

The Effect of Building Blocks Model in Technology Supported Mathematics Education on Students' Mathematics Achievement*

Meral ŞEN^a, İrfan BAŞKURT^b, Gülşah BATDAL KARADUMAN^c

ABSTRACT

In this study, the effect of Building Blocks Model (BBM) in Technology Supported Mathematics Education on Students' Mathematics Achievement was investigated at primary school level. The study group of the research consisted of 68 students, 35 in the experiment group and 33 in the control group, attending the 2nd grade of a primary school in Istanbul. In the implementation of the study, the numbers unit was taught through the BBM education programme in the experiment group and the 2nd Grade MEB (Ministry of Education) 2015 Mathematics Curriculum in the control group. The Achievement Test developed to determine the mathematics achievement of the students was used to collect the data. The academic achievement of the students was measured by means of a pre-post test and the data were evaluated with SPSS 16.00 analysis programme. In the research findings, it was determined that there was a statistically significant difference between the mathematics achievement of the students in the experiment group and the students in the control group in favour of the students in the experiment group. As a result, it was seen that an original programme such as BBM in mathematics teaching affected the achievement of the students with a significant difference compared to the MEB-based teaching. In this context, it is predicted that applying different programmes other than traditional methods in education will lead students to success.

Keywords:

Teaching Mathematics
Technology and Education
Building Blocks

Submit: 09/01/2024

Accept: 26/03/2024

Publish: 31/03/2024

Research Article

DOI:10.5281/zenodo.15546339

*This study is based on the PhD thesis prepared by the first author under the supervision of the second author.

- Dr., Havuzbaşı Atilla Baykal Primary School, İstanbul, Türkiye Orcid: 0000-0002-9393-3672 meral_sevcan@hotmail.com
- Prof. Dr., İstanbul University-Cerrahpaşa, Hasan Ali Yücel Education Faculty, İstanbul, Türkiye, irfanbaskurt54@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0690-816X
- Assoc. Prof. Dr., İstanbul University-Cerrahpaşa, Hasan Ali Yücel Education Faculty, İstanbul, Türkiye, gulsah@iuc.tr, ORCID: 0000-0001-5725-0949

INTRODUCTION

Today, the rapid development occurring in the technological age affects education and training, which is one of the important dynamics of society; countries and individuals who cannot keep up with the pace of change and development are left behind and provide advantages to producers and those who use technology. Educational institutions, which are significantly affected by technology, are being updated in a system parallel to the technological developments that have spread rapidly in the 21st century (Erdal, 2020).

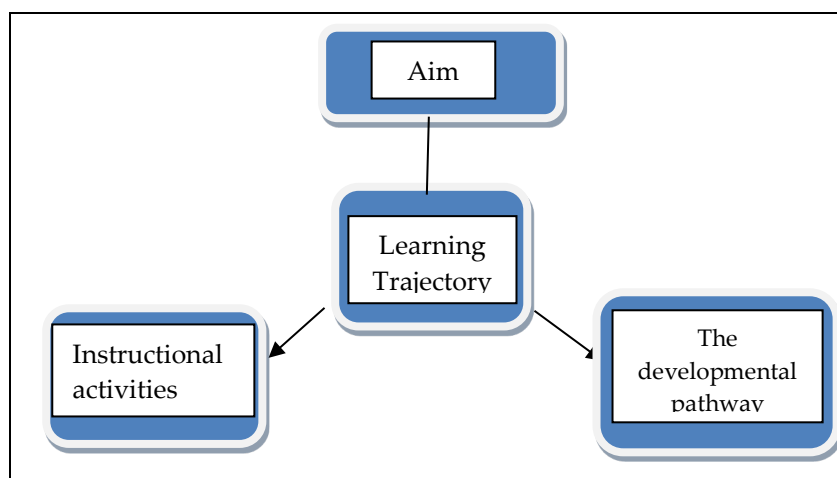
Educational developments with the developments in technology, distance education and online education are carried out with technological tools such as computers, laptops, smart boards and tablets. These technological materials have affected the change and development of methods and techniques applied in teaching (Akyol, 2020).

Mathematics has become an important source for the progress of the world as it increases its impact on science and technology (Frenkel, 2015). In this direction, it is stated that the failure of the national mathematics programme to keep up with the developments in international mathematics education will lead to unsuccessful results (Üredi & Ulu, 2019). All countries, especially the United Kingdom, Japan, Germany and the United States of America, focus on the process of adapting mathematics science to daily life and provide the necessary studies in mathematics curricula (Altın & Artut, 2017).

The Building Blocks Model (BBM) is a curriculum project developed by the National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) in the United States of America, based on the "Principles and Standards for School Mathematics" and prepared for research and revolutionary teaching reforms in the field of mathematics education. The programme was prepared by taking into account the developmental characteristics of children, prototype assessments, clinical interviews and observation results (Dede, 2012, p. 1; Orçan, 2013). This programme is based on an approach that aims to develop children's mathematical knowledge and high-level thinking skills in early mathematics education starting from preschool age and continuing until the second grade of primary school. This approach integrates mathematics education with real-life experiences such as playing with number blocks and creating new products, singing activities and stories with mathematical thinking. In this direction, mathematics, which consists of abstract concepts, is transformed into a concrete form with manipulatives, computer programmes and books prepared for children to explore (Ginsburg, Lee, & Boyd, 2008; NCTM, 2000).

Learning trajectories, which constitute the core of the Building Blocks Education Programme, are defined as the materials used by teachers in teaching activities such as planning, teaching process, measurement and evaluation. Learning trajectories include instructional activities, structures and behavioural changes that can be observed to determine student conceptions that cannot be directly observed (Dündar & Gündüz, 2015). FCM provides the development of comprehension skills in accordance with the different stages of the mathematical learning trajectories of the Numbers subject. As seen in Figure 1, these developmental steps improve students' mathematical skills (Clements & Sarama, 2014; Foster, Anthony, Clements, Sarama, & Williams, 2016).

Figure 1: *Components of the Learning Trajectory*



For educators, manipulatives, which are used as educational materials to transform abstract concepts and skills in mathematics science into a concrete form and to gain mathematical experiences by doing and experiencing (Gök, 2020), attract children's attention and enable more children to participate in teaching in a longer process (Corsi, 2014).

In recent years, the important reason why countries have included technology in mathematics teaching (NCTM, 2018) is that technology is considered together with mathematics and accepted as the application area of mathematics (Brophy, Klein, Postmare, & Rogers, 2008). In Turkey, in line with the development of instructional technologies, it is aimed to provide computer and smart board facilities to teaching environments and to include these tools effectively and actively in the teaching process (Hacıömeroğlu, 2019).

The subject content of numbers and operations is the most basic element of mathematics. It is emphasised in mathematics education and research that numbers and operations should be learned in early childhood. Mathematical operations are not limited to addition, subtraction, multiplication and division, but include operations, counting, comparing, grouping, combining, partitioning and number strings (Clements & Sarama, 2011). Numbers learning area includes the process of understanding numbers, developing the ability to perform operations and ensuring fluency in calculation. It is stated that these skills will be gained by children discovering numbers, developing skills related to concrete products, and developing the qualities of starting to communicate with mathematical thinking in daily life (NCTM, 2000: 3).

In Turkey, new skills such as problem solving, use of information technologies and reasoning skills were included in the 2009 curriculum (MEB, 2009); appropriate use of tools and equipment and problem posing were included in the 2015 curriculum (MEB, 2015); and new skills such as use of information and communication technologies, digital competence, learning to learn, mathematical process skills and mathematical modelling were included in the 2017 curriculum (MEB, 2017). In the general aims of the 2018 curriculum, mathematical literacy skills, associating mathematical concepts with daily life and problem solving skills were emphasised (MEB, 2018).

In order to find a place at the top of the achievement averages in the field of international education, the education programme needs to be updated (Johansson & Hansen, 2019; Kadijevich, 2019). For this purpose, data on the Turkish education system can be obtained from studies

including the reports of measurements and assessments such as the Programme for International Student Assessment (PISA) and the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). In this direction, information about the changes that need to be made for primary and secondary school students to learn mathematics can be obtained (PISA, 2018; TIMSS, 2015). Although the learning areas of the mathematics programme in Turkey and the TIMSS distribution are in parallel, the fact that student achievement scores are below the averages of other countries is thought to be caused by the fact that the curriculum in the textbooks and workbooks is not prepared in accordance with the programmes (Toptaş, Elkatmış, & Karaca, 2012). In the PISA 2003-2018 follow-up studies, it is seen that Turkey's ranking in mathematics scores is low compared to the number of participating countries. In the PISA reports, which evaluate the knowledge, concepts and skills acquired by 15-year-old students, the need for improvement and development of mathematics teaching starting in primary school is pointed out. In the literature review, it is concluded that in order to develop a qualified curriculum, it is possible to create a new curriculum that covers the current system with useful parts of the existing programmes in the past (Lester, 2013; Schoenfeld, 2004).

The primary school mathematics curriculum should be geared towards adapting the student's development according to different levels. With BBM, mathematicians, mathematics educators, researchers, curriculum developers, teachers, and education policy experts are offered an alternative model with different activities for the development of interests and different skills that can be used as one of the teaching, methods, techniques, and tools in mathematics education (Foster et al., 2016).

The aim of the research is to determine the effects of the building blocks model for technology-supported mathematics education at primary school level on students' mathematics achievement. In line with this purpose, the following hypotheses were determined for the research problem "Does the Building Blocks Model in technology-supported mathematics education have an effect on students' mathematics achievement?":

Hypothesis 1: There is no significant difference between the pretest academic achievement scores of the experiment group and the pretest academic achievement scores of the control group.

Hypothesis 2: There is a significant difference between the post-test academic achievement scores of the experiment group and the post-test academic achievement scores of the control group.

Hypothesis 3: There is a significant difference between the pretest and posttest academic achievement test scores of the experiment group.

Hypothesis 4: There is no significant difference between the academic achievement test pre-test and post-test scores of the control group.

The data and the negative results in the international mathematics achievement of Turkish students show that changes need to be made in the mathematics curriculum starting from primary school in Turkey. This study presents a curriculum that can be used as a guide for teachers and as one of the teaching methods and techniques in mathematics teaching, based on national and international arguments, based on data obtained with reliable and valid tools, apart from traditional methods to benefit from the possibilities of technology in mathematics curriculum.

In this research, it is expected to increase academic achievement at the 2nd grade level of primary school in line with the low-scoring mathematics exam reports in the literature through a

technology-supported programme. The aim of a quality education is to ensure academic success in mathematics education in a way to cover the whole education process of students (Brown, 2000). These positive expectations reveal the importance of investigating the effect of the research subject of the research on the achievement and acquisition of skills in mathematics lessons. In the application of technology-supported PTM in mathematics course, it was found worthy of research within the scope of increasing the academic achievement and improving the skills of 2nd grade primary school students. As a result of the review of the national literature, there is no experiment study on the application of this model in Turkey. The implementation of BBM at an educational level in Turkey is the first and it is thought that it will be used as a resource in future education programmes by making a significant contribution to the literature.

The Covid-19 pandemic process, which has been in effect since 2019, has revealed that distance education approach is not applied in the courses of our institutions providing formal education in Turkey. In this process, distance education in formal education in Turkey has started to be carried out through online education platforms. This situation pointed to educational applications in which students can be involved individually.

It is seen that the online applicability of BBM, which is the subject of this study, can be included in today's education and training process change in a qualified way by providing the opportunity to access the activities and subject expression at any time and place for the age level of the student, the objectives and achievements of our education programme. BBM programme is an application where distance education students can access high quality, fun mathematics activities.

Therefore, at the 2nd grade level, where the basic knowledge of mathematics is acquired, BBM can be shown to classroom teachers and prospective classroom teachers as an internationally proven resource for mathematics teaching by adding the feature of technology to provide visual resources to the learning process for students to learn more permanently and easily and to concretise the concepts.

METHOD

In this study, pretest-posttest control group design (Karasar, 2019: 137) was used as a quasi-experiment design among quantitative research methods. While the experiment group students of the study were applied the BBM education programme, the control group students were applied in line with traditional teaching without any intervention. The control group was not intervened and was taught according to the curriculum in the MEB programme.

Study Group

The study group consists of 213 students studying at Yahya Çavuş Primary School and 238 students studying at Cumhuriyet Primary School, which are primary schools in Güngören district of Istanbul province in the 2016-2017 academic year. Pilot study applications were carried out with 213 students from Yahya Çavuş Primary School for achievement test validity and reliability analyses. In order to determine the experiment and control groups, the achievement test was applied as a pre-test to the 2nd grade classes of the primary school and the arithmetic averages were determined. In determining the experiment and control groups, the statistical analysis technique Independent group t test results were examined. According to the results, 2-E class was determined as the experiment group and 2-H class was determined as the control group from the two classes closest to each other in terms of arithmetic averages and class size. The reason for

choosing 2-E as the experiment group was that the pre-test arithmetic mean score was 10,8857, which was lower than 2-H with a value of 40,4063, and the difference in the post-test results was expected to be more easily noticed. According to the analysis data, 68 students from 2-E and 2-H classes were selected and the experiment applications of the study were started. Based on the use of quasi-experiment design in the study, the term "study group" was used instead of "population" and "sample".

After determining the experiment and control groups, the results of the Kolmogorov Smirnov tests were examined to determine the normality of the distribution of the groups. As a result of the one sample Kolmogorov-Smirnov test ($z=.856$ and 1.065 ; $p>.05$), it was determined that the data showed normal distribution.

In order to determine the homogeneity of the groups, Independent group t test was applied to the experiment group 2-E class and the control group 2-H class.

Table 1. Independent Group t test to Indicate the Difference of Pre-test Scores According to Class Variable

Groups	N	X	SS	t test		
				t	df	p
2-E (Experiment)	35	10,8857	-3,15219	-1,889	61,478	,064
2-H (Control)	33	12,4063	-3,12994			

As seen in Table 1, as a result of the Independent group t test applied to determine whether the achievement test scores of the students showed a significant difference between the 2-E and 2-H branches, no statistically significant difference was found between the arithmetic averages of both groups ($t=-1.889$, $p>.05$).

Process Steps

During the research, a group of students studying at the 2nd grade level was determined as an experiment group and a group as a control group. In determining the experiment and control groups, the statistical analysis technique Independent group t test results were used. According to the results, 2-E class was determined as the experiment group and 2-H class was determined as the control group from the two classes closest to each other in terms of arithmetic averages and class size.

The achievement test was applied as pre-post tests in the experiment group and the control group. Unpaired (independent) t test, paired (dependent) t test and Kolmogorov Smirnov test were used for data analysis.

The experiment group students were given a 10-week course in accordance with BBM. Problems associated with real life situations for the students were included according to the content of BBM education programme. In the process of carrying out the activities and solving the problems, students' participation was ensured by expressing themselves in the form of talking, explaining, and thinking about the solutions in the problem scenario while solving the problem. This active participation also benefits the conceptual learning of mathematics (NCTM, 2013). In the control group, the 2nd grade MEB mathematics education programme was applied to the students.

In the study, all the applications in the experiment group were carried out.

The experiment group was informed about BBM training programme for two lesson hours. BBM software programme and the stages of use with technological tools were introduced. Students were added to the software application of BBM education programme and their passwords were created. The process of students logging in and using the software programme was explained. In this way, it was ensured that they could use the software programme with other technological tools outside the classroom environment and get to know the training programme. The experiment group students were taught the subjects, objectives and acquisitions related to the Numbers unit in line with the BBM mathematics education programme for three lesson hours for 10 weeks with the support of technology. In addition to the written and study assignments within the scope of BBM programme, homework assignments were given through this software programme. Students' statistical information was displayed on the screen on a weekly basis. The teacher analysed this statistical information and included additional studies in the process. BBM training programme was taught theoretically in the classroom environment with animated digital activities on computer and smart board. Students were guided in a way that they could access the activities of the training programme with their computers, laptops and tablets in environments outside the school. Students were able to benefit from the BBM education programme individually at any time, with any technological tool they wanted. It was ensured that the students could access the programme flexibly and easily with technological tools in cases such as subject repetition and reinforcement or not being able to come to school.

The control group students were taught the lessons by applying the learning areas related to the unit of Numbers in line with the annual plan, objectives and acquisitions in the MEB 2015 education programme. The activities in the textbooks were programmed based on the acquisitions in the annual and daily plans. In the teaching process, textbooks, materials in the annual and daily plans and the classroom board were used as teaching aids. The subjects were taught by the teacher through lectures using textbooks, workbooks and the blackboard. The teacher followed a process of taking notes, asking questions to the students, and assigning homework.

Data Collection Tools

In this study, the data were obtained with an academic achievement test consisting of multiple-choice questions prepared by the researcher in order to measure students' achievement in mathematics course.

In order to prepare the questions within the scope of the 2nd grade primary school mathematics curriculum, literature research on the subject of numbers was prioritised. After the validity of each item was examined with the feedback of the experts whose opinions were consulted to test the validity and content validity of the achievement test, the spelling and expression errors in the items were corrected and the items that were not deemed appropriate were removed (Büyüköztürk, 2004; Karasar, 2019, 196).

A specification table was prepared by the researcher for each outcome in line with the outcomes of the Numbers subject in the Mathematics Education Programme of the Ministry of National Education for Primary School 2nd Grades, and it was checked by lecturers who are experts in the field of mathematics. According to the specification table, a 40-question academic achievement test was prepared using multiple-choice item type by examining primary school 2nd grades MEB mathematics textbooks and workbooks, resource books, TIMSS questions and

questions in the BBM software. For the pilot study of the test, the students to whom the achievement test would be applied were determined as 3rd grade primary school students who had learnt the subject of Numbers in the previous academic year. The test was applied as multiple choice and 3-choice. Based on the data obtained from 253 students, item discrimination indices were calculated. The 40-question test was reduced to 20 questions by finding the necessary item validity indices. The 20-question academic achievement test was applied to the 2nd grade primary school students and the reliability coefficient of each item in the test was measured as 0.87 as a result of item analysis. This value proves that the developed achievement test is reliable. The achievement test prepared as a result of these studies took its final form.

Data Analysis

In this study, pretest-control group design (Karasar, 2019: 137) was used as a quasi-experiment design. In experiment research, experiment conditions are equalised for experiment and control groups. After the conditions are equalised, the effect of the changes that occur for the dependent variable is determined by making changes on the independent variable during the application. The scores of the same group before and after a certain intervention are compared (Özmantar, 2019, p. 60; Selçuk, 2005, p. 10).

In educational settings, it is often impossible to intervene in the routines of the subjects in the experiment research or to reorganise the classes in accordance with the research design. In this case, quasi-experiment designs are applied in educational research. In quasi-experiment design research, experiment and control groups are selected as a result of preliminary measurements and criteria (Ekiz, 2003).

The statistical procedures used after the collection of data in the study were applied as follows:

- The arithmetic mean values of the descriptive statistics were determined with the data obtained from the pretest and posttest measurements of the experiment group and the control group.
- Kolmogorov Smirnov tests were applied to the experiment and control groups to determine the normal distribution from descriptive statistics.
- In terms of reaching the hypotheses of the related study, interpretations were made according to p significance values.
- In data analysis, SPSS 16.00 package programme was used to analyse the quantitative data of the experiment and control groups in the study. In our study, t test, one of the parametric hypothesis tests, was used.
- Independent sample t test was used to compare the averages of two different samples consisting of experiment and control groups.
- In the dependent (related) sample t test, analyses are made by taking two different measurement scores on the same sample group (Cansoy & Türkoğlu, 2019, pp. 140-141; Kalaycı, 2017). In order to measure the achievements of the experiment or control group at different times, pre-test and post-test data were analysed.

Validity and Reliability

In order to determine the experiment and control groups, the achievement test was applied

as a pre-test to the 2nd grade primary school classes and the arithmetic averages were determined.

Table 2. *Unpaired t-test to observe the difference between Pre-test Scores According to Class Variable*

Groups	N	X	SS
2E	35	10,8857	3,81769
2H	33	12,4063	2,72218
2A	36	8,7778	2,46242
2F	34	13,1290	3,93058
2D	21	8,0000	4,23084
2K	24	9,4348	4,61052
2C	29	12,1786	3,95393
2G	26	9,4400	3,41663
Total	238	10,6623	3,97255

As seen in Table 2, the statistical analysis technique of determining the experiment and control groups was based on the results of the Independent group t test. The arithmetic point averages of the 2nd grade primary school classes to which the achievement test was applied as a pre-test were determined. According to the results, class 2-E, one of the two classes closest to each other in terms of arithmetic averages and class size, was determined as the experiment group and class 2-H as the control group. The reason for choosing 2-E as the experiment group was that the pre-test arithmetic score average of 10.8857 was lower than 2-H with a value of 12.4063 and the difference in the post-test results was expected to be noticed more easily.

After determining the experiment and control groups, the results of the Kolmogorov Smirnov tests were examined to determine the normality of the distribution of the groups.

Kolmogorov Smirnov Tests to Check the Normality of the Distribution

The Kolmogorov-Smirnov test is applied to determine the conformity of the distribution of the data obtained from the achievement test to the normal distribution in order to determine the statistical methods to be applied in the analysis of the data (Field, 2005).

Başarı Testi Kolmogorov-Smirnov Test Sonuçları

Table 3. *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test Results to Determine Whether the Scores Obtained Normal Distribution*

Values		ST pre test Scores	ST post test Scores
N		68	68
Parameters	$\bar{X}$	59,63	72,27
	ss	17,89	20,54
K-Smirnov Z		,856	1,065
p		,457	,206

As seen in Table 3, as a result of the one-sample Kolmogorov-Smirnov test conducted to determine whether the scores obtained from the achievement test were normally distributed ($z=.856$ and 1.065 ; $p>.05$), it was determined that the data were normally distributed.

As a result of the one-sample Kolmogorov-Smirnov test conducted to determine whether the scores obtained from the CT showed a normal distribution, the difference of the distribution from the normal distribution was not found to be significant.

Regarding the Independent Group t Tests to Determine the Equivalence of Groups

In order to determine the equivalence of the experiment group and the control group in terms of their readiness, "Independent group t test" was applied. The findings obtained as a result of the analysis processes and the pretest total scores of the Numbers achievement test are presented in tables below.

Data on the Achievement Test Pre-test Scores of the Groups

In order to determine the homogeneity of the groups, Independent group t test was applied to the experiment group 2-E and the control group 2-H.

Table 4. *Statistical Results of Independent group t test to Indicate the difference of Pre-test Scores According to Class Variable*

Groups	N	X	SS	t test		
				t	df	p
2-E (Experiment)	35	10,8857	-3,15219	-1,889	61,478	,064
2-H (Control)	33	12,4063	-3,12994			

It can be seen in Table 4, as a result of the Independent group t test applied to determine whether the students' scores showed a significant difference between the 2-E and 2-H classes, no statistically significant difference was found between the arithmetic averages of both groups ($t=-1.889$, $p>.05$). This shows that the experiment and control groups can be accepted as equivalent in terms of pre-

test scores of the achievement test.

FINDINGS

In this study, it was examined whether the effect of technology-supported PTM on students' higher order thinking skills and achievement was significant or not. The findings of the research hypotheses are given below.

Table 5. *t Test Results of the Pretest Averages of the Experiment Group and the Control Group*

Puan	Groups	N	X	SS	SH _x	t test		
						t	Sd	p
Test 1	2-E (Experiment)	35	58,00	21,185	,64531	-,782	58,620	,438
	2-H (Control)	33	61,36	13,709	,48122			

As can be seen in Table 5, as a result of the Independent group t test applied to determine whether the achievement test pretest scores of the students showed a significant difference between the 2-E and 2-H classes, there was no statistically significant difference between the arithmetic averages of the groups ($t=-0.782$, $p>.05$).

Table 6. *t-test Results of Achievement Post-test Averages of Experiment-Control Groups*

Groups	$\bar{X}$	N	SS	SH _x	t test		
					t	Sd	p
Pre-test	58,00	35	21,185	3,581	-7,907	34	,000
Post-test	83,86	35	14,198	2,400			

It can be seen in Table 6, as a result of the paired group t test applied to determine the difference between the achievement test pretest and posttest scores of the students in the experimen group, a statistically significant difference emerged between the pretest and posttest scores ($t=-7.907$, $p<.01$). The fact that the posttest scores of the experiment group ($X=83.86$) were higher than the pretest scores ($X=58.00$) revealed this difference.

Table 7. *t-Test Results of the Control Group's Pretest-Posttest Averages*

Groups	$\bar{X}$	N	SS	SH _x	t test		
					t	Sd	p
Pre-test	61,36	33	13,709	2,386	,344	32	,733
Post-test	60,00	33	19,162	3,336			

As can be seen from table 7, as a result of the paired group t test applied to determine the difference between the pre-test and post-test scores of the achievement scores of the control group students, there is no statistically significant difference between the pre-test and post-test scores of the control group ($t=0.344$, $p>.05$).

Table 8. *t-test Results of Achievement Posttest Scores of Experiment-Control Groups*

Groups		N	X	SS	SH _x	t test		
						T	Sd	p
Test 1	2-E (Experiment)	35	83,86	14,198	2,400	5,856	66	.000
	2-H(Control)	33	60,00	19,162	3,336			

As can be seen in Table 8, as a result of the Independent group t-test applied to determine whether there is a significant difference between the 2-E and 2-H classes in the achievement posttest scores of the experiment and control groups, there is a statistically significant difference between the arithmetic averages of the groups ($t=5.856$, $p<.05$). As a result of the mean score data, a significant difference emerged because the mean obtained in the experiment group ($X=83.86$) was higher than the mean obtained in the control group ($X=60$). This difference was in favor of the students in the experiment group in which BBM was applied.

DISCUSSION, CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

In this study, a model consisting of a curriculum for teachers to help students learn and a model consisting of hands-on activities for students is examined. The model, which includes a computer software program, is designed to help the teacher to teach in the most qualified way while providing effective and permanent learning for the student. The program, which provides access to real-life problem-solving activities, has a dynamic curriculum to ensure that mathematics learning areas are accessible in in-class or out-of-class environments with the support of technology and to provide individualized teaching.

In this section, the findings obtained from the study and the related literature are discussed;

There is a statistically significant difference at .05 level between the post-test arithmetic averages of the achievement test of the experiment and control groups. Based on these findings, the finding is supported in favor of the experiment group in which BBM was applied in terms of academic achievement test between the experiment and control groups.

These findings are also consistent with the literature. It has been concluded that the inclusion of different methods and techniques in the lessons using computer technology affects students' academic achievement in mathematics at the desired level, contributes to students' learning, and increases interest and active participation in the lessons (Brown, 2000; Foegen & Lind, 2011). In Kacan's (2023) study, the effect of the Building Blocks mathematics education programme on the geometric shape recognition levels of 4-year-old preschool children in Turkey was examined using a pretest-posttest control group experiment design. As a result of the study, it was determined that there were significant differences in the mean scores of triangle and rectangle shapes in favour of the experiment group. Especially in the analysis of the children's responses obtained from the post-test of recognising geometric shapes in the mathematics lesson, it was seen that the children in the experiment group had more developed ability to define geometric shapes with their own expressions compared to the control group.

The BBM curriculum is designed based on a common learning trajectory in terms of mathematical content, pedagogy, teacher's guide, technology and assessments. Learning Trajectories are an approach to teaching and learning that involves the integration of a learning goal, developmental progression, and aligned instruction (Guss, Clements, & Sarama, 2022). Learning trajectories are particularly systemic in nature, combining and integrating educational

goals, children's thinking development and empirically supported pedagogical strategies. In this way, teachers can interpret what students do, think and construct and provide instructional activities that extend students' mathematical thinking. Simultaneously, teachers can see teaching strategies from the child's perspective and provide meaningful and fun opportunities to engage in learning. (Clements, Lizcan and Sarama, 2022).

In order to determine the function of the curriculum, the performance results of children who were exposed to the BBM mathematics curriculum were evaluated at the end of the first grade compared to children who were not exposed to this curriculum. The study began with the administration of pretests to 2100 students in 16 public schools in three urban school districts. The study sample included direct assessment, teacher ratings, and observations. The PTM group outperformed the control group with numerical values ranging from .35 to .69 (Clements, Sarama, Farran, Lipsey, Hofer, & Bilbrey, 2011).

In this study, it was determined that the use of technological resources of BBM in terms of concretisation was more effective in increasing the success of teaching abstract concepts in mathematics to primary school students. The data obtained as a result of the research can also be found in the literature:

According to TIMSS 2011 results in Turkey, one fourth of 4th grade students lack basic mathematics knowledge, while one third of 8th grade students lack basic mathematics knowledge (Oral & McGivney, 2013). This difference points to the need for reforms in the mathematics curriculum based on learning processes and student knowledge in the Turkish education system. Within the scope of this research, the main outlines of the PTM curriculum overlap and show that PTM can be incorporated into the mathematics curriculum in Turkey and will improve students' mathematics achievement performance.

In a study conducted by PTM researchers, "PTM Mathematics Education Programme" was applied to an experiment group of 68 students studying in a public school in the United States of America. According to the results, the mean mathematics scores of the experiment group students were significantly higher than those of the control group students, and the effect size was determined as 0.85 for the subject of Numbers when the posttest mean scores were compared (Clements & Sarama, 2007).

In the study carried out to investigate the effectiveness of the CTM to improve the numerical skills of Ecuadorian kindergarten students at an early age, 18 classes of 355 students were randomly divided into experiment and control groups. The students in the experiment group were administered PTM and the students in the control group were administered the regular mathematics programme and the data were analysed by pretest-posttest intervention. According to the results, it was found that the students in the experiment group made more progress in early numerical proficiency than those in the control group. Moreover, BBM has been associated with a higher quality mathematics education (Bojorque, Torbeyns, Hoof, Nijlen, & Verschaffe, 2018).

In a study examining the effects of the FCM software programme on the mathematics achievement performance of Spanish students, experiment and control groups were randomly assigned from 247 students in 9 schools. In the experiment group, a programme including 21-week computer-assisted instruction was applied and in the control group, a programme including normal computer-assisted instruction was applied. It was determined that the experiment group students obtained significantly higher grades in the academic achievement test, which included applied problems to test the changes in the students' numerical achievement scores. In this direction, it is noteworthy that the PTM software programme can be used as a supportive method

to further improve students' mathematics competencies (Foster, Anthony, Clements, Sarama, J., & Williams, 2018).

A study was conducted to determine the effect of "Technology Supported Problem-Based Learning Applications (TPDU)" on students' academic achievement in the subject of function. As a result of the analysis of the achievement scores of the experiment group in the mathematics course taught with TPU and the control group in which the lessons were taught with traditional teaching, it was determined that the academic achievement scores of the mathematics course increased with a positive difference in favour of the experiment group. The reason for this situation is that visual activities presented with the use of technology increase students' motivation; help them understand mathematical concepts by concretising them; and enable them to learn faster and better by saving time (Çetin & Mirasyedioğlu, 2019).

A statistically significant difference was found between the pretest and posttest scores of the experiment group. It is seen that the posttest data of the experiment group increased compared to the pretest data. In the literature, there are studies examining the effects of visual manipulatives that the use of technology in mathematics teaching improves students' learning (McGeehee & Griffith, 2004; Thompson & Sproule, 2005).

As a result of teaching with VCC, number concepts are made concrete and students are enabled to establish mathematical relationships with the concepts. Second grade students are in the process of learning two-digit numbers and place value. With BBM, learning for problem solving is provided in order to perform operations with two-digit numbers (Özel & Özel, 2012, p. 149). While the animations of the software programme and manipulatives such as lego and jenga in the classroom environment make mathematics teaching fun, all students are encouraged to participate in the lesson. One of the general goals of mathematics curriculum is to transform mathematics into an interesting form (Howe, 2011, p. 1).

Education and training environments are transforming towards interactive environment, multimedia and virtual reality with the changes in technology. Virtual classroom applications, which offer an effective online teaching environment, provide support, convenience, encouragement to active learning and quality to teaching in the context of education and training (Kuzu, Uysal, & Kılıçer, 2008). Nowadays, new opportunities are provided for teaching mathematics in online environment and the resources that teachers can benefit from with qualified teaching programmes are increasing. With these technological resources, national and international curricula and interactive applications can be included in the classroom environment (MEB, 2018).

In another study supporting this study, it is seen that technology support in mathematics teaching is used from pre-school to higher education. However, in the inclusion of technology in learning in mathematics lessons, it points to the use of computers, projectors and smart boards by teachers, especially at the primary school level, as an auxiliary support for teaching in the classroom and as an element that increases interest (Hacıömeroğlu, 2019).

In Erginbaş's (2009) study examining the effects of technology-supported environments on students in mathematics teaching at secondary education level, it was concluded that the use of technological products such as projectors, computers and smart boards in mathematics lessons reduces the level of mathematics fear-anxiety and increases the interest in the lesson.

In Hannafin et al.'s (2001) study on the effect of technology on mathematics lessons, it was concluded that technology helps students to become active in the lesson by increasing their motivation and to provide associations in mathematical skills.

In Cogill's (2002) study, teachers stated that they used smart boards for the following purposes: saving time in problem writing; providing a large display area for students' ease of seeing and reading; visualising concepts on the screen; collecting attention; and revealing text or icons that are not easily accessible when needed. In addition, it was observed in the study that smart boards provided the functions of increasing students' participation in the lesson to write their solutions on the board; providing correction opportunities to solutions and answers; recording the lesson process; and revealing individual and independent thinking skills. The application of BBM software on the smart board in mathematics course supports the positive effect of these processes on students.

It has been stated that teachers make positive contributions by including experiences to adapt students' own mathematical ideas and strategies to the teaching process (Clements & Sarama, 2004). In this direction, in the study in which the opinions of 6th grade students on the use of technology in mathematics teaching were discussed, it was concluded that the classroom environment became more enjoyable while teaching technology-supported mathematics, students' ability to associate mathematics with real life and mathematical literacy competencies increased, and embodied mathematical concepts were learned better (Köysüren & Üzel, 2018). Interactive software programmes, animations, animated applications and manipulatives provide a motivating technological activity area to attract students' interest and arouse their curiosity (Doğan & Karakırık, 2013).

Foster et al. (2016) conducted a controlled study for 21 weeks of computer-assisted instruction for 247 kindergarten students in nine schools in a low-income area. Students in the experiment group were provided with tablets with targeted digital maths resources and students in the control group were provided with tablets only. As a result of the training, significant improvements were observed in students' early arithmetic and applied problem skills. This study is in line with the findings of the BBM curriculum.

There is no statistically significant difference between the pre-test and post-test scores of the control group students. These data from the control group show that the MEB education programme does not provide enough support to increase students' mathematics achievement.

The reason for this situation is that teachers use only course and workbooks as source books, many traditional textbooks are prepared for units rather than teacher-centred and active activities (Yanık, 2012, p. 41), 91% of 4th grade teachers in the TIMSS 2011 study used mathematics textbooks as the main source. As a matter of fact, since the books are written with a certain method, opinion and source, they do not allow for multidimensional thinking (Karaağaçlı, 2005).

In line with the revision studies carried out in the mathematics curricula in Turkey, modelling activities prepared in line with the subject content were added to the MEB textbooks (MEB, 2005; MEB, 2013). Number learning areas are included as the main component in mathematics curricula. However, in terms of MEB annual and daily lesson plans, missing sections and ambiguities in explanations stand out. In this respect, Işık and Kar (2011) reported that the Primary Mathematics Course 1-5th Grades Curriculum (2006) did not reach the level targeted by the mathematics curriculum in terms of the acquisition of number perception and non-routine problem solving skills in students. For this reason, in the Numbers learning area, in addition to numerical operation skills, activities for perception of numbers, multiplicity relations between numbers and problem content are emphasised, as well as the increase in activities that support the establishment of connections between numbers in calculation processes.

In the literature studies, it is stated that in the planning of mathematical activities, children should take an active role in teaching in line with their developmental characteristics, revealing their individual abilities, preparing educational environments for their interests and needs, and enriching their learning experiences (Gilmore & Spelke, 2008). In this study, the effect of Building Blocks Model (BST) on students' mathematics achievement in technology-supported mathematics education in primary school 2nd grade mathematics teaching was examined and the problem statement of the study was stated as "Does BST have an effect on students' mathematics achievement in technology-supported mathematics education?". In order to find an answer to this problem statement, pre-test and post-test mean score analyses were examined between the achievement test scores of the group to which the PTM programme was applied and the achievement test scores of the group to which the MEB programme was applied.

In the literature studies, it is seen that the general aims and objectives of the PTM programme and mathematics education overlap and the following conclusions were reached:

1. It is emphasised that teaching necessary to understand the value of mathematics in real life and the necessity of teaching that will enable students to study mathematics outside of school (Karagöz-Işık, 2007, p. 24; Kumtepe, 2011, p. 62). With the BBM programme, students are encouraged to continue learning mathematics outside of school.

2. It is seen that the goal of students presenting their own mathematical thoughts verbally and in writing during the solution of mathematical problems (Ersoy, 2006) was achieved with the significantly higher data obtained from the achievement test of the experiment group to which the PTM programme was applied.

3. The objective that students can construct models to learn mathematical concepts and operation skills (Ersoy, 2006) was achieved by creating their own models by taking examples from the manipulatives embodied in the PTM programme.

4. In the successful evaluation of education, the student's continuous research, his/her ability to actively solve the problems he/she encounters by organising them, and his/her ability to overcome the limits in changing times are included (James, 2013, p. 220). In this direction, it is thought that this study, which is applied to mathematics teaching, can contribute to the field in order to ensure success in education, to meet the needs and deficiencies, and can be included in the education programme as a training programme to be used in mathematics teaching for teachers.

Curriculum, as one of the most important issues that have been emphasised in recent years, provides a continuous change in mathematics curriculum in line with the needs of students and society. This change points to new research-based study results for increasing the effectiveness of teaching, the mental development of the child, mathematical theories about the formation of learning, innovations and inquiries that can be made in the mathematics curriculum (Altun, 2006; Kayhan & Koca, 2004). In addition to being research-based, the ability to evaluate a curriculum and its usefulness in influencing learning situations come to the fore (Ginsburg, Lewis, & Clements, 2008). In order for students to become successful individuals who can think, produce solutions and apply the solutions they produce in daily life, necessary educational environments should be prepared and equipped. The main aim of our study is to enable students to find useful rules and methods to achieve the objectives and targets in the mathematics curriculum.

BBM allows a student to be in the centre under the guidance of a teacher and to practice and repeat with the technological tool of his/her choice at any time and place. The BBM curriculum has a comprehensive mathematics curriculum by including different and important mathematical areas such as counting, numbers, operations, shapes, measurement and patterns. BBM will make an

important contribution at all levels of mathematics teaching in order to create and implement mathematics curricula and to achieve the goals set in the curricula. With these elements, it is seen that BBM software is effective in supporting students to learn different mathematical skills and increases students' knowledge and skills of basic mathematical concepts. The recent Covid-19 outbreak has pointed out the importance of carrying out the lessons online and accessing an educational support independent of the desired time and place (Yılmaz, 2020). In the online education carried out during the Covid-19 pandemic process, it was thought that BBM could be included as a dimension of new educational technology that supports individual education.

There was no significant difference between the pre-test and post-test academic achievement test scores of the control group students in the mathematics course in which the MEB Primary Education 2nd grade mathematics curriculum was used. Therefore, these data obtained from the control group show that the MEB curriculum does not provide enough support to increase the mathematics achievement of the students. In the emergence of this result, issues such as not including attention-grabbing activities that they can adapt their problem solving skills in daily life and not giving the students the opportunity to work individually retrospectively can be shown.

With the data obtained from this study, it has been concluded that the effectiveness of PTM is more effective and improves students' achievement positively compared to the teaching based on the curriculum including activities, methods-techniques and textbooks in the 2016 Primary Mathematics programme.

Apart from the 2016 data, the programme is updated every year and is open to access. With its online application, the programme has shown that it can be used to provide additional materials for parents, educators and students during the COVID-19 pandemic process.

In line with the research data, the following suggestions are presented:

- Curricula and textbooks should be prepared in accordance with the student level. It can be transformed into a dynamic form so that students can access the lectures of the subjects with any technological tool, solve questions on it, make applications, and record what they have done.
- Considering that students have different thinking skills, national and international projects, different study suggestions, different homework assignments, individual and group studies with the support of technology should be included in accordance with today's developments.
- Necessary cooperation with the Ministry of National Education can be ensured for the use of the NCC curriculum in the educational institutions of the Ministry of National Education.
- Changes can be made in the mathematics learning of the national pre-school education programme to enable students to start primary school with pre-mathematical number skills.
- In mathematics teaching, there should be teaching models with curriculum activities that include the content of presenting information in different forms such as images, concrete manipulatives, visuals, verbal and written expressions, and providing environments where more meaningful learning takes place for young students with concrete models.

Authors' Contribution Ratio

This article is derived from PhD thesis prepared under the supervision of Prof. Dr. İrfan Başkurt.

Conflict of Interest

There are no situations and relationships that may constitute a conflict of interest in the writing of the article.

REFERENCES

- Altın, Ç. E. ve Artut, D. P. (2017). İlkokulda gerçekçi matematik eğitimi ile gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin başarısına, görsel matematik okuryazarlığına ve problem çözme tutumlarına etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 46, 1-19. doi: 10.15285/maruaeabd.279963.
- Akyol, B. A. (2020). Stem Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilgi İşlemsel, Eleştirel, Yaratıcı Düşünme ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Altun, M. (2006). Matematik öğretiminde gelişmeler. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 223-238.
- Baş, M. (2017). 2009 ve 2015 ilköğretim matematik dersi öğretim programları ile 2017 ilköğretim matematik dersi öğretim programı karşılaştırması. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1219-1258.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. ve Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Brown, F. (2000). Computer Assisted Instruction in Mathematics Can Improve Students' Test Scores: A Study. 8 Temmuz 2019 tarihinde <http://www.eric.ed.gov> adresinden erişildi.
- Bojorque, G., Torbeyns, J., Hoof, J., Nijlen, D. ve Verschaffe, L. (2018). Effectiveness of the building blocks program for enhancing Ecuadorian kindergartners' numerical competencies. *Early Childhood Research Quarterly*, 44, 231-241. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2017.12.009.
- Büyüköztürk, Ş. (2004). Veri analizi el kitabı. (4. bs.). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Cansoy, R. ve Türkoğlu, M. E. (2019). Verilerden anlam inşa etme süreci. S. Turan (Der.), *Eğitimde Araştırma Yöntemleri* içinde (ss. 129-160). (1. bs.). Ankara: Nobel Yayınları
- Clements, D. ve Sarama, J. (2004). Learning trajectories in mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 81-89.
- Clements, D. H. ve Sarama, J. (2007). Effects of a preschool mathematics curriculum: Summative research on the Building Blocks Project. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38, 136-163.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, 333(6045), 968-970.
- Clements, D. H. Sarama, J., Farran, D., Lipsey, M., Hofer, K. G. ve Bilbrey, C. (2011). An Examination of the building blocks math curriculum: results of a longitudinal scale-up study. *Society for Research on Educational Effectiveness 2011 SREE Conference Abstract Template*.
- Clements, D. H. ve Sarama, J. (2014). *Learning and Teaching Early Math The Learning Trajectories Approach*. Routledge, New York and London.

- Clements, D. H, Lizcano, R ve Sarama, J. (2022). Erken Matematik için Araştırma ve Pedagojiler. *Education Sciences*, 13(8),839. <https://doi.org/10.3390/educsci13080839>
- Cogill, J. (2002). How is interactive whiteboard being used in the primary school and how does it affect teachers and teaching. 6 Kasım 2019 tarihinde www.virtuallearning.org.uk/whiteboards/IFS Interactive whiteboards in the primary school adresinden erişildi.
- Corsi, L. (2014). *The use of concrete manipulatives in third grade special education and student achievement*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, State University of New York at Fredonia, FL.
- Çetin, Y. ve Mirasyedioğlu, Ş. (2019). Teknoloji destekli probleme dayalı öğretim uygulamalarının matematik başarısına etkisi. *Journal of Computer and Education Research*, 7 (13), 13-34. doi: 10.18009/jcer.494907.
- Dede, Y. (2012). Probleme dayalı dersin planlanması. S. Durmuş (Der.) *İlkokul ve Ortaokul Matematiği Gelişimsel Yaklaşımla Öğretim* içinde (ss. 1-12). (7. bs). Ankara: Nobel Yayınları.
- Doğan, M. ve Karakırık, E. (2013). *Matematik eğitiminde teknoloji kullanımı*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Dündar, S. ve Gündüz, N. (2015). Learning trajectories and place in Mathematics education. *İlköğretim Online*, 14(3), 961-973.
- Erdal, G. (2020). İnternet tabanlı uzaktan eğitim yaklaşımının estetik dersini alan öğrencilerin akademik başarılarına ve estetik dersine yönelik tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Erginbaş, E. (2009). Teknoloji destekli matematik öğretiminin sınıf yönetiminin öğrenci özellikleri açısından etkililiği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Ersoy, Y. (2006). İlköğretim matematik öğretim programındaki yenilikler-I: Amaç, içerik ve kazanımlar. *İlköğretim online*, 5(1), 30-44.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4.bs.) London: Sage Publications.
- Foegen, A. ve Lind, L. (2011). Access to Algebra for Students with Disabilities: Research and Strategies. Iowa State University College of Human Sciences. 18.07.2017 tarihinde <http://www.ci.hs.iastate.edu> adresinden erişildi.
- Foster, M. E., Anthony, J. L., Clements, D. H., Sarama, J. ve Williams, M. J. (2016). Improving Mathematics learning of kindergarten students through computer-assisted instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 47(3), 206-232. doi:<https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.47.3.0206>.
- Foster, M. E., Anthony, J. L., Clements, D. H., Sarama, J. ve Williams, M., J. (2018). Hispanic dual language learning kindergarten students' response to a numeracy intervention: A randomized control trial. *Early Childhood Research*, 43(2), 83-95. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.01.009>
- Frenkel, E. (2015). Aşk ve matematik saklı gerçeğin kalbi (3. Baskı). (C. Keskin, Çev.). İstanbul: Paloma Yayınları (Orijinal eserin yayın tarihi 2013).
- Ginsburg, H., Lewis, A. ve Clements, M. (2008). Appendix B.3: School Readiness and Early Childhood Education: What Can We Learn from Federal

- Investments in Research on Mathematics Programs? *Working Paper prepared for A Working Meeting on Recent School Readiness Research: Guiding the Synthesis of Early Childhood Research*. Washington, DC.
- Gök, M. Y. (2020). Somut ve sanal manipülatif destekli matematik eğitim programının 48-72 ay çocukların erken aritmetik becerilerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Guss, S. S., Clements, D. H., Sarama, J. H. (2022). Erken Çocukluk Gelişimi ve Okula Hazırlık Konusunda Yenilikçi Yaklaşımlar Araştırma El Kitabı 349-373. <https://www.igi-global.com/chapter/high-quality-early-math/299997>. DOI: 10.4018/978-1-7998-8649-5.ch015.
- Hacıömeroğlu, G. (2019). İlkokul öğrencilerinin teknoloji destekli matematik öğrenmeye yönelik tutum ve kaygı düzeylerinin incelenmesi. *Journal of Computer and Education Research*, 7(14), 356-382. doi:10.18009/jcer.581625.
- Hannafin, R. D., Burruss, J. D. ve Little, C. (2001). Learning with dynamic geometry programs: Perspectives of teachers and learners. *Journal of Educational Research*, 94(3), 132-44.
- Howe, S. (2011). Advice Learning Math Undergraduates. 3 Eylül 2020 tarihinde <https://systm.mat.arizona.edu/files/undrrad/mntr/08-15.pdf> adresinden erişildi.
- Işık, C. ve Kar, T. (2011). İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin sayı algılama ve rutin olmayan problem çözme becerilerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 57-72.
- James, I. (2013). Büyük matematikçiler Euler'den Von Neumann'a (1. bs.). (C. Öztürk, Çev.). İstanbul: Türkiye İş Bankası Yayınları. (Orijinal eserin yayın tarihi 2002).
- Johansson, S. ve Hansen, K. (2019). Are mathematics curricula harmonizing globally over time? Evidence from TIMSS national research coordinator data. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(2), 1-11.
- Kacan, O., M., (2023). Yapı Taşları Eğitim Programının Türk Okul Öncesi Çocukların Geometrik Şekilleri Tanımlarına Etkisi. *Avrupa Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1, 53-68.
- Kadijevich, D. M. (2019). Influence of TIMSS research on the mathematics curriculum in Serbia: educational standards in primary education. *The Teaching of Mathematics*, XXII (1), 33-41.
- Kalaycı, Ş. (2017). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (8. bs.). Ankara: Dinamik Akademi.
- Karaağaçlı, M. (2005). *Öğretimde yöntemler ve yaklaşımlar*. Ankara: Pelikan Yayıncılık.
- Karagöz-Işık, D. (2007). Çoklu zekâ kuramı destekli kubaşık öğrenme yönteminin ilköğretim dördüncü sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına ve kalıcılığa etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Karasar, N. (2019). *Bilimsel araştırma yöntemi; kavramlar, ilkeler, teknikler* (34. bs.). Ankara: Nobel Yayınları.

- Kayhan, M. ve Koca, S. A. Ö. (2004). Matematik eğitiminde araştırma konuları: 2000–2002. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 72–81.
- Köysüren, M. ve Üzel, D. (2018). Matematik Öğretiminde Teknoloji Kullanımının 6. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Okuryazarlığına Etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 12(2), 81-101.
- Kumtepe, A. T. (2011). Okulöncesi Eğitimde Matematik ve Matematiksel Kavramlar. Ö. Aydaş (Der.). *Okulöncesinde Matematik Eğitimi* içinde (s. 55-76). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Kuzu, A., Uysal, Ö. ve Kılıçer, K. (2008). Eğitsel Amaçlı Sanal Sınıf Uygulamalarının Görsel Öğelerin Kullanımı ve Çoklu Ortam Tasarımı İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi. II. Uluslararası Eğitim ve Teknoloji Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 43-48, Eskişehir.
- Lester, F. K. (2013). Thoughts about research on mathematical problem- solving instruction. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1/2), 245–278.
- McGeehee, J. ve Griffith, L.K. (2004). Technology enhances student learning across the curriculum. *Mathematics Teaching in The Middle School*, 9(6), 344-349.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2005). Öğretenler ve öğrenenler için ek açıklamalarla ilköğretim programları (1-5. sınıflar). Ankara: Pegem A Yayıncılık Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2006). İlköğretim matematik dersi 1-5. sınıflar öğretim programı. Ankara: Pegem A Yayıncılık Basımevi. 1 Ekim 2018 tarihinde <https://ttkb.meb.gov.tr> adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2009). T.C Milli Eğitim Bakanlığı talim ve terbiye kurulu başkanlığı ilköğretim matematik dersi 1-5. sınıflar öğretim programı. 1 Ekim 2018 tarihinde <http://talimterbiye.mebnet.net/Ogretim%20Programlari/ilkokul/20132014/Matematik1-5.pdf> adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. 1 Ekim 2017 tarihinde <https://ttkb.meb.gov.tr> adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2015). T. C. Milli Eğitim Bakanlığı talim ve terbiye kurulu başkanlığı ilkokul matematik dersi (1, 2, 3 ve 4. sınıflar) öğretim programı. 1 Ekim 2018 tarihinde http://matematikogretimi.weebly.com/uploads/2/6/5/4/26548246/matematik1-4_prg.pdf adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2017). Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). 18 Kasım 2017 tarihinde <https://ttkb.meb.gov.tr> adresinden 18.11.2017 adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). 1 Ekim 2018 tarihinde <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx> adresinden erişilmiştir.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, Va. NCTM. 12 Şubat 2018 tarihinde

- https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/PSSM_ExecutiveSummary.pdf adresinden erişildi.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2013). Supporting the Common Core State Standards for Mathematics 12 Şubat 2018 tarihinde <https://www.nctm.org/ccssmposition/> adresinden erişildi.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2018). About NCTM. 12 Şubat 2018 tarihinde <https://www.nctm.org/About/> adresinden erişildi.
- Oral, I. ve McGivney, E. (2013). Türkiye’de matematik ve fen bilimleri alanlarında öğrenci performansı ve başarının belirleyicileri. TIMSS 2011 Analiz Raporu.
- Orçan, M. (2013). Erken çocukluk dönemi matematik eğitimi için örnek bir model: Yapı Taşları (Building Blocks). *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 1-14.
- Özabacı, N. ve Olgun, A. (2011). Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminin fen bilgisi dersine ilişkin tutum, biliş üstü beceriler ve fen bilgisi başarısı üzerine bir çalışma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(37), 93-107.
- Özel, S. ve Özel, E.Y. (2012). Doğal sayılarla basamak değeri kavramlarının geliştirilmesi. S. Durmuş (Der.), *İlkokul ve Ortaokul Matematiği Gelişimsel Yaklaşımla Öğreti* içinde (ss. 187-212). (7. bs.). Ankara: Nobel Yayınları.
- Özmantar, Z. K. (2019). Eğitim Çalışmalarında Sık Kullanılan Araştırma Türleri. Şen, S., Yıldırım, İ. (Der.), *Eğitimde Araştırma Yöntemleri* içinde (ss. 49-79). (1. bs.). Ankara: Nobel Yayınları
- PISA (2018). PISA 2018 Türkiye Ön Raporu Erişim tarihi: pisa.meb.gov.tr > uploads 2020/01 > PISA_2018_Turkiye_On_Raporu
- Schoenfeld, A. H. (2004). The math wars. *Educational Policy*, 18(1), 253–286.
- Thompson, T. ve Sproule, S. (2005). Calculators for students with special needs. *Teaching Children Mathematics*, 11(7), 391-395.
- TIMSS (2011). Ulusal Matematik ve Fen Raporu: 4. Sınıflar. 19 Eylül 2016 tarihinde timss.meb.gov.tr/wp-content/uploads/TIMSS-2011-4-Sinif.pdf adresinden erişildi.
- TIMSS (2015) Ulusal Matematik ve Fen Bilimleri Ön Raporu 4. ve 8. Sınıflar 19 Eylül 2016 tarihinde http://odsgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_06/23161945_timss_2015_on_raporu.pdf adresinden erişildi.
- Toptaş, V., Elkatmış, M. ve Karaca, E. T. (2012). İlköğretim 4. Sınıf matematik programının öğrenme alanları ile matematik öğrenci çalışma kitabındaki soruların zihinsel alanlarının TIMSS’e göre incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 13 (1), 17-29.
- Üredi, L. ve Ulum, H. (2019). İlkokul Matematik dersi güncel öğretim programının okul matematiği prensiplerine göre incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*. 13(2). doi: 10.17522/balikesirnef.53176
- Yanık, B. (2012). Problem çözme ile öğretim. Durmuş, S. (çeviren Ed.) *İlkokul ve Ortaokul Matematiği Gelişimsel Yaklaşımla Öğretim*. (32-58). 7. Bs. Ankara: Nobel Yayınları.
- Yılmaz, A. (2020). Açık ve uzaktan eğitim öğrencilerinin öğrenimi bırakma ve öğrenime devam nedenlerinin incelenmesi, Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Teknoloji Destekli Matematik Eğitiminde Yapı Taşları Modelinin Öğrencilerin Matematik Başarısına Etkisi*

Meral ŞEN^a, İrfan BAŞKURT^b, Gülşah BATDAL KARADUMAN^c

ÖZET

Modelinin (YTM) Öğrencilerin Matematik Başarısına Etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu; İstanbul ilinde bir ilkokulun 2. sınıfına devam eden deney grubunda 35, kontrol grubunda 33 olmak üzere toplam 68 öğrenci oluşturmuştur. Çalışmanın uygulanmasında sayılar ünitesi, deney grubunda YTM eğitim programı; kontrol grubunda ise 2. Sınıf MEB 2015 Matematik Dersi Öğretim Programı aracılığıyla işlenmiştir. Verilerin toplanmasında öğrencilerin matematik başarılarını belirlemek üzere geliştirilen Başarı Testi kullanılmıştır. Öğrencilerin akademik başarıları ön-son test şeklinde oluşturulan test aracılığıyla ölçülerek veriler SPSS 16.00 analiz programı ile değerlendirilmiştir.

Araştırma bulgularında, deney grubundaki öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrencilerin matematik başarıları arasında deney grubundaki öğrencilerin lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak matematik öğretiminde YTM gibi özgün bir programın, öğrencilerin başarılarını Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) kaynaklı öğretime göre anlamlı düzeyde bir fark ile etkilediği görülmüştür. Bu bağlamda, eğitimde geleneksel metotların dışında farklı programlar uygulanmasının öğrencileri başarıya ulaştıracağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler:

Matematik öğretimi, Teknoloji ve Eğitim, Yapı Taşları Modeli

Yükleme: 09/01/2024 **Kabul:**

26/03/2024 **Yayınlanma:**
31/03/2024

Araştırma Makalesi

DOI: 10.5281/zenodo.15546339

*Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı Doktora tezinden hareketle hazırlanmıştır.

- Dr., Havuzbaşı Atilla Baykal İlkokulu, İstanbul, Türkiye Orcid: 0000-0002-9393-3672
meral_sevcan@hotmail.com
- Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, İstanbul, Türkiye, irfanbaskurt54@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0690-816X
- Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, İstanbul, Türkiye, gulsah@iuc.tr, ORCID: 0000-0001-5725-0949

GİRİŞ

Günümüzde teknolojik çağda meydana gelen hızlı gelişim toplumun önemli dinamiklerinden biri olan eğitim ve öğretimi etkilemekte; değişimin ve gelişimin hızına yetişemeyen ülke ve bireyler geride kalmakta; üreticilere ve teknolojiyi kullananlara avantajlar sağlamaktadır. Teknolojiden önemli ölçüde etkilenen eğitim kurumları, 21. yüzyılda büyük bir hızla yaygınlaşan teknolojik gelişmelere paralel bir sistemde güncellenmektedir (Erdal, 2020).

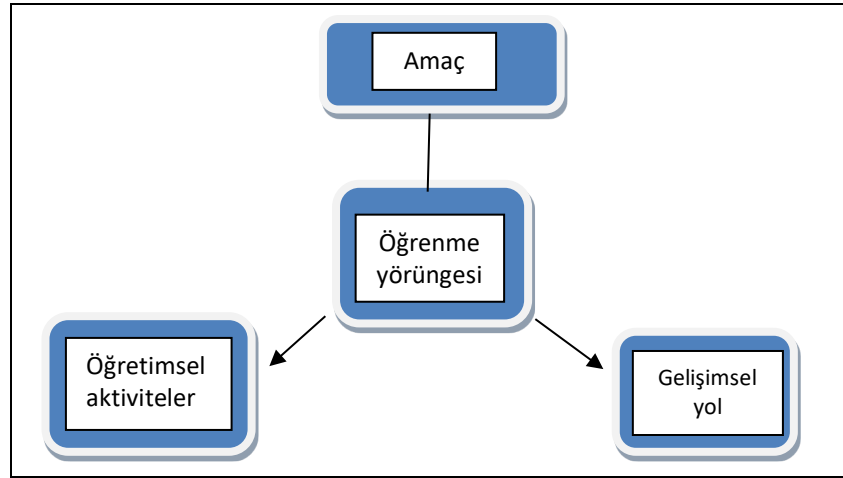
Eğitimsel gelişmelerin teknolojideki gelişmelerle paralellik göstermesi, uzaktan eğitim ve çevrimiçi eğitim, bilgisayar, laptop, akıllı tahta ve tablet gibi teknolojik araçlar ile gerçekleştirilmektedir. Bu teknolojik materyaller, öğretimde uygulanan yöntem ve tekniklerin değişim ve gelişimini etkilemiştir (Akyol, 2020).

Matematik, bilim ve teknolojinin üzerindeki etkisini artırdıkça dünyanın ilerlemesine önemli bir kaynak haline gelmiştir (Frenkel, 2015). Bu doğrultuda ulusal matematik programının uluslararası matematik eğitiminde meydana gelen gelişimlere ayak uyduramamasının başarısız sonuçlara yol açacağı belirtilmektedir (Üredi ve Ulum, 2019). İngiltere, Japonya, Almanya ve Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere tüm ülkeler matematik biliminin günlük hayata uyarlanması sürecine odaklanarak matematik öğretim programlarında gerekli çalışmalar yapılmasına imkân sağlamaktadırlar (Altınar ve Artut, 2017).

Yapı Taşları Modeli (YTM), Amerika Birleşik Devletleri'nde Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics-NCTM) tarafından geliştirilerek "Okul Matematiği için Prensipler ve Standartları" kaynak alınarak, matematik eğitimi alanında araştırmalara ve devrim niteliğindeki öğretim reformlarına yönelik olarak hazırlanmış bir eğitim programı projesidir. Program oluşum süreci, çocukların gelişim özellikleri, prototip değerlendirmeler, klinik görüşme ve gözlem sonuçları dikkate alınarak hazırlanmıştır (Dede, 2012: 1; Orçan, 2013). Bu program, okul öncesi çağından başlayarak ilkokul ikinci sınıf sürecine kadar devam eden, erken matematik eğitiminde, çocukların matematiksel bilgilerini ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik bir yaklaşıma dayandırılmaktadır. Bu yaklaşım, matematik eğitiminin, sayı blokları ile oynama ve yeni ürünler çıkarma, şarkılı etkinlikler ve öyküler gibi gerçek yaşamdan deneyimlerin matematiksel düşünme ile bütünleştirir. Bu doğrultuda, soyut kavramlardan oluşan matematiğin, çocuklar tarafından keşfedilmesine yönelik hazırlanmış manipülatiflerin, bilgisayar programları ve kitaplar ile somut bir forma dönüşmesi sağlanır (Ginsburg, Lee ve Boyd, 2008; NCTM, 2000).

Yapı Taşları Eğitim Programının çekirdeğini oluşturan öğrenme yörüngeleri, plan yapma, öğretim süreci, ölçme ve değerlendirme gibi öğretim aktiviteleri hususunda öğretmenlerin kullandığı materyaller şeklinde tanımlanmaktadır. Öğrenme yörüngeleri, doğrudan gözlenemeyen öğrenci kavramalarını belirlemek üzere gözlenebilen öğretimsel aktiviteleri, yapıları ve davranış değişikliklerini içermektedir (Dündar ve Gündüz, 2015). YTM, Sayılar konusunun matematiksel öğrenme yörüngelerinin farklı aşamalarına uygun olarak kavrama becerilerinin gelişimini sağlar. Şekil 1'de görüldüğü üzere bu gelişimsel adımlar öğrencilerin matematiksel becerilerini geliştirmektedir (Clements ve Sarama, 2014; Foster, Anthony, Clements, Sarama ve Williams, 2016).

Şekil 1: Öğrenme Yörüngesinin Bileşenleri



Eğitimciler açısından, matematik biliminde soyut kavram ve becerilerin somut bir forma dönüştürülmesinde ve matematiksel deneyimlerin yaparak yaşayarak kazandırılmasında eğitim materyalleri olarak kullanılan manipülatifler (Gök, 2020), çocukların ilgisini çekme özelliği ile daha çok çocuğun daha uzun bir süreçte öğretime katılımını sağlar (Corsi, 2014).

Son yıllarda, ülkelerin matematik öğretimine teknolojiyi dahil etmelerinin önemli sebebi (NCTM, 2018), teknolojinin matematikle birlikte düşünülmesi ve matematiğin uygulanma alanı olarak kabul edilmesidir (Brophy, Klein, Postmare ve Rogers, 2008). Türkiye’de öğretim teknolojileri gelişimleri doğrultusunda öğretim ortamlarına bilgisayar ve akıllı tahta olanaklarının sağlanması ile bu araçların etkili ve aktif olarak öğretim sürecine katılması amaçlanmıştır (Hacıömeroğlu, 2019).

Sayılar ve işlemler konu içeriği, matematiğin en temel elemanıdır. Matematik eğitiminde ve araştırmalarında vurgulanan, sayıların ve işlemlerin erken çocuklukta öğrenilmesidir. Matematiksel işlemler; toplama, çıkarma, çarpma ve bölme ile sınırlı olmamakla birlikte; işlemleri, saymayı, karşılaştırmayı, gruplamayı, birleştirmeyi, bölümlmeyi ve sayı dizgilerini kapsar (Clements ve Sarama, 2011). Sayılar öğrenme alanı, sayıları anlama, işlem yapma becerisini geliştirme ve hesap yapma akıcılığını sağlama sürecini içermektedir. Bu becerilerin çocukların sayıları keşfetmesi, somut ürünlerle ilgili becerilerini geliştirmesi, günlük hayatta matematiksel düşünce ile iletişime geçmeye başlaması niteliklerini geliştirmesi ile kazanılacağı belirtilmiştir (NCTM, 2000: 3).

Türkiye’de MEB 2009 yılı programına problem çözme, bilgi teknolojilerinin kullanımı ve akıl yürütme becerileri (MEB, 2009); 2015 programına araç gereçlerin uygun kullanımı ve problem kurma (MEB, 2015); 2017 programına bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı, dijital yetkinlik, öğrenmeyi öğrenme, matematiksel süreç becerileri ve matematiksel modelleme olmak üzere yeni beceriler dahil edilmiştir (MEB, 2017). 2018 programının genel amaçlarında matematiksel okuryazarlık becerisi, matematiksel kavramların günlük hayatla ilişkilendirilmesi ve problem çözme becerileri üzerinde durulmuştur (MEB, 2018).

Uluslararası eğitim alanında başarı ortalamalarında üst sıralarda yer bulmak için eğitim programının güncellenmesi gerekmektedir (Johansson ve Hansen, 2019; Kadıjevich, 2019). Bu amaçla Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) ve Uluslararası Matematik ve Fen

Eğilimleri Araştırması (TIMSS) gibi ölçüm ve değerlendirmelerin raporlarını içeren çalışmalardan yola çıkarak Türk eğitim sistemi hakkında verilere ulaşılabilir. Bu doğrultuda ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin matematik öğrenmeleri adına yapılması gereken değişiklikler hakkında bilgi sahibi olunmaktadır (PISA, 2018; TIMSS, 2015). Türkiye’de matematik programı öğrenme alanları ile TIMSS dağılımı paralellik göstermesine karşın öğrenci başarı puanlarının diğer ülke ortalamalarının altında olması, ders kitapları ve çalışma kitaplarının içinde yer alan müfredatın programlara uygun olarak hazırlanmamasının neden olabileceği düşünülmektedir (Toptaş, Elkatmış ve Karaca, 2012). PISA 2003-2018 yılları izleme araştırmalarında Türkiye’nin matematik puanlarında katılımcı ülke sayısına oranla sıralamanın düşük olduğu görülmektedir. Bu durum 15 yaş kategorisindeki öğrencilerin edindikleri bilgi, kavram ve becerilerini değerlendiren PISA raporlarında, ilkokulda başlayan matematik öğretiminin iyileştirme ve geliştirme çalışmalarının gerekliliğine işaret edilmektedir. Alan yazın incelemesinde nitelikli bir eğitim programı geliştirmek için geçmişte varolan programlardan işe yarar bölümleri ile güncel sistemi kapsayan yeni bir eğitim programı oluşturulabileceği sonucuna varılmaktadır (Lester, 2013; Schoenfeld, 2004).

İlkokul matematik öğretim programı, öğrencinin gelişimini, farklı seviyelere göre adapte etmeye yönelik olmalıdır. YTM ile matematikçilere, matematik eğitimcilerine, araştırmacılara, eğitim programı geliştiren uzmanlara, öğretmenlere ve eğitim politikasında uzman kişilere matematik eğitiminde öğretim, yöntem, teknik ve araç gereçlerinden biri olarak kullanılabilecek ilgi alanlarının ve farklı becerilerin geliştirilmesi için farklı aktivitelerin yer aldığı bir model alternatifi sunulmaktadır (Foster ve diğ., 2016).

Araştırmanın amacı ilkokul düzeyinde teknoloji destekli matematik eğitimi için yapı taşları modelinin öğrencilerin matematik başarısına etkilerini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda “Teknoloji destekli matematik eğitiminde Yapı Taşları Modelinin öğrencilerin matematik başarılarına etkisi var mıdır?” araştırma problemine yönelik olarak şu hipotezler belirlenmiştir:

Hipotez 1: Deney grubunun ön test akademik başarı puanları ile kontrol grubunun ön test akademik başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

Hipotez 2: Deney grubunun son test akademik başarı puanları ile kontrol grubunun son test akademik başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Hipotez 3: Deney grubunun akademik başarı testi ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Hipotez 4: Kontrol grubunun akademik başarı testi ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

Ortaya konan veriler ve Türk öğrencilerinin uluslararası matematik başarılarındaki olumsuz sonuçlar, Türkiye’de ilkokuldan başlayarak matematik öğretim programında yapılması gereken değişiklikleri göstermektedir. Bu çalışmada matematik öğretim programında teknolojinin imkanlarından faydalanmak üzere geleneksel yöntemlerin dışında ulusal ve uluslararası argümanlara dayanan, güvenilir ve geçerli araçlarla edinilen verilere göre oluşturulan, matematik öğretiminde öğretmenlere rehber, öğretim yöntem ve tekniklerinden biri olarak kullanılabilecek bir program tanıtımı sunulmaktadır.

Bu çalışmada teknoloji destekli bir program aracılığıyla alan yazındaki düşük puanlı matematik sınav raporları doğrultusunda, ilkokul 2. sınıf kademesinde akademik başarının

artırılması beklenmektedir. Nitelikli bir eğitimin amacı, öğrencilerin tüm eğitim-öğretim sürecini kapsayacak şekilde matematik eğitiminde akademik başarıyı sağlamaktır (Brown, 2000). Bu olumlu yöndeki beklentiler, araştırma konusu YTM'nin, matematik derslerindeki başarı ve becerilerinin kazandırılmasındaki etkisinin araştırılmasına yönelik önemi ortaya koymaktadır. Teknoloji destekli YTM'nin matematik dersinde uygulanmasında, ilköğretim 2. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarını artırması ve becerilerini geliştirmesi kapsamında araştırmaya değer bulunmuştur. Ulusal alan yazının incelemesi sonucunda Türkiye'de bu modelin uygulanmasına yönelik herhangi bir deneysel çalışma bulunmamaktadır. YTM'nin Türkiye'de bir eğitim kademesinde uygulanması ilk olup alan yazına önemli bir katkı sağlayarak gelecek eğitim programlarında kaynak olarak kullanılacağı düşünülmektedir.

2019 yılından bugüne dek etkisini gösteren Covid-19 pandemi süreci, Türkiye'de örgün eğitim veren kurumlarımızın derslerinde uzaktan eğitim yaklaşımı uygulanmadığını ortaya çıkarmıştır. Bu süreçte Türkiye'de de örgün öğretimde uzaktan eğitimde çevrimiçi eğitim platformları aracılığıyla gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Bu durum öğrencilerin bireysel olarak dahil olabilecekleri eğitim uygulamalarına işaret etmiştir.

Bu çalışmada konu edinilen YTM'nin çevrimiçi uygulanabilirliği, öğrencinin yaş düzeyine, eğitim programımızın hedef ve kazanımlarına yönelik etkinliklere, konu anlatımına, istenilen zaman ve yerde ulaşım fırsatı sağlaması ile günümüz eğitim-öğretim süreci değişikliğine de nitelikli bir şekilde dahil edilebileceği görülmektedir. YTM programı, uzaktan eğitim öğrencileri için yüksek kalitede, eğlenceli matematik etkinliklerine ulaşabilecekleri bir uygulamadır.

Dolayısıyla matematiğin temel bilgisinin kazanıldığı 2. sınıf kademesinde, YTM öğrencinin daha kalıcı ve kolay öğrenmesi, kavramların somutlaştırılması için teknolojinin görsel kaynak sunma özelliği öğrenme sürecine katılarak matematik öğretimi için sınıf öğretmenlerine ve sınıf öğretmeni adaylarına uluslararası alanda başarıları kanıtlanmış bir kaynak olarak gösterilebilir.

YÖNTEM

Bu çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel desen olarak Öntest-Sontest Kontrol Gruplu desen (Karasar, 2019: 137) kullanılmıştır. Araştırmanın deney grubu öğrencilerine YTM eğitim programı uygulanırken kontrol grubu öğrencilerine herhangi bir müdahalede bulunmadan geleneksel öğretim doğrultusunda uygulama yapılmıştır. Kontrol grubuna ise bir müdahalede bulunulmamış ve MEB programındaki müfredata göre öğretim yapılmıştır.

Çalışma Grubu

Çalışma grubu 2016-2017 eğitim-öğretim yılında İstanbul ilinin, Güngören ilçesi ilkokullarından, Yahya Çavuş İlkokulunda öğrenim görmekte olan 213 öğrenci ve Cumhuriyet İlkokulunda öğrenim görmekte olan 238 öğrenciden oluşmaktadır. Yahya Çavuş İlkokulundan 213 öğrenci ile başarı testi geçerlik, güvenirlik analizleri için pilot çalışma uygulamaları yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarını belirlemek üzere uygulama yapılan ilkokulun 2. Sınıf şubelerine başarı testi ön test olarak uygulanarak aritmetik ortalamalarının tespiti yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının belirlenmesinde istatistiksel analiz tekniği İlişkisiz (Bağımsız) grup t testi sonucuna bakılmıştır. Sonuçlara göre aritmetik ortalamaları ve sınıf mevcudu olarak birbirine en yakın iki sınıftan 2-E sınıfı deney grubu, 2-H sınıfı ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubu olarak 2-E'nin seçilmesi ön test aritmetik puan ortalaması 10,8857 değerine sahip olması ile 40,4063 değerine sahip 2-H'den daha düşük olması ile son test sonuçlarındaki farkın daha rahat farkedilmesinin beklenmesidir. Analiz verilerine göre 2-E ve 2-H sınıflarından 68 öğrenci seçilerek

çalışmanın deneysel uygulamalarına başlanmıştır. Araştırmada yarı deneysel desen kullanılmasından yola çıkarak evren ve örneklem yerine çalışma grubu ifadesine yer verilmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının belirlenmesinin ardından grupların dağılımlarının normalliğini belirlemek üzere grupların Kolmogorov Smirnov testleri sonuçlarına bakılmıştır.

Başarı testinden elde edilen puanların normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek üzere yapılan tek örneklem Kolmogorov-Smirnov testi sonucunda ($z=.856$ ve 1.065 ; $p>.05$) verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

Grupların homojenliğini belirlemek üzere deney grubu olan 2-E sınıfına ve kontrol grubu olan 2-H sınıfına ilişkisiz (Bağımsız) grup t testi uygulanmıştır.

Tablo 1. Başarı Testi Ön test Puanlarının Sınıf Değişkenine Göre Farklılaşp Farklılaşmadığını Belirlemek Üzere Uygulanan İlişkisiz (Bağımsız) grup t testi İstatistik Sonuçları

Gruplar	N	X	SS	t testi		
				t	df	p
2-E (Deney)	35	10,8857	-3,15219	-1,889	61,478	,064
2-H (Kontrol)	33	12,4063	-3,12994			

Tablo 1’de görüldüğü üzere, öğrencilerin başarı testi puanlarının 2-E ve 2-H şubeleri arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek üzere uygulanan bağımsız grup t testi sonucunda, her iki grubun aritmetik ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmamıştır ($t=-1.889$, $p>.05$).

İşlem Basamakları

ve bir grup kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarının belirlenmesinde istatistiksel analiz tekniği İlişkisiz (Bağımsız) grup t testi sonucuna bakılmıştır. Sonuçlara göre aritmetik ortalamaları ve sınıf mevcudu olarak birbirine en yakın iki sınıftan 2-E sınıfı deney grubu, 2-H sınıfı ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

Başarı testi deney grubunda ve kontrol grubunda ön-son testler şeklinde uygulanmışlardır. Veri analizi yapmak üzere ilişkisiz (bağımsız) t testi ile ilişkili (bağımlı) t testi ve Kolmogorov Smirnov testi kullanılmıştır.

Deney grubu öğrencilerine YTM’ye uygun olarak 10 hafta ders uygulaması yapılmıştır. Öğrenciler için gerçek yaşam durumlarıyla ilişkilendirilen, YTM eğitim programı içeriğine göre problemlere yer verilmiştir. Etkinliklerin yapılması ve problemlerin çözülmesi sürecinde öğrencilerin, problemi çözerken konuşurma, açıklamak, problem senaryosu içinde çözüm yollarını düşünme şeklinde kendini ifade ederek katılımları sağlanmıştır. Bu aktif katılım matematiğin kavramsal öğrenilmesine de fayda sağlamaktadır (NCTM, 2013). Kontrol grubu öğrencilerine ise ilkökul 2. sınıf MEB matematik eğitim programı uygulanmıştır. Araştırmada deney grubundaki tüm uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

Deney grubuna iki ders saati YTM eğitim programı hakkında bilgi verilmiştir. YTM yazılım programı ve teknolojik araçlarla kullanım aşamaları tanıtılmıştır. Öğrenciler YTM eğitim programının yazılım uygulamasına eklenerek şifreleri oluşturulmuştur. Öğrencilerin yazılım programına giriş yapma, programı kullanma süreci açıklanmıştır. Bu şekilde sınıf ortamı dışında da diğer teknolojik araçlarla yazılım programını kullanabilmeleri ve eğitim programını tanımaları sağlanmıştır. Deney grubu öğrencilerine 10 hafta boyunca üçer ders saati, YTM matematik eğitim programı doğrultusunda Sayılar ünitesiyle ilgili konular, hedefleri ve kazanımları teknoloji desteğiyle işlenmiştir. YTM programı kapsamında yer alan yazılı ve çalışma ödevleri dışında da bu

yazılım programı üzerinden ödevler verilmiştir. Haftalık olarak öğrencilerin istatistiksel bilgileri ekranda gösterilmiştir. Öğretmen bu istatistiksel bilgileri inceleyerek süreç içerisinde ek çalışmalara yer vermiştir. YTM eğitim programı sınıf ortamında teorik olarak bilgisayarda ve akıllı tahtada animasyonlu dijital etkinliklerle işlenmiştir. Öğrencilere okul dışındaki ortamlarda da eğitim programının etkinliklerine bilgisayar, laptop ve tabletleriyle ulaşabilecekleri şekilde yönlendirme yapılmıştır. Öğrenciler istedikleri zaman, istedikleri teknolojik araçla, bireysel olarak da YTM eğitim programından faydalanabilmektedir. Öğrenciler tarafından konu tekrarı ve pekiştirme yapabilmeleri ya da okula gelememe gibi durumlarda teknolojik araçlarla programa esnek ve kolay bir şekilde ulaşılabilmesi sağlanmıştır.

Kontrol grubu öğrencilerine MEB 2015 eğitim programının yer aldığı yıllık plan, hedef ve kazanımlar doğrultusunda Sayılar ünitesiyle ilgili öğrenme alanları uygulanarak dersler işlenmiştir. Ders kitaplarında verilen etkinliklerle yıllık ve günlük planlarda yer alan kazanımlar temel alınarak programlama yapılmıştır. Öğretim sürecinde ders araç gereci olarak ders kitapları, yıllık ve günlük planda yer alan materyaller ve sınıf tahtası kullanılmıştır. Konular öğretmen tarafından, düz anlatım yolu ile ders kitapları, çalışma kitapları ve sınıf tahtası kullanılarak verilmiştir. Öğretmen öğrencilere ders sırasında not tutturma, öğrencilere sorular yönelme, ev ödevleri verme şeklinde bir süreç izlemiştir.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada verilere, öğrencilerin matematik dersi başarılarının ölçülmesi amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanan çoktan seçmeli sorulardan oluşan akademik başarı testi ile ulaşılmıştır.

İlkokul matematik dersi 2. sınıf öğretim programı dahilinde soruların hazırlanması için, sayılar konusunun ilgili literatür araştırmalarına öncelik verilmiştir. Başarı testinin geçerlik kapsam geçerliğini test etmek üzere görüşüne başvurulmuş uzmanların geri dönüşleri ile her bir maddenin geçerliği incelendikten sonra maddelerdeki yazım ve ifade hataları da düzeltilmiş, uygun görülmeyen maddeler çıkarılmıştır (Büyüköztürk, 2004; Karasar, 2019, 196).

Araştırmacı tarafından ilkök 2. Sınıflar MEB Matematik Eğitim programında Sayılar konusunun kazanımları doğrultusunda her bir kazanım için bir belirtke tablosu hazırlanarak matematik alanında uzman öğretim görevlilerine kontrol ettirilmiştir. Belirtke tablosuna göre ilkök 2. sınıflar MEB matematik ders ve çalışma kitapları, kaynak kitaplar, TIMSS soruları ve YTM yazılımında yer alan sorular incelenerek çoktan seçmeli madde tipi kullanılarak 40 soruluk bir akademik başarı testi hazırlanmıştır. Testin pilot çalışması için başarı testinin uygulanacağı öğrenciler bir önceki eğitim-öğretim döneminde Sayılar konusunu öğrenmiş olan ilkök 3. sınıf öğrencileri belirlenmiştir. Test çoktan seçmeli ve 3 seçenekli olarak uygulanmıştır. 253 öğrenciden edinilen veriler doğrultusunda madde ayırt edicilik indeksleri hesaplanmıştır. Gerekli madde geçerlik indeksleri de bulunarak 40 soruluk test 20 soruya indirilmiştir. 20 soruluk akademik başarı ilkök 2. sınıflara uygulanarak testte yer alan her maddenin madde analizi sonucunda güvenilirlik katsayısı 0.87 olarak ölçülmüştür. Bu değer, geliştirilen başarı testinin güvenilir olduğunu kanıtlar niteliktedir. Bu çalışmalar sonucunda hazırlanan başarı testi son şeklini almıştır.

Verilerin Analizi

Bu araştırmada yarı deneysel desen olarak Öntest-Sontest Kontrol Gruplu desen (Karasar, 2019: 137) kullanılmıştır. Deneysel araştırmalarda, deneysel koşullar deney ve kontrol grupları için eşitlenmektedir. Koşullar eşit hale getirildikten sonra, uygulama sırasında bağımsız değişken üzerinde değişiklik yapılarak bağımlı değişken için meydana gelen değişikliklerin etkisi tespit edilmektedir. Aynı gruba ait belirli bir müdahale öncesi ve sonrası puanları karşılaştırılmaktadır (Özmantar, 2019: 60; Selçuk, 2005: 10).

Eğitim ortamlarında deneysel araştırmadaki deneklerin rutinlerine müdahale etmek ya da araştırma desenine uygun olarak sınıfları yeniden düzenlemek çoğunlukla olanaksızdır. Bu durumda eğitim araştırmalarında yarı deneysel desenler uygulanmaktadır. Yarı deneysel desen araştırmasında deney ve kontrol grupları ön ölçümler ve ölçütler sonucunda seçilmektedir (Ekiz, 2003).

Araştırmada verilerin toplanması sonrasında kullanılan istatistiksel işlemler şu şekilde uygulanmıştır:

- Tanımlayıcı istatistiklerden aritmetik ortalama değerleri deney grubunun ve kontrol grubunun öntest- sontest ölçümlerinden edinilen verilerle belirlenmiştir.
- Tanımlayıcı istatistiklerden normal dağılımın belirlenmesi için deney ve kontrol gruplarına Kolmogorov Smirnov testleri uygulanmıştır.
- İlgili çalışmanın hipotezlerine ulaşma bakımından p anlamlılık değerlerine göre yorumları yapılmıştır.
- Veri analizinde deney ve kontrol gruplarının araştırmadaki nicel verilerin analizinde SPSS 16.00 paket programı kullanılmıştır. Çalışmamızda parametrik hipotez testlerinden t testi kullanılmıştır.
- Deney ve kontrol gruplarından oluşmak üzere iki farklı örneklemin ortalamalarını karşılaştırırken bağımsız (ilişkisiz) örneklem t testi kullanılmıştır.
- Bağımlı (İlişkili) örneklem t testinde aynı örneklem grubu üzerinde iki farklı ölçüm puanları alınarak analizler yapılır (Cansoy ve Türkoğlu, 2019: 140-141; Kalaycı, 2017). Deney ya da kontrol grubunun farklı zamanlardaki başarılarını ölçmek üzere ön test-son test verileri ile analiz yapılmıştır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Deney ve kontrol gruplarını belirlemek üzere uygulama yapılan ilkökul 2. sınıf şubelerine başarı testi ön test olarak uygulanarak aritmetik ortalamalarının tespiti yapılmıştır.

Tablo 2. Başarı Testi Ön test Puanlarının Sınıf Değişkenine Göre Farklılaşp Farklılaşmadığını Belirlemek Üzere Uygulanan İlişkisz t testi

Şubeler	N	X	SS
2E	35	10,8857	3,81769
2H	33	12,4063	2,72218
2A	36	8,7778	2,46242
2F	34	13,1290	3,93058
2D	21	8,0000	4,23084
2K	24	9,4348	4,61052
2C	29	12,1786	3,95393
2G	26	9,4400	3,41663
Total	238	10,6623	3,97255

Tablo 2’de görüldüğü üzere deney ve kontrol gruplarının belirlenmesinde istatistiksel analiz tekniği ilişkisz (Bağımsız) grup t testi sonucuna bakılmıştır. Başarı testinin ön test olarak uygulandığı ilkökul 2. sınıfların aritmetik puan ortalamaları tespit edilmiştir. Sonuçlara göre aritmetik ortalamaları ve sınıf mevcudu olarak birbirine en yakın iki sınıftan 2-E sınıfı deney grubu, 2-H sınıfı ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubu olarak 2-E’nin seçilmesi ön test aritmetik puan ortalaması 10,8857 değerine sahip olması ile 12,4063 değerine sahip 2-H’den daha düşük olması ile son test sonuçlarındaki farkın daha rahat farkedilmesinin beklenmesidir.

Deney ve kontrol gruplarının belirlenmesinin ardından grupların dağılımlarının normalliğini belirlemek üzere grupların Kolmogorov Smirnov testleri sonuçlarına bakılmıştır.

Dağılımın Normalliğini Denetlemek Üzere Yapılan Kolmogorov Smirnov Testleri

Kolmogorov-Smirnov testi verilerin analizinde uygulanacak olan istatistik yöntemlerini belirlemek üzere başarı testinden edinilen verilerin dağılımının normal dağılım uygunluğunun tespit edilmesi amacıyla uygulanmaktadır (Field, 2005).

Başarı Testi Kolmogorov-Smirnov Test Sonuçları

Tablo 3. BT'den Edinilen Puanların Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov Testi Sonuçları

Değerler		BT ön test puanı	BT son test puanı
N		68	68
Parametreler	$\bar{X}$	59,63	72,27
	ss	17,89	20,54
K-Smirnov Z		,856	1,065
p		,457	,206

Tablo 3'te görüldüğü üzere başarı testinden elde edilen puanların normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan tek örneklem Kolmogorov-Smirnov testi sonucunda ($z=.856$ ve 1.065 ; $p>.05$) verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

BT'den elde edilen puanların normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan tek örneklem Kolmogorov-Smirnov testi sonucunda dağılımın normal dağılımdan farklılığı anlamlı bulunmamıştır.

Grupların Denkliğini Belirlemek Üzere Yapılan İlişkisiz Grup t Testlerine İlişkin

Deney grubunun ve kontrol grubunun hazırbulunuşlukları yönünden denkliklerini belirlemek üzere "İlişkisiz (Bağımsız) grup t testi" uygulanmıştır. Analiz işlemleri sonucunda elde edilen bulguların Sayılar başarı testinin ön test toplam puanları tablolar halinde aşağıda sunulmuştur.

Grupların Başarı Testi Ön test Puanlarına İlişkin Veriler

Grupların homojenliğini belirlemek üzere deney grubu olan 2-E sınıfına ve kontrol grubu olan 2-H sınıfına ilişkisiz (Bağımsız) grup t testi uygulanmıştır.

Tablo 4. Başarı Testi Ön test Puanlarının Sınıf Değişkenine Göre Farklılaşp Farklılaşmadığını Belirlemek Üzere Uygulanan İlişkisiz (Bağımsız) grup t testi İstatistik Sonuçları

Gruplar	N	X	SS	t testi		
				t	df	p
2-E (Deney)	35	10,8857	-3,15219	-1,889	61,478	,064
2-H (Kontrol)	33	12,4063	-3,12994			

Tablo 4'te görüldüğü üzere, öğrencilerin puanlarının 2-E ve 2-H şubeleri arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek üzere uygulanan bağımsız grup t testi sonucunda, her iki grubun aritmetik ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmamıştır ($t=-1.889$, $p>.05$). Bu durum deney ve kontrol gruplarının başarı testinin ön test puanları açısından denk olarak kabul edilebileceklerini göstermektedir.

BULGULAR

Bu araştırmada, teknoloji destekli YTM'nin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine ve başarılarına etkisinin anlamlı olup olmadığı incelenmiştir. Araştırma hipotezlerinin bulgularına aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 5. Deney Grubu ve Kontrol Grubunun Öntest Puanlarının t Testi Sonuçları

Puan	Gruplar	N	X	SS	SH _x	t testi		
						t	Sd	p
Test 1	2-E (Deney)	35	58,00	21,185	,64531	-,782	58,620	,438
	2-H (Kontrol)	33	61,36	13,709	,48122			

Tablo 5'te görüldüğü gibi öğrencilerin başarı testi öntest puanlarının 2-E ve 2-H şubeleri arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla uygulanan bağımsız grup t testi sonucunda, grupların aritmetik ortalamaları arasında, istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($t=-0.782$, $p>.05$).

Tablo 6. Deney-Kontrol Gruplarının Başarı Son Test Puanlarının t- testi Sonuçları

Gruplar	$\bar{X}$	N	SS	SH _x	t testi		
					t	Sd	p
Öntest	58,00	35	21,185	3,581	-7,907	34	,000
Sontest	83,86	35	14,198	2,400			

Tablo 6'da görüldüğü gibi deney grubundaki öğrencilerin başarı testi öntest puanları ve sontest puanları arasındaki farkı belirlemek üzere uygulanan ilişkili grup t testi sonucunda, öntest puanları ve sontest puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır. ($t=-7.907$, $p<.01$). Deney grubunun sontest puanlarının ($X=83.86$), öntest puanlarından ($X=58.00$) daha yüksek oluşu bu farklılığı ortaya çıkarmıştır.

Tablo 7. Kontrol Grubunun Öntest-Sontest Puan Ortalamalarının t -Testi Sonuçları

Gruplar	$\bar{X}$	N	SS	SH _x	t testi		
					t	Sd	p
Ön test	61,36	33	13,709	2,386	,344	32	,733
Son test	60,00	33	19,162	3,336			

Tablo 7'ye bakıldığında, kontrol grubu öğrencilerinin başarı puanlarının ön test puanları ve son test puanları arasındaki farkın belirlenmesi için uygulanan ilişkili grup t testi sonucunda, kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($t=0.344$, $p>.05$).

Tablo 8. Deney-Kontrol Gruplarının Başarı Son Test Puanlarının t- testi Sonuçları

Gruplar		N	X	SS	SH _x	t testi		
						T	Sd	p
Test 1	2-E (Deney)	35	83,86	14,198	2,400	5,856	66	<u>,000</u>
	2-H(Kontrol)	33	60,00	19,162	3,336			

Tablo 8’de görüldüğü gibi, deney ve kontrol gruplarının başarı son test puanlarında 2E ve 2H şubeleri arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek üzere uygulanan ilişkisiz grup t testi sonucunda, grupların aritmetik ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık görülmektedir ($t=5.856$, $p<.05$). Puan ortalamaları verileri sonucunda, deney grubunda edinilen ($X=83.86$) ortalamasının, kontrol grubunda edinilen ortalamadan ($X=60$) daha yüksek olması nedeniyle anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır. Söz konusu farklılık, YTM’nin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin lehine gerçekleşmiştir.

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, öğretmenler açısından öğrencilerin öğrenmelerinin gerçekleşmesine yönelik bir ders programı, öğrenciler açısından ise uygulamalı etkinliklerden oluşan bir model incelenmiştir. Bir bilgisayar yazılım programı içeren model, öğrencinin etkili ve kalıcı öğrenimini sağlarken öğretmenin ise en nitelikli şekilde öğretmesine yardımcı olmak üzere hazırlanmıştır. Gerçek hayatı içeren problem çözmeye yönelik etkinliklere ulaşım imkânı veren program, teknoloji desteği ile matematik öğrenme alanlarının, sınıf içi ya da sınıf dışı ortamlarda da ulaşılabilir olması ve bireysel öğretimin sağlanmasına yönelik dinamik bir eğitim müfredatına sahiptir.

Bu bölümde çalışmadan elde edilen bulgular ve ilgili literatür araştırmaları doğrultusunda;

Deney ve kontrol grubunun başarı testi son test aritmetik ortalamaları arasında istatistiksel açıdan .05 düzeyinde anlamlı bir farklılık görülmektedir. Bu bulgulardan yola çıkarak deney ve kontrol grupları arasında akademik başarı testi açısından YTM’nin uygulandığı deney grubunun lehine bulgu desteklenmektedir.

Bu bulgular alan yazın araştırmalarıyla da uyum göstermektedir. Bilgisayar teknolojilerinden yararlanılarak işlenen derslere farklı yöntem ve tekniklerin dahil edilmesi öğrencilerin matematik dersine yönelik akademik başarılarını istendik düzeyde etkilediği, öğrencilerin öğrenmesine katkıda bulunduğu, derslere ilgi ve aktif katılımı artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Brown, 2000; Foegen ve Lind, 2011). Kacan’ın (2023) çalışmasında Yapı Taşları matematik eğitimi programının Türkiye’de okul öncesi 4 yaş çocuklarının geometrik şekilleri tanıma düzeylerine etkisi, ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda, üçgen ve dikdörtgen şekillerinin ortalama puanlarında deney grubu lehine anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Özellikle çocukların matematik dersi içinde yer alan geometrik şekilleri tanıma son testinden elde ettikleri yanıtların analizinde, deney grubundaki çocukların kontrol grubuna göre geometrik şekilleri kendi ifadeleriyle tanımlama yetilerinin daha gelişmiş olduğu görülmüştür.

YTM müfredatı matematiksel içerik, pedagoji, öğretmen kılavuzu, teknoloji ve değerlendirmeler gibi esas yönleriyle ortak bir öğrenme yörüngesine dayalı olarak tasarlanmıştır. Öğrenme Yörüngeleri, bir öğrenme hedefinin, gelişimsel ilerlemenin ve uyumlu öğretimin entegrasyonunu içeren bir öğretme ve öğrenme yaklaşımıdır (Guss, Clements ve Sarama, 2022). Öğrenme yörüngeleri özellikle sistemli bir yapıda olup, eğitim hedeflerini, çocukların düşünme gelişimini ve deneysel olarak desteklenen pedagojik stratejileri birleştirip bütünleştirirler. Bu sayede öğretmenler, öğrencinin yaptıklarını, düşündüklerini, inşa ettiklerini yorumlayabilir ve öğrencilerin matematiksel düşünmesini genişletecek öğretimsel etkinlikler sunarlar. Eş zamanlı olarak öğretmenler, öğretim stratejilerini çocuğun bakış açısından görebilir ve öğrenmeye katılmak için anlamlı ve eğlenceli fırsatlar sunabilir. (Clements, Lizcanove Sarama, 2022).

Müfredatın işlevinin belirlenmesi için YTM matematik müfredatı uygulanan çocukların, birinci sınıfın sonunda matematik becerileri ölçümlerinde, bu müfredatın uygulanmadığı çocuklara göre performans sonuçları değerlendirilmiştir. Araştırmada üç kentsel okul bölgesinde 16 devlet okulunda 2100 öğrenciye öntestlerin uygulanmasıyla başlamıştır. Çalışma örneği, doğrudan değerlendirme, öğretmen derecelendirmeleri ve gözlemleri içeren süreci kapsamaktadır. YTM grubu ölçüm sonuçları .35 ile .69 arasında değişen sayısal değerleriyle kontrol grubundan daha iyi performans göstermiştir (Clements, Sarama, Farran, Lipsey, Hofer ve Bilbrey, 2011).

Bu araştırmada, YTM'nin teknolojik kaynaklarının somutlaştırma açısından kullanılması ilkokul düzeyindeki öğrencilere matematikte soyut kavramların öğretilmesi başarısını artırmada daha etkili olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verilere literatürde de ulaşılabilmektedir:

Türkiye'de TIMSS 2011 sonuçlarına göre 4. sınıf öğrencilerinin dörtte birinde temel matematik bilgisi bulunmazken, 8. sınıf öğrencilerinin üçte birinde temel matematik bilgisi bulunmamaktadır (Oral ve McGivney, 2013). Bu fark, Türk eğitim sisteminde öğrenme süreçlerinden ve öğrenci bilgisinden yola çıkılarak matematik programında yapılması gereken reformlara işaret etmektedir. Bu araştırma kapsamında, YTM eğitim programının ana hatlarıyla örtüşmekte olup YTM'nin Türkiye'de matematik öğretim programına dâhil edilebileceğini ve öğrencilerin matematik başarı performanslarını artıracak olduğunu göstermektedir.

YTM araştırmacıları tarafından yapılan bir çalışmada Amerika Birleşik Devletleri'nde bir devlet okulunda öğrenim gören 68 öğrencinin yer aldığı deneysel deney grubuna "YTM Matematik Eğitim Programı" uygulamasına yer verilmiştir. Sonuçlara göre deney grubu öğrencilerinin matematik puanları ortalamalarında, kontrol grubu öğrencilerinin puanlarından anlamlı bir farkla artış tespit edilerek sontest puan ortalamaları karşılaştırıldığında etki büyüklüğü Sayılar konusu için 0.85 olarak belirlenmiştir (Clements ve Sarama, 2007).

Ekvadorlu anaokulu öğrencilerinin erken yaştaki sayısal yetilerini geliştirmek için YTM'nin etkililiğini araştırmak üzere yapılan çalışmada 355 öğrenciyi kapsayan 18 sınıf deneysel çalışma ile rastgele deney ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere YTM, kontrol grubundaki öğrencilere normal matematik programı uygulanarak öntest-sontest müdahalesiyle analiz verileri belirlenmiştir. Sonuçlara göre deney grubundaki öğrencilerin erken sayısal yeterliliklerinde kontrol grubundakilere göre daha fazla ilerleme kaydedildiği saptanmıştır. Ayrıca

YTM, daha nitelikli bir matematik eğitimi ile ilişkilendirilmiştir (Bojorque, Torbeyns, Hoof, Nijlen ve Verschaffe, 2018).

YTM yazılım programının, İspanyol öğrencilerin matematik başarı performanslarına etkilerinin incelendiği bir araştırmada 9 okulda, 247 öğrenciden tesadüfi olarak atanan deney ve kontrol grupları belirlenmiştir. Deney grubunda, 21 haftalık bilgisayar destekli öğretimi içeren YTM ile kontrol grubunda ise normal bilgisayar destekli öğretimi kapsayan bir program uygulanmıştır. Öğrencilerin sayısal başarı puanları üzerindeki değişimlerini test etmek üzere uygulamalı problemlerin yer aldığı akademik başarı testinden, deney grubu öğrencilerinin anlamlı seviyede yüksek notlar elde ettikleri tespit edilmiştir. Bu doğrultuda YTM yazılım programının öğrencilerin matematik yeterliliklerini daha da geliştirmek üzere destekleyici bir metod olarak kullanılabileceği göze çarpmaktadır (Foster, Anthony, Clements, Sarama, J. ve Williams, 2018).

“Teknoloji Destekli Probleme Dayalı Öğrenme Uygulamalarının (TPU)” fonksiyon konusunda öğrencilerin akademik başarılarına etkisini belirlemek üzerine bir çalışma yapılmıştır. Uygulamada TPU ile işlenen matematik dersinde deney grubunun ve derslerin geleneksel öğretimle işlendiği kontrol grubunun başarı puanları analizi sonucunda matematik dersi akademik başarıları puanlarının deney grubunun lehine olumlu bir farkla artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu duruma sebep olarak, teknoloji kullanımı ile sunulan görsel etkinliklerin öğrencilerin motivasyonlarını artırması; matematik kavramlarının somutlaştırılarak anlaşılmasına yardımcı olması; zaman tasarrufu ile daha hızlı ve iyi öğrenmelerine olanak sağlaması gösterilmektedir (Çetin ve Mirasyedioğlu, 2019).

Deney grubunun öntest puanları ve sontest puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark saptanmıştır. Deney grubu son test verilerinin öntest verilerine kıyasla artışı görülmektedir. Alan yazında teknolojinin matematik öğretiminde kullanılmasının, öğrencilerin öğrenimini geliştirdiğine yönelik görsel manipülatiflerin etkilerini inceleyen çalışmalar mevcuttur (McGeehee ve Griffith, 2004; Thompson ve Sproule, 2005).

YTM ile yapılan öğretim sonucunda, sayı kavramları somut hale getirilerek kavramlarla matematiksel ilişki kurlmaları sağlanır. İkinci sınıf öğrencileri iki basamaklı sayılar konusunu ve basamak değerlerini öğrenme sürecindedirler. YTM ile iki basamaklı sayılarla işlemlerin yapılmasını sağlamak üzere problem çözmeye yönelik öğrenime imkân verilmektedir (Özel ve Özel, 2012: 149). Yazılım programının animasyonları, sınıf içi ortamda lego, jenga gibi manipülatifler matematik öğretimini eğlenceli hale getirirken öğrencilerin tümünün derse katılması teşvik edilir. Matematik eğitim programında genel hedeflerden biri matematiği ilgi çekici biçime dönüştürmektir (Howe, 2011: 1).

Eğitim-öğretim ortamları teknolojiye meydana gelen değişikliklerle etkileşimli ortam, çoklu ortam ve sanal gerçekliğe doğru bir dönüşüme uğramaktadır. Etkili bir çevrimiçi öğretim ortamı sunan sanal sınıf uygulamaları, eğitim ve öğretim bağlamında destek, kolaylık, aktif öğrenmeye teşvik ve öğretime nitelik sağlamaktadır (Kuzu, Uysal ve Kılıçer, 2008). Günümüzde çevrimiçi ortamda matematik öğretimi için yeni olanaklar sağlanmakta; nitelikli öğretim programları ile öğretmenlerin yararlanabileceği kaynaklar artmaktadır. Bu teknolojik kaynaklar ile ulusal ve

uluslararası ders programları ve etkileşimli uygulamalar sınıf ortamına dahil edilebilmektedir (MEB, 2018).

Bu çalışmayı destekleyen diğer bir çalışmada matematik öğretiminde teknoloji desteğinin, okul öncesinden başlayarak yükseköğretim sürecine dek kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, matematik derslerinde teknolojinin öğrenmeye dahil edilmesinde; öğretmenler tarafından özellikle ilkökul düzeyinde bilgisayar, projeksiyon ve akıllı tahtanın sınıflarda öğretime yardımcı bir destek olarak kullanılmasına ve ilgiyi artırıcı bir öge olarak görülmesine işaret etmektedir (Hacıömeroğlu, 2019).

Erginbaş'ın (2009) ortaöğretim düzeyindeki matematik öğretiminde teknoloji destekli ortamların öğrenciler üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında, derslerde projeksiyon cihazı, bilgisayar ve akıllı tahta gibi teknolojik ürünlerin kullanılmasının matematik korku-kaygı düzeyini azaltması ve derse ilgiyi artırmasından yola çıkarak matematik derslerinde teknolojinin yaygın kullanımının gerekliliği sonucuna ulaşılmıştır.

Hannafin ve diğerlerinin (2001) teknolojinin matematik dersi üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, öğrencilerin motivasyonunu artırarak derste aktif hale gelmelerinde, matematiksel becerilerindeki ilişkilendirmeleri sağlamada teknolojinin yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Cogill'in (2002) çalışmasında öğretmenler, akıllı tahtaları; problem yazımında zaman tasarrufu sağlama; öğrencilerin görme ve okuma kolaylığı için geniş gösterim alanı sunma; ekran üzerinde kavramları görselleştirme; dikkat toplama; kolayca ulaşılamayan metin veya simgelere ihtiyaç duyulduğunda ortaya çıkarma amaçlarıyla kullandıklarını belirtmişlerdir. Çalışmada ek olarak akıllı tahtaların öğrencilerin tahtaya çözümlerini yazmak üzere ders katılımlarını artırma; çözümlere ve cevaplara düzeltme olanağı sağlama; ders sürecini kaydetme; bireysel ve bağımsız düşünme becerilerini ortaya çıkarma işlevlerini sağladığı görülmüştür. Matematik dersinde YTM yazılımının akıllı tahta üzerinde uygulanması bu süreçlerin öğrenciler üzerindeki olumlu etkisini desteklemektedir.

Öğretmenlerin öğrencilerin kendi matematiksel fikir ve stratejileri ile öğretim sürecine öğrencilerini uyumlamak için yaşantılara yer vermenin olumlu katkı sağladığı belirtilmiştir (Clements ve Sarama, 2004). Bu doğrultuda 6. sınıf öğrencilerinin matematik öğretiminde teknoloji kullanımına yönelik görüşlerinin ele alındığı çalışmada, teknoloji destekli matematik dersi işlenirken sınıf ortamının daha keyifli bir hale geldiği, öğrencilerin bu sayede gerçek hayatla matematiği ilişkilendirme ve matematik okuryazarlığı yeterliklerinin arttığı, somutlaştırılan matematiksel kavramları daha iyi öğrenildiği sonuçlarına varılmıştır (Köysüren ve Üzel, 2018). Etkileşimli yazılım programları animasyonlar, hareketli uygulamalar ve manipülatifler öğrencilerin ilgisini çekmek ve merakını uyandırmak için motive edici bir teknolojik etkinlik alanı sağlamaktadır (Doğan ve Karakırık, 2013).

Foster ve diğ. (2016), düşük gelirli bir bölgede dokuz okulda 247 anaokulu öğrencisi için 21 haftalık bilgisayar destekli eğitim için kontrollü bir çalışma gerçekleştirmiştir. Deney grubundaki öğrencilere hedeflenen dijital matematik kaynaklarına sahip tabletler ile kontrol grubundaki

öğrencilere ise yalnızca tabletler yoluyla eğitim verilmiştir. Eğitim sonucunda öğrencilerin erken aritmetik ve uygulamalı problem becerilerinde önemli gelişmeler olduğu görülmüştür. Bu çalışma, YTM müfredatı bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanları ve son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık görülmemektedir. Kontrol grubundan alınan bu veriler, uygulanan MEB eğitim programının öğrencilerin matematik başarısını arttırmaya yönelik yeterince destek sağlamadığını göstermektedir.

Bu duruma sebep, öğretmenlerin kaynak kitap olarak sadece ders ve çalışma kitaplarını kullanmaları, birçok geleneksel ders kitabının, öğretmen merkezli ve aktif etkinliklere değil ünitelere yönelik olarak hazırlanmış olması (Yanık, 201,: 41), TIMSS 2011 çalışmasında 4. sınıf öğretmenlerinin %91'inin temel kaynak olarak matematik ders kitaplarını kullandıkları belirlenmiştir. Nitekim kitaplar, belirli bir yöntem, görüş ve kaynakla yazıldıklarından çok yönlü düşünmeye imkân vermemektedirler (Karaağaçlı, 2005).

Türkiye'de matematik öğretim programlarında gerçekleştirilen revizyon çalışmaları doğrultusunda, MEB ders kitaplarına konu içeriği doğrultusunda hazırlanan modelleme etkinlikleri eklenmiştir (MEB, 2005; MEB, 2013). Sayılar-öğrenme alanları, matematik öğretim programlarında temel bileşen olarak yer almaktadır. Ancak MEB yıllık ve günlük ders planları açısından eksik bölümler ve açıklamalardaki belirsizlikler göze çarpmaktadır. Bu doğrultuda Işık ve Kar (2011) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerde sayı algısının ve rutin olmayan problem çözme becerilerinin kazandırılmasında İlköğretim Matematik Dersi 1-5. sınıflar Öğretim Programı'nda (2006), matematik programının hedeflediği düzeye ulaşmadığı belirtilmiştir. Bu nedenle Sayılar öğrenme alanında, sayılarla işlem becerilerinin yanı sıra; sayıların algılanmasına yönelik etkinliklere, sayılar arasındaki çokluk ilişkilerine ve problem içeriğine yer verilerek sayılar arasında hesaplama işlemlerinde bağlantı kurulmasına destek veren etkinliklerin artışına da vurgu yapılmaktadır.

Literatür çalışmalarında matematiksel etkinliklerin planlanmasında çocukların gelişimsel özellikleri doğrultusunda, bireysel yeteneklerini ortaya çıkaran, ilgi ve ihtiyaçlarına yönelik eğitim ortamları hazırlanması ve öğrenme deneyimlerinin zenginleştirilmesi için çocukların öğretimde aktif rol almaları gerektiği belirtilmektedir (Gilmore ve Spelke, 2008). Bu çalışmada ilkokul 2. sınıf matematik öğretiminde teknoloji destekli matematik eğitiminde Yapı Taşları Modelinin (YTM) öğrencilerin matematik başarılarına etkisi incelenmiş olup, çalışmanın problem cümlesi "Teknoloji destekli matematik eğitiminde YTM'nin öğrencilerin matematik başarılarına etkisi var mıdır?" şeklinde ifade edilmiştir. Bu problem cümlesine yanıt bulmak üzere YTM programı uygulanan grubun başarı testi puanları ile MEB programı uygulanan grubun başarı testi puanları arasında ön test-son test puan ortalama analizleri incelenmiştir.

Yapılan literatür çalışmalarında YTM programı ile matematik eğitiminin genel amaçları ve hedeflerinin örtüştüğü görülmekte olup şu sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Matematiğin gerçek hayattaki değerinin anlaşılması için gerekli öğretimin yapılması ile okul dışında da matematik çalışmayı sağlayacak bir öğretimin gerekliliği üzerinde durulmaktadır (Karagöz-Işık, 2007: 24; Kumtepe, 2011: 62). YTM programı ile öğrencilerin okul dışında da matematik öğrenmeye devam etmeleri teşvik edilmektedir.

2. Matematiksel problemlerin çözümü esnasında öğrencinin kendi matematiksel düşüncelerini sözlü ve yazılı olarak sunması hedefine (Ersoy, 2006), YTM programı uygulanan deney grubunun başarı testinden elde edilen verilerin anlamlı düzeyde yüksek olması ile ulaşıldığı görülmektedir.

3. Matematiksel kavramları ve işlem becerilerini öğrenmek üzere öğrenci model kurabilir hedefine (Ersoy, 2006), YTM programında somutlaştırılan manipülatiflerden örnek alarak kendi modellerini oluşturmasıyla ulaşıldığı görülmektedir.

4. Eğitimin başarılı olarak değerlendirilmesinde öğrencinin sürekli araştırma yapması, karşılaştığı problemleri düzenleyerek aktif bir şekilde çözebilmesi, değişen zamanda sınırları aşabilmesi unsurları yer almaktadır (James, 2013: 220). Bu doğrultuda, matematik öğretimine yönelik uygulanan bu çalışmadan yukarıda ulaşılan sonuçları ile eğitimde başarıyı sağlamak, ihtiyaçları ve eksiklikleri gidermek üzere, alana katkı sağlayabileceği ve öğretmenler için matematik öğretiminde kullanılacak bir eğitim programı olarak eğitim programına dahil olabileceği düşünülmektedir.

Eğitim programı son yıllarda üzerinde durulan en önemli konulardan biri olarak matematik eğitim programında, öğrencilerin ve toplumun ihtiyaçları doğrultusunda sürekli bir değişimi sağlamaktadır. Bu değişim, öğretimin etkinliğinin artırılması, çocuğun zihinsel gelişimi, öğrenmenin oluşumuna ilişkin matematiksel kuramlar için araştırmaya dayalı yeni çalışma sonuçlarına, matematik müfredatında yapılabilecek yeniliklere ve sorgulamalara işaret etmektedir (Altun, 2006; Kayhan ve Koca, 2004). Bir eğitim programı araştırma temelli olmasının yanı sıra, programın değerlendirilebilmesi ve öğrenme durumlarını etkilemede işe yarar olup olmadığı ön plana çıkmaktadır (Ginsburg, Lewis ve Clements, 2008). Öğrencilerin düşünen, çözüm üretebilen ve ürettiği çözümleri günlük hayatta uygulayarak başarılı bireyler olmaları için gerekli eğitim-öğretim ortamları hazırlanmalı ve donanımlar sağlanmalıdır. Çalışmamızda temel amaç öğrencilerin matematik eğitim programında yer alan kazanım ve hedeflere ulaşmak için kullanışlı kurallar ve yöntemler bulmalarını sağlamaktır.

YTM, bir öğrencinin öğretmen rehberliğinde merkezde olması; istediği zaman ve yerde, istediği teknolojik araçla uygulama ve tekrar etmelerine olanak sağlamaktadır. YTM eğitim programı sayma, sayılar, işlem, şekiller, ölçme ve örüntü gibi farklı ve önemli matematik alanlarına yer vererek kapsamlı bir matematik eğitim programına sahiptir. YTM, matematik öğretim programlarının oluşturulması, uygulanması ve programlarda belirlenen hedeflere ulaşılması için matematik öğretiminin her kademesinde önemli bir katkı sağlayacaktır. Bu öğeleri ile YTM yazılımının, öğrencilerin farklı matematik becerilerini öğrenmelerini desteklemekte etkili olduğu, öğrencilerin temel matematiksel kavram bilgi ve becerilerini arttırdığı görülmektedir. Son dönemde ortaya çıkan Covid-19 salgını, ders işlemlerin çevrimiçi olarak gerçekleştirilmesi, istenilen zamanda ve mekandan bağımsız, eğitsel bir desteğe erişebilmenin önemine işaret etmiştir (Yılmaz, 2020). Covid-19 salgın sürecinde gerçekleştirilen çevrim içi eğitimde YTM'nin, bireysel eğitimi destekleyen yeni eğitim teknolojisinin bir boyutu olarak dahil edilebileceği düşünülmüştür.

MEB İlköğretim 2. sınıf matematik dersi eğitim programının kullanıldığı matematik dersinde kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarı testi ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark rastlanmamıştır. Dolayısıyla kontrol grubundan alınan bu veriler uygulanan MEB eğitim programının öğrencilerin matematik başarısını arttırmaya yönelik yeterince destek sağlamadığını

göstermektedir. Bu sonucun ortaya çıkmasında problem çözme becerilerini günlük hayatta uyumlayabilecekleri, dikkat çekici etkinliklere yer verilmemesi; öğrencinin geriye dönük bireysel çalışmasına fırsat verilememesi gibi hususlar gösterilebilir.

Bu çalışmadan elde edilen veriler ile YTM'nin, 2016 İlköğretim Matematik programında yer alan etkinlikler, yöntem-teknikler ve ders kitaplarını içeren eğitim programına yönelik yapılan öğretime göre etkililiğinin daha fazla olduğu ve öğrencilerin başarılarını olumlu yönde geliştirdiği sonuçlarına ulaşılmıştır.

2016 verilerinin sonucu dışında program her yıl güncellenmekte olup erişime açıktır. Program, çevrimiçi uygulaması ile COVID-19 pandemi sürecinde ebeveynler, eğitimciler ve öğrenciler için ek materyaller sağlamak üzere kullanılabileceğini göstermiştir.

Araştırma verileri doğrultusunda şu öneriler sunulmaktadır:

- Öğretim programları ve ders kitapları öğrenci düzeyine uygun olarak hazırlanmalıdır. Öğrencilerin işlenen konuların anlatımına teknolojik herhangi bir araçla ulaşmasına, üzerinde soru çözmesine, uygulama yapmasına, yaptıklarını kaydetmesine yönelik olarak dinamik bir forma dönüştürülebilir.
- Öğrencilerin farklı düşünme becerilerine sahip oldukları göz önünde bulundurularak ulusal ve uluslararası projelere, farklı çalışma önerilerine, farklı ev ödevlerine, teknoloji desteği ile bireysel ve grup çalışmalarına günümüz gelişmelerine uyumlu olacak şekilde yer verilmelidir.
- YTM eğitim programının, MEB eğitim kurumlarında kullanılabilmesi için MEB ile gerekli iş birliği sağlanabilir.
- Ulusal okul öncesi eğitim programının matematik öğreniminde değişiklikler yapılarak öğrencilerin ön matematiksel sayı becerileri ile ilkökula başlamalarına olanak sağlanabilir.
-

Matematik öğretiminde bilgilerin somut modellerle küçük yaştaki öğrenciler için daha anlamlı bir öğrenmenin gerçekleştiği ortamları sağlaması; bilginin, imgeler, somut manipülatifler, görseller, sözel ve yazılı ifadeler gibi farklı biçimlerde sunulması içeriklerini kapsayan program etkinliklerine sahip öğretim modelleri yer almalıdır.

Yazarların Katkı Oranı

Bu makale Prof. Dr. İrfan Başkurt danışmanlığında hazırlanmış olan doktora tezinden türetilmiştir.

Çıkar Çatışması

Makale yazımında çıkar çatışması teşkil edebilecek durumlar ve ilişkiler bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Altın, Ç. E. ve Artut, D. P. (2017). İlkokulda gerçekçi matematik eğitimi ile gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin başarısına, görsel matematik okuryazarlığına ve problem çözme tutumlarına etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 46, 1-19. doi: 10.15285/maruaebd.279963.
- Akyol, B. A. (2020). Stem Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilgi İşlemsel, Eleştirel, Yaratıcı Düşünme ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Altun, M. (2006). Matematik öğretiminde gelişmeler. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 223-238.
- Baş, M. (2017). 2009 ve 2015 ilkokul matematik dersi öğretim programları ile 2017 ilkokul matematik dersi öğretim programı karşılaştırması. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1219-1258.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. ve Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Brown, F. (2000). Computer Assisted Instruction in Mathematics Can Improve Students' Test Scores: A Study. 8 Temmuz 2019 tarihinde <http://www.eric.ed.gov> adresinden erişildi.
- Bojorquez, G., Torbeyns, J., Hoof, J., Nijlen, D. ve Verschaffe, L. (2018). Effectiveness of the building blocks program for enhancing Ecuadorian kindergartners' numerical competencies. *Early Childhood Research Quarterly*, 44, 231-241. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2017.12.009.
- Büyüköztürk, Ş. (2004). Veri analizi el kitabı. (4. bs.). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Cansoy, R. ve Türkoğlu, M. E. (2019). Verilerden anlam inşa etme süreci. S. Turan (Der.), *Eğitimde Araştırma Yöntemleri* içinde (ss. 129-160). (1. bs.). Ankara: Nobel Yayınları
- Clements, D. ve Sarama, J. (2004). Learning trajectories in mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 81-89.
- Clements, D. H. ve Sarama, J. (2007). Effects of a preschool mathematics curriculum: Summative research on the Building Blocks Project. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38, 136-163.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, 333(6045), 968-970.
- Clements, D. H. Sarama, J., Farran, D., Lipsey, M., Hofer, K. G. ve Bilbrey, C. (2011). An Examination of the building blocks math curriculum: results of a longitudinal scale-up study. *Society for Research on Educational Effectiveness 2011 SREE Conference Abstract Template*.
- Clements, D. H. ve Sarama, J. (2014). *Learning and Teaching Early Math The Learning Trajectories Approach*. Routledge, New York and London.
- Clements, D. H, Lizcano, R ve Sarama, J. (2022). Erken Matematik için Araştırma ve Pedagojiler. *Education Sciences*, 13(8),839. <https://doi.org/10.3390/educsci13080839>

- Cogill, J. (2002). How is interactive whiteboard being used in the primary school and how does it affect teachers and teaching. 6 Kasım 2019 tarihinde www.virtuallearning.org.uk/whiteboards/IFS Interactive whiteboards in the primary school adresinden erişildi.
- Corsi, L. (2014). *The use of concrete manipulatives in third grade special education and student achievement*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, State University of New York at Fredonia, FL.
- Çetin, Y. ve Mirasyedioğlu, Ş. (2019). Teknoloji destekli probleme dayalı öğretim uygulamalarının matematik başarısına etkisi. *Journal of Computer and Education Research*, 7 (13), 13-34. doi: 10.18009/jcer.494907.
- Dede, Y. (2012). Probleme dayalı dersin planlanması. S. Durmuş (Der.) *İlkokul ve Ortaokul Matematiği Gelişimsel Yaklaşımla Öğretim* içinde (ss. 1-12). (7. bs). Ankara: Nobel Yayınları.
- Doğan, M. ve Karakırık, E. (2013). *Matematik eğitiminde teknoloji kullanımı*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Dündar, S. ve Gündüz, N. (2015). Learning trajectories and place in Mathematics education. *İlköğretim Online*, 14(3), 961-973.
- Erdal, G. (2020). İnternet tabanlı uzaktan eğitim yaklaşımının estetik dersini alan öğrencilerin akademik başarılarına ve estetik dersine yönelik tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Erginbaş, E. (2009). Teknoloji destekli matematik öğretiminin sınıf yönetiminin öğrenci özellikleri açısından etkililiği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Ersoy, Y. (2006). İlköğretim matematik öğretim programındaki yenilikler-I: Amaç, içerik ve kazanımlar. *İlköğretim online*, 5(1), 30-44.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4.bs.) London: Sage Publications.
- Foegen, A. ve Lind, L. (2011). Access to Algebra for Students with Disabilities: Research and Strategies. Iowa State University College of Human Sciences. 18.07.2017 tarihinde <http://www.ci.hs.iastate.edu> adresinden erişildi.
- Foster, M. E., Anthony, J. L., Clements, D. H., Sarama, J. ve Williams, M. J. (2016). Improving Mathematics learning of kindergarten students through computer-assisted instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 47(3), 206-232. doi:<https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.47.3.0206>.
- Foster, M. E., Anthony, J. L., Clements, D. H., Sarama, J. ve Williams, M., J. (2018). Hispanic dual language learning kindergarten students' response to a numeracy intervention: A randomized control trial. *Early Childhood Research*, 43(2), 83-95. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.01.009>
- Frenkel, E. (2015). Aşk ve matematik saklı gerçeğin kalbi (3. Baskı). (C. Keskin, Çev.). İstanbul: Paloma Yayınları (Orijinal eserin yayın tarihi 2013).
- Ginsburg, H., Lewis, A. ve Clements, M. (2008). Appendix B.3: School Readiness and Early Childhood Education: What Can We Learn from Federal Investments in Research on Mathematics Programs? *Working Paper prepared for A Working Meeting on Recent School Readiness Research: Guiding the Synthesis of Early Childhood Research*. Washington, DC.

- Gök, M. Y. (2020). Somut ve sanal manipülatif destekli matematik eğitim programının 48-72 ay çocukların erken aritmetik becerilerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Guss, S. S., Clements, D. H., Sarama, J. H. (2022). Erken Çocukluk Gelişimi ve Okula Hazırlık Konusunda Yenilikçi Yaklaşımlar Araştırma El Kitabı 349-373. <https://www.igi-global.com/chapter/high-quality-early-math/299997>. DOI: 10.4018/978-1-7998-8649-5.ch015.
- Hacıömeroğlu, G. (2019). İlkokul öğrencilerinin teknoloji destekli matematik öğrenmeye yönelik tutum ve kaygı düzeylerinin incelenmesi. *Journal of Computer and Education Research*, 7(14), 356-382. doi:10.18009/jcer.581625.
- Hannafin, R. D., Burruss, J. D. ve Little, C. (2001). Learning with dynamic geometry programs: Perspectives of teachers and learners. *Journal of Educational Research*, 94(3), 132-44.
- Howe, S. (2011). Advice Learning Math Undergraduates. 3 Eylül 2020 tarihinde <https://system.mat.arizona.edu/files/undrrad/mntr/08-15.pdf> adresinden erişildi.
- Işık, C. ve Kar, T. (2011). İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin sayı algılama ve rutin olmayan problem çözme becerilerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 57-72.
- James, I. (2013). Büyük matematikçiler Euler'den Von Neumann'a (1. bs.). (C. Öztürk, Çev.). İstanbul: Türkiye İş Bankası Yayınları. (Orijinal eserin yayın tarihi 2002).
- Johansson, S. ve Hansen, K. (2019). Are mathematics curricula harmonizing globally over time? Evidence from TIMSS national research coordinator data. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(2), 1-11.
- Kacan, O., M., (2023). Yapı Taşları Eğitim Programının Türk Okul Öncesi Çocukların Geometrik Şekilleri Tanımalarına Etkisi. *Avrupa Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1, 53-68.
- Kadijevich, D. M. (2019). Influence of TIMSS research on the mathematics curriculum in Serbia: educational standards in primary education. *The Teaching of Mathematics*, XXII (1), 33-41.
- Kalaycı, Ş. (2017). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (8. bs.). Ankara: Dinamik Akademi.
- Karaağaçlı, M. (2005). *Öğretimde yöntemler ve yaklaşımlar*. Ankara: Pelikan Yayıncılık.
- Karagöz-Işık, D. (2007). Çoklu zekâ kuramı destekli kubaşık öğrenme yönteminin ilköğretim dördüncü sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına ve kalıcılığa etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Karasar, N. (2019). *Bilimsel araştırma yöntemi; kavramlar, ilkeler, teknikler* (34. bs.). Ankara: Nobel Yayınları.
- Kayhan, M. ve Koca, S. A. Ö. (2004). Matematik eğitiminde araştırma konuları: 2000-2002. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 72-81.
- Köysüren, M. ve Üzel, D. (2018). Matematik Öğretiminde Teknoloji Kullanımının 6. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Okuryazarlığına Etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 12(2), 81-101.

- Kumtepe, A. T. (2011). Okulöncesi Eğitimde Matematik ve Matematiksel Kavramlar. Ö. Aydaş (Der.). *Okulöncesinde Matematik Eğitimi* içinde (s. 55-76). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Kuzu, A., Uysal, Ö. ve Kılıçer, K. (2008). Eğitsel Amaçlı Sanal Sınıf Uygulamalarının Görsel Öğelerin Kullanımı ve Çoklu Ortam Tasarımı İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi. II. Uluslararası Eğitim ve Teknoloji Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 43-48, Eskişehir.
- Lester, F. K. (2013). Thoughts about research on mathematical problem- solving instruction. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1/2), 245–278.
- McGeehee, J. ve Griffith, L.K. (2004). Technology enhances student learning across the curriculum. *Mathematics Teaching in The Middle School*, 9(6), 344-349.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2005). *Öğretenler ve öğrenenler için ek açıklamalarla ilköğretim programları (1-5. sınıflar)*. Ankara: Pegem A Yayıncılık Basımevi
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2006). *İlköğretim matematik dersi 1-5. sınıflar öğretim programı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık Basımevi. 1 Ekim 2018 tarihinde <https://ttkb.meb.gov.tr> adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2009). T.C Milli Eğitim Bakanlığı talim ve terbiye kurulu başkanlığı ilköğretim matematik dersi 1-5. sınıflar öğretim programı. 1 Ekim 2018 tarihinde <http://talimterbiye.mebnet.net/Ogretim%20Programlari/ilkokul/20132014/Matematik1-5.pdf> adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. 1 Ekim 2017 tarihinde <https://ttkb.meb.gov.tr> adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2015). T. C. Milli Eğitim Bakanlığı talim ve terbiye kurulu başkanlığı ilkokul matematik dersi (1, 2, 3 ve 4. sınıflar) öğretim programı. 1 Ekim 2018 tarihinde http://matematikogretimi.weebly.com/uploads/2/6/5/4/26548246/matematik1-4_prg.pdf adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2017). Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). 18 Kasım 2017 tarihinde <https://ttkb.meb.gov.tr> adresinden 18.11.2017 adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. 1 Ekim 2018 tarihinde <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx> adresinden erişilmiştir.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, Va. NCTM. 12 Şubat 2018 tarihinde https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/PSSM_ExecutiveSummary.pdf adresinden erişildi.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2013). Supporting the Common Core State Standards for Mathematics 12 Şubat 2018 tarihinde <https://www.nctm.org/ccssmposition/> adresinden erişildi.

- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2018). About NCTM. 12 Şubat 2018 tarihinde <https://www.nctm.org/About/> adresinden erişildi.
- Oral, I. ve McGivney, E. (2013). Türkiye’de matematik ve fen bilimleri alanlarında öğrenci performansı ve başarının belirleyicileri. TIMSS 2011 Analiz Raporu.
- Orçan, M. (2013). Erken çocukluk dönemi matematik eğitimi için örnek bir model: Yapı Taşları (Building Blocks). *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 1-14.
- Özabacı, N. ve Olgun, A. (2011). Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminin fen bilgisi dersine ilişkin tutum, biliş üstü beceriler ve fen bilgisi başarısı üzerine bir çalışma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(37), 93-107.
- Özel, S. ve Özel, E.Y. (2012). Doğal sayılarla basamak değeri kavramlarının geliştirilmesi. S. Durmuş (Der.), *İlkokul ve Ortaokul Matematiği Gelişimsel Yaklaşımla Öğreti* içinde (ss. 187-212). (7. bs.). Ankara: Nobel Yayınları.
- Özmantar, Z. K. (2019). Eğitim Çalışmalarında Sık Kullanılan Araştırma Türleri. Şen, S., Yıldırım, İ. (Der.), *Eğitimde Araştırma Yöntemleri* içinde (ss. 49-79). (1. bs.). Ankara: Nobel Yayınları
- PISA (2018). PISA 2018 Türkiye Ön Raporu Erişim tarihi: pisa.meb.gov.tr > uploads 2020/01 > PISA_2018_Turkiye_On_Raporu
- Schoenfeld, A. H. (2004). The math wars. *Educational Policy*, 18(1), 253–286.
- Thompson, T. ve Sproule, S. (2005). Calculators for students with special needs. *Teaching Children Mathematics*, 11(7), 391-395.
- TIMSS (2011). Ulusal Matematik ve Fen Raporu: 4. Sınıflar. 19 Eylül 2016 tarihinde timss.meb.gov.tr/wp-content/uploads/TIMSS-2011-4-Sinif.pdf adresinden erişildi.
- TIMSS (2015) Ulusal Matematik ve Fen Bilimleri Ön Raporu 4. ve 8. Sınıflar 19 Eylül 2016 tarihinde http://odsgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_06/23161945_timss_2015_on_raporu.pdf adresinden erişildi.
- Toptaş, V., Elkatmış, M. ve Karaca, E. T. (2012). İlköğretim 4. Sınıf matematik programının öğrenme alanları ile matematik öğrenci çalışma kitabındaki soruların zihinsel alanlarının TIMSS’e göre incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 13 (1), 17-29.
- Üredi, L. ve Ulum, H. (2019). İlkokul Matematik dersi güncel öğretim programının okul matematiği prensiplerine göre incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*. 13(2). doi: 10.17522/balikesirnef.53176
- Yanık, B. (2012). Problem çözme ile öğretim. Durmuş, S. (çeviren Ed.) *İlkokul ve Ortaokul Matematiği Gelişimsel Yaklaşımla Öğretim*. (32-58). 7. Bs. Ankara: Nobel Yayınları.
- Yılmaz, A. (2020). Açık ve uzaktan eğitim öğrencilerinin öğrenimi bırakma ve öğrenime devam nedenlerinin incelenmesi, Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.