



## Using Fermi Problems to Motivate 4th Grade Primary School Students in Math Lessons

Sinem ABAY<sup>1</sup>, Sevil BÜYÜKALAN FİLİZ<sup>2</sup>

### Abstract

The concept of motivation is described as a broad structure that includes all the internal and external conditions that affect how behavior is prompted, maintained and controlled. Math motivation is described as love of mathematics, an interest in it, and a high level of motivation with respect to this lesson, a wish to take part in math lessons and an interest in math both in and out of school. Mathematical problems can be varied as problems with different ways of solving them to routine problems with only one correct answer and open-ended, non-routine problems that every individual can interpret differently and whose outcomes vary from person to person. There is no single correct answer to open-ended problems, and these kinds of problems, which are also called non-routine problems, are important parts of the mathematics teaching program. Furthermore, non-routine problems are forms of problem that require students to use their imagination and that encourage them to think creatively and critically. For this reason, it can be said that these types of problems are educational in that they teach the students how to overcome the problems that they will encounter throughout their lives. Fermi problems can be regarded as examples of open-ended problems. Fermi problems are open-ended, non-routine problems that require students to make systematic guesses by making assumptions before starting on a solution using simple calculations. They are the kinds of problems that can be solved in different ways, that have no single correct answer and that students can only solve by making assumptions. The goal of this study is to influence 4th-grade primary school students' math motivation by using Fermi problems. To this end, a total of 40 4th grade students in a state-run school in the central district of Tokat Province were divided into one test and one control group, and their math motivation levels were measured. Afterwards, a four-week implementation was carried out using the test group during which the students were made to solve Fermi problems. The math motivation levels for both groups were tested again after this implementation was over. The first and last tests were compared in the light of the data obtained. According to the research results, while no change was observed in the math motivation levels of the control group, which was taught mathematics using traditional methods, a development was seen in the math motivation levels of the test group. Therefore, it is suggested that Fermi problems may be used to increase interest and motivation in math classes.

### Keywords

Fermi problems  
Mathematical motivation  
Problem solving

### Article Info

Received: 23.09.2019  
Accepted: 10.04.2020  
Online Published: 30.12.2020

<sup>1</sup> Research. Assistant., Tokat Gaziosmanpaşa University, Turkey, sinem.yanbiyik@gop.edu.tr , <https://orcid.org/0000-0001-9304-5440>

<sup>2</sup> Associate Professor , Gazi University, Turkey, sevilb@gazi.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-4955-4405>

## Introduction

It is seen that in curriculum studies aimed at overcoming the perception of mathematics lesson being a boring and toilsome lesson, skills such as problem solving, critical thinking and creativity are prioritized in line with the constructivist approach. Yücel, Karadağ, and Turan (2013) have stated that although there have been changes and developments in all these elements compared to the past, according to the current questions of PISA, which measures the level of mathematics literacy, and TIMSS, where mathematics success averages are determined, there is still no significant success in this field. With the renewed mathematics curriculum (2005), action was taken in line with the understanding that "every child can learn mathematics". Being active participants of the students in the mathematical process is among the main goals of the new mathematics program. According to Ersoy (2006, p.33), classrooms should be equipped with mathematical materials in order for students to form abstract mathematical thoughts; necessary tools and equipment should be used in activities. Thus, students notice the necessary information by using the model and have the opportunity to examine and solve problems. In the updated mathematics curricula, it was stated that verbal expression of students' thoughts in the mathematics learning-teaching process has an important place in the internalization, understanding and structuring of mathematical concepts, and that students should be encouraged to establish individual and interpersonal communication during the teaching process (MEB, 2018).

The difficulties of primary school students' experiences when dealing with real-world word problems in mathematics are widely known. Many people believe that there is the only one correct way to solve a mathematics problem (NCTM, 2000; cited from Gökbulut, 2006, p. 275). However, for many problems, people can find appropriate reasoning forms and solutions for their own characteristics (Gökbulut, 2006, p. 275). Problem-solving ability is one of the most basic skills required for human to continue their existence. Due to its role in coping with difficulties in every field, one of the main goals of school mathematics programs is related to the development of this ability (Altun, Dönmez, İnan, Taner, and Özdilek, 2001, p. 212). The abstract nature of the problems can be shown among the reasons for students' mathematical failure. Preventing this failure is possible by concretization of abstract problems. For this purpose, problems should be able to be associated with real life and concretized with the help of materials.

The absence of problems which are open-ended, that do not direct the student, that are not routine and that enable students to study by thinking about real life situations shows that the mathematics curriculum has a significant deficiency (Taşova and Delice, 2012, p. 75) The role of problem solving, which is the basic building block of mathematics education, is undeniable at all ages and levels of education. Problem solving, which leaves its mark on the age we are in, is among the aims of all lessons. It should be known that the contribution of problem solving to 21st century teaching situations is great. For this reason, the problem, the structure of the problem solving and increasing the success in problem solving are the topics studied by many educators and psychologists (Kılıç and Samancı, 2005, p.100). This method, which is frequently preferred by mathematics educators in terms of the student's mental development, thinking and questioning, and producing various solutions, is also a way that is referred for providing many gains to the student.

Stating that the problem should not be perceived as a research or question whose solution is previously known, Pesen (2008, p.65) has stated that in order for a mathematical situation to be a problem, the way to reach a solution should not be clear and the student should use his existing knowledge and reasoning skills. Mathematical problem solving; argues that problems should include situations ranging from routine mathematical problems to complex problems whose answers are not immediately apparent, and open-ended research using related mathematical thinking processes (Akay, Soybaş, and Argün, 2006, p.129). Based on these views, having no single solution, being cannot be predicted of its answer immediately, and encouraging the student to question and think creatively can be considered as the basic characteristics that should be found in a mathematical problem.

Mathematical problems can be diversified as routine problems with different solutions and a single correct answer, and open-ended non-routine problems, where each individual can make a different interpretation and its result may vary from person to person. Open-ended problems do not have a single correct answer and such questions, which are also called non-routine problems, are the

most important parts of the mathematics curriculum (Keskin, 2008, p. II). By pointing out that not making students solve problems other than routine problems is an "unforgivable mistake" and doing so deprives students of "imagination and judgment", Polya shows the importance he attaches to non-routine problems (Yazgan and Bintaş, 2005, p. 211). Routine problems, also called closed problems, are those that are clearly formulated and well-structured in terms of tasks, in which the correct answer can be determined in some simple ways and the necessary information is given in the problem statement (Akay, Soybaş, Argün, 2006, p. 132).

While students are trying to solve non-routine problems, they do not use the operations rotely, they learn to use them because the operations are required by problems (Olkun, Şahin, Akkurt, Dikkartin, Gülbağcı, 2009, p.67). Based on this statement, it can be concluded that non-routine problems are types of problem that requires the student to use their imagination and leads them to creative and critical thinking. For this reason, it can be said that such problems are educational tools for students to overcome the problems they will face throughout their lives. Non-routine problems are also called open-ended problems. In open-ended problems, since there is no formulation that guarantees a correct and complete solution, such problems are also referred to as poorly structured problems (Akay, et al., 2006, p.133).

The Fermi Problems, put forward by the famous physicist Enrico Fermi (1938), are examples of non-routine problems. Fermi problems involve making assumptions, making estimations about quantities that are unlikely to be calculated with a systematic way of thinking and limited information (Arleback, 2009, p.332). Taplin (2007) has explained Fermi problems as follows: "It is the type of problem that encourages students to be more creative and that enough information is not given. When people see Fermi Problems, they first think they need more information to solve them. In fact, although common ideas and experiences make acceptable solutions possible, the solution of these problems is based on the sum of the knowledge and experiences of the students. These problems are not deterrent and can be solved in a collaborative environment" (Hidroğlu, 2012, p.44).

According to Arleback (2009), Fermi problems are open-ended, non-routine problems that require students to make systematic predictions and making assumptions before starting solutions with simple calculations. Below are a few questions that may serve as examples of Fermi problems:

- How much money in total is spent in your school canteen in one day?
- How many liters of water on average is used in your home in a week?
- What is the total distance you have walked in a year?
- How many kilos of garbage does a family throw out on average in a year?

As it can be understood from the examples, Fermi problems are the types of problems that are solved based on assumptions and do not have a single correct result, which lead students to question, think and creativity. The purpose of solving these problems is to enable the student to think multi-faceted and to obtain as many assumptions as possible. In this context, it would be appropriate to use this type of problem to increase the interest and motivation for mathematics lesson. It can be said that students may be able to see the fun side of mathematics and realize that this lesson is not just about reaching correct results.

Loving, understanding and learning mathematics starts with getting to know it correctly, above all. If mathematics is a support that facilitates our life, paves us the way for logical and rational thinking to deal with the problems that we encounter at every moment in our daily life, enables us to evaluate events more consistently and objectively, and makes our lives colorful and fun, trying to understand it becomes a responsibility rather than a choice (Yenilmez and Can, 2006, p. 48). Motivation, which determines the amount of energy that an individual can directly spend to achieve their goal (Ginsberg and Wlodkowski, 2009), is one of the important components affecting learning (Cabı, 2009; cited from Balantekin, Oksal, 2014, p. 103). Martin and Briggs (1986; cited from Yaman, Dede, 2007, p.616) define motivation as a broad structure that includes all of the internal and external conditions that affect the arousal, maintenance and control of behavior. The concept of motivation has been included in the literature as internal and external. External motivation arises as a result of the effect of external reinforcers. Studying their lesson or fulfilling a given task of a student in order to

avoid the reaction of the teacher or to gain his/her praise and appreciation can be an example of this. Internal motivation, on the other hand, is the individual's reactions to internal needs. The need to be competent, to know, to understand can be given as an example of this (Akbaba, 2006, p. 345). The concept of mathematical motivation, which corresponds to the situations of liking and being interested in mathematics, having a high level of motivation towards this lesson, the desire to participate in the mathematics lesson, and being related to mathematics at school and outside of school, has been examined and researched by many researchers in the literature. Some of the studies on measuring motivation in the relevant literature are summarized below;

In the study conducted by Yaman and Dede (2007) the difference in the motivation of secondary school students towards mathematics and science and technology lesson according to gender, grade level and favorite course variables has been examined. For this A Questionnaire for Motivation toward Science Learning developed by Dede and Yaman has been used. The questionnaire has been applied to 740 students who were selected on a voluntary basis and were studying at 6th, 7th and 8th grades in secondary school in Sivas city center in the 2005-2006 academic year. As a result of the analysis of the data, it has been determined that the motivation levels of secondary school students differ significantly according to gender, grade level and favorite lessons. In addition, when the analysis results have been examined, it has been seen that the motivation groups were correctly separated at medium level in terms of predicted variables.

In the study conducted by Balantekin and Oksal in 2014, it has been aimed to develop a scale to determine the motivation levels of primary school 3rd and 4th grade students in mathematics lesson. The draft scale, prepared in a five-point Likert style and consisting of 41 items, has been applied to 308 students. As a result of this study conducted to determine the validity and reliability of the scale, it has been seen that the scale was at an acceptable level in terms of validity and reliability. In the study of Tahiroğlu and Çakır in 2014, it has been aimed to develop a valid and reliable measurement tool that measures the motivation of primary school 4th grade students towards learning mathematics. During the scale development process, a draft scale has been prepared according to the 5-point Likert-type agreement degree. After the changes made in line with the opinions of the experts, the scale has been applied to 67 primary school 4th grade students. Analysis results have shown that the scale was sufficiently valid and reliable.

In this study, it was aimed to affect the motivation of primary school 4th grade students towards mathematics lesson by using Fermi problems. For this purpose, solutions were also sought for the following sub-problems;

1. What is the motivation level of the experimental group towards the mathematics lesson before the application?
2. What is the motivation level of the experimental group towards the mathematics lesson as a result of the application?
3. Is there a significant difference between the pre-test results before the application and the post-test results after the application of the control group?
4. Is there a significant difference between the pre-test results before the application and the post-test results after the application of the experimental group?

Mathematics education provides individuals with a wide range of knowledge and skills to help them understand the physical world and social interactions. It also facilitates creative thinking and provides aesthetic development. In addition, it accelerates the development of individuals' reasoning skills by creating environments where various mathematical situations are examined (Gökbulut, Yangın and Sidekli, 2008; p. 214). The acquisition of these skills is possible by using the variety of methods used in mathematics teaching, associating them with daily life and using real life problems. Fermi problems include these gains (Yanbıyık, 2016). Non-routine problems that have been tried to be applied in primary school in recent years encourage the student to be creative and think critically. Based on the assumption that these problems are applied effectively, it is thought that the acquisition of targeted skills will be facilitated by popularizing the use of Fermi problems. At the same time, an increase in students' interest and motivation in mathematics can be ensured. Based on this situation, it

reveals the importance of this study, which is aimed to examine whether Fermi problems affect the motivation towards mathematics lesson in primary school 4th grade.

## Method

In this study, which aims to examine the effect of Fermi problems on motivation towards mathematics lesson in primary school 4th grade students, an experimental design with pretest posttest experimental-control groups was used. The experimental design is defined as research designs that are used to explore cause-and-effect relationships between variables.

### *Study Group*

The study group of the study consists of a total of 40 students from the 4th grade students of a state school from the central primary schools of Tokat, from two classes with similar academic achievements. In the experimental group, there were a total of 18 students, including 10 girls and 8 boys, and in the control group, there were a total of 22 students, including 14 girls and 8 boys. Homogeneous sampling method, one of the purposeful sampling methods, was used in the selection of the study group. The purposeful sampling method is to select information-rich situations in the context of the purpose of the study in order to conduct in-depth research. Homogeneous sampling, on the other hand, is the creation of the sample from a similar subgroup or situation in the universe related to the problem of the research (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz, and Demirel, 2014, p. 91).

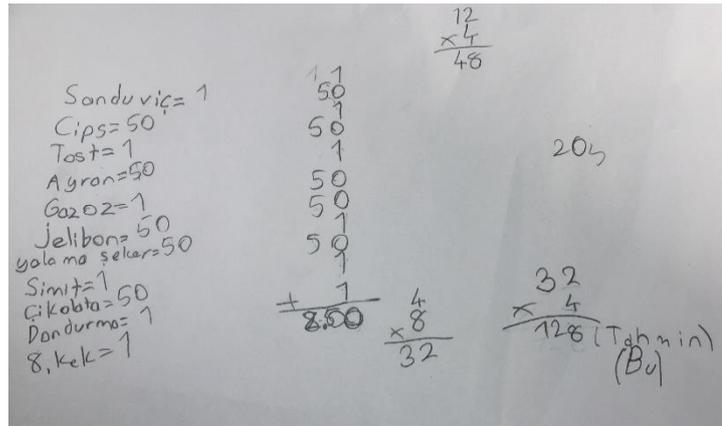
### *Data Collection Tool*

In the data collection process of the research, a Likert type scale developed by Dede and Yaman (2008) was used to measure the motivation of primary school 4th grade students towards mathematics lesson. During the data collection process, after the application of the scale to the experimental and control groups, Fermi problems were solved with the experimental group in one lesson each week, and the control group continued their mathematics lessons with traditional methods. At the end of a total of 4-week application period, the motivation scale was applied to the students again.

Before the data collection process, a pilot study was conducted with a different group to solve the Fermi problem. After the pilot application, the experimental group was divided into small groups, the week's problem was written on the board, and then the groups were allowed to solve the problem for one lesson hour. The researcher served as a guide in the solution of the questions and did not interfere with the solution of the questions. The Fermi problems addressed to students in the lessons in which the applications were made are as follows:

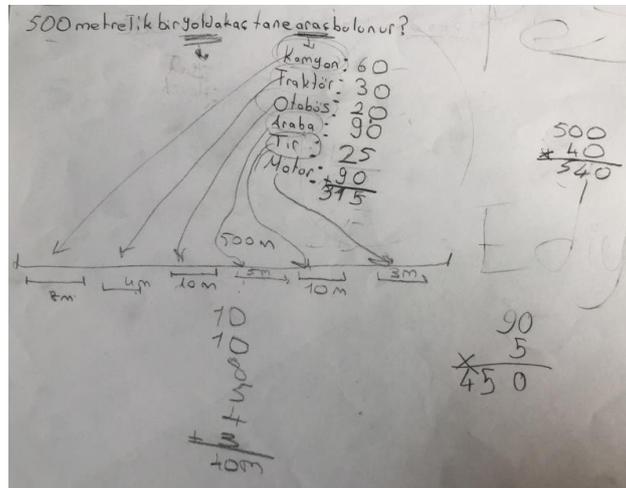
- How many vehicles are there on a 500 m road?
- What is the total weight of all students in your school in kg?
- How many liters of water is spent in your home a month?
- How much money in total is spent in your school canteen in one day?

Each of the questions was solved by the groups under the guidance of the researcher in a total of 160 minutes, covering a mathematics lesson on a day of each week. After 4-week Fermi problem solutions, the motivation scale was applied to the students in the experimental and control groups. The effect of Fermi problems on motivation towards mathematics lesson was examined by comparing the pre-test and post-test results obtained. In the process, what expected from the student is to act with assumptions for the solution of the Fermi problem, to think about as many possibilities as possible, to make calculations with logical inferences and to reach the result of the problem. In addition, since the aim of the research was to affect motivation, whether the students found the answer was not taken into account. Below are a few examples of the students' solution to Fermi problems in order to create a mental scheme for the application process:



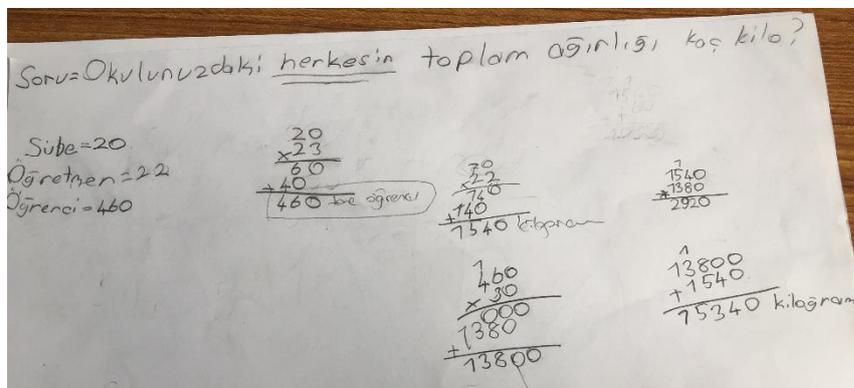
**Figure 1:** Student Answers to Fermi Problems 1

In Figure 1, in line with the answer given to the question "How much money in total is spent in your school canteen in one day?", it was seen that students calculated the possible prices of all food and beverages sold in the school canteen and also calculated how many of these products were sold and act in accordance with the solution of Fermi problems.



**Figure 2:** Student Answers to Fermi Problems 2

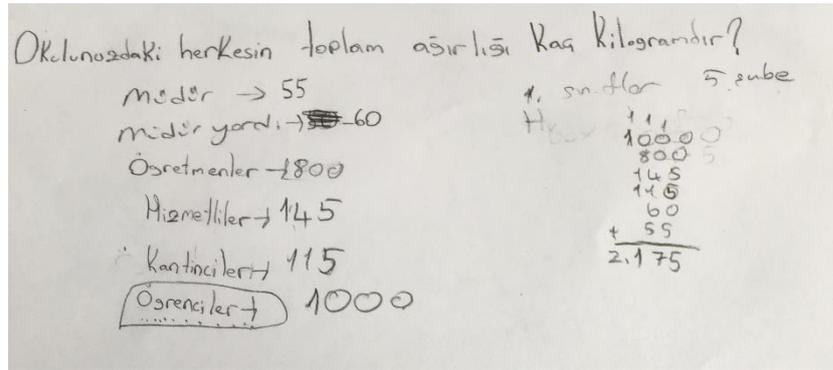
In Figure 2, in line with the answers given to the question "How many vehicles are there on a 500 m road?", all possible vehicles that can be found on a highway were written and their lengths were estimated. Afterwards, drawings were made by modeling and necessary calculations were made.



**Figure 3:** Student Answers to Fermi Problems 3

In Figure 3, in line with the answers given to the question "What is the total weight of all students in your school in kg?", the number of students and teachers in the school was calculated,

other employees were not included. In this case, only the possible weights of teachers and students were calculated and the result was reached.



**Figure 4:** Student Answers to Fermi Problems 4

In Figure 4, in line with the answers given to the question "What is the total weight of all students in your school in kg?", the students estimated their possible weight by including all the staff and students in the school building. As a result of the obtained predictions, they reached the solution of the Fermi problem.

### Data Analysis

The pre-test and post-test frequency distributions in the collected data were determined using the SPSS 18 package data program and the motivations of the experimental and control groups determined from primary school 4th grade students towards mathematics lesson were examined. After the application to affect the motivation of the experimental group towards the mathematics lesson, the data obtained from the measurement tool applied to both groups were compared with the t test application. The results obtained were interpreted in terms of the effect of Fermi problems on motivation towards mathematics lesson.

## Findings

The findings obtained from the data collection process of the study were interpreted in line with the sub-problems.

### 1. Findings Regarding the Experimental Group's Mathematical Motivation Level Before the Application

According to the findings obtained before the application, information about the average, maximum and minimum values of the scores obtained by the experimental group from the scale consisting of 23 items were given in Table 1:

**Table 1:** Average Scores of the Experimental Group before the Application

	N	Minimum Score	Maximum Score	Average
Success Score	18	1.39	4.09	3.4239

When Table 1 is examined, it is seen that the experimental group obtained minimum 1.39 and maximum 4.09 points from the scale applied. In addition, the average score obtained by the students in the experimental group from this test was measured as 3.4239.

### 2. Findings Regarding the Experimental Group's Mathematical Motivation Level After the Application

According to the findings obtained after the application, information about the average, maximum and minimum values of the scores obtained by the experimental group from the scale consisting of 23 items were given in Table 2:

**Table 2:** Average Scores of the Experimental Group after the Application

	N	Minimum Score	Maximum Score	Average
Success Score	18	2.96	5.00	4.3652

When Table 2 is examined, it is seen that the experimental group obtained minimum 2.96 and maximum 5.00 points from the measurement tool applied. In addition, the average score obtained by the students in the experimental group from this test was measured as 4.3652.

### 3. Findings Regarding Pre Test-Post Test Results of Control Group

The information on whether there is a significant difference between the scores of the control group obtained from the scale before and after the traditional mathematics lessons was given in Table 3:

**Table 3:** Pre Test-Post Test Results Applied to the Control Group

	N: 20	N	Pre-test		Post-test		t	sd	p*
			$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd			
Mathematical Motivation	22		3.59	0.80	3.64	0.71	0.433	19	.670

\*p>0.05

When Table 3 is examined, no significant difference is seen between the pre-test and post-test scores of motivation of students in the control group towards mathematics lesson ( $t(19) = -0.433$ ,  $p > 0.05$ ). When the average scores of the students according to the application performed using traditional methods were examined, it was seen that the pre-test scores were  $\bar{x} = 3.59$ , and the post-test scores were  $\bar{x} = 3.64$ . This result can be interpreted as that the traditional methods applied on the control group did not have any effect on increasing students' motivation level towards mathematics lesson.

### 4. Findings Regarding Pre-Test-Post-Test Results of the Experimental Group

Information on whether there is a significant difference between the scores of the experimental group obtained from the scale before and after the application was given in Table 4:

**Table 4:** Pre Test-Post Test Results Applied to Experimental Group

	N: 20	N	Pre-test		Post-test		t	sd	p*
			$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd			
Mathematical Motivation	18		3.42	0.69	4.36	0.54	5.701	19	0.000

\*p<0.05

When Table 4 is examined, no significant difference is seen between the pre-test and post-test scores of motivation of students in the control group towards mathematics lesson ( $t(19) = -5.701$ ,  $p < 0.05$ ). When the average scores of the students according to the application performed using Fermi problems were examined, it was seen that the pre-test scores were  $\bar{x} = 3.42$ , and the post-test scores were  $\bar{x} = 4.36$ . The increase in the average motivation towards mathematics lesson reveals that Fermi problems are effective in increasing the mathematical motivation level of students.

## Discussion, Conclusion, and Recommendations

Fermi problems appear as a type of problem that is studied but has a low application rate in teaching environments. It can be said that supporting non-routine problems and using them in learning environments has become a matter in our country and in the world, however, Fermi problems are not a type of problem that is frequently preferred in classroom environments, educational environments, or scientific studies. When the literature was reviewed, it was seen that the studies on Fermi problems were associated with mathematical modeling skills, and not aimed at interest and motivation towards mathematics (Peter-Koop (2005), Ärlebäck (2009), Abay and Gökbulut (2017)). In this study, applications were made using Fermi problems after the motivation scale applied to two different groups, and at the end of the process, it was seen that mathematics lessons with Fermi problems increased students' motivation towards mathematics.

In Peter-Koop's (2005) study titled "Fermi Problems in Primary School Mathematics Classrooms: Interactive Modeling Processes of Students", Fermi Problems have been directed to 3rd and 4th grade students in order to improve their modeling processes and solution analyses has been made. As a result of the study, it has been observed that many students could not develop a solution plan and a positive development was observed in modeling processes. Considering the use of Fermi Problems in the development of modeling processes, and the state of increasing the motivation level towards the lesson in this study, it can be said that the study findings are parallel.

In his study titled "Using Fermi Problems in the Application of Mathematical Modeling", Ärlebäck (2009) has used Schoenfeld's Mathematical Modeling Diagram (MAD) to apply mathematical modeling to students above secondary education level. Ärlebäck has directed Fermi Problems to three groups of students and made their solution analysis using the Mathematical Modeling Diagram. Mathematical models are frequently encountered in students' solutions. The use of Fermi Problems in the application process of this study is similar to the application process of this study, and there is no similarity in terms of findings.

In their study conducted in 2017, Abay and Gökbulut aimed to describe the mathematical modeling situations of classroom teacher candidates in Fermi problems, and for this purpose, classroom teacher candidates were solved Fermi problems. Considering the obtained results, it was seen that the mathematical modeling skills of the classroom teacher candidates in Fermi problems were not at a sufficient level. The use of Fermi Problems in the process of determining the mathematical modeling skill level is similar to the application process of this study.

When the literature is reviewed, there is no scientific study encountered in which Fermi problems are used to provide or increase motivation. In this context, it can be suggested that researchers should conduct research using Fermi problems in order to increase interest in mathematics or to improve mathematical attitude. According to the results of the study, the following suggestions were made to the curriculum experts, teachers and researchers:

- It can be suggested that while preparing education and training programs, the inclusion of Fermi problems in the mathematics curriculum of primary school 3rd and 4th grades in terms of gaining creativity, critical thinking and problem solving skills and associating mathematics with daily life,
- Adding Fermi problem solving practices to the applications of teachers in order to increase interest in mathematics lesson,
- Researchers should work on the effects of Fermi problems on students' academic achievement, mathematical attitude, and the association of mathematics with daily life.

### References

- Abay, S. ve Gökbulut, Y. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: fermi problemleri uygulamaları. *Uluslar Arası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(9), 65-83.
- Akay, H., Soybaş, D. ve Argün Z. (2006). Problem kurma deneyimleri ve matematik öğretiminde açık-uçlu soruların kullanımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1), 129-146.
- Akbaba, S. (2006). Eğitimde motivasyon. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 343-361.
- Altun, M., Dönmez, N., İnan, H., Taner ve Özdilek, Z. (2001). Altı yaş grubu çocukların problem çözme stratejileri ve bunlarla ilgili öğretmen ve müfettiş algıları. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 211-230.
- Ärlebäck, J.B. (2009). On The Use Of Realistic Fermi Problems For Introducing Mathematical Modelling In School. *The Mathematics Enthusiast*, 6(3), 330-364.
- Balantekin, Y. ve Oksal, A. (2014). ilkokul 3. ve 4. sınıf öğrencileri için matematik dersi motivasyon ölçeği, *Cumhuriyet International Journal Of Education*, 3(2), 102-113.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak K. E., Akgün Ö. E., Karadeniz Ş. ve Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Dede, Y. ve Yaman, S. (2008). Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği: geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 19-37.

- Ersoy, Y. (2006). İlköğretim matematik öğretim programındaki yenilikler- I: Amaç, içerik ve kazanımlar. *İlköğretim Online*, 5(1), 30-44.
- Gökbulut, Y. (2006, 14-16 Nisan). *Sınıf öğretmenliği adaylarının fermi problemlerindeki matematiksel modelleme becerileri*. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Kongresi'nde sunuldu, Ankara.
- Gökbulut, Y., Yangın, S. ve Sidekli, S. (2008). 2004 İlköğretim matematik öğretimi programı doğrultusunda ilköğretim 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin öğretmenlerinden matematik dersi için beklentileri, *Milli Eğitim*, 179, 213-229.
- Hidroğlu, Ç.N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Keskin, Ö.Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kılıç, D. ve Samancı, O. (2005). İlköğretim okullarında okutulan sosyal bilgiler dersinde problem çözme yönteminin kullanılışı. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 100-112.
- MEB (2015). *İlkokul matematik dersi öğretim programı (1, 2, 3 ve 4. Sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı
- MEB (2018). *İlkokul matematik dersi öğretim programı (1, 2, 3 ve 4. Sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı
- Olkun, S., Şahin, Ö., Akkurt, Z., Dikkartın F.T. ve Güllübağcı, H. (2009). Modelleme yoluyla problem çözme ve genelleme: İlköğretim öğrencileriyle bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 65-72.
- Pesen, C. (2008). *Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre matematik öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Peter- Koop, A. (2005). Fermi problems in primary mathematics classrooms. *APMC*, 10(1), 1-8.
- Tahiroğlu M. ve Çakır S. (2014). İlkokul 4. sınıflara yönelik matematik motivasyon ölçeğinin geliştirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (Kefad)* 15(3) , 29-48.
- Taşova, H. İ. ve Delice, A. (2012, 27-30 Haziran). *Modelleme etkinliği sürecine düşünme yapılarının etkisi; kaset problemi*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde Sunuldu, Niğde.
- Yaman, S., ve Dede, Y. (2007). Öğrencilerin fen ve teknoloji ve matematik dersine yönelik motivasyon düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Kuram Ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 52, 615-638.
- Yanbıyık, S. (2016). *Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: fermi problemleri uygulamaları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Yazgan, Y. ve Bintaş, J. (2005). İlköğretim dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanabilme düzeyleri: bir öğretim deneyi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 210-218.
- Yenilmez, K. ve Can, S. (2006). Matematik öğretimi derslerine yönelik görüşler. *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 47-59.
- Yücel, C., Karadağ, E. ve Turan, S. (2013). TIMSS 2011 Ulusal Ön Değerlendirme Raporu. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitimde Politika Analizi Raporlar Serisi I*, Şubat, 1-38.



## İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinde Fermi Problemlerinin Matematik Dersi Motivasyonuna Etkisi

Sinem ABAY<sup>1</sup>, Sevil BÜYÜKALAN FİLİZ<sup>2</sup>

### Öz

Motivasyon kavramı, davranışın uyandırılması, sürdürülmesi ve kontrolünü etkileyen içsel ve dışsal koşulların hepsini içeren geniş bir yapı olarak tanımlanmaktadır. Matematiksel motivasyon ise matematiği sevmeye, ona ilgi duymaya, bu derse karşı güdülenme düzeyinin yüksek olması, matematiğe katılmaya istekli olması, okulda ve okul dışında matematik ile ilgili olma durumlarını karşılar. Matematiksel problemler, farklı çözüm yollarına sahip, tek bir doğru cevabı bulunan rutin problemler ve her bireyin farklı bir yorum getirebileceği, açık uçlu, sonucu kişiye göre farklılık gösterebilen rutin olmayan problemler olarak çeşitlendirilebilir. Açık uçlu problemlerin bir tek doğru cevabı yoktur ve rutin olmayan problemler olarak da adlandırılan bu tür sorular matematik öğretim programının en önemli parçasıdır. Açık uçlu problemlere Fermi problemleri örnek olarak gösterilebilir. Fermi problemleri, öğrencilerin basit hesaplamalarla çözüme başlamadan önce varsayımlarda bulunarak sistematik tahminlerde bulunmalarını gerektiren açık uçlu, rutin olmayan problemlerdir. Öğrencilerin yalnızca varsayımlar yoluyla çözüme ulaştığı, çözüm yolu değişiklik gösteren ve tek bir doğru cevabı bulunmayan problem türüdür. Bu çalışma, Fermi problemlerini kullanarak ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel motivasyonunu etkilemeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda Tokat ili merkez okullarından bir devlet okulunun 4. sınıflarında bulunan toplam 40 öğrenci ile deney ve kontrol grubu oluşturularak matematiksel motivasyonları ölçülmüştür. Sonrasında deney grubu ile 4 haftalık bir uygulama yapılmış, uygulama sürecinde öğrencilerin Fermi problemlerini çözmeleri sağlanmıştır. Uygulama sonunda her iki grubun da matematiksel motivasyonları tekrar ölçülmüştür. Elde edilen veriler ışığında ön test son test karşılaştırması yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, geleneksel yöntemler ile matematik dersini yürüten kontrol grubunun matematiksel motivasyonunda değişim olmazken, deney grubunun matematiksel motivasyonunun yükseldiği görülmüştür. Bu bağlamda, matematik dersine karşı ilginin ve motivasyonun artırılması için Fermi problemlerinin kullanılması önerilebilir.

### Anahtar Kelimeler

Fermi problemleri  
Matematiksel motivasyon  
Problem çözme

### Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 23.09.2019  
Kabul Tarihi: 10.04.2020  
E-Yayın Tarihi: 30.12.2020

<sup>1</sup> Arş. Gör., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye, sinem.yanbiyik@gop.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-9304-5440>

<sup>2</sup> Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, Türkiye, sevilb@gazi.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-4955-4405>

## Giriş

Matematik dersinin sıkıcı ve meşakkatli bir ders olma algısının yıkılmasına yönelik yapılan program çalışmalarında, yapılandırmacı yaklaşım doğrultusunda problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık gibi becerilerin ön planda tutulduğu görülmektedir. Yücel, Karadağ ve Turan, (2013) eskiye göre tüm bu unsurlarda değişim ve gelişme yaşanmış olsa da matematik okuryazarlık düzeyinin ölçüldüğü PISA ve matematik başarı ortalamalarının belirlendiği TIMSS sınavlarının güncel sorularına göre bu alanda hala kayda değer bir başarı sağlanamadığını belirtmiştir. Yenilenen matematik öğretim programı (2005) ile birlikte “her çocuk matematiği öğrenebilir” anlayışı doğrultusunda harekete geçilmiştir. Öğrencilerin matematiksel süreçte etkin katılımcı olması yeni matematik programının asıl hedefleri arasındadır. Ersoy (2006, s.33)’a göre öğrencilerin soyut matematiksel düşünceleri oluşturabilmeleri için derslikler matematiksel materyallerle donatılmalı; etkinliklerde gerekli araç-gereç kullanılmalıdır. Böylece öğrenciler, gerekli bilgiyi model kullanarak fark eder, inceleme yapma ve problem çözme imkânı bulur. Güncellenen matematik öğretim programlarında ise Matematik öğrenme-öğretme sürecinde öğrencilerin düşüncelerini sözlü olarak ifade etmelerinin, matematiksel kavramların içselleştirilmesi, anlaşılması ve yapılandırılmasında önemli bir yere sahip olduğu, öğrencilerin, öğretim sürecinde bireysel ve bireylerarası iletişim kurmaya teşvik edilmesi gerektiği belirtilmiştir (MEB, 2018).

Matematikte gerçek dünya ile ilgili kelime problemleriyle uğraşırken ilkökul öğrencilerinin deneyimlerindeki zorluklar geniş ölçüde bilinmektedir. Pek çok insan matematik problemini çözmek için tek doğru yol olduğuna inanır (NCTM, 2000; Akt. Gökbulut, 2006, s.275). Oysa pek çok problem için kişiler kendi özelliklerine uygun muhakeme biçimlerini ve çözüm yollarını bulabilir (Gökbulut, 2006, s.275). Problem çözme yeteneği insanın varlığını sürdürebilmesi için gerekli en temel yeteneklerden biridir. Her alandaki zorluklarla başa çıkmadaki rolünden dolayı, okul matematik programlarının ana hedeflerinden biri bu yeteneğin geliştirilmesi ile ilgilidir (Altun, Dönmez, İnan, Taner ve Özdilek, 2001, s.212). Problemlerin soyut olması, öğrencilerin matematiksel başarısızlığının sebepleri arasında gösterilebilir. Bu başarısızlığın önüne geçmek, soyut problemlerin somutlaştırılması ile mümkündür. Bu amaç doğrultusunda problemler, gerçek hayatla ilişkilendirilebilmeli ve materyaller yardımıyla somut hale getirilebilmelidir.

Açık uçlu, kalıp cümlelerle öğrenciyi yönlendirmeyen, rutin olmayan ve öğrencileri gerçek hayat durumları üzerinde düşünerek çalıştırmayı sağlayan problemlerin olmaması matematik eğitim programının önemli bir eksiğinin olduğunu göstermektedir (Taşova ve Delice, 2012, s.75). Matematik eğitiminin temel yapı taşı olan problem çözmenin, her yaşta ve her eğitim kademesinde oynadığı rolün önemi yadsınamaz niteliktedir. İçinde bulunduğumuz çağa damgasını vuran problem çözme, bütün derslerin amaçları arasında yer almaktadır. 21. Yüzyılın öğretim durumlarına problem çözmenin katkısının büyük olduğunun bilinmesi gerekir. Bu nedenle problem ve problem çözmenin yapısı ile problem çözüme başarının artırılması pek çok eğitimci ve psikolog tarafından üzerinde çalışılan bir konudur (Kılıç ve Samancı, 2005, s.100). Öğrencinin zihinsel gelişimi, düşünüp sorgulaması ve çeşitli çözüm yolları üretebilmesi açısından matematik eğitimcileri tarafından sıklıkla tercih edilen bu yöntem, aynı zamanda birçok kazanımın da öğrenciye verilmesi konusunda başvurulan bir yoldur.

Problemin, çözüm yolu önceden bilinen araştırma veya soru olarak algılanmaması gerektiğini belirten Pesen (2008, s.65), bir matematiksel durumun problem olabilmesi için çözüme ulaşma yolunun açık olmaması ve öğrencinin mevcut bilgileri ile akıl yürütme becerilerini kullanması gerektiğini ifade etmiştir. Matematiksel problem çözme; problemlerin rutin matematiksel problemlerden, cevabı hemen görülmeyen karmaşık problemlere ve ilgili matematik düşünme süreçlerini kullanan açık uçlu araştırmalara kadar uzanan durumları kapsaması gerektiğini savunur (Akay, Soybaş ve Argün, 2006, s.129). Bu görüşlerden yola çıkarak; tek bir çözüm yolu olmaması, cevabının hemen tahmin edilememesi, öğrenciyi sorgulamaya ve yaratıcı düşünmeye teşvik etmesi bir matematik probleminde bulunması gereken temel özellikler olarak söylenebilir.

Matematiksel problemler, farklı çözüm yollarına sahip, tek bir doğru cevabı bulunan rutin problemler ve her bireyin farklı bir yorum getirebileceği, açık uçlu, sonucu kişiye göre farklılık gösterebilen rutin olmayan problemler olarak çeşitlendirilebilir. Açık uçlu problemlerin bir tek doğru cevabı yoktur ve rutin olmayan problemler olarak da adlandırılan bu tür sorular matematik öğretim

programının en önemli parçasıdır (Keskin, 2008, s.II). Polya, öğrencilere rutin problemler dışında başka tür problem çözödürmemenin “affedilemez bir hata” olduğunu, böyle yapmanın öğrencileri “düş gücü ve yargı” dan mahrum bıraktığını belirterek rutin olmayan problemlere verdiği önemi göstermektedir (Yazgan ve Bintaş, 2005, s.211). Kapalı problemler olarak da adlandırılan rutin problemler, doğru cevabın bazı basit yollarla belirlenebildiği ve gerekli bilgilerin problem ifadesinde verilmiş olduğu, açıkça formüle edilmiş ve görevler yönünden iyi yapılandırılmış olanlardır (Akay, Soybaş, Argün, 2006, s.132).

Öğrenciler, rutin olmayan problemleri çözmeye çalışırken, işlemleri ezbere değil, problem gerektirdiği için kullanmayı öğrenirler (Olkun, Şahin, Akkurt, Dikkartin, Gülbağcı, 2009, s.67). Bu ifadeden yola çıkarak rutin olmayan problemlerin öğrencinin hayal gücünü kullanmasını gerektiren, onu yaratıcı ve eleştirel düşünmeye götüren bir problem türü olduğu sonucuna varılabilmektedir. Bu sebeple bu tür problemlerin, öğrencilerin hayatları boyunca yüzleştirecekleri sorunların üstesinden gelebilme noktasında eğitici birer araç oldukları söylenebilir. Rutin olmayan problemlere açık uçlu problemler de denmektedir. Açık uçlu problemlerde, doğru ve tam bir çözümü garantileyen bir formülasyon bulunmadığından bu tür problemler iyi yapılandırılmamış problemler olarak da anılmaktadır (Akay, vd., 2006, s.133).

Ünlü fizikçi Enrico Fermi (1938) tarafından ortaya atılan Fermi Problemleri, Rutin olmayan problemlere örnek olarak gösterilebilir. Fermi problemleri, varsayımlarda bulunarak, sistematik bir düşünme biçimi ve sınırlı bilgi ile hesaplanması pek mümkün olmayan büyüklüklerle ilgili tahmin yürütmeyi içermektedir (Arleback, 2009, s.332). Taplin (2007), Fermi problemlerini şu şekilde açıklamıştır: “Yeterli bilginin verilmediği ve öğrencileri daha yaratıcı olmaya teşvik eden problem türüdür. İnsanlar Fermi Problemlerini gördüklerinde ilk olarak çözüm için daha fazla bilgiye ihtiyaçları olduklarını düşünürler. Aslında ortak fikir ve deneyimler kabul edilebilir çözümleri mümkün kılsa da bu problemlerin çözümü öğrencilerin sahip olduğu bilgilerin ve deneyimlerin toplamına dayanır. Bu problemler yıldırıcı değildir ve işbirlikçi bir ortamda çözülebilir” (Hıdıroğlu, 2012, s.44).

Arleback’a (2009) göre Fermi problemleri, öğrencilerin basit hesaplamalarla çözüme başlamadan önce varsayımlarda bulunarak sistematik tahminlerde bulunmalarını gerektiren açık uçlu, rutin olmayan problemlerdir. Aşağıda Fermi problemlerine örnek teşkil edebilecek birkaç soru bulunmaktadır:

- Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır ?
- Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır ?
- Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?
- Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker ?

Örneklerden de anlaşılacağı gibi, Fermi problemleri, varsayımlardan yola çıkarak çözülen ve tek bir doğru sonucu bulunmayan, öğrencileri sorgulamaya, düşünmeye ve yaratıcılığa iten problem türleridir. Bu problemlerin çözümünde amaç, öğrencinin çok yönlü düşünmesini ve mümkün olduğu kadar varsayım elde etmesini sağlamaktır. Bu bağlamda, matematik dersine olan ilgiyi ve motivasyonu artırmak için bu problem türünün kullanılması yerinde olacaktır. Öyle ki, öğrencilerin matematiğin eğlenceli yönünü görebilecekleri ve bu dersin yalnızca doğru sonuçlara ulaşmaktan ibaret olmadığını farkına varabilecekleri söylenebilir.

Matematiği sevmek, anlamak ve öğrenmek her şeyden önce onu doğru tanımakla başlar. Eğer matematik yaşamamızı kolaylaştıran, bize günlük yaşamımızda her an karşımıza çıkan problemlerle baş edebilmek için, mantıklı, akılcı düşünmenin yollarını açan, olayları daha tutarlı, daha yansız değerlendirmemizi sağlayan, yaşamımızı renkli, eğlenceli kılan bir destekse onu anlamaya çalışmak tercihten öte sorumluluk halini almaktadır (Yenilmez ve Can, 2006, s.48). Bireyin amacına ulaşmak için doğrudan harcayabileceği enerji miktarını belirleyen motivasyon (Ginsberg ve Wlodkowski, 2009) öğrenmeyi etkileyen önemli bileşenlerden biridir (Cabı, 2009; Akt. Balantekin, Oksal, 2014, s. 103). Martin ve Briggs (1986; Akt. Yaman, Dede, 2007, s.616) motivasyonu, davranışın uyandırılması, sürdürülmesi ve kontrolünü etkileyen içsel ve dışsal koşulların hepsini içeren geniş bir yapı olarak tanımlamaktadırlar. Motivasyon kavramı içsel ve dışsal olarak literatürde yer bulmuştur.

Dışsal motivasyon dışarıdan verilen pekiştireçlerin etkisi sonucu ortaya çıkar. Bir öğrencinin öğretmeninin tepkisiyle karşılaşmaması için ya da öğretmenin övgü ve beğenisini kazanması için ders çalışması, verilen görevi yerine getirmesi buna örnek olabilir. İçsel motivasyon ise, bireyin içsel ihtiyaçlara karşı geliştirdiği tepkilerdir. Yeterli olma, bilme, anlama ihtiyacı buna örnek verilebilir (Akbaba, 2006, s.345). Matematiği sevme, ona ilgi duyma, bu derse karşı güdülenme düzeyinin yüksek olması, matematik dersine katılım isteği, okulda ve okul dışında matematik ile ilgili olma durumlarını karşılayan matematiksel motivasyon kavramı, literatürde birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve araştırılmıştır. İlgili literatürde motivasyonun ölçülmesine yönelik yapılan araştırmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir;

Yaman ve Dede'nin (2007) yaptıkları araştırmada ilköğretim II. kademe öğrencilerinin matematik ve fen ve teknoloji dersine yönelik motivasyonlarının cinsiyet, sınıf düzeyi ve sevilen ders değişkenlerine göre farklılığının incelenmiştir. Bunun için Dede ve Yaman tarafından geliştirilen Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği'nden yararlanılmıştır. Ölçek, 2005-2006 eğitim-öğretim yılında Sivas il merkezinde ilköğretim 6., 7. ve 8. sınıflarda öğrenim gören ve gönüllülük esasına seçilen 740 öğrenciye uygulanmıştır. Verilerin analizi sonucunda, ilköğretim II. kademe öğrencilerinin motivasyon düzeylerinin, cinsiyete, sınıf düzeyine ve sevilen derslere göre anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, analiz sonuçları incelendiğinde motivasyon gruplarının öngörülen değişkenler bakımından orta düzeyde doğru bir şekilde ayrıştırıldığı da görülmüştür.

Balantekin ve Oksal'ın 2014 yılında yaptıkları araştırmada ilköğretim 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki motivasyon düzeylerini belirlemeye yönelik bir ölçek geliştirilmesi amaçlanmıştır. Beşli likert tarzında hazırlanan ve 41 maddeden oluşan taslak ölçek 308 öğrenciye uygulanmıştır. Ölçeğin geçerlik ve güvenilirliğini belirlemeye yönelik yapılan bu çalışma sonucunda, ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik bakımından kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür. Tahiroğlu ve Çakır'ın 2014'te yaptıkları çalışmada, ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin matematik öğrenmeye yönelik motivasyonlarını ölçen geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmek amaçlanmıştır. Ölçek geliştirme sürecinde, 5'li Likert-tipi katılma derecesine göre bir taslak ölçek hazırlanmıştır. Uzmanların görüşleri doğrultusunda yapılan değişikliklerden sonra ölçek 67 ilköğretim 4. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Analiz sonuçları ölçeğin, yeterli derece geçerli ve güvenilir olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada ise, Fermi problemleri kullanılarak ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin matematik dersine karşı motivasyonlarının etkilenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere de çözüm aranmıştır;

1. Deney grubunun uygulama öncesinde matematik dersine yönelik motivasyon düzeyi nedir?
2. Uygulama sonucunda deney grubunun matematik dersine yönelik motivasyon düzeyi nedir?
3. Kontrol grubunun, deney grubuna yapılan uygulama öncesi ön test sonuçları ile uygulama sonrası son test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Deney grubunun, uygulama öncesi ön test sonuçları ile uygulama sonrası son test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Matematik eğitimi, bireylere fiziksel dünyayı ve sosyal etkileşimleri anlamaya yardımcı olacak geniş bir bilgi ve beceri donanımı sağlar. Ayrıca yaratıcı düşünmeyi kolaylaştırır ve estetik gelişimi sağlar. Bunun yanı sıra, çeşitli matematiksel durumların incelendiği ortamlar oluşturarak bireylerin akıl yürütme becerilerinin gelişmesini hızlandırır (Gökbulut, Yangın ve Sidekli, 2008; s.214). Söz konusu becerilerin elde edilebilmesi matematik öğretiminde kullanılan yöntemlerin çeşitliliği, günlük hayatla ilişkilendirilmesi ve gerçek hayat problemlerinin kullanılması ile mümkündür. Fermi problemleri ise bu kazanımları içinde barındırmaktadır (Yanbiyık, 2016). İlkokulda son yıllarda uygulanmaya çalışılan rutin olmayan problemler öğrenciyi yaratıcılığa ve eleştirel düşünmeye teşvik etmektedir. Bu problemlerin etkili bir şekilde uygulandığı varsayımından yola çıkarak, Fermi problemlerinin de kullanımının yaygınlaştırılması ile hedeflenen becerilerin kazanımının kolaylaşacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda öğrencilerin matematiğe olan ilgi ve motivasyonunun artması da sağlanabilir. Bu durumdan yola çıkarak, ilköğretim 4. sınıflarda Fermi

problemlerinin matematik dersine yönelik motivasyonunu etkileyip etkilemediğinin incelenmesi amaçlanan bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

## Yöntem

İlkokul 4. sınıf öğrencilerinde Fermi problemlerinin matematik dersine yönelik motivasyona etkisini incelemeyi amaçlayan bu çalışmada öntest sontest deney-kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel desen, değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini keşfetmek amacıyla kullanılan araştırma desenleri olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, 2001, s.3).

### *Araştırma Grubu*

Araştırmanın çalışma grubunu Tokat ili merkez ilkokullarından bir devlet okulunun 4. sınıf öğrencilerinden akademik başarısı birbirine benzer iki şubenin toplam 40 öğrencisi oluşturmaktadır. Deney grubunda 10 kız, 8 erkek öğrenci olmak üzere toplam 18, kontrol grubunda ise 14 kız, 8 erkek öğrenci olmak üzere toplam 22 öğrenci bulunmaktadır. Çalışma grubunun seçiminde amaçlı örneklem yöntemlerinden benzeşik durum örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Amaçlı örneklem yöntemi derinlemesine araştırma yapabilmek amacıyla çalışmanın amacı bağlamında bilgi açısından zengin durumların seçilmesidir. Benzeşik durum örnekleme ise, örneklemin, araştırmanın problemiyle ilgili olarak evrende yer alan benzeşik bir alt grubundan ya da durumundan oluşturulmasıdır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014, s.91).

### *Veri Toplama Aracı*

Araştırmanın veri toplama sürecinde, ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematik dersine yönelik motivasyonlarını ölçmek amacıyla, Dede ve Yaman (2008) tarafından geliştirilen, Likert tipi ölçekten yararlanılmıştır. Veri toplama sürecinde, deney ve kontrol gruplarına ölçeğin uygulanmasının ardından deney grubu ile her hafta bir ders saatinde, Fermi problemleri çözülmüş, kontrol grubu ise matematik derslerine geleneksel yöntemlerle devam etmiştir. Toplam 4 haftalık bir uygulama süreci sonunda motivasyon ölçeği öğrencilere tekrar uygulanmıştır.

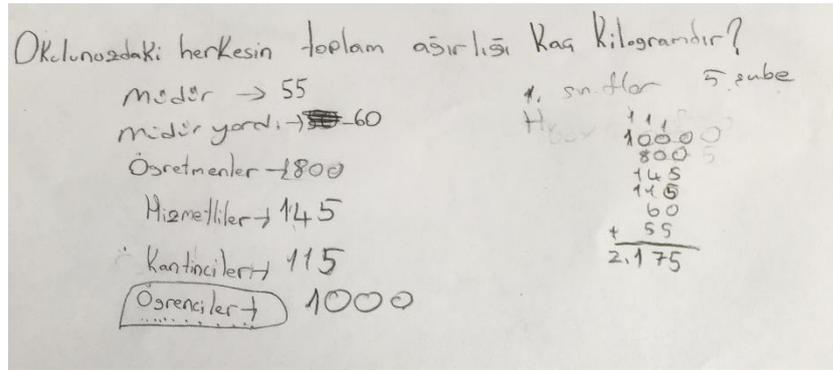
Veri toplama süreci öncesinde farklı bir gruba Fermi probleminin çözümüne yönelik bir pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama sonrası deney grubu, küçük gruplara bölünmüş, haftanın problemi tahtaya yazılmış ve ardından bir ders saati boyunca grupların problemi çözmeleri sağlanmıştır. Araştırmacı soruların çözümünde rehberlik görevi yapmış olup, soruların çözümüne müdahale etmemiştir. Uygulamaların yapıldığı derslerde öğrencilere yöneltilen Fermi problemleri şunlardır:

- 500 m'lik bir yolda kaç araç bulunur?
- Okulunuzdaki tüm öğrencilerin toplam ağırlığı kaç kg'dır?
- Evinizde bir ayda kaç litre su harcanmaktadır?
- Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır?

Soruların her biri her haftanın bir gününün bir matematik dersini kapsayacak şekilde toplamda 160 dakikalık uygulama sürecinde araştırmacının rehberliğinde gruplar tarafından çözülmüştür. 4 haftalık Fermi problemleri çözüm uygulamalarının ardından deney ve kontrol grubuna öğrencilere motivasyon ölçeği tekrar uygulanmıştır. Elde edilen ön test- son test sonuçları karşılaştırılarak Fermi problemlerinin matematik dersine yönelik motivasyona etkisi incelenmiştir. Süreç içerisinde öğrenciden beklenen Fermi probleminin çözümü için varsayımlarla hareket etmek, mümkün olduğunca fazla olasılık düşünmek, mantıklı çıkarımlarla hesaplamalara gitmek ve problemin sonucuna ulaşmaktır. Ayrıca araştırmanın amacı motivasyonu etkilemek olduğundan, öğrencilerin cevabı bulup bulmamaları dikkate alınmamıştır. Aşağıda, uygulama sürecine yönelik zihinsel şema oluşturulabilmesi açısından öğrencilerin Fermi problemleri çözümünden birkaç örnek verilmiştir:



dahil edilmemiştir. Bu durumda sadece öğretmen ve öğrencilerin olası ağırlıkları hesaplanmış ve sonuca ulaşılmıştır.



Şekil 4: Fermi Problemleri Öğrenci Cevapları 4

Şekil 4'teki "Okulunuzdaki tüm öğrencilerin toplam ağırlığı kaç kg'dır?" sorusuna verilen yanıtlar doğrultusunda öğrenciler okul binası içerisinde bulunan tüm çalışan ve öğrencileri dahil ederek, olası ağırlıklarını tahmin etmişlerdir. Elde edilen tahminler sonucunda Fermi probleminin çözümüne ulaşılmıştır.

#### Verilerin Analizi

Toplanan verilerde ön test ve son test frekans dağılımları SPSS 18 paket veri programı kullanılarak belirlenmiş ve ilkökul 4. sınıf öğrencilerinden belirlenen deney ve kontrol gruplarının matematik dersine yönelik motivasyonları incelenmiştir. Deney grubunun matematik dersine yönelik motivasyonunu etkilemek üzere yapılan uygulama sonrasında her iki gruba da tekrar uygulanan ölçme aracından elde edilen veriler t testi uygulaması ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Fermi problemlerinin matematik dersine yönelik motivasyona etkisi açısından yorumlanmıştır.

### Bulgular

Araştırmanın veri toplama sürecinden elde edilen bulgular, alt problemler doğrultusunda yorumlanmıştır.

#### 1. Deney Grubunun Uygulama Öncesi Matematiksel Motivasyon Düzeyine İlişkin Bulgular

Uygulama öncesinde elde edilen bulgulara göre deney grubunun 23 maddeden oluşan ölçekten aldıkları puanların ortalama ve maksimum, minimum değerlerine ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir:

Tablo 1: Deney Grubunun Uygulama Öncesinde Ölçekten Elde Ettikleri Puan Ortalamaları

	N	Minimum Puan	Maksimum Puan	Ortalama
Başarı Puanı	18	1,39	4,09	3,4239

Tablo 1 incelendiğinde uygulanan ölçekten deney grubunun en az 1,39 en fazla 4,09 puan elde ettikleri görülmektedir. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin bu testten elde ettikleri puan ortalaması 3,4239 olarak ölçülmüştür.

#### 2. Deney Grubunun Uygulama Sonrası Matematiksel Motivasyon Düzeyine İlişkin Bulgular

Uygulama sonrasında elde edilen bulgulara göre deney grubunun 23 maddeden oluşan ölçekten aldıkları puanların ortalama ve maksimum, minimum değerlerine ilişkin bilgiler Tablo 2'de verilmiştir:

**Tablo 2:** Deney Grubunun Uygulama Sonrasında Ölçekten Elde Ettikleri Puan Ortalamaları

	N	Minimum Puan	Maksimum Puan	Ortalama
Başarı Puanı	18	2,96	5,00	4,3652

Tablo 2 incelendiğinde uygulanan ölçme aracından deney grubunun en az 2,96 en fazla 5,00 puan elde ettikleri görülmektedir. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin bu testten elde ettikleri puan ortalaması 4,3652 olarak ölçülmüştür.

### 3. Kontrol Grubunun Ön Test-Son Test Sonuçları İle İlgili Bulgular

Kontrol grubunun geleneksel yöntemlerle yapılan matematik derslerinin öncesi ve sonrasında ölçekten elde ettikleri puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığına ilişkin bilgiler Tablo 3'te verilmiştir:

**Tablo 3:** Kontrol Grubuna Uygulanan Ön Test-Son Test Sonuçları

	N: 20	N	Ön test		Son test		t	sd	p*
			$\bar{x}$	ss	$\bar{x}$	ss			
Matematiksel Motivasyon	22	22	3,59	0,80	3,64	0,71	0,433	19	,670

\*p>,05

Tablo 3 incelendiğinde kontrol grubundaki öğrencilerin matematik dersine yönelik motivasyonlarının ön test-son test puanları arasında anlamlı düzeyde farklılık olmadığı görülmektedir ( $t(19) = -0,433$ ,  $p >,05$ ). Geleneksel yöntemler kullanılarak yapılan uygulamaya göre öğrencilerin ortalama puanları incelendiğinde ön test puanlarının  $\bar{x}=3,59$ , son test puanlarının ise  $\bar{x}=3,64$  olduğu görülmüştür. Bu sonuç, kontrol grubu üzerinde uygulanan geleneksel yöntemlerin, öğrencilerin matematik dersine yönelik motivasyon düzeyini artırmaya etkisi olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

### 4. Deney Grubunun Ön Test-Son Test Sonuçları İle İlgili Bulgular

Deney grubunun uygulama öncesi ve sonrası ölçekten elde ettikleri puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığına ilişkin bilgiler tablo 4'te verilmiştir:

**Tablo 4:** Deney Grubuna Uygulanan Ön Test-Son Test Sonuçları

	N: 20	N	Ön test		Son test		t	sd	p*
			$\bar{x}$	ss	$\bar{x}$	ss			
Matematiksel Motivasyon	18	18	3,42	0,69	4,36	0,54	5,701	19	,000

\*p<,05

Tablo 4 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin matematik dersine yönelik motivasyonlarının ön test-son test puanları arasında anlamlı düzeyde farklılık olduğu görülmektedir ( $t(19) = -5,701$ ,  $p <,05$ ). Fermi problemleri kullanılarak yapılan uygulamaya göre öğrencilerin ölçekten aldıkları ortalama puanları incelendiğinde ön test puanlarının  $\bar{x}=3,42$ , son test puanlarının ise  $\bar{x}=4,36$  olduğu görülmüştür. Matematik dersine yönelik motivasyon ortalamasındaki artış, Fermi problemlerinin, öğrencilerin matematiksel motivasyon düzeyini artırmada etkili olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

## Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Fermi problemleri, üzerinde çalışılan fakat öğretim ortamlarında uygulanma oranı düşük olan bir problem türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Rutin olmayan problemlerin desteklenmesi ve öğrenme ortamlarında kullanılmasının ülkemizde ve dünyada söz konusu haline geldiği ancak Fermi problemlerinin sınıf ortamlarında, eğitim ortamlarında ya da bilimsel çalışmalarda sıklıkla tercih edilen bir problem türü olmadığı söylenebilir. Literatür incelendiğinde Fermi problemleri ile ilgili yapılan araştırmaların, matematiksel modelleme becerileri ile ilişkilendirildiği, matematiğe karşı ilgi ve motivasyona yönelik çalışılmadığı görülmüştür (Peter-Koop (2005), Årlebäck (2009), Abay ve Gökbulut (2017)). Bu çalışmada farklı iki gruba uygulanan motivasyon ölçeği sonrasında Fermi problemleri kullanılarak uygulamalar yapılmış ve süreç sonunda Fermi problemleri ile yapılan matematik derslerinin, öğrencilerin matematiğe karşı motivasyonunu artırdığı görülmüştür.

Peter-Koop'un (2005) "İlkokul Matematik Sınıflarında Fermi Problemleri: Öğrencilerin Etkileşimli Modelleme Süreçleri" adlı çalışmada modelleme süreçlerini geliştirmek amacıyla 3. ve 4. sınıf öğrencilerine Fermi Problemleri yöneltilmiş çözüm analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda birçok öğrencinin çözüm planı geliştiremediği görülmüş ve modelleme süreçlerinde olumlu gelişme gözlenmiştir. Fermi Problemlerinin modelleme süreçlerinin geliştirilmesinde kullanılması, bu çalışmada da derse yönelik motivasyon düzeyini artırması durumu ele alındığında, çalışma bulgularının paralellik gösterdiği söylenebilir.

Ärlebäck'in (2009) ise "Matematiksel Modellemenin Uygulanmasında Fermi Problemlerinin Kullanılması" adlı çalışmasında ortaöğretim seviyesinin üstündeki öğrencilere matematiksel modellemenin uygulanması amacıyla Schoenfeld'in Matematiksel Modelleme Diyagramı (MAD)'ni kullanılmıştır. Üç grup öğrenciye Fermi Problemleri yöneltilmiş ve çözüm analizlerini Matematiksel Modelleme Diyagramı kullanarak yapmıştır. Öğrenci çözümlerinde matematiksel modellemelere oldukça sık rastlanmıştır. Bu çalışmanın uygulama sürecinde Fermi Problemlerinin kullanılması bu çalışmanın uygulama süreci ile benzerlik göstermekte olup, bulgular açısından bir benzerlik görülmemektedir.

Abay ve Gökbulut, 2017 yılında yaptıkları çalışmada, sınıf öğretmeni adaylarının Fermi problemlerindeki matematiksel modelleme durumlarını betimlemeyi amaçlamış, bu amaç doğrultusunda sınıf öğretmeni adaylarına Fermi problemleri çözdürülmüştür. Elde edilen sonuçlara bakıldığında ise, sınıf öğretmeni adaylarının Fermi problemlerindeki matematiksel modelleme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı görülmüştür. Matematiksel modelleme beceri düzeyinin belirlenme sürecinde Fermi Problemlerinden yararlanılması, bu çalışmanın uygulama süreci ile benzerlik göstermektedir.

Literatür incelendiğinde motivasyonun sağlanması ya da artırılması yönünde Fermi problemlerinin kullanıldığı bilimsel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda araştırmacıların matematiğe olan ilginin artırılması ya da matematiksel tutumun iyileştirilmesi yönünde Fermi problemlerini kullanarak araştırma yapmaları önerilebilir. Çalışma sonuçlarına göre eğitim programı uzmanlarına, öğretmenlere ve araştırmacılara şu önerilerde bulunulmuştur:

- Eğitim- öğretim programları hazırlanırken, ilkokul 3 ve 4. sınıfların matematik öğretim programlarına yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin kazandırılması ve matematiğin günlük hayatla ilişkilendirilmesi açısından Fermi problemlerinin dahil edilmesi,
- Öğretmenlerin, matematik dersine olan ilginin artması yönünde yaptıkları uygulamalara Fermi problemleri çözüm uygulamalarını eklemeleri,
- Araştırmacıların, Fermi problemlerinin öğrencilerin akademik başarısına, matematiksel tutuma ve matematiğin günlük hayatla ilişkilendirilmesine yönelik etkileri üzerine çalışma yapmaları önerilebilir.

### Kaynakça

- Abay, S. ve Gökbulut, Y. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: fermi problemleri uygulamaları. *Uluslar Arası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(9), 65-83.
- Akay, H., Soybaş, D. ve Argün Z. (2006). Problem kurma deneyimleri ve matematik öğretiminde açık-uçlu soruların kullanımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1), 129-146.
- Akbaba, S. (2006). Eğitimde motivasyon. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 343-361.
- Altun, M., Dönmez, N., İnan, H., Taner ve Özdilek, Z. (2001). Altı yaş grubu çocukların problem çözme stratejileri ve bunlarla ilgili öğretmen ve müfettiş algıları. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 211-230.
- Ärlebäck, J.B. (2009). On The Use Of Realistic Fermi Problems For Introducing Mathematical Modelling In School. *The Mathematics Enthusiast*, 6(3), 330-364.
- Balantekin, Y. ve Oksal, A. (2014). ilkokul 3. ve 4. sınıf öğrencileri için matematik dersi motivasyon ölçeği, *Cumhuriyet International Journal Of Education*, 3(2), 102-113.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak K. E., Akgün Ö. E, Karadeniz Ş. ve Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.

- Dede, Y. ve Yaman, S. (2008). Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 19-37.
- Ersoy, Y. (2006). İlköğretim matematik öğretim programındaki yenilikler- I: Amaç, içerik ve kazanımlar. *İlköğretim Online*, 5(1), 30-44.
- Gökbulut, Y. (2006, 14-16 Nisan). *Sınıf öğretmenliği adaylarının fermi problemlerindeki matematiksel modelleme becerileri*. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Kongresi'nde sunuldu, Ankara.
- Gökbulut, Y., Yangın, S. ve Sidekli, S. (2008). 2004 İlköğretim matematik öğretimi programı doğrultusunda ilköğretim 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin öğretmenlerinden matematik dersi için beklentileri, *Milli Eğitim*, 179, 213-229.
- Hıdıroğlu, Ç.N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Keskin, Ö.Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kılıç, D. ve Samancı, O. (2005). İlköğretim okullarında okutulan sosyal bilgiler dersinde problem çözme yönteminin kullanılışı. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 100-112.
- MEB (2015). *İlkokul matematik dersi öğretim programı (1, 2, 3 ve 4. Sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı
- MEB (2018). *İlkokul matematik dersi öğretim programı (1, 2, 3 ve 4. Sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı
- Olkun, S., Şahin, Ö., Akkurt, Z., Dikkartın F.T. ve Gülbağcı, H. (2009). Modelleme yoluyla problem çözme ve genelleme: İlköğretim öğrencileriyle bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 65-72.
- Pesen, C. (2008). *Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre matematik öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Peter- Koop, A. (2005). Fermi problems in primary mathematics classrooms. *APMC*, 10(1), 1-8.
- Tahiroğlu M. ve Çakır S. (2014). İlkokul 4. sınıflara yönelik matematik motivasyon ölçeğinin geliştirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (Kefad)* 15(3) , 29-48.
- Taşova, H. İ. ve Delice, A. (2012, 27-30 Haziran). *Modelleme etkinliği sürecine düşünme yapılarının etkisi; kaset problemi*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde Sunuldu, Niğde.
- Yaman, S., ve Dede, Y. (2007). Öğrencilerin fen ve teknoloji ve matematik dersine yönelik motivasyon düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Kuram Ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 52, 615-638.
- Yanbıyık, S. (2016). *Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: fermi problemleri uygulamaları*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Yazgan, Y. ve Bintaş, J. (2005). İlköğretim dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanabilme düzeyleri: bir öğretim deneyi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 210-218.
- Yenilmez, K. ve Can, S. (2006). Matematik öğretimi derslerine yönelik görüşler. *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 47-59.
- Yücel, C., Karadağ, E. ve Turan, S. (2013). TIMSS 2011 Ulusal Ön Değerlendirme Raporu. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitimde Politika Analizi Raporlar Serisi I*, Şubat, 1-38.