



The Effect Of Realistic Mathematics Education on Middle School Students' Mathematics Achievement*

Kamuran TARIM^{a*} (ORCID ID - 0000-0002-2048-5207)

Hatice KÜTKÜT^b (ORCID ID - 0000-0001-9527-4511)

^aÇukurova Üniversitesi, Matematik Eğitimi A.B.D., Adana /Türkiye

^bMEB, Adana/Türkiye



Article Info

DOI: 10.14812/cufej.933461

Article history:

Received 05.05.21

Revised 26.07.21

Accepted 07.10.21

Keywords:

Realistic mathematics education,
Middle school,
Academic success.

Abstract

In this study, it was aimed to investigate the effect of Realistic Mathematics Education (RME) approach on students' mathematics achievement in middle school mathematics lessons. For this purpose, a 6-week program was created in which the RME approach was employed. In order to determine the effectiveness of this program, an experimental group using the RME approach and a control group using traditional teaching method were randomly determined. In order to reveal the effect of the program prepared with RME on mathematics achievement, a "mathematics achievement test" was used at the beginning and end of the experiment. The findings showed that the RME approach has a positive effect (effect size 0.6721) on academic achievement compared to the traditional teaching method. Based on the results obtained, it is recommended to be used in mathematics lessons since the RME approach increases academic achievement.

Gerçekçi Matematik Eğitimi Yaklaşımının Ortaokul Öğrencilerinin Matematik Başarısına Etkisi

Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cufej.933461

Makale Geçmişi:

Geliş 05.05.21

Düzeltilme 26.07.21

Kabul 07.10.21

Anahtar Kelimeler:

Gerçekçi matematik eğitimi,
Ortaokul,
Akademik başarı.

Öz

Bu çalışmada ortaokul matematik derslerinde Gerçekçi Matematik Eğitimi (GME) yaklaşımının öğrencilerin matematik başarılarına etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla GME yaklaşımının işe koşulduğu 6 haftalık bir program oluşturulmuştur. Bu programın etkililiğini belirlemek için GME yaklaşımının uygulandığı bir deney grubu ve geleneksel öğretim yönteminin kullanıldığı bir kontrol grubu rastgele olarak belirlenmiştir. GME ile hazırlanan programın matematik başarıları üzerindeki etkisini ortaya koymak için deneyin başında ve sonunda bir "matematik başarı testi" kullanılmıştır. Bulgular GME yaklaşımının geleneksel öğretim yöntemine göre akademik başarı üzerinde pozitif etkiye (etki büyüklüğü 0.6721) sahip olduğunu göstermiştir. Elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak, GME yaklaşımı akademik başarıyı arttırdığından matematik derslerinde kullanılması önerilir.

Introduction

All over the world, it is a clear fact that the productive and problem-solving future generations will consist of students who can use mathematics effectively and transfer their problem-solving skills to all facets of their lives. Mathematics teaching is advancing in our country with changing and renewed programs, scientific research, and methods whose effectiveness has been tested. Nurturing generations

* This study is a part of the master's thesis of Hatice Kütküt under the supervision of Prof. Kamuran TARIM.

* Author: gkamuran@cu.edu.tr

who can use problem solving and logical thinking effectively with the right methods and techniques is extremely important for our country in determining its place among the world countries in the future.

What is the achievement rating of our country in the field of mathematics, which is of vital importance for the future, among other countries? Our country participates in the "Program for International Student Assessment (PISA)" and "International Mathematics and Science Trends Survey (TIMSS)" programs to assess the achievement in various fields among other countries and evaluates the results obtained. TIMSS and PISA provide a data source for the institutions which determine the education policy, the experts and the researchers who prepare the curricula, to better understand the faulty and undesirable aspects of their education systems (EARGED, 2010).

When the results obtained in TIMSS, which our country participated in 1999, 2007, 2011, 2015 and 2019, are examined, it is seen that our country could not get out of the lower rankings (Ministry of National Education [MEB], 2003, 2011, 2014, 2016, 2020). Similarly, although the data in the reports on the results of the PISA exam (2012, 2015 and 2018), which assesses skills of 15-year-old students in three fields: Mathematical Literacy, Science Literacy, and Reading Skills, show a partial improvement for Turkey, our country's mathematics achievement ranking is still below the average of the participating countries in the world (OECD, 2019). Success has been achieved in mathematics courses with the combination of modern education approach and new methods with renewed programs in developed countries. The general situation of our country in international exams and the situation of the countries that determine the contemporary approaches in their programs in these exams have attracted the attention of instructional designers in our country as in other countries. The mathematics curriculum aims to enable the students to use their logical and spatial thinking skills and improve their presentation skills with the help of models, fictions, and graphics (MEB, 2018). Again, it can be said that the curriculum anticipates the use of contemporary approaches in mathematics teaching. Therefore, today, we want to nurture individuals who can think mathematically, in other words, make sense of mathematics, establish relationships between concepts, and adapt a learned situation to a new situation. Schoenfeld (1992) associates mathematical thinking with developing a mathematical perspective and making mathematical sense. Developing a mathematical perspective and making sense of mathematics can be possible by using real-life models prepared in accordance with the original in the classroom environment. One of the contemporary approaches that will enable us to realize the aforementioned situations is the Realistic Mathematics Education (RME) approach.

Realistic Mathematics Education (RME)

According to the RME approach, which was founded in the Netherlands in 1968, mathematics teaching should begin with real-life problems. Freudenthal called learning mathematics with this approach Mathematizing. It's defined as mathematizing reality and even mathematizing mathematics (Altun, 2005). Realistic Mathematics Education (RME) is a theory of learning and teaching developed by Hans Freudenthal and his colleagues. Two points that stand out among Freudenthal's views (1971, 1973) are that mathematics is not a closed system to be learned, but a human activity and that it must relate to reality (Cited by Tat, 2020, p. 145). However, the word "realistic", which is mentioned in the model of realistic mathematics education, is not limited to the concept of real life in Turkish, but means "to make something real in one's mind, to create" (Alacaci, 2016). That is; if the activities prepared in RME are suitable for the student's experiences and imagination, they can include stories, games, and even abstract mathematical structures. The important thing here is the fact that the information is not complete and not fed from outside and constitutes a plausible "real" problem (Alacaci, 2016)

Mathematization

Freudenthal defined the process of reaching formal mathematical concepts from real mathematical models as mathematization. Mathematization is the key process in teaching and there are two main reasons for this. The first is that mathematization is not just the job of mathematicians. Mathematization is seen as the job of every human being. Another reason to make mathematization central to mathematics education is that it encompasses the process of reinvention. Reaching formal

knowledge in mathematics is the final achievement. (Özdemir, 2008). Mathematization can be treated under two headings: horizontal and vertical.

Horizontal Mathematization: In Horizontal Mathematization, students use mathematical tools that assist them in solving and planning a problem related to a real-life situation. It includes the processes of explaining mathematics in general, defining the problem solution, visualizing it in different ways, and discovering the relationships between units. Also, formulating the problem using different ways, turning a real-life problem into a mathematical problem is also a horizontal mathematization process.

Vertical Mathematization: Vertical Mathematization, on the other hand, takes place by reviewing mathematics in itself. Presenting a mathematical relationship with a formula, internalizing the solution of the first question using different examples and adapting it to different examples, and finally reaching generalizations are the things that students need to do in order to perform vertical mathematization. Treffers (1987) defined horizontal mathematization as the student's use of a mathematical tool to solve and organize a problem presented in a real or fictionalized context, and vertical mathematization as the process of reorganizing a problem within a mathematical system, such as simplifying, adapting, or generalizing.

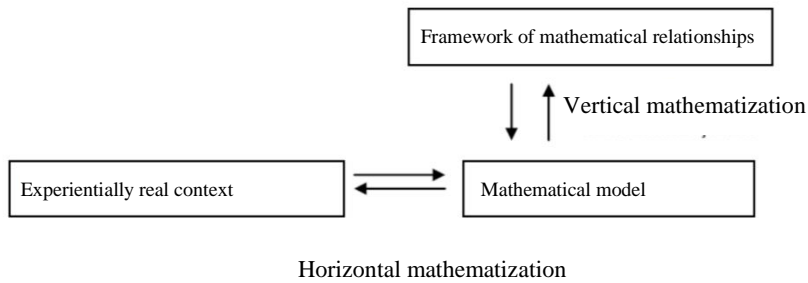


Figure 1. Horizontal and Vertical Mathematization Source: Özdemir&Üzel, 2012, p.117

In the figure below, De Lange (1996) explained the development of conceptual mathematization in the RME approach and revealed the necessity of using real-life problems in mathematics teaching at the beginning stage (As cited in Fauzan, 2002, p.35):

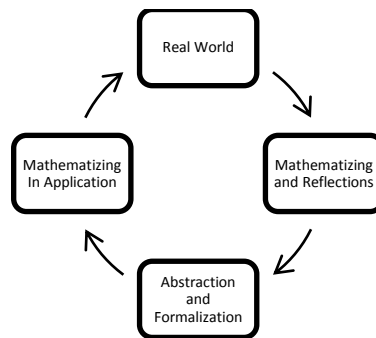


Figure 2. The Conceptual and applied Mathematization (Source: Fauzan, 2002, p.35.)

While this transformation is based on real life problems and the students' connection to create their reality based on experiences, the problems are within this reality, and the solution of the problems helps the learner to create their own reality (Gravemeijer & Doorman, 1999, p.127). In this study, it is aimed to reveal the effects of this approach, which is based on the relationship of mathematics with real life, on mathematics achievement in the field of geometry and measurement learning, which we have low success in our country. In national (ÖSYM exams) and international exams (TIMSS, PISA), it is seen that students fail in the field of "geometric shapes and measurement" (Erkek & Işıksal-Bostan, 2015;

MEB, 2016). In this context, in this study, it was thought that working on the field of "geometric shapes and measurement" would contribute to the field.

There are many national and international studies on the RME approach (Verschaffel & De Corte, 1997; De Corte, 2004; Afthina, Mardiyana, & Pramudya, 2017; Palinussa, 2013; Saleh, Prahmana, Isa, & Murni, 2018; Aydın Ünal, 2008; Aydın Ünal & İpek, 2009; Ayvalı, 2013; Bildircin, 2012; Can, 2012; Cansız, 2015; Cihan, 2017; Çakır, 2011; Çakır, 2013; Çilingir & Dinç Artut, 2016). Studies conducted in our country (Bintaş, Altun & Arslan, 2003; Çakır, 2013; Çilingir, 2015; Demirdöğen, 2007; Demirdöğen & Kaçar, 2010; Ersoy, 2013; Özdemir & Üzel, 2011; Üzel, 2007; Yazgan, 2007; Korkmaz & Tutak, 2017; Erdoğan, 2018) reveal that there are studies investigating the effect of the RME approach on student achievement. In addition, there are also studies examining the effect of the RME approach on student motivation, attitudes, and thoughts (Berkant & Yaren, 2018; Korkmaz & Korkmaz, 2017; Kurt & Doğan, 2019). When the studies are examined; It has been observed that there are limited studies on the RME approach on geometry (Korkmaz & Tutak, 2017; Çelik, 2016; Deniz & Uygur-Kabael, 2017; Kurt & Doğan, 2019). However, no study was found in which the effect of the RME approach on the teaching of geometry and measurement learning at the middle school level was examined. In line with the above-mentioned reasons, in this study, it was aimed to examine the effect of teaching carried out with the RME approach in middle school mathematics courses on the achievement of students.

Method

This study, which aims to examine the effect of RME supported mathematics education on the mathematics achievement of middle school students, was designed as a quasi-experimental study. Experimental method is a research design that aims to discover the cause-effect relationship between the variables with the help of experiment and control groups (Büyüköztürk, 2014). In cases where it is not possible to randomly assign subjects to the experiment and control groups, this method cannot be qualified as experimental (Kenny, 1975). The quasi-experimental design is also frequently used in educational research. In this method, after the existing groups are randomly assigned to the experiment and control groups, the groups are compared by making measurements before and after the experiment. The only difference between this method and the experimental method is that there is no random sample selection at the beginning (Karasar, 2005). Among the quasi-experimental models used in the research, the pre-test-post-test control group model is the most suitable model to be used in educational research, especially where it is difficult to choose the individuals who will participate in the application unbiased (Tanrıöğen, 2009, p.41). In this study, the subjects in the sample were not randomly distributed to the groups, one of the two classes determined to be equivalent to each other was randomly assigned as the experiment group and the other as the control group.

Study Group

In this quasi-experimental study, two randomly selected classes were determined among the seventh grades in a state middle school with a middle socio-economic level. A total of 58 students, 28 (13 girls, 15 boys) in the experiment group and 30 (14 girls, 16 boys) in the control group, participated in the study.

In the study, since the effect of RME on the achievement of the seventh-grade students in the learning field of geometry and measurement was to be determined, it was examined whether the initial standing of the students in the experiment and control groups were similar in both the experiment and control groups in terms of some variables. When the groups started middle school, they were distributed equally to the classes by examining the gender and the previous year's achievement averages at a meeting attended by all teachers and administrative staff with the decision of the teachers' board. It was recorded in the minutes that the students were equally distributed to the classes in terms of achievement and gender. The meeting was held with all the administrative staff and teachers, and the students were distributed to four branches by the selected task group in a way that would be homogeneous in terms of grades and gender. In addition, in order to test the parity of the groups, the significance of the difference between the students' sixth grade mathematics course year-

end grades was examined. Report notes were obtained from the archive of the school administration and permission to use was obtained. As a result of the independent groups t-test, it was determined that there was no significant difference in the mathematics report grades of the classes selected as the experimental and control groups ($t(56)=0.272, p > .05$). In addition, it was also determined whether the initial standings of the study experiment and control groups were equal regarding the subject of interest. The achievement test prepared for this study was applied to the students as a pre-test and the difference between the pre-test mean scores of the groups was examined. As a result of the analysis, no statistically significant difference was found between the pre-test mean scores of both groups ($t(56)=476, p|>.05$). Thus, by increasing the internal validity of the research, evidence was gathered in order to say that the findings to be obtained from the experimental group stem from the independent variable tested as much as possible.

Experimental Process

In the period before the actual implementation of the study started, the researchers conducted a pilot application of the RME-supported courses on two groups by obtaining the necessary permissions. The pilot application lasted for three weeks, and one group was supplied RME supported mathematics education and the topics were instructed within the framework of the activities in the existing course textbook for the other group. Thanks to these applications, both a rehearsal of the experimental process was made, and an idea was obtained about the possible problems that may arise during the execution of the activities or the identification and development of well-functioning aspects. In the pilot applications carried out by the researcher in the same school, the researcher taught both groups, conducted the lesson with different methods, and the students realized this situation by communicating with each other, so various problems were experienced. As a result, it was decided that the researcher should not teach both groups and aforementioned problems were tried to be eliminated.

In the actual application stage, the experiment and control groups were selected from among the seventh-grade students in the school where the experimental studies would be carried out, using the random assignment method. The path followed in the research is as follows.

1. Course activities were prepared by taking into consideration the basic principles of RME-supported teaching and the achievements of the geometry and measurement learning domains of the second semester of the seventh grade of middle school. The results of the pilot study and expert opinions were reviewed jointly, and the activities were finalized.

2. The developed achievement test was applied to the groups at the beginning of the study as a pre-test. Equivalence of the groups was determined at the beginning of the study.

3. While the achievements of geometry and measurement learning domain were instructed to the seventh-grade students in the experiment group with the RME approach, the seventh-grade students in the control group continued their education without making any differentiation. The lessons of the experiment group were instructed by the researcher, and the control group were instructed by their own teacher. The Hawthorne effect may arise if the participants' behavior changes because they become aware of the presence of the researcher or of being observed or if they have information about the results of the study or the expectations at the end of the study (Kocakaya, 2012, p.227). Since the basis of the study is based on the RME method; In order not to weaken the effects of the method, the lessons of the experimental group were continued by the researcher, who was the person who could best apply this method. The reasons for this are that the researcher is the person who researches RME-supported teaching and prepares the lesson plans and activities in this direction, and that she can apply the requirements of this method in the best way. The researcher already knows the experiment group students from previous years because she works in the same school. This situation prevented students from feeling awkward and behaving differently.

4. In the experiment group, the lessons were carried out by using materials designed on a real-life event in accordance with the RME approach, by revealing their relationship with other subjects, and having students interact with each other and produce common symbols and models. The students freely

communicated, interacted, and worked collaboratively with each other in the classroom according to the seating arrangement. In this way, as in the mathematics development process, students had the opportunity to do mathematics. Evaluation was carried out with specific homework and exercises created by the researcher.

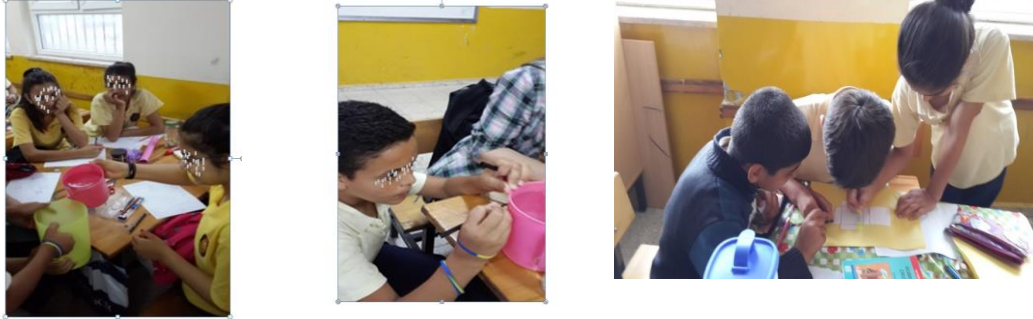


Figure 3. Examples of student works

5. Since the achievements in geometry and measurement learning domain in the control group were carried out within the scope of the seventh-grade mathematics curriculum, in line with the teacher's guidebook and considering the control group teacher's experience of more than 10 years there was no need for intervention in instruction. However, before and after the lessons were taught in the control group, information was exchanged with the control group teacher, and it was observed that the lessons were carried out in line with the middle school mathematics curriculum. The feeling of competition that occurs in the subconscious of the control group or the teacher who carries out the practices in the control group against the experiment group and the manifestation of this situation as an increase in performance is defined as the John Henry effect (Kocakaya, 2012, p.227). To the control group students, it was not explained that they would be compared with an experiment group and that the tests will be the same. In this way, precautions were taken against the John Henry effect. The same acquisitions were delivered with lesson plans prepared in accordance with the RME approach and with the existing teaching method in 18 class hours. The distribution of the activities performed in the experiment and control groups according to the respective topics and hours is shown in Table 1.

Table 1.

Distribution of the Activities in the Experiment and Control Group by Hours and Learning Domains

Learning Domain	Topic	Lesson duration
Geometry	Polygons	3 hours
Measurement	Area of quadrilaterals	3 hours
Measurement	Area of quadrilaterals	2 hours
Geometry	Geometric shapes	2 hours
Geometry	Geometric shapes	2 hours
Measurement	Surface area of geometric shapes	2 hours
Measurement	Volume of geometric shapes	4 hours

6. After the application, the achievement test was applied to both groups as a post-test.

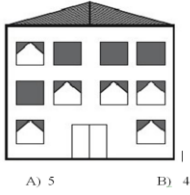
Data Collection Tools

Achievement test. A mathematics achievement test was developed by researchers to be used as a pre-test and post-test in order to reveal the effect of RME approach-supported instruction on the

learning of geometry and measurement learning domains. From the literature and previous nationwide general exam questions, 26 items with appropriate validity and reliability were construed. The questions were examined by experts in their fields (4 mathematics teachers, 2 academicians) for content validity. After receiving expert opinions, item analyzes were conducted to determine the reliability of the test. If the item discrimination index value is $\geq .40$, the item falls into very good category; between $.30$ and $.39$ - good, between $.20$ and $.29$ -the item needs modification, if it is $< .20$, the item should be excluded (Büyükoztürk, 2014, p.123). In light of this information, the item analyzes were examined and six items with discrimination less than $.30$ were excluded from the test. The reliability coefficient KR-20 of the finalized mathematics achievement test was determined as $.80$. For tests, it is considered sufficient that the reliability coefficient obtained as a result of the analysis is $.70$ and greater (Büyükoztürk, 2014). In this respect, the mathematics achievement test is concluded to be reliable.

Achievement test: Before explaining the achievements and applying the activities, it was applied as a pre-test in both groups. The same test was given to both the control and experiment groups as a post-test after the subjects were instructed. By applying the pre-test, it was revealed whether the student groups had knowledge about the subject. After the application, it was aimed to measure the achievement of the experiment and control groups and to reveal the difference in achievement that may occur between the groups. The answers given by the students in the test were evaluated as true or false. Students received 1 point for each correct answer and 0 for incorrect or blank questions out of a total of 20 points. Below is an example of a question from the achievement test.

4) How many more windows need to be shut in order to have the front view of the building as symmetrical with reference to a line?



Data Analysis

In the study, firstly, it was tested whether the data met the assumptions of the parametric tests. In normality tests, it was observed that the groups had a normal distribution. Furthermore, Levene Test results (Pre-test: $F(1, 56) = .471$; $p > .05$; Post-test: $F(1.56) = .915$ $p > .05$) showed that the variances of the groups were equal. The effectiveness of the RME approach in this study was determined by two-factor ANOVA for mixed repeated measures. The reason for this is that both repeated measures (pre-test and post-test) and two methods (mathematics and traditional method based on the RME approach) were tested in the research, so the hypotheses were tested with Two-Factor ANOVA for Mixed Repeated Measures.

In such an analysis, the significant result of the joint effect test will indicate that the applied method is effective on the dependent variable. If the measurement main effect is significant, it will mean that there is a statistically significant difference between the pre-test and post-test mean scores of the people in the study group, regardless of which group they are in. If the group main effect is significant, it will show that the pre-test and post-test total scores of the experiment and control groups differ (Büyükoztürk, 2014). Before the statistical tests applied, it was tested whether the data were suitable for normal distribution (Table 2).

Table 2.

Test Results of Normal Distribution of Mathematics Achievement Test Scores of Experiment and Control Groups

Shapiro-Wilks Test Statistics	W Statistics	p
Experiment group pre-test	.974	.689
Experiment group post-test	.950	.196
Control group pre-test	.958	.274
Control group post-test	.962	.345

Findings

At the beginning of the experimental study, it was tested with a 2x2 bidirectional variance analysis whether there was a significant difference between the post-test mean scores of the experiment and control groups, which were equalized in terms of pre-test and report card scores. Table 3 shows the descriptive statistics of the experiment and control groups.

Table 3.

Findings Regarding the Pre-test and Post-test Scores of the Experiment and Control Groups

Group	N	Pre – test		Post-test	
		\bar{X}	SS	\bar{X}	SS
Experiment	28	7.17	3.34	12.75	4.84
Control	30	6.73	3.20	9.63	4.45

When Table 3 is examined, the mathematics achievement test pre-test average of the experiment group students was 7.14; it is seen that of the control group students are 6.73. When the post-test averages were examined, it was seen that the post-test average scores of the control group students in the mathematics achievement test were 9.63; that of the experiment group students were found to be 12.75. The results of 2x2 bidirectional variance analysis performed to determine whether this difference is statistically significant are given in Table 4.

Table 4.

ANOVA for Mixed Repeated Measures Results of Pre-Test Post-Test Scores Obtained from the Achievement Test by Experiment and Control Group Students

Source of the variance	Sum of squares	Sd	Mean of squares	F	p
Between-subjects	1723,862	57			
Group (Experiment Control)	90.039	1	90.039	3.086	.052
Error	1633.823	56	29,175		
Within-subjects	750.827	58			
Measure(Pre-test-Post-test)	524.069	1	524.069	168.968	.000

Group * measurement	53,069	1	53.069	17.110	.000
Error	173.689	56	3.102		
Sum	2472.689	115			

It is clear in Table 4, it is seen that the joint effects of receiving RME instruction and repeated measurement factors (pre-test – post-test) are effective on students' mathematics achievement scores [$F(1.56)=17.110$, $p<.01$]. This finding shows that the RME approach is effective in increasing students' mathematics achievement scores. When the results of the group main effect are examined, regardless of the difference between the pre-test and post-test scores of the groups, it is seen that there is no significant difference between the total mean scores obtained from repeated measurements of the mathematics achievement scores of the experimental group and control group students [$F(1.56)=3.086$, $p. >.05$]. Considering the main effect of repeated measures, regardless of which group the students in the research group belong to, it was found that there was a significant difference between the mathematics achievement mean scores of the students before the experiment and their mean scores after the experiment [$F(1.56)=168.968$, $p<.01$]. From this, it can be said that the students in the study group showed a significant progress depending on time.

Effect Size (ES)

While testing the effect of the independent variable on the dependent variable in a study, the tests give us the acceptance or falsification status of the established hypothesis. There is a significant effect, but it does not answer what kind of effect this difference creates. In this case, the effect size gives how much of the variance in the predicted variable is explained by the predictor variable. Özsoy and Özsoy (2013) stated that in the literature, effect sizes are expressed as "standardization of the difference between the means" or "standardized measurement of the relationship". Cohen's d (Cohen, 1988), Glass's g (Glass, 1976) and Hedge's d (Hedges, 1981) are effect size measurements calculated based on the difference between group means (Tarım, 2003). As a result of the application of the formulas given to calculate the effect size, the effect size was obtained as .6721. A general comment on effect size was made by Cohen (1977). The effect size estimate is considered small if it is around $d=.20$, medium if it is around $d=.50$, and large if it is around $d=.80$. Considering that the effect size of the study is closer to .80, it can also be described as the "middle-upper" effect.

Discussion & Conclusion

Considering the results of the statistical analysis conducted in this study examining the effects of the RME approach on mathematics achievement, it is seen that the RME approach has a significant effect on students' mathematics achievement levels ($EB=0.6721$). In other words, as a result of the application of the RME approach, the mathematics achievement scores of the students in the experiment group increased significantly compared to the students in the control group. This finding obtained as a result of the research shows that the RME approach has a statistically significant effect on the mathematics achievement of the students in the experiment group. This finding is supported by the results of the studies in which the RME approach was applied on different mathematical subjects (Bintaş et al., 2003; Fauzan, Slettenhaar & Plomp, 2002; Widjaja, 2002; Zulkardi, 2002; Van Reeuwijk, 2004; De Corte, 2004; Eade & Dickinson 2006; Demirdöğen, 2007; Fyhn, 2008; Aydın Ünal, 2008, Gözkaya, 2015). Mathematics teaching with the RME approach provides opportunities for students to produce examples themselves and solve plenty of examples by using their own knowledge rather than memorizing information (Kurt & Doğan, 2019). In this study, it was tried to enable students to use their mathematical knowledge by transferring the problems they encounter or may encounter in daily life to the world of mathematics, in a sense, mathematics was made meaningful and therefore the experiment group students may have been more successful. In other words, it can be said that the use of the RME approach has an impact on

the increase in the mathematics achievement level of the experimental group students, as the students feel the need to solve real problems encountered in daily life and do mathematics as a result of interacting with their friends by going through the discovery processes to find this solution. In addition, it can be said that the presence of visual richness in the lessons is effective in concretizing abstract concepts by the students.

The results obtained from the research show parallelism with the results of the studies carried out in the field of geometry and measurement on this subject. Can (2012) stated that RME supported instruction in measuring lengths and liquids positively affects the achievement of 3rd grade students. Bildircin (2012) concluded that the RME approach had a positive effect on teaching the concepts of length, area and volume to 5th grade students and increasing the achievement of the students. Çakır (2013), in his experimental study with pre-test and post-test control groups, stated that the 4th grade students to whom the RME approach was applied in teaching the sub-learning areas of measuring length, measuring liquids, and measuring time were more successful than the group that did not utilize this approach. Gravemeijer and Doorman (1999), in their study investigating the role of daily life problems, mentioned that in light of the RME supported teaching model, general problems increase students' relationships with reality and that solving these problems improves students' calculation skills. Similarly, Özdemir (2008) reached a finding in favor of mathematics teaching based on the RME approach in his experimental study with 8th grade students in teaching about surface dimensions and volumes.

In their study, Deniz and Uygur-Kabael (2017) aimed to examine the mathematization processes of the eighth-grade students in the RME based teaching environments with a design-based research design. Findings of the study; showed that the mathematization process gave students skills such as measuring slope and recognizing the algebraic meaning of slope. The study by Deniz and Uygur-Kabael (2017) gives similar results with the present study in terms of the positive effects of RME on the field of geometry learning at middle school level.

Korkmaz and Tutak (2017), in their study with 7th grade students aimed to examine the effect of instruction of transformation geometry with RME based activities on academic achievement and mathematics attitude and used a quasi-experimental method. Findings of the study showed that the increase in academic achievement was in favor of the experiment group who received RME. This situation shows that the present study has similar results with another study at the same education level and related to the geometry learning domain.

At high school level, Çelik (2016) conducted a qualitative case study with 11th grade students on the effects of the RME-based instruction of cones topic in the teaching process. The study results revealed that the mathematical models that emerged as a result of student activity reduced students' negative thoughts about mathematics and misconceptions about the subject. In another study investigating its effect on 12th grade students' mathematics achievement and creative thinking skills, Cansız (2015) found that RME caused greater increase in the creative thinking skills of students in the lower achievement group.

Considering these results suggestions for future research can be listed as follows:

- The research carried out is limited to the learning domain of geometry and measurement in the seventh-grade curriculum of the middle school mathematics course. A similar study as a continuation of this research, for different grade levels and different learning areas, may be beneficial in terms of showing the effect of the RME approach in different contexts.
- Considering the findings obtained from this study, deeper results can be reached by examining the use of the RME approach for different learning areas and its effect on achievement in a larger sample.
- The results show that the RME approach has a positive effect on the teaching process. For this reason, providing teachers with in-service training on the use of the RME approach in the classroom environment can bring the teaching process to a more successful level.

- Reflective views of teachers and students about this approach were not taken in this study. For this reason, a more comprehensive study can be done by adding these dimensions in future studies and using qualitative and quantitative approaches together.

Türkçe Sürümü

Giriş

Tüm dünyada geleceğin üreten, problem çözebilen nesillerinin aslında matematiği etkin kullanabilen, problem çözme becerilerini hayatının her alanına aktarabilen öğrencilerden oluşacağı artık bilinmektedir. Ülkemizde de değişen ve yenilenen programlarla, bilimsel araştırmalarla, etkililiği denenen yöntemlerle matematik öğretimi ilerlemektedir. Doğru yöntem ve tekniklerle problem çözmeyi, mantıksal düşünmeyi etkili kullanabilen nesillerin yetiştirilmesi ülkemiz için gelecekte dünya ülkeleri arasında ki yerini belirlemede son derece önemlidir.

Gelecek için hayati öneme sahip olan matematik alanında ülkemizin başarısı acaba diğer dünya ülkeleri arasında ne durumdadır? Ülkemiz; diğer ülkeler arasında çeşitli alanlardaki başarı durumunu görmek için “Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA)” ve “Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS)” programlarına katılmakta ve elde edilen sonuçları değerlendirmektedir. Eğitim politikasını belirleyen birimlerin, öğretim programlarını hazırlayan uzmanların ve araştırmacıların kendi eğitim sistemlerinin aksayan ve yolunda giden yönlerini daha iyi anlayabilmeleri açısından TIMSS ve PISA bir veri kaynağı sağlar (EARGED, 2010).

Ülkemizin; 1999, 2007, 2011, 2015 ve 2019 yıllarında katıldığı TIMSS’de elde ettiği sonuçlar incelendiğinde ülkemizin alt sıralardan kurtulamadığı görülmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2003, 2011, 2014, 2016, 2020). Benzer şekilde 15 yaşındaki öğrencilerin Matematik Okuryazarlığı, Fen Okuryazarlığı, Okuma Becerileri olmak üzere üç alanı kapsayacak şekilde değerlendiren PISA sınavı (2012, 2015 ve 2018) sonuçlarına ilişkin raporlardaki veriler Türkiye adına kısmi bir iyileşme olduğunu gösterse de, ülkemizin matematik başarı sıralaması hala dünya genelindeki katılımcı ülkelerin ortalamalarının altında yer almaktadır (OECD, 2019). Gelişmiş ülkelerde yenilenen programlarla çağdaş eğitim anlayışı ve yeni yöntemlerin birleşmesi ile matematik derslerinde başarılar yakalanmıştır. Uluslararası sınavlarda ülkemizin genel durumu ve programlarında çağdaş yaklaşımları belirleyen ülkelerin bu sınavlardaki durumu, diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de program yapımcılarının ilgisini çekmiştir. Matematik öğretim programına baktığımızda öğrencilerin mantıksal ve uzamsal düşünme becerilerini kullanmalarını ve modeller, kurgular, grafikler yardımıyla bunları sunma becerilerini geliştirmek istediği görülmektedir (MEB, 2018). Yine programda matematik öğretiminde çağdaş yaklaşımların kullanılmasını öngörüldüğü söylenebilir. O halde günümüzde matematiksel düşünebilen bir başka deyişle matematiği anlamlandırılan, kavramlar arasında ilişki kurabilen, öğrenilen bir durumu yeni duruma uyarlayabilen bireyler yetiştirmek istiyoruz. Schoenfeld (1992) matematiksel düşünmeyi matematiksel bakış açısı geliştirme ve matematiksel anlamlandırma ile ilişkilendirmektedir. Matematiksel bakış açısı geliştirme ve matematiği anlamlandırma sınıf ortamında aslına uygun olarak hazırlanmış gerçek yaşam modellerini kullanarak mümkün olabilir. Bahsi geçen durumları gerçekleştirmemizi sağlayacak çağdaş yaklaşımlardan biri de Gerçekçi Matematik Eğitimi (GME) yaklaşımıdır.

Gerçekçi Matematik Eğitimi (GME)

1968 yılında Hollanda’da temelleri atılan GME yaklaşımına göre matematik öğretimi gerçek hayat problemleri ile başlamalıdır. Matematiği bu yaklaşımla öğrenmeye Freudenthal, Mathemathizing (Matematikleştirme) adını vermiştir. Anlamı gerçeği matematikleştirme hatta matematiği matematikleştirmedir (Altun, 2005). Gerçekçi Matematik Eğitimi (GME), Hans Freudenthal ve meslektaşları tarafından geliştirilmiş bir öğrenme ve öğretme teorisidir. Freudenthal’ın görüşlerinden dikkat çeken iki nokta (1971, 1973) matematik öğrenilmesi gereken kapalı bir sistem olmayıp bir insan etkinliğidir ve gerçekle bağlantılı olmalıdır (Akt. Tat, 2020, s. 145). Bununla birlikte; gerçekçi matematik eğitimi modelinde bahsedilen “gerçekçi” (realistik) sözcüğü ile kökeni Türkçedeki gerçek hayat kavramı ile sınırlı olmayıp “bir şeyi kişinin zihninde gerçek hale getirmek, oluşturmak” anlamı kastedilmektedir

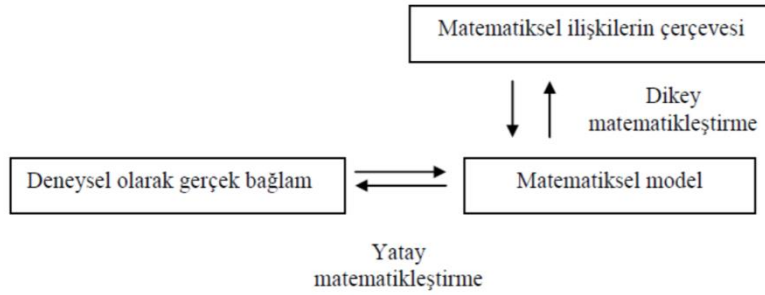
(Alacacı, 2016). Açıklanacak olursa; GME’de hazırlanan etkinlikler öğrencinin deneyimlerine ve hayal dünyasına uygun olduğu takdirde hikâye, oyun hatta soyut matematiksel yapılar içerebilir. Burada önemli olan durum; bilginin bitmiş ve dışarıdan verilmemiş olması ve akla yatkın “gerçek” bir problem teşkil etmesidir (Alacacı, 2016)

Matematikleştirme

Freudenthal, gerçek matematiksel modellerden formal matematik kavrama ulaşma şeklinde gerçekleşen süreçte matematikleştirme adını vermiştir. Öğretimde matematikleştirme anahtar süreçtir ve bunun iki temel nedeni bulunmaktadır. Bunlardan ilki, matematikleştirmenin sadece matematikçilerin işi olmadığıdır. Matematikleştirme her insanın işi olarak görülmektedir. Matematikleştirmeyi matematik eğitiminin merkezi yapmanın diğer nedeni yeniden keşfetme sürecini kapsamaktadır. Matematikte formal bilgiye ulaşma en son gerçekleşen kazanımdır. (Özdemir, 2008). Matematikleştirme (mathematization), yatay (horizontal) ve dikey (vertical) olmak üzere iki başlık altında ele alınabilir.

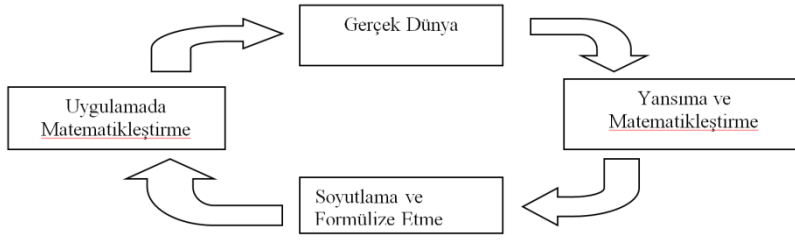
Yatay Matematikleştirme: Yatay Matematikleştirmede öğrenciler, gerçek yaşam durumuyla ilgili bir problem çözme ve planlamalarında kendilerine yardımcı olan matematiksel araçları kullanırlar. Matematiği genel olarak açıklamak, problem çözümünü tanımlamak, farklı yollarla görsel hale getirmek, birimler arasındaki ilişkileri keşfetmek süreçlerini içerir. Ayrıca problemi farklı yollar kullanarak formülize etmek, gerçek yaşama ait bir problemi matematik problemi haline getirmek de yatay matematikleştirme sürecidir.

Dikey Matematikleştirme: Dikey Matematikleştirme ise matematiği kendi içinde tekrar gözden geçirme ile gerçekleşir. Matematiksel bir ilişkiyi bir formül ile sunmak, farklı örnekler kullanarak ilk verilen soruya ait çözümü özümsemek ve farklı örneklerle uyarlamak, son olarak da genellemelere ulaşmak öğrencilerin dikey matematikleştirmeyi gerçekleştirmek için yapması gerekenlerdir. Treffers (1987) yatay matematikleştirmeyi öğrencinin gerçek ya da gerçeğe uygun kurgusal bir bağlamda sunulmuş problemi çözmek ve organize etmek için matematiksel bir araç kullanma olarak dikey matematikleştirmeyi ise öğrencinin bir problemi basitleştirmek uyarlamak veya genellemek gibi matematiksel sistem içinde tekrar organize etme süreci olarak tanımlamıştır.



Şekil 1. Yatay ve dikey Matematikleştirme Kaynak: Özdemir ve Üzel, 2012, s.117

Aşağıdaki şekilde De Lange (1996) GME yaklaşımında kavramsal matematikleştirmenin gelişimini açıklayarak, matematik öğretiminde gerçek yaşam problemlerinin başlangıç aşamasında kullanımının gerekliliğini ortaya koymuştur (Akt. Fauzan, 2002, s.35):



Şekil 2. Kavram ve uygulamalı Matematikleştirme (Kaynak: Fauzan, 2002, s.35.)

Bu dönüşüm gerçek yaşam problemleri ile öğrencilerin deneyimlere dayalı gerçeğini oluşturma adına bağ kurmasına dayanırken problemler bu gerçeğin içindedir, problemlerin çözümü ise, kendi gerçeğini oluşturmasında öğrenene yardım eder (Gravemeijer ve Doorman, 1999, s.127). Matematiğin gerçek yaşamla ilişkisini temel alan bu yaklaşımın bu çalışmada özellikle ülkemizde düşük başarıya sahip olduğumuz geometri ve ölçme öğrenme alanındaki matematik başarısı üzerindeki etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Ulusal (ÖSYM sınavları) ve uluslararası sınavlarda (TIMSS, PISA) öğrencilerin “geometrik şekiller ve ölçme” alanında başarısız oldukları görülmektedir (Erkek ve Işıksal-Bostan, 2015; MEB, 2016). Bu bağlamda; bu araştırmada “geometrik şekiller ve ölçme” alanı üzerinde çalışılması alana katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

GME yaklaşımı ile ilgili ulusal ve uluslararası pek çok çalışma mevcuttur (Verschaffel ve Corte, 1997; De Corte, 2004; Afthina, Mardiyana ve Pramudya, 2017; Palinussa, 2013; Saleh, Prahmana, Isa ve Murni, 2018; Aydın Ünal, 2008; Aydın Ünal ve İpek, 2009; Ayvalı, 2013; Bildircin, 2012; Can, 2012; Cansız, 2015; Cihan, 2017; Çakır, 2011; Çakır, 2013; Çilingir ve Dinç Artut, 2016). Ülkemizde yapılan çalışmalar (Bintaş, Altun ve Arslan, 2003; Çakır, 2013; Çilingir, 2015; Demirdöğen, 2007; Demirdöğen ve Kaçar, 2010; Ersoy, 2013; Özdemir ve Üzel, 2011; Üzel, 2007; Yazgan, 2007; Korkmaz ve Tutak, 2017; Erdoğan, 2018) incelendiğinde, GME yaklaşımının öğrenci başarısına etkisinin araştırıldığı çalışmalar yer almaktadır. Bununla birlikte GME yaklaşımının öğrenci motivasyon, tutum ve düşüncelerine etkisinin incelendiği çalışmalar da bulunmaktadır (Berkant ve Yaren, 2018; Korkmaz ve Korkmaz, 2017; Kurt ve Doğan, 2019). Yapılan çalışmalar incelendiğinde; GME yaklaşımının geometri konusunda ele alındığı sınırlı çalışma olduğu görülmüştür (Korkmaz ve Tutak, 2017; Çelik, 2016; Deniz ve Uygur-Kabael, 2017; Kurt ve Doğan, 2019). GME yaklaşımının ortaokul düzeyinde geometri ve ölçme öğrenme alanının öğretimine etkisinin incelendiği bir çalışmaya ise rastlanmamıştır. Yukarıda belirtilen gerekçeler doğrultusunda bu araştırmada ortaokul matematik derslerinde GME yaklaşımı ile gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin başarısına etkisini incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

GME destekli matematik eğitiminin ortaokul öğrencilerinin matematik başarısına etkisinin incelenmesini amaçlayan bu çalışma yarı deneysel bir çalışma olarak tasarlanmıştır. Deneysel yöntem deney ve kontrol grupları yardımıyla değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisini keşfetmeyi amaçlayan araştırma desenidir (Büyüköztürk, 2014). Deneklerin deney ve kontrol gruplarına seçkisiz atanmasının mümkün olmadığı durumlarda bu yöntem deneysel olarak ifade edilemez (Kenny, 1975). Eğitim araştırmalarında da yarı deneysel desen sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemde var olan gruplar rasgele olarak deney ve kontrol gruplarına atandıktan sonra, gruplar deney öncesi ve sonrasında ölçümler yapılarak karşılaştırılmaktadır. Bu yöntemle deneysel yöntemin tek farkı başlangıçta rastgele örneklem seçiminin olmamasıdır (Karasar, 2005). Araştırmada kullanılan yarı deneysel modellerden ön test-son test kontrol gruplu model, özellikle uygulamaya katılacak bireyleri yansız olarak seçmenin zor olduğu eğitim araştırmalarında kullanılmaya en uygun modeldir (Tanrıöğen, 2009, s.41). Bu çalışmada da örnekleme kişiler gruplara rastgele dağıtılmamış, birbirine denk olduğu belirlenen iki sınıftan biri rastgele deney grubu, diğeri kontrol grubu olarak atanmıştır.

Çalışma Grubu

Yapılan yarı deneysel çalışmada orta sosyo-ekonomik düzeye sahip bir devlet ortaokulunda yedinci sınıfları arasından rastgele seçilen iki sınıf belirlenmiştir. Deney grubunda 28 (13 kız, 15 erkek), kontrol grubunda 30 (14 kız, 16 erkek) olmak üzere toplamda 58 öğrenci çalışmaya katılmıştır.

Araştırmada GME'nin yedinci sınıf öğrencilerinin geometri ve ölçme öğrenme alanına ait kazanımlardaki başarısına etkisi saptanmak istediğinden deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin başlangıç durumlarının hem deney hem de kontrol grubunda benzer olup olmadığı bazı değişkenler açısından incelenmiştir. Gruplar ortaokula başladıklarında öğretmenler kurulu kararı ile tüm öğretmenler ve idari kadronun katıldığı bir toplantıda cinsiyet ve bir önceki yıl başarı ortalamaları incelenerek sınıflara denk olarak dağıtılmışlardır. Öğrencilerin başarı ve cinsiyet değişkeni açısından sınıflara denk bir biçimde dağıtıldığı tutanakla kayıt altına alınmıştır. Toplantı tüm idari kadro ve öğretmenlerle gerçekleştirilmiş, seçilen çalışma grubu tarafından öğrenciler, dörder şubeye başarı notları ve cinsiyet açısından denk olacak biçimde dağıtılmıştır. Ayrıca grupların eşitliğini test etmek amacıyla öğrencilerin altıncı sınıf matematik dersi yılsonu karne notları arasındaki farkın anlamlılığına bakılmıştır. Karne notları okul idaresinin arşivinden elde edilmiş ve kullanım izni alınmıştır. Bağımsız gruplar t testi sonucunda Deney ve kontrol grubu olarak seçilen sınıfların matematik karne notlarının da anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir ($t(56)=0,272$, $p > .05$) bağımsız gruplar t-testi kullanılarak belirlenmiştir. Bununla birlikte çalışmanın deney ve kontrol grubunda ilgilenilen konu ile ilgili başlangıç durumlarının eşit olup olmadığı da belirlenmiştir. Bu çalışma için hazırlanmış başarı testi öntest olarak öğrencilere uygulanmış ve grupların öntest puan ortalamaları arasındaki farka bakılmıştır. Analiz sonucunda her iki grubun öntest puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($t(56)=476$, $p|>.05$). Böylelikle araştırmanın iç geçerliliği arttırılarak deney grubundan alınacak bulguların mümkün olduğunca test edilen bağımsız değişkenden kaynaklandığını söyleyebilmek için kanıt oluşturulmuştur.

Deneysel İşlem

Araştırmanın asıl uygulaması başlamadan önceki dönem iki grup üzerinde araştırmacılar GME destekli hazırlanan derslerin gerekli izinleri alarak bir pilot uygulamasını yapmıştır. Pilot uygulama üç hafta sürmüş olup bir gruba GME destekli matematik eğitimi diğer gruba var olan program ders kitabındaki etkinlikler çerçevesinde işlenmiştir. Bu uygulamalar sayesinde hem deneysel işlemin bir provası yapılmış hem de etkinliklerin yapılması sırasında çıkabilecek olası aksaklıklarla veya iyi işleyen yönlerin belirlenmesi ve geliştirilmesi ile ilgili fikir edinilmiştir. Araştırmacı tarafından aynı okulda gerçekleştirilen pilot uygulamalarda her iki gruba araştırmacı girmiş farklı yöntemlerle dersi yürütmüş ve öğrenciler kendi aralarında iletişim kurarak bu durumun farkına varmış bu nedenle çeşitli sorunlar yaşanmıştır. Bunun sonucunda araştırmacının her iki gruba da girmemesi gerektiğine kanaat getirilerek bu sorunların yaşanması engellenmeye çalışılmıştır.

Asıl uygulamada ise deneysel çalışmaların yapılacağı okulda deney ve kontrol grupları okuldaki yedinci sınıflar arasından rasgele atama yöntemiyle seçilmiştir. Araştırmada izlenen yol aşağıdaki gibidir.

1. GME destekli öğretimin temel ilkeleri ve ortaokul yedinci sınıf ikinci yarıyla ait geometri ve ölçme öğrenme alanlarına ait kazanımlar göz önünde tutularak ders etkinlikleri hazırlanmıştır. Pilot çalışma sonuçları ve uzman görüşleri birlikte değerlendirilerek etkinlikler son halini almıştır.

2. Geliştirilen başarı testi ön test olarak araştırmanın başında gruplara uygulanmıştır. Grupların denkleği çalışmanın başında belirlenmiştir.

3. Deney grubundaki yedinci sınıf öğrencilerine geometri ve ölçme öğrenme alanına ait kazanımlar GME yaklaşımı ile işlenirken, kontrol grubundaki yedinci sınıf öğrencilerine herhangi bir farklılaştırma yapılmadan öğrenime devam edilmiştir. Deney grubunun dersleri araştırmacı, kontrol grubunun dersleri ise kendi ders öğretmeni tarafından işlenmiştir. Araştırmada, araştırmacının varlığının veya deneğin gözlemlendiğinin farkında olmasının deneğin davranışında yol açtığı değişiklik veya deneğin çalışma sonuçlarının veya çalışma sonunda beklentilerin farkında olması durumunda Hawthorne etkisi ortaya çıkabilmektedir (Kocakaya, 2012, s.227). Araştırmanın temeli GME yöntemine dayandığından; yöntemin

etkilerinin zayıf kalmaması adına, deney grubunun dersleri bu yöntemi en iyi şekilde uygulayabilecek kişi olan araştırmacı tarafından sürdürülmüştür. Bunun sebepleri; araştırmacının GME destekli öğretimi araştıran, bu doğrultuda ders planları ile etkinlikleri hazırlayan kişi olması ve bu yöntemin gereklerini en iyi şekilde uygulayabileceği düşünceleridir. Araştırmacı deney grubu öğrencileri ile aynı okulda çalışmasından dolayı önceki yıllardan tanışmaktadır. Bu durum öğrencilerin yabancılik hissedip farklı davranmalarının önüne geçmiştir.

4. Deney grubunda dersler GME yaklaşımına uygun olarak gerçek bir olayla tasarlanmış materyaller kullanılarak, diğer konularla ilişkisi ortaya konularak, öğrenciler birbiri ile etkileşim içine girerek ortak semboller ve modeller üreterek gerçekleşmiştir. Öğrenciler oturma düzenine göre sınıfta birbirleri ile serbestçe iletişim kurmuş, etkileşimde bulunmuş ve işbirliği içinde çalışmışlardır. Bu sayede matematiğin gelişim sürecinde olduğu gibi öğrenciler matematik yapma olanağı bulmuşlardır. Değerlendirme özel ev ödevleri ve araştırmacı tarafından oluşturulan alıştırmalarla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Öğrenci çalışmalarına örnekler

5. Kontrol grubunda geometri ve ölçme öğrenme alanına ait kazanımlar yedinci sınıf matematik öğretim programı kapsamında yürütülmüş olduğundan öğretmen kılavuz kitap doğrultusunda ve kontrol grubu öğretmenin 10 yılı aşkın tecrübesi de göz önünde bulundurulduğundan öğretime müdahaleye gerek duyulmamıştır. Ancak kontrol grubunda işlenen derslerin öncesi ve sonrasında ders öğretmeni ile iletişim kurularak, derslerin işleniş hakkında bilgi edinilmiş ve derslerin ortaokul matematik öğretim programı doğrultusunda yürütüldüğü görülmüştür. Kontrol grubunun veya kontrol grubunda uygulamaları yürüten ders öğretmenin deney grubuna karşı bilinçaltında oluşan rekabet duygusu ve bu durumun performans artışı olarak kendini göstermesi John Henry etkisi olarak tanımlanmaktadır (Kocakaya, 2012, s.227). Kontrol grubu öğrencilerine; bir deney grubu ile kıyaslanacakları ve testlerin aynı olacağı açıklanmamıştır. Bu sayede John Henry etkisine karşı önlem alınmıştır. GME yaklaşımına uygun hazırlanan ders planları ve mevcut öğretim yöntemi ile aynı kazanımlar 18 ders saatinde verilmiştir. Deney ve kontrol grubuna yapılan etkinliklerin ilgili olduğu konular ve saatlere göre dağılımı Tablo 1’ de gösterilmiştir.

Tablo 1.

Deney ve Kontrol Grubunda Yapılan Etkinliklerin Saatlere ve Öğrenme Alanlarına Göre Dağılımı

Öğrenme Alanı	Konular	Ders Saati
Geometri	Çokgenler	3 saat
Ölçme	Dörtgenel bölgelerin alanı	3 saat
Ölçme	Dörtgenel bölgelerin alanı	2 saat
Geometri	Geometrik cisimler	2 saat
Geometri	Geometrik cisimler	2 saat

Ölçme	Geometrik cisimlerin yüzey alanı	2 saat
Ölçme	Geometrik cisimlerin hacmi	4 saat

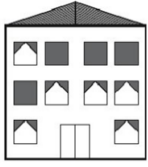
6. Uygulamanın ardından başarı testi her iki gruba da sontest olarak uygulanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Başarı testi. GME yaklaşımı destekli öğretimin geometri ve ölçme öğrenme alanına ait kazanımların öğrenimindeki etkisini ortaya koyabilmek için ön ve son test olarak kullanılmak üzere Matematik başarı testi araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Literatürden ve ülke çapında genel sınavlarda çıkmış geçerlik ve güvenilirliği olan 26 madde oluşturulmuştur. Sorular kapsam geçerliliği için alanında uzman (4 matematik öğretmeni, 2 akademisyen) kişilere incelenmiştir. Uzman görüşleri alındıktan sonra testin güvenilirliğini belirlemek için madde analizleri yapılmıştır. Madde ayırt edicilik indeks değeri $\geq .40$ ise, çok iyi madde; $.30$ ile $.39$ arasında ise iyi madde; $.20$ ile $.29$ arasında ise, düzeltme gereken madde; $< .20$ ise, çıkması gereken madde olarak değerlendirilmelidir (Büyüköztürk, 2014, s.123). Bu bilgiler ışığında elde edilen madde analizleri incelenmiş ve ayırt ediciliği $.30$ 'un altındaki altı madde testten çıkarılmıştır. Son hali verilen matematik başarı testinin güvenilirlik katsayısı KR-20 değeri $.80$ olarak belirlenmiştir. Test için analiz sonucunda elde edilen güvenilirlik katsayısının $.70$ ve üzeri olması yeterli kabul edilmektedir (Büyüköztürk, 2014). Bu doğrultuda matematik başarı testinin güvenilir olduğunu söylemek mümkündür.

Başarı testi; kazanımların anlatılması ve etkinliklerin uygulanmasından önce her iki grupta da ön test olarak uygulanmıştır. Aynı test, konuların işlenmesi ardından hem kontrol hem de deney grubuna son test olarak verilmiştir. Ön test uygulanarak, öğrenci gruplarının konu hakkında bilgi sahibi olup olmadığı ortaya çıkarılmıştır. Uygulama sonrasındaysa, deney ve kontrol gruplarının başarıları ölçülerek, gruplar arasında oluşabilecek başarı farkının ortaya konması amaçlanmıştır. Öğrencilerin testte verdiği cevaplar doğru- yanlış olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler toplam 20 puan üzerinden; her doğru cevap için 1, yanlış veya boş sorular için ise 0 puan almışlardır. Aşağıda başarı testinden bir soruya örnek verilmiştir.

4) Binaın ön cepheden görüntüsünün bir doğruya göre simetrik olması için en az kaç pencerenin daha kapatılması gerekir?



A) 5

B) 4

C) 3

D) 2

Veri Analizi

Araştırmada öncelikle verilerin parametrik testlerin varsayımlarını karşılayıp karşılamadığı test edilmiştir. Normallik testlerinde grupların normal dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte Levene Testi sonuçları (Öntest: $F(1, 56) = .471$; $p > .05$; Sontest: $F(1, 56) = .915$ $p > .05$) grupların varyanslarının eşit olduğunu göstermiştir. Bu araştırmada GME yaklaşımının etkililiği, karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA ile belirlenmiştir. Bunun sebebi ise araştırmada hem yinelenmiş ölçümler (ön test ve sontest) hem de iki yöntem (GME yaklaşımına dayalı matematik ve geleneksel yöntem) test edilmiştir bu nedenle denenceler Karışık Ölçümler için İki Faktörlü ANOVA ile test edilmiştir.

Böyle bir analizde ortak etki testinin anlamlı sonuç ortaya koyması, uygulanan yöntemin bağımlı değişken üzerinde etkili olduğunu ifade edecektir. Ölçüm temel etkisinin anlamlı çıkması, hangi grupta olduğuna bakılmaksızın çalışma grubundaki kişilerin öntest ve sontest puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu anlamına gelecektir. Grup temel etkisinin anlamlı çıkması ise, deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test toplam puanlarının farklılaştığını gösterecektir

(Büyüköztürk, 2014). Uygulanan istatistiksel testler öncesinde verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı test edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2.

Deney ve Kontrol Gruplarının Matematik Başarı Testi Puanlarının Normal Dağılım Ait Test Sonuçları

Shapiro-Wilks Test İstatistiği	W İstatistiği	p
Deney grubu ön test	.974	.689
Deney grubu son test	.950	.196
Kontrol grubu ön test	.958	.274
Kontrol grubu son test	.962	.345

Bulgular

Deneyel çalışmanın başında öntestler ve karne puanları bakımından eşitlenmiş deney ve kontrol gruplarının sontest puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı 2x2 lik çift yönlü varyans analizi ile test edilmiştir. Tablo 3’de deney ve kontrol gruplarının betimsel istatistikleri yer almaktadır.

Tablo 3.

Deney ve Kontrol Grubunun Ön Test ve Sontest Puanlarına İlişkin Bulgular

Grup	N	Öntest		Sontest	
		\bar{X}	SS	\bar{X}	SS
Deney	28	7.17	3.34	12.75	4.84
Kontrol	30	6.73	3.20	9.63	4.45

Tablo 3 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin matematik başarı testi ön test ortalaması 7.14; kontrol grubu öğrencilerinin ise 6.73 olduğu görülür. Sontest ortalamaları incelendiğinde ise kontrol grubu öğrencilerinin matematik başarı testinde son test ortalama puanlarının 9.63; deney grubu öğrencilerinin ise 12.75 olduğu görülmüştür. Görülen bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için yapılan 2x2 lik çift yönlü varyans analizi sonuçları Tablo 4’de verilmiştir

Tablo 4.

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Başarı Testinden Aldıkları Ön Test Son Test Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Deneklerarası	1723,862	57			
Grup(Deney Kontrol)	90.039	1	90.039	3.086	.052
Hata	1633.823	56	29,175		
Denekleriçi	750.827	58			
Ölçüm (Öntest-sontest)	524.069	1	524.069	168.968	.000
Grup * ölçüm	53,069	1	53.069	17.110	.000
Hata	173.689	56	3.102		
Toplam	2472.689	115			

Tablo4 incelendiğinde, GME eğitimi alıp almamak ile tekrarlı ölçüm faktörlerinin (ön test – son test) ortak etkilerinin öğrencilerin matematik başarı puanları üzerinde etkili olduğu görülmektedir [F(1,56)=17.110, p<.01]. Elde edilen bu bulgu, GME yaklaşımının öğrencilerin matematik başarı puanlarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Grupların ön testten ile son test puanları arasındaki farka bakılmaksızın grup temel etkisine ilişkin sonuçlar incelendiğinde, deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik başarı puanlarına ilişkin tekrarlı ölçümlerinden elde edilen toplam puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir [F(1,56)=3.086, p>.05]. Araştırma grubunda yer alan öğrencilerin hangi grupta yer aldıklarına bakılmaksızın tekrarlı ölçümler temel etkisine bakıldığında, öğrencilerin deneyden önceki matematik başarı puan ortalamaları ile deneyden sonraki başarı puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur [F(1,56)=168.968, p<.01]. Buradan çalışma grubundaki öğrencilerin zamana bağlı anlamlı bir ilerleme gösterdiği söylenebilir.

Etki Büyüklüğü (EB)

Bir çalışmada bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisi test edilirken yapılan testler bize kurulan denencenin kabul edilme ya da yanlışıma durumunu verir. Anlamlı etki var ancak bu fark nasıl bir etki yaratıyor buna cevap vermez. Bu durumda etki büyüklüğü yordanan değişkendeki varyansın ne kadarının yordayan değişken tarafından açıklandığını verir. Özsoy ve Özsoy (2013), literatürde etki büyüklüklerini “ortalamalar arasındaki farkın standartlaştırılması” ya da “ilişkinin standartlaştırılmış ölçümü” şeklinde ifade edildiğini belirtmiştir. Cohen’s d (Cohen, 1988), Glass’s g (Glass, 1976) ve Hedge’s d (Hedges, 1981) grup ortalamaları farkına dayalı olarak hesaplanan etki büyüklüğü ölçümleridir (Tarım, 2003). Etki büyüklüğü hesaplamak için verilen formüllerin uygulaması sonucunda etki büyüklüğü 0.6721 olarak elde edilmiştir. Etki büyüklüğü hakkında genel bir yorumu Cohen (1977) yapmıştır. Etki büyüklüğü tahmini d=.20 civarında ise küçük, d=.50 civarında ise orta, d=.80 civarında ise büyük olarak nitelendirilir. Çalışmanın etki büyüklüğü .80’e daha yakın olduğu düşünülürse “orta-üst” etki olarak da nitelendirilebilir.

Tartışma ve Sonuç

GME yaklaşımının matematik başarısı üzerindeki etkilerini inceleyen bu çalışmada yapılan istatistiksel analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda, GME yaklaşımının öğrencilerin matematik başarı düzeyleri üzerinde anlamlı bir etki yarattığı (EB=0.6721) görülmektedir. Diğer bir deyişle, GME yaklaşımının uygulanması sonucunda, deney grubunda yer alan öğrencilerin matematik başarı puanları, kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı bir şekilde artmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bu bulgu, GME yaklaşımının deney grubunda yer alan öğrencilerin matematik başarılarını istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediğini göstermektedir. Elde edilen bu bulgunun GME yaklaşımının farklı matematik konuları üzerinde uygulandığı çalışmaların (Bintaş vd., 2003; Fauzan, Slettenhaar & Plomp, 2002; Widjaja, 2002; Zulkardi, 2002; Van Reeuwijk, 2004; De Corte, 2004; Eade & Dickinson 2006; Demirdöğen, 2007; Fyhn, 2008; Aydın Ünal, 2008, Gözkaya, 2015) bulguları ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. GME yaklaşımı ile matematik öğretimi bol örnek çözerek bilgileri ezberlemeyi değil kendi bilgilerini kullanarak öğrencilerin kendilerinin de örnekler üretebilmelerine fırsatlar sunar (Kurt ve Doğan, 2019). Bu çalışmada öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları ya da karşılaşılabilecek ihtimali olan problemleri matematik dünyasına taşıyarak matematiksel bilgilerini kullanması sağlanmaya çalışılmış bir anlamda matematik anlamlı hale getirilmiş ve bu nedenle de deney grubu öğrencileri daha başarılı olmuş olabilir. Bir başka deyişle deney grubu öğrencilerinin matematik başarı düzeylerinin artmasında GME yaklaşımının kullanımının öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılan gerçek problemleri çözmeye ihtiyaç hissetmesi ve bu çözümü bulmaya yönelik keşif süreçlerinden geçerek arkadaşları ile etkileşimi sonucu matematik yapmasının etkisi olduğu söylenebilir. Ayrıca derslerde görsel zenginlikler olmasının bu sayede öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmalarının da etkili olduğu söylenebilir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar bu konuda yapılmış olan geometri ve ölçme alanında yapılan çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Can (2012) uzunlukları ve sınırları ölçme konusunda GME destekli öğretimin 3. sınıf öğrencilerinin başarılarını olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir. Bildircin (2012), 5. sınıf öğrencilerinin uzunluk alan ve hacim kavramlarının öğretiminde ve öğrencilerin başarılarını arttırmada GME yaklaşımının olumlu yönde etkide bulunduğu sonucuna ulaşmıştır. Çakır

(2013), ön test ve son test kontrol gruplu deneysel araştırmasında uzunluk ölçme, sıvıları ölçme ve zamanı ölçme alt öğrenme alanlarının öğretiminde GME yaklaşımının uygulandığı 4. sınıf öğrencilerinin bu yaklaşımın uygulanmadığı gruba göre daha başarılı olduğunu belirtmiştir. Gravemeijer ve Doorman (1999), günlük yaşam problemlerinin rolünün araştırıldığı çalışmalarında GME destekli öğretim modeli ışığında genel problemlerin öğrencilerin gerçeklikle ilişkilerinin arttırdığına ve bu problemleri çözmenin öğrencilerin hesap yeteneklerini geliştirdiğine değinmişlerdir. Benzer şekilde yüzey ölçüleri ve hacimler konusuna yönelik yapılan öğretimde Özdemir (2008), ilköğretim 8. sınıf öğrencileri ile yaptığı deneysel çalışmasında GME yaklaşımına dayalı matematik öğretiminin lehine bir bulguya ulaşmıştır.

Deniz ve Uygur-Kabael (2017) araştırmalarında; sekizinci sınıf öğrencilerinin eğitim kavramını GME'ye dayalı olarak gerçekleştirilen öğretim ortamlarındaki matematikselleştirme süreçlerini tasarım tabanlı araştırma deseniyle incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın bulguları; matematikselleştirme sürecinin öğrencilere eğimi ölçme ve eğimin cebirsel anlamını fark etme gibi becerileri kazandırdığını göstermiştir. GME' nin ortaokul düzeyinde geometri öğrenme alanına ilişkin olumlu etkileri bakımından Deniz ve Uygur-Kabael (2017)' nin çalışması mevcut çalışma ile benzer sonuçlar vermektedir.

Korkmaz ve Tutak (2017); 7.sınıf öğrencileriyle yürüttüğü çalışmada; GME' ye dayalı etkinliklerle işlenen dönüşüm geometrisi akademik başarıya ve matematik tutumuna etkisini incelemeyi amaçlamış ve yarı deneysel yöntem kullanmıştır. Araştırmanın bulguları; akademik başarı artışının GME'ye dayalı eğitim yapılan deney grubu lehine olduğunu göstermiştir. Bu durum; mevcut çalışmanın aynı seviyede ve geometri öğrenme alanına ilişkin yapılan diğer bir çalışma ile benzer sonuçlar elde edildiğini göstermektedir.

Lise düzeyinde yapılan bir çalışmada Çelik (2016); GME temelli hazırlanan konikler konusunun öğretim sürecinde ne gibi etkilerinin olduğunu incelemek amacıyla 11. Sınıf öğrencileriyle nitel bir durum çalışması yürütmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, öğrenci aktivitesi sonucu ortaya çıkan matematiksel modellerin öğrencilerin matematiğe yönelik olumsuz düşüncelerini ve konuya ilişkin kavram yanlışlarını azalttığını göstermiştir. 12. Sınıf öğrencilerinin matematik başarısına ve yaratıcı düşünme becerisine olan etkisini araştıran bir başka çalışmada ise Cansız (2015), GME'nin başarı bakımından alt grupta bulunan öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini daha fazla arttırdığı tespit edilmiştir.

Ulaşılan bu sonuçlar; doğrultusunda gelecekte yapılacak araştırmalara yönelik öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- Gerçekleştirilen araştırma ortaokul matematik dersi yedinci sınıf öğretim programı geometri ve ölçme öğrenme alanları ile sınırlıdır. Bu araştırmanın devamı niteliğinde benzer bir çalışma farklı sınıf düzeyleri ve farklı öğrenme alanlarına dönük olarak gerçekleştirilmesi GME yaklaşımının farklı bağlamlardaki etkisini göstermek açısından faydalı olabilir.
- Bu çalışmadan elde edilen bulgular ışığında daha geniş bir örnekleme, daha farklı öğrenme alanlarına yönelik olarak GME yaklaşımının kullanımı ve başarıya etkisi incelenerek daha derin sonuçlara ulaşılabilir.
- Elde edilen sonuçlar GME yaklaşımının öğretim sürecinde olumlu etkisi olduğunu göstermektedir. Bu nedenle Öğretmenlere sınıf ortamında GME yaklaşımı kullanımına yönelik hizmet içi eğitim verilmesi öğretim sürecini daha başarılı bir düzeye getirebilir.
- Bu çalışmada öğretmenlerin ve öğrencilerin bu yaklaşım hakkında yansıtıcı görüşleri alınmamıştır. Bu nedenle daha sonraki çalışmalarda bu boyutlar eklenerek nitel ve nicel yaklaşımlar bir arada kullanılarak daha kapsamlı bir çalışma yapılabilir.

Yayın Etiği: Bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamındaki tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Etik kurul belgesine yönelik bilgiler Çukurova Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Alanında Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından 22.03.2021 tarihli, E-74009925-604.01.02-66639 sayılı karardır.

References

- Afthina, H., & Pramudya, I. (2017, September). Think pair share using realistic mathematics education approach in geometry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 1-6.
- Alacacı, C. (2016). Gerçekçi matematik eğitimi. Kavram tanımı ve kavram imajı. E. Bingölbali, S. Arslan, İ. Ö. Zembat, (Ed.), *Matematik eğitiminde teoriler* (s. 341-353). Ankara: Pegem Akademi.
- Altun, M. (2005). *İlköğretim ikinci kademedede (6.,7. ve 8. Sınıflarda) matematik öğretimi*. İstanbul: Alfa Basım Yayın Dağıtım.
- Aydın Ünal, Z. (2008). *Gerçekçi matematik eğitiminin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin başarılarına ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Aydın Ünal, Z., & İpek, A.S. (2009). Gerçekçi matematik eğitiminin ilköğretim 7.sınıf öğrencilerinin tam sayılarla çarpma konusundaki başarılarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 34(152), 60-70.
- Ayvalı, İ. (2013). *Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımıyla yapılan öğretimin hesapsal tahmin başarısına ve strateji kullanımına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Berkant, H. G., & Yaren, R. (2018). Ortaokul altıncı sınıf tam sayılar konusunda uygulanan gerçekçi matematik eğitiminin öğrencilerin motivasyonlarına etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(2), 543-571.
- Bıldırçın, V. (2012). *Gerçekçi matematik eğitimi (GME) yaklaşımının ilköğretim beşinci sınıflarda uzunluk alan ve hacim kavramlarının öğretimine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir.
- Bintaş, J., Altun, M., & Arslan, K. (2003). *Gerçekçi matematik eğitimi ile simetri öğretimi*. Matematikçiler Derneği, 15.10.2013 tarihinde <http://www.matder.org.tr/Default.asp?id=107> adresinden erişilmiştir.
- Büyüköztürk, Ş. (2014). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum*. Ankara: Pegem Akademi.
- Can, M. (2012). *İlköğretim 3. sınıflarda ölçme konusunda gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının öğrenci başarısına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi*. Yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Cansız, Ş. (2015). *Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının öğrencilerin matematik başarısına ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Cihan, E. (2017). *Gerçekçi matematik eğitiminin olasılık ve istatistik öğrenme alanına ilişkin akademik başarı, motivasyon ve kalıcılık üzerindeki etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic press.
- Çakır, P. (2013). *Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının ilköğretim 4. Sınıf öğrencilerinin erişilerine ve motivasyonlarına etkisi*. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Çakır, Z. (2011). *Gerçekçi matematik eğitimi yönteminin ilköğretim 6. sınıf düzeyinde cebir ve alan konularında öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Çelik, A. (2016). *Koniklerin gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımı ile öğretimi üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik.
- Çilingir, E. (2015). *Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin görsel matematik okuryazarlığı düzeyine ve problem çözme becerilerine etkisi*. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

- Çilingir, E., & Dinç Artut, P. (2016). Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının ilköğrencilerinin başarılarına, görsel matematik okuryazarlığı özyeterlik algılarına ve problem çözme tutumlarına etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 578-600.
- De Corte, E. (2004). Mainstreams and perspectives in research on learning (mathematics) and instruction. *Applied Psychology: An International Review*, 53, 279-310.
- Demirdöğen, N. (2007). *Gerçekçi matematik eğitimi yönteminin ilköğretim 6. sınıflarda kesir kavramının öğretimine etkisi*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Demirdöğen, N., & Kaçar, A. (2010). İlköğretim 6. sınıfta kesir kavramının öğretiminde gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının öğrenci başarısına etkisi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 57-74.
- Deniz, Ö., & Uygur-Kabael, T. (2017). Eğitim kavramının gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımı altında matematikleştirilme süreci. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(1), 123-142.
- Eade, F., & Dickinson, P. (2006). Exploring realistic mathematics education in english schools. Jarmila Novotná Hana Moraová, Magdalena Krátká, Naďa Stehlíková (Eds), *Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, (1-8).
- EARGED. (2010). *PISA 2009 ulusal ön raporu*. From <http://earged.meb.gov.tr/dosyalar/pisa/pisa2009rapor.pdf> 20.10.2013 tarihinde indirilmiştir.
- Erdoğan, H. (2018). *Gerçekçi matematik eğitime dayalı matematik öğretiminin akademik başarı, kalıcılık ve yansıtıcı düşünme becerisine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Erkek, Ö., & Işıksal-Bostan, M. (2015). Uzamsal kaygı, geometri öz-yeterlik algısı ve cinsiyet değişkenlerinin geometri başarısını yordamadaki rolleri. *İlköğretim Online*, 14(1), 164-180.
- Ersoy, E. (2013). *Gerçekçi matematik eğitimi destekli öğretim yönteminin 7. sınıf olasılık ve istatistik kazanımlarının öğretiminde öğrenci başarısına etkisi*. Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Fauzan, A. (2002). *Applying Realistic Mathematics Education (RME) in teaching geometry in Indonesian primary schools*. Doktora tezi, Thesis University of Twente, Enschede.
- Fauzan, A., Slettenhaar, D., & Plomp, T. (2002). Traditional mathematics education vs. realistic mathematics education: Hoping for changes. *Proceedings of the 3rd International Mathematics Education and Society Conference*, 1-4.
- Fyhn, A. (2008). Aclimbing class reinvention of angles. *Educational Studies in Mathematics*, 67, 19-35.
- Gözkaya, Ş. (2015). *Gerçekçi matematik eğitimi destekli öğretim yönteminin 7. sınıf oran-orantı konularının öğretiminde öğrenci başarısına ve öğrenmenim kalıcılığına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Gravemeijer, K., & Doorman, M. (1999). Context problems in Realistic Mathematics Education: A calculus course an example. *Educational Studies in Mathematics*, 39(1/3), 111-129.
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kenny, D. A. (1975). A quasi-experimental approach to assessing treatment effects in the nonequivalent control group design. *Psychological Bulletin*, 82(3), 345.
- Kocakaya, S. (2012). Deneysel çalışmalar ne kadar güvenilir? *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 225-231.
- Korkmaz, E., & Korkmaz, C. (2017). Ebob-Ekok konusunun gerçekçi matematik eğitimi etkinlikleriyle öğretiminin başarı ve tutuma etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(39), 504-523.
- Korkmaz, E., & Tutak, T. (2017). Dönüşüm geometrisi konularının gerçekçi matematik eğitimi etkinlikleriyle işlenmesinin öğrenci başarısına ve matematik tutumuna etkisi. *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 30-42.

- Kurt, E. S., & Doğan, M. (2019). Gerçekçi matematik öğretimi ile gerçekleştirilen uzunlukları ölçme konusunda öğrenci görüşleri. *Temel Eğitim*, 1(3), 33-38.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2003). *TIMSS 1999 üçüncü uluslararası matematik ve fen bilgisi çalışması*. Ankara: Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2011). *TIMSS 2007 ulusal matematik ve fen raporu*. Ankara: Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2014). *TIMSS 2011 ulusal matematik ve fen raporu*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2016). *TIMSS 2015 ulusal matematik ve fen ön raporu*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2020). *TIMSS 2019 Türkiye ön raporu*. Ankara: Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. Paris: OECD Publishing.
- Özdemir, E. (2008). *Gerçekçi matematik eğitime dayalı olarak yapılan "Yüzey Ölçüleri ve Hacimler" ünitesinin öğretiminin öğrenci başarısına etkisi ve öğretime yönelik öğrenci görüşleri*. Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Özdemir, E., & Üzel, D. (2011). Gerçekçi matematik eğitiminin öğrenci başarısına etkisi ve öğretime yönelik öğrenci görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 332-343.
- Özdemir, E., & Üzel, D. (2012). Gerçekçi matematik eğitime dayalı geometri öğretiminin öğrenci başarısına etkisi ve öğretiminin değerlendirilmesi: temel ilkeler açısından. *e-Journal of New World Sciences Academy NWSA Education Sciences*, 8(1), 115-132.
- Özsoy, S., & Özsoy, G. (2013). Effect size reporting in educational research. *Elementary Education Online*, 12(2), 334-346.
- Palinussa, A. L. (2013). Students' critical mathematical thinking skills and character: Experiments for junior high school students through realistic mathematics education culture-based. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education*, 4(1), 75-94.
- Saleh, M. Prahmana, R., Charitas I., Isa, M., & Murni (2018). Improving the reasoning ability of elementary school student through the indonesian realistic mathematics education. *Journal on Mathematics Education*, 9(1), 41-54.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics (Reprint). *Journal of Education*, 196(2), 1-38.
- Tanrıoğen, A. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Anı yayıncılık.
- Tarım, K. (2003). *Kubaşık öğrenme yönteminin matematik öğretimindeki etkinliği ve kubaşık öğrenme yöntemine ilişkin bir meta analiz çalışması*. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Tat, E. T. (2020). Gerçekçi matematik eğitimi. Melihan Ünlü, (Ed.), *Uygulama örnekleriyle matematik öğretiminde yeni yaklaşımlar*. Ankara: PegemA
- Treffers, A. (1987). *Three dimensions: A model of goal and theory description in mathematics education*. Netherlands. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Üzel, D. (2007). *Gerçekçi matematik eğitimi (RME) destekli eğitimin ilköğretim 7. sınıf matematik öğretiminde öğrenci başarısına etkisi*. Doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Van Reeuwijk, M. (2004). School algebra struggle, what about angebra computer games? *Paper presented at 10th International Congress on Mathematical Education (ICME)*, Copenhagen, Denmark.

- Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997). Teaching realistic mathematical modelling in the elementary school: A teaching experiment with fifth graders. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28, 577-601.
- Widjaja, Y. B., & Heck, A. (2003). How a realistic mathematics education approach and microcomputer-based laboratory worked in lessons on graphing at an Indonesian Junior High School. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 26(2), 1-51.
- Yazgan, Y. (2007). *10-11 yaş grubundaki öğrencilerin kesirleri kavramaları üzerine deneysel bir çalışma*. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Zulkardi, Z. (2002). *Developing a learning environment on realistic mathematics education for Indonesian student teachers*. Doctoral dissertation, University of Twente, Enschede.