşturdukları argümanların düzeyini belirlemektir. Ayrıca öğretmen adaylarının etkinlik sonrasında argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) yaklaşımı hakkında düşünceleri de incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda aşağıda yer alan sorulara cevap aranmıştır.

- Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen ve matematik entegrasyonu kullanılarak hazırlanan argümantasyon etkinliğinde oluşturdukları argümanların düzeyi nasıldır?
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının etkinlik sonrasında argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) yaklaşımı hakkında düşünceleri nelerdir?

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının fen ve matematik entegrasyonu kullanılarak hazırlanan argümantasyon etkinliğinde oluşturdukları argümanların düzeylerini ve argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı hakkındaki düşüncelerini incelemek amacıyla nitel araştırma yönteminden faydalanılmıştır. Öğretmen adaylarının oluşturdukları argümanların düzeylerini incelemeye nitel bir yaklaşımla betimsel tarama yöntemi

kullanılmıştır. Betimsel taramada bireylerin bulunduğu durumu açıkça ortaya koymak amaçlanmaktadır (Fraenkel & Wallen, 2006). Bu çalışmada da oluşturulan argümanların düzeyleri sınıflandırılarak ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının etkinlik sonrasındaki görüşleri de nitel bir yaklaşımla incelenmiştir.

Çalışma Grubu

Çalışma, 2022-2023 öğretim yılı güz yarıyılında Türkiye’de bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 3. sınıf fen bilgisi öğretmeni adayları (30) ile gerçekleştirilmiştir. 3. Sınıf öğretmen adaylarının tercih edilmesinin sebebi fen öğretimi dersinin bu düzeyde yer alması ve bu dersin argümantasyon sürecine uygun olmasıdır. Katılımcılar belirlenirken kolay ulaşılabilir (uygun) örneklem yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, araştırmacılar açısından özellikle zaman açısından ekonomik bir yoldur. Ayrıca daha çok katılımcıya ulaşmaya yardımcı olur (Baltacı, 2018). Uygulama, 4’ü erkek 26’sı kız olan çalışma grubuyla Fen Öğretimi dersinde gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada fen bilimleri öğretmen adaylarının eğik düzlem konusuna ait oluşturdukları argümanların kalitesini ölçmek amacıyla, araştırmacılar tarafından hazırlanan fen ve matematik entegrasyonu argümantasyon kavram karikatürü etkinliği kullanılmıştır. Kavram karikatürü etkinliğindeki günlük yaşamda karşılaşılan olay, fen bilimleri dersinde eğik düzlem; matematik dersinde üçgende açı konusu ilişkilendirilerek hazırlanmıştır. Bu etkinlik içerisinde üç farklı iddia bulunmaktadır. Kavram karikatüründe yer alan karakterlerin savundukları iddialar hem fen kavramları hem de matematik kavramları kullanılarak hazırlanmıştır. Bu iddialardan hangisini tercih ettikleri, tercih ettikleri iddianın gerekçesini ve katılmadıkları iddialara neden katılmadıklarını içeren 3 açık uçlu soru yardımıyla veriler yazılı olarak toplanmıştır. Kullanılan veri toplama aracının görseli aşağıda Şekil 1’de verilmektedir.



Desteklediğiniz iddia:

.....

İddianızın gerekçesi nedir?

.....

Katılmadığınız iddialar nelerdir? Neden?

.....

Şekil 1. Veri Toplama Aracı

Öğretmen adaylarının ATBÖ yaklaşımına ilişkin görüşlerini belirlemek için 3 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır. Form hazırlanırken soruların açık ve anlaşılır olmasına, derinlemesine bilgi elde edebilmeye, konu dışına yönlendirmemesine dikkat edilmiştir. Veri toplama amacıyla hazırlanmış olan kavram karikatürü etkinlik kâğıdı araştırmacılar tarafından hazırlandıktan sonra fen ve matematik entegrasyonu ile ilgili çalışmaları olan bir fen ve bir matematik eğitimcisi alan uzmanına verilmiş, uzman görüşleri doğrultusunda verilen sorular yeniden düzenlenmiştir. Hazırlanan görüşme soruları da bir fen eğitimi alanından uzman tarafından incelenerek görüşme formuna son hali verilmiştir.

Veri Analizi

Elde edilen verilerin analizinde betimsel ve içerik analizi kullanılmıştır. Karataş (2017) betimsel analizi verilerin düzenlenerek yorumlanması olarak ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının hem bireysel hem de grup olarak doldurdukları etkinlik kâğıtları betimsel olarak analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının kavram karikatürü etkinlik kâğıtlarının analizi, Türkçe Argümantasyon Modeli Derecelendirme Ölçeğine (Aktamış ve Hiğde, 2015) göre analiz edilmiştir. Derecelendirme ölçeğinde yer alan basamaklar, fen ve matematik eğitimi alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda fen matematik kavramlarını kullanarak argüman oluşturma durumuna göre revize edilmiştir. Buna göre öğrencilerin destekleyici ve çürütücü basamağında matematik ve fen kavramlarını kullanma durumu da değerlendirilmiştir. Araştırmanın amacına uygun olarak revize edilmiş Türkçe Argümantasyon Modeli Derecelendirme ölçeği aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1. Türkçe Argümantasyon Modeli Derecelendirme Ölçeği

Bileşen	0 (yok)	1 (zayıf)	2 (güçlü)
İddia Bir iddia veya sonuç orijinal soruyu cevaplar.	Bir iddia yok veya kesin olmayan iddia	Kesin fakat tamamlanmamış iddia	Kesin ve tam bir iddia (Kesinlik ve tamlık, öğrencinin sınıf düzeyine göre kazandırılması istenen kavram veya kavramları doğru bir şekilde ifade etmesidir.)
Kanıt Bilimsel veri iddiayı destekler.	a.Verii İddiayı desteklemek için içerilen veri b.Akıl Yürütme Veri ile birlikte kanıtı oluşturan ifade	Yanlış ya da hiç verilmemiş Günlük yaşamdaki deneyimlerinden sunulan veri Yetersiz akıl yürütme	Karşılaştırma yaparak veriyi sağlamış. Deneysel ve bilimsel verilerden yararlanmış. Bilimsel veri ile desteklenmiş yeterli akıl yürütme
Destekleyici Destekleyicinin kavramsal kalitesi	Destekleyici yok- yanlış ya da hiç verilmemiş	Bir tane destekleyici var (Fen veya Matematik kavramları kullanımı)	Birden fazla destekleyici var (Fen ve Matematik kavram kullanımı)
Çürütücüler Karşıt iddiaya yönelik verilen açıklamalar	Çürütücü yok-yanlış ya da hiç verilmemiş	Bir tane çürütücü var (Fen veya Matematik kavramları kullanımı)	Birden fazla çürütücü var (Fen ve Matematik kavram kullanımı)

Tablo 1'e göre bir öğrencinin oluşturduğu argümanın güçlü argüman olabilmesi için; iddia, veri, akıl yürütmenin yanında destekleyici ve çürütücü basamaklarını oluştururken hem matematik hem de fen kavramlarını kullanarak açıklamaların olması gerekmektedir. Tablo 1'de bulunan sınıflandırmalar yok (0), zayıf (1) ve güçlü (2) olarak derecelendirilmiştir. Elde edilen veriler uzman görüşü alınarak yeniden değerlendirilmiş ve son şekli verilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen veriler ise içerik analizi kullanılarak çözümlenmiştir. Görüşme formunda elde edilen veriler kategori ve kodlar oluşturularak tablo halinde sunulmuştur. Kod ve kategoriler araştırmacılar tarafından ayrı ayrı incelenerek oluşturulmuştur. Daha sonra kodlayıcılar bir araya gelerek oluşturulan kodlar yeniden incelenmiş ve ortak karar alınmıştır. Son olarak elde edilen analizler alan uzmanı tarafından incelenmiştir.

Veri Toplama Süreci

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına ilk olarak ATBÖ ile ilgili bilgilendirme eğitimi verilmiştir. Daha sonra örnek argümanlar gösterilerek bilimsel bir argüman hakkında ön bilgileri oluşturulmuştur. Uygulama fen bilgisi laboratuvarında üç ders saatinde gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesinde öğretmen adaylarından ortalama dörder kişilik gruplar oluşturmaları istenmiştir. Toplam yedi grup oluşturulmuştur. Grupların verileri G1, G2, G3,... şeklinde bulgularla belirtilmiştir. Araştırmacılar tarafından hazırlanan ATBÖ etkinliği tüm sınıfa tanıtılmış fakat hangi disiplinleri kullanarak hazırlandığı belirtilmemiştir. Hazırlanan ATBÖ etkinliği kavram karikatürü kullanılarak hazırlanmıştır. Öğretmen adaylarından kavram karikatüründe yer alan karakterlerin iddialarından hangisine katıldıkları ve bunun gerekçelerini yazmaları istenmiştir. Bunu yaparken etkinlikte fark ettikleri kavramları kullanarak yapmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarına argüman basamaklarını oluştururken etkinlikte ilişkili olan disiplinleri kullanmaları gerektiği belirtilmiştir. Uygulama sırasında ilk olarak argümantasyon kavram karikatürü etkinliğini öğretmen adaylarının bireysel olarak doldurmaları istenmiştir. Burada bireysel olarak argüman kaliteleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarından bireysel olarak elde edilen veriler Ö1, Ö2... şeklinde bulgularla belirtilmiştir. Daha sonra aynı kavram karikatürü etkinliği, grup çalışması olarak dağıtılmış ve kendi aralarında fikir alışverişi yaparak ortak fikirlerini belirtmeleri istenmiştir. Aynı zamanda grup tartışması yaptırarak öğretmen adaylarının iddialarını savunmalarına fırsat verilmiş ve grup olarak ortak bir karara varmaları sağlanmıştır. Burada argüman bileşenlerinden veri basamağını, etkinlik kağıdında yer alan günlük yaşamda karşılaşılan olayı deney yaparak oluşturmaları istenmiştir. Bu şekilde öğretmen adaylarına karikatürde verilen iddiaları ispatlayarak bunları değerlendirmelerine fırsat verilmiştir (Şekil 2). Son olarak gruplar savundukları argümanları ispatlarıyla sınıfa sunmuşlar ve süreç tamamlanmıştır. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı hakkında görüşleri, yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanarak alınmıştır.



Şekil 2. Öğretmen Adaylarının Uygulamaları

BULGULAR

Fen bilgisi öğretmeni adaylarının fen ve matematik entegrasyonu kullanılarak hazırlanan argümantasyon etkinliğinde oluşturdukları argümanların düzeyini ve uygulama hakkındaki düşüncelerini incelemeyi amaçlayan çalışmadan elde edilen bulgular sunulmuştur.

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarına öncelikle argümanlarının ne düzeyde olduğunu anlamak amacıyla etkinlik kağıtları bireysel olarak dağıtılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Öğretmen Adaylarının Argüman Düzeyi

Argüman düzeyi	Öğretmen adayı sayısı	Düzeyle sahip olan öğretmen adayları
Argüman yok	11	Ö6,16,18,20,24,25,26,27,28,29,30
Zayıf Argüman	17	Ö1,2,3,5,7,8,9,10,11,12,13,15,17,19,21,22,23
Güçlü Argüman	2	Ö4,14

Tablo 2 incelendiğinde araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının 11’inin argüman oluşturamadıkları 17’sinin oluşturdukları argümanın zayıf düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında iki öğretmen adayının ise güçlü argümanlar oluşturdukları tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan etkinlik kağıtları Türkçe argümantasyon modeli basamaklarını içerme durumuna göre incelendiğinde; öğretmen adaylarının 19’unun (%76) doğru iddiaları buldukları görülmüştür. Fakat bu iddiaları destekleme noktasında, fen ve matematik kavramlarını entegre ederek ifade etmelerinin yeterli olmadığı görülmüştür (%30). Öğretmen adaylarının oluşturduğu argümanlardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ö4: Güçlü Argüman: *“Eğik düzlemi yatayla yaptığı açığı arattırırsak fıçıya daha fazla kuvvet uygulayarak çıkabilir. Yatayla yapılan açı örneğin 30 derece olursa eğik düzlemin eğimi az oluyor. 90 derece olursa eğik düzlemin eğimi*

daha fazla olacağından fıçıyı çıkarmak zorlaşacaktır. Açı ne kadar küçük olursa uygulanan kuvvette az olur.” (Etkinlik kağıdında Ö4 kodlu öğretmen adayı doğru iddiayı bulmuş. İddiasını doğrularken hem fen hem de matematik kavramını doğru şekilde kullanmıştır.)

Ö14: Güçlü Argüman: *“Açıyı arttırsak fıçıya daha fazla kuvvet uygulamamız gerekecektir. Açı ne kadar az olursa yatay olur ve eğim azalır. Yolumuz ve fıçının hareketi kolaylaşır. Açı ne kadar fazla olursa o kadar çok kuvvet gerektirir. Yol düz olduğunda yorulmadığımız bunun göstergesidir.”* (Etkinlik kağıdında Ö14 kodlu öğretmen adayı doğru iddiayı bulmuş. İddiasını doğrularken hem fen hem de matematik kavramını doğru şekilde kullanmıştır.)

Ö2: Zayıf Argüman: *“Eğer açı artarsa eğik düzlemin dikliği artar ve böylece daha fazla kuvvet uygulamamız gerekecektir. Yükü daha yükseğe çıkarmak için daha fazla kuvvete ihtiyaç vardır.”* (Etkinlik kağıdında Ö2 kodlu öğretmen adayı doğru iddiayı bulmuş. İddiasını doğrularken sadece fen kavramını kullanmıştır)

Ö5: Zayıf Argüman: *“Eğik düzlemin yatayla yaptığı açı artarsa düzlemin eğimi artar böylece yükü çıkarmak zorlaşacaktır.”* (Etkinlik kağıdında Ö5 kodlu öğretmen adayı doğru iddiayı bulmuş. İfadesini kullanarak sadece matematik kavramıyla iddiasını doğrulamıştır)

Ö21: Zayıf Argüman: *“Eğim arttıkça uyguladığımız kuvvette artar.”* (Etkinlik kağıdında Ö21 kodlu öğretmen adayı doğru iddiayı bulmuş. İfadesini kullanarak iddiasını sadece matematik kavramıyla doğrulamıştır)

Ayrıca etkinlik kağıtları incelendiğinde öğretmen adaylarının diklik kavramını kullandıkları (%65) ve doğrulama yaparken bu kavrama bağlı olarak iddialarını destekledikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının oluşturduğu argümanlardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ö9: Zayıf Argüman: *“Açı arttıkça eğik düzlem dikleşeceği için uygulanacak kuvvet de artar. Bu yüzden yük daha zor çıkarılır.”*

Ö19: Zayıf Argüman: *“Açı arttıkça düzlem daha da dikleşecektir. Ve bu bizim daha fazla kuvvet uygulamamıza neden olur. Açı küçüldükçe zemin düzleşir ve bizim uyguladığımız kuvvet azalır.”*

Etkinlik kağıtları incelendiğinde yanlış iddiada bulunan öğretmen adaylarının (%20) iddialarının doğru olmadığı tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının oluşturduğu argümanlardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ö28: Argüman Yok: *“Eğik düzlemin yatayla yaptığı açıyı arttırsak daha az bir kuvvet uygularız ve daha az kuvvetle iş yapılmış olur.”*

Ö29: Argüman Yok: *“Eğik düzlemde açı arttıkça cisme uyguladığımız kuvvet azalır ve böylece cisim daha kolay çıkabilir.”*

Ö25: Argüman Yok: *“Uygulanan kuvvet değişmez. Çünkü eğik düzlemin dikey düzlemlerle olan açısında herhangi bir değişiklik olmuyor. Dolayısıyla aynı kuvvet uygulanmış oluyor.”*

Fen bilgisi öğretmen adaylarına daha sonra grup arkadaşları ile tartışarak oluşturdukları argümanların ne düzeyde olduğunu anlamak amacıyla aynı etkinlik kâğıdı grup çalışması olarak dağıtılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Grupların Argüman Düzeyi

Argüman düzeyi	Grup sayısı	Düzeyle sahip olan gruplar
Argüman yok	0	
Zayıf Argüman	1	G4
Güçlü Argüman	6	G1,2,3,5,6,7

Tablo 3 incelendiğinde fen bilgisi öğretmen adaylarının oluşturduğu grupların argüman düzeyleri incelendiğinde bir grubun zayıf argüman, diğerlerinin ise güçlü argümanlar oluşturdukları tespit edilmiştir. Grupların fikir alışverişi sonucunda doldurdukları etkinlik kağıtları Türkçe argümantasyon modeli basamaklarını içerme durumuna göre incelendiğinde; tüm grupların doğru iddiayı bulduğu tespit edilmiştir. G4 dışındaki tüm gruplar güçlü düzeyde argüman oluşturabilmişlerdir. Güçlü argüman oluşturan gruplar argüman basamaklarından destekleyici ve çürütücü basamağını fen ve matematik kavramlarını kullanarak açıklamışlardır. G4 ise çürütücü basamağını kullanmadığı için bu grubun argümanı zayıf kategorisinde yer almıştır. Grup olarak oluşturulan farklı argüman düzeylerine ait bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

G1: Güçlü Argüman: *“Açı attıkça 90°'ye yaklaştığı için eğim artar ve daha fazla kuvvet uygulamamız gerekecektir. Açı ile kuvvet doğru orantılıdır. Açıda değişime göre uyguladığımız kuvvet artar ya da azalır. Deney sonucunda elde edilen veriler iddiamızı doğrular niteliktedir. Eğimin olmadığı durumlarda geçerli değildir.”* (Etkinlik kağıdında G1 kodlu grup doğru iddiayı bulmuştur. İddiasını doğrularken hem fen hem de matematik kavramını doğru şekilde kullanmıştır. Çürütücü basamağını kullanmıştır.)

G5: Güçlü Argüman: *“Açıyı arttırdığımızda eğik düzlem yüksekliği arttığı için uygulanacak kuvvet de artacaktır. Yükseklik ile kuvvet doğru orantılıdır. Açıyı arttırdığımızda dinamometrede okunan değer arttığını gözlemledik. Bu durum iddiamızı doğruladı. Düzlem yatayla açı yapmadığı durumlarda geçerli değildir.”* (Etkinlik kağıdında G5 kodlu grup doğru iddiayı bulmuştur. İddiasını doğrularken hem fen hem de matematik kavramını doğru şekilde kullanmıştır. Çürütücü basamağını kullanmıştır.)

G4: Zayıf Argüman: *“Yatayla yaptığı açiyi arttırırsak fıçıya daha fazla kuvvet uygulayarak çıkar. Eğer eğim artarsa uygulanan kuvvette artar. Eğim azalırsa uygulanan kuvvette azalır. Yaptığımız deneyle de bunu ispatladık. Eğimi fazla olan eğik düzlemde dinamometre daha büyük değeri gösterdi.”* (Etkinlik kağıdında G4 kodlu grup doğru iddiayı bulmuş. İddiasını doğrularken doğru orantı ve dinamometredeki sayısal değere odaklanarak fen kavramlarını yeterince kullanmamıştır. Çürütücü basamağını belirtmemiştir.)

Uygulama sonunda fen bilgisi öğretmen adaylarından, uygulanan etkinlik kağıdının hangi disiplinler kullanılarak hazırlandığını ve bu disiplinlere ait kavramların neler olduğunu ifade etmeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının görüşlerine ait bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Etkinlikte Kullanılan Disiplinlerin ve Kavramların Öğretmen Adayları Tarafından Fark Edilme Sıklıkları

İlişkili disiplinler	Kavramlar	Kullanım sıklığı
Fen bilgisi	Eğik düzlem	30
	Kuvvet	30
	Dinamometre	21
Matematik	Açı	30
	Üçgen	30
	Doğru orantı	24
	Eğim	21
	Diklik	12

Tablo 4 incelendiğinde araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının hepsi etkinliği fen ve matematik disiplinleri kullanılarak hazırlandığını dile getirmişlerdir. Bu iki disipline ait kavramların neler olduğuna ait görüşler incelendiğinde ise, fen kavramlarından eğik düzlem (f=30), kuvvet (f=30) ve dinamometre (f=21) kavramlarını; matematik kavramlarında açı (f=30), üçgen (f=30) doğru orantı (f=24), Eğim (f=21) kavramlarını kullandıkları tespit edilmiştir.

İkinci Alt Probleme Ait Bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarına ATBÖ ile ilgili düşüncelerini tespit etmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının görüşlerinde elde edilen bulgular kategori ve kodlar oluşturularak Tablo 5'te sunulmuştur.

Table 5: ATBÖ ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri

Kategori	Kod	Kullanma sıklığı
Olumlu yönler	Öğrenmeyi kolaylaştırma	4
	Kalıcı öğrenme	6
	Bilgileri bütünleştirme fırsatı	1
	Deney gözlem şansı	11
	Görsellik	2
	Sorgulamaya fırsat verme	6
	Bilişsel ve zihinsel gelişimi sağlama	11
	Grup çalışması sağlama	5
Olumsuz yönler	Zaman alıcı	12
	Ortak karar alma	4
	Kafa karıştırıcı	3
	Hazır bulunuşluk	2
Karşılaşılan Zorluklar	Kalabalık sınıf	1
	İddia ileri sürme	2
	Grup arkadaşını ikna etme	7
	Farklı fikirlerden yola çıkarak doğruya ulaşma	7

Tablo 5 incelendiğinde fen bilgisi öğretmen adaylarının ATBÖ ile ilgili görüşleri olumlu, olumsuz ve uygulama sırasında karşılaşılan zorluklar olarak kategorilere ayrılmıştır. ATBÖ ile ilgili olumlu görüşlerden deney gözlem şansı (f=11), bilişsel ve zihinsel gelişim (f=11), kalıcı öğrenme (f=6), sorgulamaya fırsat verme (f=6), grup çalışması sağlama (f=5), öğrenmeyi kolaylaştırma (f=4) şeklinde kodlar oluşturulmuştur. ATBÖ ile ilgili olumsuz görüşlerin zaman alıcı (f=12), ortak karar alma (f=4), kafa karıştırıcı (f=2), kalabalık sınıf (f=1) olduğu tespit edilmiştir. ATBÖ uygulama sırasında karşılaşılan zorluklarla ilgili görüşler incelendiğinde grup arkadaşını ikna etme (f=7), farklı fikirlerden yola çıkarak doğruya ulaşma (f=7) ve iddiaları ileri sürme kodları elde edilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Fen bilgisi öğretmeni adaylarının fen ve matematik entegrasyonu kullanılarak hazırlanan argümantasyon etkinliğinde oluşturdukları argümanların düzeyini ve uygulama hakkındaki düşüncelerini incelemek amacıyla yürütülen çalışmada iki alt probleme cevap aranmıştır. Bu amaçla çalışmada ilk olarak öğretmen adaylarının fen ve matematik entegrasyonu ile oluşturdukları argümanların düzeyleri belirlenmiştir. Argüman düzeyleri önce bireysel olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının %7'sinin güçlü argüman, %57'sinin zayıf argüman oluşturduğu; bunun yanında %36'sının ise argüman oluşturamadıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının oluşturdukları argümanlar, Türkçe argümantasyon modeli basamakları (Aktamış ve Hiğde,2015) içerme durumuna göre belirlenmiştir. Modele göre öğretmen adaylarının %76'sının etkinlik kağıdında doğru iddiaları belirledikleri fakat destekleyici ve çürütücü basamağında fen ve matematik entegrasyonu kullanarak doğrulama beceri düzeylerinin yeterli olmadıkları tespit edilmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının fen matematik ilişkisini yeterince fark edemediklerini ve iddialarını savunurken matematikle ilişki kurmaktan kaçındıklarını göstermektedir. Argüman oluşturma becerisi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde benzer sonuçlara rastlanmaktadır. Topçu vd., (2011) de fen bilgisi öğretmen adaylarının çoğunluğunun iddialarını gerekçeleri ile savunduklarını fakat çürütücü kullanmada başarısız olduklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bireysel argümanları alındıktan sonra aynı etkinlik kâğıdı kullanılarak grup tartışması yapmaları istenmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarına grup tartışması sırasında argümanlarını ispatlamaları için deney yapma fırsatı verilmiştir. Bu şekilde daha nitelikli bir tartışma süreci yaşanmasına ortam hazırlamıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının grup tartışması sonrasında oluşturdukları argümanların düzeyleri incelendiğinde, bir grup hariç diğer tüm grupların güçlü argümanlar oluşturdukları tespit edilmiştir. Bu durum grup tartışmasının öğretmen adaylarının argüman düzeylerini artırdığını göstermektedir. Aufschneider vd., (2008) göre argümantasyon süreci öğrencilerin ön bilgilerini kullandıkları ve argümantasyonun öğrencilere mevcut bilgilerini tamamlama ve bilimsel bilgilerini geliştirme fırsatı da sunmaktadır. Grup tartışmasının argüman düzeylerine etkisinin olduğu Gülhan (2012) çalışmasında, ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin sosyo-bilimsel konularda grup tartışmasından önce iddialarda bulduklarını fakat bu iddialarını desteklemekte zorlandıklarını görmüş ancak grup tartışmasından sonra öğrencilerin iddialarını daha iyi yapılandırdıklarını ve grup fikirlerini daha güçlü argümanlarla desteklediklerini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca Untereiner'in (2013) çalışmasında da benzer şekilde öğrencilerin grup olarak, iş birliği içinde daha fazla argüman ürettiği sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde Evagorou ve Osborne (2013) yaptıkları çalışma sonunda grup çalışmaları gerçekleştiren öğrencilerin üst düzey argümanlar oluşturabildiklerini tespit etmiştir. Öğretmen adaylarının bireysel olarak ve grup olarak oluşturdukları argümanların düzeyleri karşılaştırıldığında; grup olarak oluşturulan argümanların daha güçlü olduğu sonucuna ulaşılabilir. Bu da öğretmen adaylarının grup olarak çalıştıklarında hem fen hem de matematik kavramlarını eğik düzlem bağlamında entegre etmelerinin bir sonucu olarak görülebilir.

Uygulama sonunda fen bilgisi öğretmen adaylarına ATBÖ ile ilgili görüşlerini almak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır. Görüşme formundan elde edilen veriler incelendiğinde fen bilgisi öğretmen adayları etkinliğin fen ve matematik disiplinleri kullanılarak hazırlandığını ifade etmişlerdir. Etkinlik içeriğinde yer

alan fen kavramlarının eğik düzlem, kuvvet ve dinamometre olduğu öğretmen adayları tarafından belirtilmiştir. Matematik kavramları olarak da açı, üçgen, doğru orantı ve eğim kavramları içerdiğini belirtmişlerdir. Bu durum uygulamaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının fen ve matematik kavramlarını fark ederek doğru bir şekilde ifade ettiklerini göstermektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ATBÖ ile ilgili görüşlerine bakıldığında deney gözlem şansı, bilişsel ve zihinsel gelişim, kalıcı öğrenme, sorgulamaya fırsat verme ve grup çalışması sağlama gibi olumlu görüşlerinin yanında zaman alıcı, ortak karar alma zorunluluğu, kafa karıştırıcı şekilde olumsuz görüşler elde edilmiştir. Ayrıca ATBÖ uygulaması sırasında karşılaşılan zorluklarla ilgili olarak; grup arkadaşını ikna etme, farklı fikirlerden yola çıkarak doğruya ulaşma ve iddiaları ileri sürme şeklinde görüşler elde edilmiştir. Tümay ve Köseoğlu'nun (2010) çalışmasında öğretmen adayları, argümantasyon odaklı öğretimin öğrencilerin derse aktif katılımını sağladığını, anlamlı öğrenmeler oluşturduğunu, düşünme ve sorgulama becerilerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Yıldırım ve Nakiboğlu (2014) yaptıkları çalışmada argümantasyonun öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin çoğunluğunun öğrencileri tartışmaya ve farklı görüşlere, bakış açılarına değer vermeye, dinlemeye teşvik ettiklerini belirlemiştir. Literatürde argümantasyon yönteminin etkililiğinin araştırıldığı nitel çalışmalar incelendiğindeyse argümantasyon yönteminin geleneksel yaklaşıma göre daha etkili olduğu, kavramsal öğrenmeyi desteklediği ve öğrenciler tarafından daha çok tercih edildiği görülmektedir (Kabataş Memiş, 2014; Kingir vd., 2011). Bunun yanında argümantasyonun sınırlılıkları ile ilgili çalışmalara bakıldığında çok zaman alması, uygulanmasının zor olması, kolay kargaşa oluşması gibi dezavantajları olabileceği konusunda fikir bildirmektedirler (Aydemir vd., 2018). Ek olarak sınıf mevcutlarının kalabalık olması, öğrenci hazırbulunuşluğunun yeterli olmaması ve zaman kısıtlamasının ise dezavantaj olarak belirtildiği çalışmalar da göze çarpmaktadır (Aktamış ve Atmaca, 2016; Aydın ve Kaptan, 2014; Hiğde ve Aktamış, 2017).

ÖNERİLER

Araştırmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

- Fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yapılan bu çalışmada araştırma grubunun bireysel olarak argüman oluşturmada zorluk yaşadığı ve bilgilerini doğrulama becerilerinin yetersiz olduğu saptanmıştır. Bu çerçevede öğretim programlarının sorgulama dayalı uygulamalarının artırılması gerekmektedir. Böylece bilgiyi doğrulama ve sorgulama becerisine sahip bireylerin yetiştirilmesine katkı sağlanabilir.
- Çalışmada grup tartışması sonucunda oluşturulan argümanların bireysel olarak oluşturulanlara göre daha yüksek kalitede olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla yapılacak argümantasyon temelli çalışmalarda bireysel etkinliklerin yanında argüman oluşturmaya geliştirdiği düşünülerek grup etkinliklerine önem verilmelidir.
- Çalışmada fen ve matematik entegrasyonu kullanılarak hazırlanmış eğik düzlem argümantasyon etkinliği kullanılmıştır. İlişkili olan farklı konularda da bu tür çalışmalar uygulanabilir.
- Bu çalışma 30 katılımcının oluşturduğu argümanların düzeyini belirlemiştir. Bunun yanında öğretmen adaylarının bireysel olarak fen ve matematik entegrasyonu ile argümanları nasıl oluşturduklarını derin bir şekilde ortaya çıkaracak araştırmalar yapılabilir.

- Argümantasyon etkinliklerinde fen ve matematik entegrasyonu yapılırken kullanılan kavramların ne kadar doğru şekilde ele alındığını inceleyecek araştırmalar da öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram bilgilerine yönelik fikir verebilir.
- Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının uygulama sırasında bazı zorluklar yaşadıkları görülmüştür. Bu zorlukların üstesinden gelebilmek için ATBÖ uygulamalarına hem fen hem de matematik öğretmen yetiştirme programlarında sıkça yer verilmesi önerilmektedir.

Etik Metni

Bu makalede dergi yazım kurallarına, yayın ilkelerine, araştırma ve yayın etiği kurallarına, dergi etik kurallarına uyulmuştur. Makale ile ilgili doğabilecek her türlü ihlallerde sorumluluk yazarlara aittir. Bu araştırmanın etik izni Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'nun 18.10.2022 tarih ve 2022/30 sayılı kararı ile alınmıştır.

Yazar(lar)ın Katkı Oranı Beyanı: Yazarın çalışmaya katkı oranı birinci yazarın %50 ve ikinci yazarın %50'dir.

KAYNAKÇA

- Aktamış, H., & Hiğde, E. (2015). Assessment of argumentation models used in science education. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Education Faculty*, 1(35), 136-172. <https://dergipark.org.tr/en/pub/maeuefd/issue/19408/206367>
- Aktamış, H., & Atmaca, A. C. (2016). View's of pre-service science teachers about argumentation based learning approach. *Electronic Journal of Social Sciences*, 15(58), 936-947. <https://doi.org/10.17755/esosder.258827>
- Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131. <https://doi.org/10.1002/tea.20213>
- Aydemir, S., Karakaya Cirit, D., Kaya, S., & Azger, C. (2018). Exploring the pre-service science teachers' views of argumentation and of their argument development skills. *Journal of Social Sciences of Anemon Mus Alparslan University*, 6(18), 131-138. <https://doi.org/10.18506/anemon.470577>
- Aydın, Ö., & Kaptan, F. (2014). Fen-teknoloji öğretmen adaylarının eğitiminde argümantasyonun biliş üstü ve mantıksal düşünme becerilerine etkisi ve argümantasyona ilişkin görüşler. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 163-188. <http://dx.doi.org/10.12973/jesr.2014.42.10>
- Aydın Güç, F., & Kuleyin, H. (2021). The reflection of argumentation quality on the mathematical modelling process. *Journal of Uludag University Faculty of Education*, 34(1), 222-262. <https://doi.org/10.19171/uefad.850230>
- Baltacı, A. (2018). Nitel araştırmalarda örnekleme yöntemleri ve örnek hacmi sorunsalı üzerine kavramsal bir inceleme. *Journal of Bitlis Eren University Institute of Social Sciences*, 7(1), 231-274. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bitlissos/issue/38061/399955>

- Baynazoğlu, L. (2019). *Kavram karikatürü kullanılan öğrenme ortamında öğrencilerin argümantasyon düzeylerinin incelenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.
- Berlin, D. F., & White, A. L. (1999). Mathematics and science together: Establishing the relationship for the 21st century classroom. *Paper presented at International Conference on Mathematics in to the 21st Century: Societal Challenges*. <http://math.unipa.it/~grim/EBerlin&White57-67.PDF>
- Berlin, D. F., & White, A. L. (2001). Science and Mathematics Together: Implementing a Theoretical Model. *Science Educator*, 10(1), 50-57.
- Bütüner, S. Ö., & Uzun, S. (2011). Fen öğretiminde karşılaşılan matematik temelli sıkıntılar: Fen ve teknoloji öğretmenlerinin tecrübelerinden yansımalar. *Journal of Theoretical Educational Science*, 4(2), 262-272. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akukeg/issue/29343/314017>
- Can, S., Ö. (2018). *Argümantasyon yaklaşımı ile olasılık öğretiminin öğretmen adaylarının başarılarına ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi.
- Cervantes-Barraza, J., Cabañas-Sánchez, G., & Reid, D. (2019). Complex argumentation in elementary school. *Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 13(4), 221-246. <https://doi.org/10.30827/pna.v13i4.8279>
- Czerniak, C. M. (2000). Interdisciplinary science teaching. In: Abell S. K., & Lederman NG, (Eds.). *Handbook of research on science education*. Routledge, p. 537–560.
- Demiral, Ü., & Çepni, S. (2018). Examining argumentation skills of preservice science teachers in terms of their critical thinking and content knowledge levels: An example using GMOs. *Journal of Turkish Science Education*, 15(3), 128-151. <https://doi.org/10.12973/tused.10241a>
- Demircioğlu, T., & Uçar, S. (2014). Akkuyu nükleer santrali konusunda üretilen yazılı argümanların incelenmesi. *Elementary Education Online*, 13(4), 1373-1386. <https://doi.org/10.17051/io.2014.31390>
- Demirel, R. (2015). The effect of individual and group argumentation on student academic achievement in force and movement issues. *Journal of Theory and Practice in Education*, 11(3), 916-948. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/288668>
- Dinçer, S. (2011). *Matematik lisans derslerindeki tartışmaların Toulmin modeline göre analizi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Doruk, M. (2016). *İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının analiz alanındaki argümantasyon ve ispat süreçlerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Evagorou, M., & Osborne, J. (2013). Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 209-237. <https://doi.org/10.1002/tea.21076>
- Fraenkel, J.R., & Wallen, N.E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: Pedagogical context knowledge for teachers. *School Science and mathematics*, 105(3), 127. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18047.x>

- Furner, J., & Kumar, D. (2007). The mathematics and science integration argument: a stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology*, 3(3), 185–189. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75397>
- Gülhan, F. (2012). *Sosyo-bilimsel konularda bilimsel tartışmanın 8. sınıf öğrencilerinin fen okuryazarlığı, bilimsel tartışmaya eğilim, karar verme becerileri ve bilim-toplum sorunlarına duyarlılıklarına etkisinin araştırılması* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Güneş, S. (2013). *Matematik eğitiminde argümantasyon ve kanıt süreçlerinin analizi ve karşılaştırılması* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Hasançebi, F. (2014). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının (ATBÖ) öğrencilerin fen başarıları, argüman oluşturma becerileri ve bireysel gelişimleri üzerine etkisi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Hiğde, E., & Aktamış, H. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon temelli fen derslerinin incelenmesi: Eylem araştırması. *Elementary Education Online*, 16(1), 89-113. <https://doi.org/10.17051/io.2017.79802>
- Hoban, R. (2011). *Mathematical transfer by chemistry undergraduate students*. Dublin City University. https://doras.dcu.ie/16648/1/Richard_Hoban_PhD_Thesis.pdf
- Indrawatiningsih, N. (2021). Efektivitas Learning Management System (LMS) Berbasis Moodle sebagai Sarana Diskusi untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Matematika Mahasiswa. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 7(2), 1-8. <https://doi.org/10.29100/jp2m.v7i2.1898>
- Kabataş Memiş, E. (2014). İlköğretim öğrencilerinin argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(2), 401-418. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/209917>
- Karataş, Z. (2017). Sosyal bilim araştırmalarında paradigma değişimi: Nitel yaklaşımın yükselişi. *Türkiye Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 68-86. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tushad/issue/31792/350444>
- Kaya, O. N., & Kılıç, Z. (2008), Etkin bir fen eğitimi için tartışmacı söylev. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(3), 89-100. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kefad/issue/59524/855999>
- Kingir, S., Geban, Ö., & Günel, M. (2011). Öğrencilerin kimya derslerinde argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının uygulanmasına yönelik görüşleri. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi* (3), 15-28.
- Kollar, I., Ufer, S., Reichersdorfer, E., Vogel, F., Fischer, F. & Reiss, K. (2014). Effects of collaboration scripts and heuristic worked examples on the acquisition of mathematical argumentation skills of teacher students with different levels of prior achievement. *Learning and Instruction*, 32(1), 22-36. <https://www.learntechlib.org/p/200043/>
- Krummheuer, G. (2007). Argumentation and participation in the primary mathematics classroom: Two episodes and related theoretical abductions. *The Journal of Mathematical Behavior*, 26(1), 60-82. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2007.02.001>

- Küçük-Demir, B. (2014). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğrencilerin matematik başarılarına ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Lazarou, D. (2010). Learning to TAP: An effort to scaffold students' argumentation in science. In G. Çakmakçı & M. F. Taşar (Eds.), *Contemporary science education research: scientific literacy and social aspects of science, a collection of papers presented at ESERA 2009 conference* (p. 43-50). Pegem Akademi.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], (2013) *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (3.-8. sınıflar)*. MEB Yayınları.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Milli Eğitim Bakanlığı Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi.
- Ogan Bekiroğlu, F., & Eskin, H. (2012). Examination of the relationship between engagement in scientific argumentation and conceptual knowledge. *International Journal Of Science And Mathematics Education, 10*, 1415- 1443. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-012-9346-z>
- Orton, T., & Roper, T. (2000). Science and mathematics: A relationship in need of counselling? *Studies in Science Education, 35*(1), 123-153. <https://doi.org/10.1080/03057260008560157>
- Osborne, J.F., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching, 41*, 994-1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Ozdem, Y., Ertepinar, H., Cakiroglu, J., & Erduran, S. (2013). The nature of pre-service science teachers' argumentation in inquiry-oriented laboratory context. *International Journal of Science Education, 35*(15), 2559–2586. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.611835>
- Pesen, M. (2018), *An examination of the proof and argumentation skills of eighth-grade students*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Boğaziçi Üniversitesi.
- Psycharis, S. (2016). Inquiry based-computational experiment, acquisition of threshold concepts and argumentation in science and mathematics education. *Educational Technology & Society, 19*(3), 282–293. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.3.282>
- Riemeier, T., Fleischhauer J., Rogge C., & Aufschneider C.V. (2009). The quality of students' argumentation and their conceptual understanding – an exploration of their interrelationship. M.F. Taşar & G. Çakmakçı (Eds), *Contemporary Science Education Research: International perspectives, A Collection of Papers Presented at Esera 2009 Conference* (109-114). İstanbul.
- Robertshaw, B., & Campbell, T. (2013). Constructing arguments: Investigating pre-service science teachers' argumentation skills in a socio-scientific context. *Science Education International 24*(2), 195-211. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1015818.pdf>
- Sadler, T. D. (2006). Promoting discourse and argumentation in science teacher education. *Journal of Science Teacher Education, 17*(4), 323-246. <https://doi.org/10.1007/s10972-006-9025-4>
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education. 92*, 447-472. <https://doi.org/10.1002/sce.20276>

- Schwarz, B. B., Hershkowitz, R., & Prusak, N. (2010), Argumentation and mathematics, C. Howe & K. Littleton (Eds.), *Educational Dialogues: Understanding and Promoting Productive Interaction* (ss. 115- 141), Routledge.
- Solar, H., Goizueta, M., Aravena, M., & Ortiz, A. (2019). Articulation of mathematical modeling and argumentation in the math classroom. In 43rd Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. 4 Communications and Poster.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297- 322. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.1.1876>
- Tekin Dede, A. (2019). Arguments constructed within the mathematical modelling cycle. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(2), 292-314. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1501825>
- Tristanti, Lia Budi & Toto Nusantara. Identifying Students' Mathematical Argumentation Competence in Solving Cubes and Pyramid Problems. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1933, 2021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1933/1/012118>
- Tümay, H., & Köseoğlu, F. (2010). Bilimde argümantasyona odaklanan etkinliklerle kimya öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını geliştirme. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(3), 859-876. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gefad/issue/6740/90614>
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. Cambridge University Press (Updated edition). http://johnnywalters.weebly.com/uploads/1/3/3/5/13358288/toulmin-the-uses-of-argument_1.pdf
- Topçu, M. S., Yılmaz-Tuzun, O., & Sadler, T. D. (2011). Turkish preservice science teachers' informal reasoning regarding socio scientific issues and the factors influencing their informal reasoning. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 313-332. <https://doi.org/10.1007/s10972-010-9221-0>
- Untereiner, B. (2013). *Teaching and learning the elements of argumentation* [Degree of Master of Arts]. University Of Victoria.
- Uygun, T., & Akyüz, D. (2019). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının üçgen eşitsizliğini toplu argümantasyonla kavrayışları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 27-41. <https://doi.org/10.17679/inuefd.333720>.
- West, S., Tooke J., & Muller C. (2003). Integrated science and mathematics: doable? desirable?. *Texas Science Teacher*, 32(1), 17-20.
- Wilhelm, J. A., & Walters, K. L. (2006). Pre-service mathematics teachers become full participants in inquiry investigations. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37(7), 793-804 <http://dx.doi.org/10.1080/00207390600723635>
- Yıldırım, H. E., & Nakiboğlu, C. (2014). Kimya öğretmen ve öğretmen adaylarının derslerinde kullandıkları argümantasyon süreçlerinin incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 124-154. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/16788>