



The Effect of Student-Centered Strategies, Methods and Techniques Used in Mathematics Teaching on Problem Solving Skills: A Meta-Analysis Study*

Atahan UYANDIRAN^{a†} (ORCID ID -0000-0001-6152-4172)

Kamuran TARIM^b (ORCID ID - 0000-0002-2048-5207)

^aYavuzlar Middle School, Adana/Türkiye

^bÇukurova University, Faculty of Education, Adana/Türkiye



Article Info

DOI: 10.14812/cuefd.1292823

Article history:

Received 06.07.2023

Revised 21.11.2023

Accepted 28.11.2023

Keywords:

Problem solving skills,
Student-centered learning,
Mathematics,
Meta-analysis.

Research Article

Matematik Öğretiminde Kullanılan Öğrenci Merkezli Strateji, Yöntem ve Tekniklerinin Problem Çözme Becerilerine Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması

Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cuefd.1292823

Makale Geçmişi:

Geliş 06.07.2023

Düzeltilme 21.11.2023

Kabul 28.11.2023

Anahtar Kelimeler:

Problem çözme becerileri,
Öğrenci merkezli eğitim,
Matematik,
Meta-analiz.

Araştırma Makalesi

Abstract

The main purpose of this research is to synthesize the experimental studies which refer to the effect of student-centred strategies, methods and techniques used in mathematics lessons on problem solving skills in mathematics. Publication bias was tested to evaluate the validity of the study and no bias was found out. Meta-analysis results show that student-centred strategy methods or techniques are more effective than traditional teaching methods. 69 effect sizes from 55 studies were analyzed under the random effects model according to heterogeneity test results. Since the experimental and control groups had different sample sizes, Hedge's g was used to calculate the effect size and it was calculated as $g=0.868$. The overall effect value achieved shows a large effect according to the classifications of Cohen (1988). In order to examine the factors that will change the effect size, moderator variables were determined and sub-analysis was performed. In the analyzes of the moderator variables; while there was a significant difference for the learning areas and research design moderators, no significant difference was found for the other moderators.

Öz

Bu araştırmanın genel amacı, matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin matematik dersindeki problem çözme becerilerine etkisini konu edinen deneysel-yarı deneysel çalışmaları sentezlemektir. Ulusal ve uluslararası veri tabanlarının taranması sonucunda 55 çalışma araştırmaya dâhil edilmiştir. Araştırmanın geçerliğinin değerlendirilmesi açısından yayın yanlılığı test edilmiştir ve yanlılık riskine rastlanmamıştır. Meta-analiz sonuçları, matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji yöntem veya tekniklerin geleneksel öğretim yöntemlerine göre problem çözme becerileri üzerinde daha etkili olduğunu göstermektedir. 55 çalışmadan ortaya çıkan 69 etki büyüklüğü yapılan heterojenlik testi sonucuna göre rastgele etki modeli altında analiz edilmiştir. Etki büyüklüğü hesaplamasında deney ve kontrol gruplarının farklı örneklem büyüklüklerine sahip olması sebebiyle Hedge's g kullanılmış ve $g=0.868$ olarak hesaplanmıştır. Ulaşılan genel etki değeri Cohen'in (1988) sınıflandırmasına göre geniş düzeyde etkiyi göstermektedir. Etki büyüklüğünü değiştirecek faktörleri incelemek için moderatör değişken belirlenmiş ve alt analiz yapılmıştır. Moderatör değişkenler analizlerinde; öğrenme alanı ve araştırma deseni moderatörleri için anlamlı farklılık bulunurken diğer moderatörler için anlamlı farklılık bulunmamıştır.

*This study is based on the first author's master's thesis. It has been supported by Çukurova University, Turkey SYL-2021-13407-SRP Project.

† Corresponding Author: atahanuyandiran@gmail.com

Introduction

In today's education system, the main goal should be to provide students with ways to access information and the skills they will use in this way, rather than uploading or transferring information. Unlike traditional teaching, in student-centered education, where the student is involved and the teacher is a guide rather than a transmitter, teachers need to know their students better and then use the knowledge they have acquired in the teaching process. In student-centered education, learning is a constructive process and there is active participation of students in learning in a positive learning environment (McCombs and Whisler, 1997). An education system that aims to raise individuals with this understanding should have a structure that can successfully manage group work, solve problems, and where the learner and the teacher play the role of guide, unlike the traditional understanding that the students learn the content from teacher.

The foundations of student-centered education are based on constructivism. Today's mathematics teaching is also based on constructivism. In this context, it is not possible to keep student-centered education away from our contemporary understanding of mathematics learning. While students learn meaning and relationships by doing mathematics, they also develop skills such as producing their own mathematical knowledge and reasoning (Ersoy, 2006; Olkun and Uçar, 2014). It is very important for students to participate in activities where they produce their own problems (NCTM, 2000). Such activities enable children to understand important mathematical concepts and to understand the structure of mathematical activities at school (Silver, 1994; Simon, 1993). In line with the points mentioned, it is seen that the strategies, methods and techniques under student-centered approaches vary (Cooperative teaching, Game teaching, Technology-supported teaching, RME, PBL, etc.). In this process, the communication established between the teacher and the student, teachers' beliefs about the student-centered approach, the principles and frequency of use of the mentioned strategies, methods and techniques; academic success, problem solving skills, attitude, etc. variables appear to affect its development (Cheang, 2009; Cornelius-White, 2007; Hattie, 2009; Pedersen and Liu, 2003).

Many different studies have been and are being conducted on students' problem-solving skills, academic achievements and attitudes towards the course in courses where student-centered methods and techniques are applied within the scope of the constructivist teaching approach. Developing problem-solving skills in students is one of the important goals of mathematics education. Mathematics education undertakes a task beyond teaching numbers, operations and calculation skills, which are an indispensable part of daily life, and provides important gains such as associating events, reasoning, making predictions and problem solving (Umay, 2003). In the literature, there are many independent and different studies on student-centered teaching methods for students' problem solving in some mathematics courses (Akay, 2006; Cuneo, 2007; Pritchard, 2008; Tarım, 2009; Fede, 2010; Eissa and Mostafa, 2013). ; Kayapınar, 2014; Çiligr and Artut, 2015; Pilten and Pilten, 2016; Alan and Özsoy, 2017; Akkaş and Öztürk, 2018; Arşuk and Memnun, 2019; Hobri et al., 2020; Zulkarneyn et al., 2021). In these studies, different student-centered application approaches were used to increase mathematical problem-solving skills. The effects of these applied approaches on problem solving skills are expected to be different. In this study, studies examining the general effect and level of specific effects of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching between 2005 and 2021 on problem-solving skills, in the context of application approaches, were examined.

One of the methods that enable researchers to access reliable information faster is the meta-analysis method. Meta-analysis has an important place in the literature in that it systematically brings together scientific research, provides the opportunity to evaluate quantitative results based on statistical methods, creates consistency between studies and enables joint decision-making (Allen, Bourhis, Burreil, & Marby, 2002; Ergene, 2003; Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein, 2009; Ellis, 2010; Dinçer, 2014; Üstün & Eryılmaz, 2014; Bakioğlu & Özcan, 2016).

When meta-analytic studies examining the effects of student-centered strategies, methods and techniques on problem-solving skills are examined, it is seen that Leary (2012) calculated the effectiveness of the problem-based learning model versus traditional learning on problem-solving skills in a meta-

analysis study. A total of 75 effect sizes were obtained from 38 studies, and as a result of the heterogeneity test, the random effects model was preferred. As a result of the analysis, a moderate, significant and positive effect was found with an effect size of 0.45. As a result, it has been determined that the problem-based learning model, as opposed to traditional learning, is effective on problem-solving skills. Another related study was conducted by Kurt (2015), in which only three of the student-centered learning methods used in various courses (Science, Mathematics, Social, Physics, Visual Arts, etc.) were mentioned. These; problem-based learning, cooperative learning and project-based learning. The research concluded that, with the data obtained from 12 studies, the effect level of the problem-based learning method on problem solving skills was determined as a medium level effect of 0.675, and with the data obtained from 9 studies, the effect level of the cooperative learning method on problem solving skills was determined as a large level effect of 1.02, and with the data obtained from 5 studies. The effect level of the project-based learning method on problem solving skills was found to be a large level effect of 1.08. Another meta-analysis found in the literature is conducted by Ridwan et al., 2021, and consists of studies consisting of international articles, the majority of which were conducted in Indonesia, aiming to reveal the effect size of student-centered methods on the problem-solving skills of secondary school students. As a result of the analyses, a large, significant and positive effect was found with an effect size of 0.95, and as a result of the study, it was determined that student-centered teaching methods in mathematics teaching were more effective on problem-solving skills than teacher-centered teaching.

In this study, unlike other meta-analysis studies in the literature, the effect of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills was conducted by synthesizing studies that were nationally and internationally accessible at all education levels, in accordance with the inclusion criteria, without limiting the method, technique or strategy. Subgroup analyzes were carried out to determine whether there was a significant difference between the effect sizes according to many moderator variables such as application approach types, education level, publication type, year in which they were conducted, practitioners of the research, and application periods, which were determined as factors that would affect the effect size values. In this context, it is thought that the research will make a significant contribution to the literature since its scope is quite wide.

In the light of the above-mentioned thoughts, in this study, studies examining the effects of student-centered methods in mathematics teaching on problem solving skills were investigated and the studies were; A meta-analysis study was conducted with data that met the inclusion criteria determined by categories such as year, databases, language, publication type, study subject area, etc., and asked "To what extent is the impact of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills?" question constituted the main problem of the research.

The study also sought answers to the following questions.

I. What is the statistical distribution of the studies included in the meta-analysis according to various variables?

II. What is the level and direction of the effect of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills?

III. Do the effects of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on students' problem-solving skills differ significantly according to various mediating variables?

Method

Research Model

It has been decided that it is appropriate to use the meta-analysis method to reach a consensus on the consistency and reality of the findings obtained from research on the effect of student-centered strategies, methods and techniques on problem-solving skills in mathematics teaching (Card, 2012; Lewis, 2000; Rosenthal, 1991). In meta-analyses, it is necessary to select appropriate criteria for the purpose of

the analysis and combine appropriate research results without breaking away from the target situation (Güler, Kokoç & Önder Bütüner, 2023). In this study, meta-analysis steps were carried out using appropriate criteria to obtain valid and reliable results. These steps are given below under separate headings, respectively.

Literature Search

In this study, local and foreign articles and theses on the subject were scanned by following the steps below.

1. Studies included in the research are “Problem Solving” OR “Problem Solving Skills” OR Turkish “Effect on Problem Solving Skills” AND “Mathematics” AND “Student-Centered”; It was searched in English with the keywords “Problem Solving” OR “Problem Solving Skills” OR “Problem Solving Abilities” AND “Student-Centered” AND “Mathematics” OR “Math”.

2. In the search, the searched keywords in the titles, keywords and abstracts of the studies were scanned.

3. National Academic Network and Information Center (ULAKBİM) databases, Higher Education (YÖK) thesis center database and international Google Scholar, ProQuest and ERIC (EBSCO host) databases were used.

Limitations

This research is limited to the sample of experimental - semi-experimental theses and articles regarding the problem-solving skills of student-centered teaching methods in mathematics teaching between 2005 and 2021, when student-centered methods began to be widely used in curriculum. The research is limited to doctoral and master's theses written in Turkish or English and published articles, which can be accessed through Google Scholar, ERIC, Proquest, Tr Index, National Thesis Center databases.

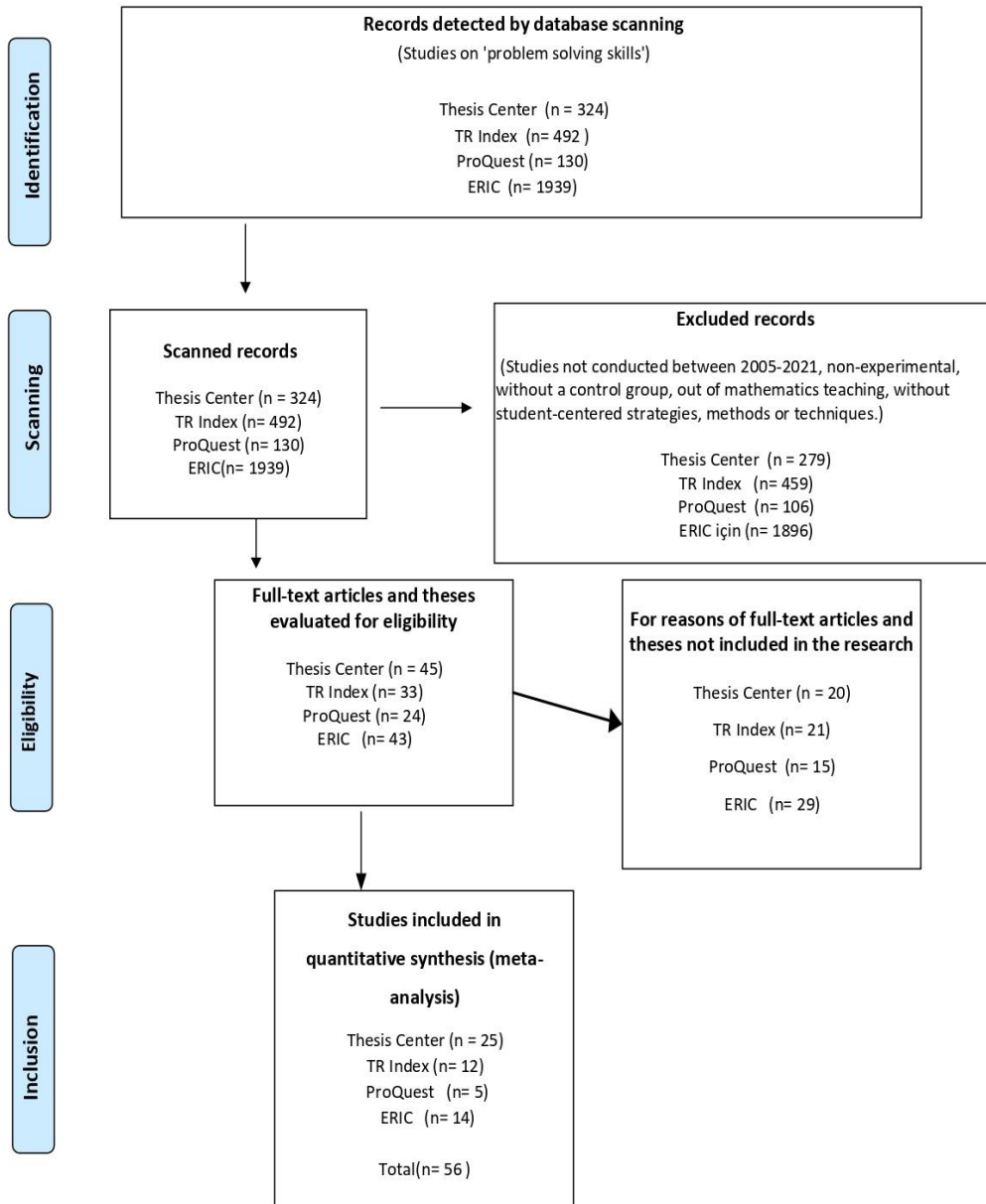
Inclusion and Exclusion Criteria

The criteria used for the studies included in the research are as follows:

1. Having an article, master's or doctoral thesis published in peer-reviewed journals examining the effect of student-centered methods on problem-solving skills in mathematics teaching,
2. Control group studies using an experimental or quasi-experimental design,
3. Studies must have sufficient statistical data to calculate the effect size in meta-analysis,
4. Conducting studies on students,
5. These are studies published between 2005 and 2021.

Figure 1

The PRISMA Flow Chart According to the Total of Studies



As seen in Figure 1, out of 2885 studies in the first stage, a total of 55 individual studies were included in this meta-analysis study.

Coding of The Study

In this study, a data coding form was developed by the researcher, taking into account the characteristics specified in the coding process to collect the data and benefiting from the literature. In the data coding form, information on all variables that could enable critical evaluation of individual studies (year, author, place of conduct, etc.) as well as statistical data and research characteristics required to calculate the effect size (variables such as application approach, subject area, sample, publication type, etc.) were questioned. . For individual studies, the title of the study, author, year of publication, type of publication, subject area, sample size, language of publication, measurement tool used, application period, practitioner, etc. coded. During the coding process, independent coding was done by two researchers using the coding protocol form prepared first. One of the coders is a researcher and the other is a teacher who has a master's degree in mathematics education. Two coders thoroughly reviewed and coded each of the studies that had the potential to be included in the analysis. As a result of the coding, the coders agreed in 46 of the 55 studies included in the study, and the agreement rate for coding was found to be sufficient with a rate of 83%. A rate of 80% and above is considered sufficient by many psychometricians (Carol et al., 2017; Orwin and Vevea, 2009).

Choosing the Model

The ultimate goal of statistical tests followed in any research is to reject or accept the null hypothesis created by the researcher. Effect size, also known as effect width, is used to provide information about the extent to which the independent variable positively or negatively affects the dependent variable (Borenstein et al., 2009; Littell et al., 2008). The fixed effects model is based on the assumption that all studies collected within the scope of meta-analysis share similar effect sizes (homogeneous) (Borenstein et al., 2009). This assumption is often not possible. Since studies in social sciences differ in many aspects, it will almost always be appropriate to choose the random effects model in meta-analysis studies in this field (Borenstein et al., 2009; Cooper et al., 2019; Higgins, Thompson, and Spiegelhalter, 2009). In the random effects model, the effects of studies with large and small samples are balanced. This model gives a more comprehensive confidence interval compared to the fixed effects model. When homogeneity cannot be achieved in the random effects model, outlying studies are eliminated and the data must be reanalyzed (Field, 2001; Higgins et al., 2009). In this study, the random effects model was chosen and the reasons for this are explained under the following headings.

Heterogeneity Test

Studies with different measurements are used for meta-analysis. These different measurements cannot be expected to have the same effect size. The important thing to consider here is not whether these measurements are different or not, but to determine in the most appropriate way whether these values should be ignored. The studies to be used for this must be subjected to heterogeneity testing. Q, df, p, I² statistics for heterogeneity are reported in this study. Each of these data is important statistical data in determining the direction of heterogeneity (Cheung, 2015; Cooper, Hedges and Valentine, 2019).

The combined average effect size, standard error and lower and upper limits of the 95% confidence interval of the studies included in the meta-analysis according to fixed and random effect models are given in Table 1.

Table 1

Effect Sizes According to Fixed and Random Effects Models

Model	N	ES	SE	%95 CI	
				Lower Limit	Upper Limit
Fixed Effects	69	0.738	0.032	0.675	0.801
Random Effects	69	0.868	0.072	0.727	1.009

When Table 1 is examined, the average effect size value of 69 effect size values of 55 studies included in the research was found to be ES: 0.738 according to the fixed effects model, and ES: 0.868 according to the random effects model. The "Q" value for the homogeneity test (Q-statistics) conducted within the scope of the research was calculated as 314.943. Since the Q-statistic value (Q=314.943) for the 68 degrees of freedom obtained is higher than the critical value of the chi-square distribution with 68 degrees of freedom, the homogeneity of the effect size distribution cannot be mentioned.

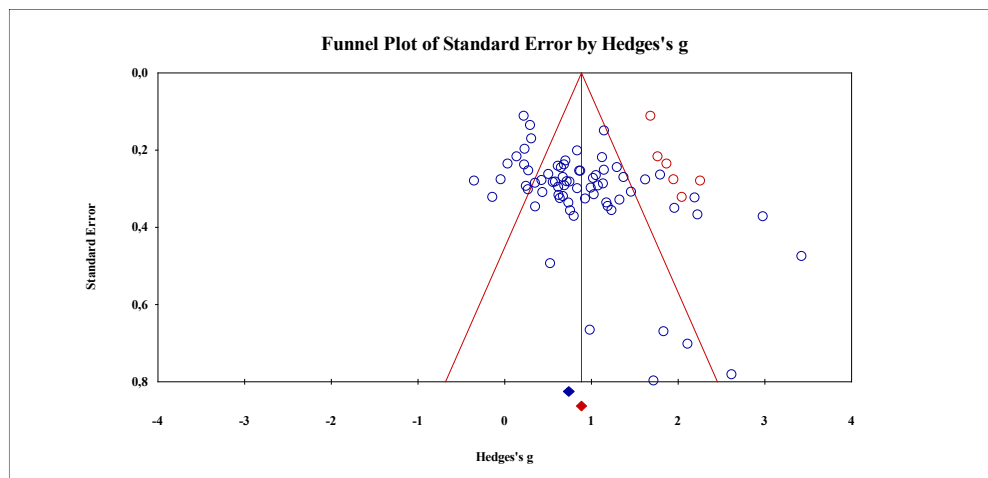
Calculating the I2 value in addition to the Q statistic in the homogeneity test provides more precise information in the evaluation of heterogeneity (Petticrew and Roberts, 2006). The I2 value is obtained by calculating the ratio of the effect size to the total variance. Another advantage of the I2 statistic over the Q statistic is that the number of studies included does not affect the calculation. In the I2 interpretation, 25% or less indicates low heterogeneity, up to 50% (including 50%) indicates moderate heterogeneity, and 75% (including 75%) indicates high heterogeneity (Cooper et al., 2009). According to the data obtained in the study, the random effects model was preferred because the I2 value showed a high level of heterogeneity with 78.4%. Lipsey and Wilson (2001) recommend moderator analysis in this case. In this study, moderator variables were determined as publication year, publication type, education level, learning field, application period, research design, and moderator analyzes were conducted.

Publication Bias

One of the biggest problems of the meta-analysis method is bias. This is due to the fact that the studies included in the research are generally more likely to be published if they report positive findings (Hunter J, Schmidt F., 2004; Rothstein, Sutton, & Bornstein, 2005; Orwin F.G., 1983). There are some methods used to detect publication bias. In this study, publication bias; Funnel Scatter Plot tested with Classic Fail-Safe N, Orwin's Fail-Safe N and Intercept, and Duval and Tweedie's Trim and Fill. According to the funnel scatter plot, most of the 69 effect sizes obtained from 55 studies that met the inclusion criteria were concentrated towards the top of the funnel and very close to the general effect size (Figure 2). In order to determine that there is no publication bias, the effect sizes of the studies must be distributed symmetrically and on both sides of the vertical line on the general effect size (Borenstein et al., 2009). Figure 2 shows the funnel plot of the Cut and Add correction. It is seen that there are studies included in this meta-analysis that extend beyond the pyramid (Figure 2); However, most of these studies are concentrated in the middle and upper regions of the funnel. If there were publication bias in the included studies, then the majority of studies would be expected to be concentrated at the bottom of the funnel shape and/or only part of the overall effect size vertical line (Borenstein et al., 2009).

Figure 2

Funnel Plot Showing the Studies Added by The Cut and Add Method and The Corrected Effect Size



Classic Fail-Safe N examines the number of excluded studies that must exist to be included in this

meta-analysis to reduce the average effect size to a non-significant level (Card, 2012). The Z value for the studies included in the meta-analysis was found to be 24.417 and the p value (0.000) was found to be statistically significant (Table 2). Alpha was set to 0.05. In order for the effect size to be reduced to insignificance, 641 studies would be required to be included in this meta-analysis. This shows that the risk of publication bias in this study is very low. Moreover; Mullen, Muellerleile, and Bryant (2001) stated that if the $N/(5k+10)$ (k = number of studies included in the meta-analysis) value exceeds 1, it can be concluded that it appears sufficiently resistant in terms of publication bias. According to the findings obtained in this study, the $N/(5k+10)$ ratio is 1.80. This value shows that the results of the meta-analysis are sufficiently robust for subsequent studies (Table 2). The logic of Orwin's Fail-Safe N calculation is based on the calculation of the number of studies that are likely to be missing in the meta-analysis (Rothstein et al., 2005). The calculated Orwin's Fail-Safe N value is 3328. In other words, the number of studies required for the 0.738 average effect size reached as a result of the analysis to reach the 0.015 level (trivial), that is, almost zero effect level, is 3328. This indicator is further evidence that the risk of publication bias in this meta-analysis is minimal (Table 2). In Duval and Tweedie's Trim and Fill method, it was calculated by the program that if 6 more studies were added to the meta-analysis, the funnel chart would be symmetrical. However, the effect size value ES: 0.96 calculated by placing the studies required to correct the asymmetry of the funnel plot on the funnel plot virtually (dummy) by the program is insignificantly different from the effect size value calculated before the process ES: 0.86 (effect size difference is 0.10). Therefore, Duval and Tweedie's Trim and Fill method shows that there is no risk of publication bias (Table 2). When the trimmed studies are filled in, the new SOF calculated does not show a notable difference in either size or direction (Figure 2).

Table 2*Results of Publication Bias Tests*

Test	Output	Value
Classic Fail-Safe N	Z value of observed studies	24.417
	P value of observed studies	0.000
	Alpha	0.050
	Tail	2
	Alpha for Z	1.959
	Number of studies observed	69
	Number of missing runs (for $p > \alpha$)	641
Orwin's Fail-Safe N	Hedge's analysis of the observed studies	0.738
	Benchmark for Junk Hedge's g	0.015
	Benchmark for Junk Hedge's g	0.000
	FSN	3328
TrimandFill	Observed study	0.86
	Completed work	0.96
	Trimmed work	6

Effect Size

It is said that the effect size index can be calculated in more than seventy ways with various shapes and sizes (Huberty, 2002; Kirk, 2003). However, we can group most effect sizes into one of two families of effects. These are also known as the "d" family and the "r" family (Ellis, 2010). In this meta-analysis study, the effect size was calculated with the Hedges' g method and the significance level was accepted as 0.05.

"Hedge's g" statistic is the effect size that describes the differences between standardized means. It shows how many standard deviations the averages differ from each other (Borenstein et al., 2009; Card, 2012; Ellis, 2010; Petticrew and Roberts, 2006). Quantitative data consists of pre-test and post-test scores of the experimental and control groups, and if these cannot be reached, other test statistics that will allow analysis.

When calculating effect sizes, it is recommended to use Hedge's g value instead of Cohen's d for all effect sizes, because Hedge's g is more accurate and less biased than Cohen's d when the sample size is relatively small (Borenstein et al., 2009; Little et al., 2008; Güler, Tümer, Danişman & Gürsoy, 2022). In order to comment on the effect size of the studies, Cohen's classification is a general recommendation: if the d value is less than 0.2, the effect size can be defined as low, if it is 0.5, it can be defined as medium, and if it is greater than 0.8, it can be defined as strong or large. says (Cohen, 1988). In this study, combined effect sizes were calculated in the light of data suitable for meta-analysis obtained from the individual studies included in the study. Cohen's (1988) effect size classification was used to interpret the findings of this study.

Results

In the study, 55 studies (69 effect sizes) on the effects of student-centered strategies, methods and techniques on problem-solving skills in mathematics lessons were included in the meta-analysis. Descriptive analyzes of the studies in this section were conducted, and subsequently, the data were brought together using the meta-analysis method.

Effect Size Results of the Studies Included in The Research

By analyzing the arithmetic means (\bar{X}), standard deviations (S) and sample numbers (N) of the studies included in our research, the effect sizes of each study were found. In Annex-1, the effect size is shown in ascending order from smallest to largest. The standardized effect sizes of 69 studies ranged from -0.348 to 3.429, while the confidence interval ranged from -0.898 to 4.362. Data in 69 studies included in the meta-analysis were according to the random effects model; The standard error is 0.072, the upper limit of the 95% confidence interval is 1.009 and the lower limit is 0.727, and the effect size value is ES: 0.868. It was calculated that the effect of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills was more positive in favor of the experimental group than the control group (See. App. 1). Since the effect size value was greater than 0.80, it was determined to have a large effect according to Cohen's classification (Cohen, 1988).

Moderator Analysis on Various Variables

7 categorical moderators were analyzed with ANOVA to explain the heterogeneity of the combined effect size of the effect of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills. The results are given in Table 3.

Table 3*Moderator Analyzes of Studies*

	N	ES (g)	SE	%95CI		Q _B	p
				Lower Limit	Upper Limit		
Years						0.745	0.863
2006-2009	9	0.874	0.200	0.482	1.265		
2010-2013	12	1.013	0.184	0.652	1.375		
2014-2017	12	0.844	0.172	0.506	1.182		
2018-2021	36	0.835	0.103	0.633	1.037		
Publication						0.000	0.998
Thesis	37	0.869	0.100	0.674	1.064		
Article	32	0.869	0.107	0.661	1.078		
Education Level						2.450	0.484
Primary School	21	1.007	0.137	0.739	1.275		
Middle School	37	0.764	0.101	0.566	0.962		
High School	8	0.973	0.215	0.552	1.395		
University	3	0.984	0.339	0.320	1.648		
Learning Area						24.915	0.002
Unknown	4	1.367	0.276	0.826	1.909		
AlgESra	8	0.893	0.200	0.502	1.284		
Geometry and Measuring	9	1.239	0.180	0.886	1.591		
Statistics and Probability	1	0.721	0.527	0.311	1.754		
Mixed curriculum problems	6	1.331	0.210	0.918	1.743		
Routine and/or Non-routine Problems	20	0.484	0.120	0.249	0.718		
Numbers and Operations	16	0.902	0.140	0.628	1.177		
Verbal Logic Problems	3	0.723	0.296	0.143	1.302		
Data processing	2	0.403	0.340	0.263	1.069		
Practice Time						0.790	0.852
3 – 5 weeks	19	0.825	0.142	0.548	1.103		
6 – 8 weeks	23	0.832	0.126	0.585	1.078		
9 weeks or above	21	0.972	0.136	0.705	1.239		
Unknown	6	0.825	0.239	0.356	1.294		
Research Design						4.662	0.031
Mixed Method	21	1.111	0.134	0.849	1.373		
Quantitative Method	48	0.770	0.084	0.605	0.935		
Strategy, Methods or Techniques						11.360	0.124
Alternative Methods and Techniques	28	0.749	0.111	0.531	0.967		
STEM-Based Learning	3	2.005	0.363	1.294	2.716		
Realistic Mathematics Education	3	0.894	0.329	0.249	1.538		
Cooperative Learning	6	0.894	0.245	0.414	1.373		
Game Teaching Method	4	0.941	0.308	0.337	1.545		
Teaching Mathematics with a Problem Posing and Solving Approach	16	0.895	0.150	0.600	1.189		
Inquiry-Based Teaching	3	0.929	0.378	0.188	1.669		
Technology Supported Teaching	6	0.741	0.254	0.244	1.238		
Total	69						

According to Table 3, the average effect size values of the publication year groups in studies on the effect of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-

solving skills are 0.874 (G.A. 0.482 – 1.265, $p < 0.05$) for studies with publication year "between 2006-2009", 1.013 (G.A. 0.652 - 1.375, $p < 0.05$) for studies with publication year "between 2010-2013", 0.844 (G.A. 0.506 - 1.182, $p < 0.05$) for studies with publication year "between 2014-2017" and 0.835 (G.A. 0.633 – 1.037, $p < 0.05$) for studies "between 2018 and 2021". According to the results obtained from the moderator analysis for the year of publication, the variance between studies is not statistically significant ($QB = 0.745$, $p > 0.05$). Accordingly, it has been determined that the year of publication does not change the effect size in studies on the effect of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills.

The studies included in the research were divided into two groups as "article" and "thesis" according to the publication type moderator. 37 studies were divided into categories as "articles" and 29 studies as "thesis". The average effect size values for publication type groups are 0.869 (G.A. 0.674 – 1.064, $p < 0.05$) for articles and 0.869 (G.A. 0.661 – 1.078, $p < 0.05$) for thesis. According to the results obtained from the moderator analysis for publication type, the variance between studies is not statistically significant ($QB = 0.000$, $p > 0.05$). Accordingly, in studies conducted on the effects of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills, it was determined that publication types did not change the effect size.

The average effect size values for education level groups were 1.007 (G.A. 0.739 - 1.275, $p < 0.05$) for studies conducted with primary school students, 0.764 (G.A. 0.566 – 0.962, $p < 0.05$) for studies conducted with middle school students, 0.973 (G.A. 0.552 – 1.395, $p < 0.05$) for studies conducted with high school students and 0.984 (G.A. 0.320 - 1.648, $p < 0.05$) for studies conducted with university students. According to the results obtained from the education level moderator analysis, the variance between studies is not statistically significant ($QB = 2.450$, $p > 0.05$). Accordingly, in studies conducted on the effect of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills, it was determined that the level of education did not change the effect size.

Average effect size values for learning domain groups are 0.893 (G.A. 0.502 - 1.284, $p < 0.05$) for studies in the field of Algebra learning, 1.239 (G.A. 0.886 - 1.591, $p < 0.05$) for studies conducted in the field of Geometry and Measurement, and , 0.721 (G.A. -0.311 - 1.754, $p > 0.05$) for studies conducted in the field of Statistics and Probability, 1.331 (G.A. 0.918 – 1.743, $p < 0.05$) for studies conducted in the field of Mixed Curriculum Problems, 0.484 (G.A. 0.249)– 0.718, $p < 0.05$) for studies conducted in the field of Routine and/or Non-Routine Problems, 0.902 (G.A. 0.628 – 1.177, $p < 0.05$), for studies in the field of Numbers and Operations, 0.723 (G.A. 0.143 – 1.302, $p < 0.05$) for studies in the field of Verbal Logic Problems, 0.403 (G.A. -0.263 - 1.069, $p < 0.05$) for studies in the field of Data Processing and 1.367 (G.A. 0.826 - 1.909, $p < 0.05$) for studies with unknown learning area. According to the results obtained from the moderator analysis, the variance between studies was statistically significant ($QB = 24.915$, $p < 0.05$). Accordingly, in the studies conducted on the effects of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills, the learning areas are "Mixed Curriculum Problems", "Geometry and Measurement", "Numbers and Operations", "Algebra", respectively. ', "Verbal Logic Problems", "Statistics and Probability", "Routine and/or Non-Routine Problems" and "Data Processing" were found to increase the effect size.

The studies included in the research were divided into four groups according to the moderator of the application period as "3-5 weeks", "6-8 weeks", "9 weeks and above" and "uncertain application period" studies. The average effect size values for the application duration groups were 0.825 (G.A. 0.548 – 1.103, $p < 0.05$) for studies lasting between 3-5 weeks, and 0.832 (G.A. 0.585 – 1.078, $p < 0.05$) for studies taking place between 6-8 weeks , 0.972 (G.A. 0.705 – 1.239, $p < 0.05$) for studies lasting 9 weeks or more, and 0.825 (G.A. 0.356 – 1.294, $p < 0.05$) for studies of unknown duration. According to the results obtained from the moderator analysis for application time, the variance between studies is not statistically significant ($QB = 0.790$, $p > 0.05$). Accordingly, it was observed that the effect size of the studies conducted on the effect of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills was not changed by the application period.

The average effect size values of the research designs are 1.111 (G.A. 0.849 - 1.373, $p < 0.05$) for studies using "Mixed Method" and 0.770 (G.A. 0.605 - 0.935, $p < 0.05$) for studies using "Quantitative Method". According to the results obtained from the moderator analysis for the research design, the variance

between studies is statistically significant ($QB = 4.662$, $p < 0.05$). Accordingly, it has been determined that choosing "Mixed Method" increases the effect size in studies on the effect of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills.

The average effect size values of the application approach groups in the studies on the effect of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills are 0.749 for "Alternative Methods and Techniques" (G.A. 0.531- 0.967, $p < 0.05$), 2.005 for "Based on STEM Activities" (G.A. 1.294 - 2.716, $p < 0.05$), 0.894 for "Realistic Mathematics Education (RME) Approach" (G.A. 0.249 - 1.538, $p < 0.05$), 0.894 for "Cooperative Teaching" (G.A. 0.414 - 1.373, $p < 0.05$), 0.941 for "Game Teaching Method" (G.A. 0.337 - 1.545, $p < 0.05$), 0.895 for "Teaching with Problem Posing and Solving Approach" (G.A. 0.600 - 1.189, $p < 0.05$), 0.929 for "Inquiry-Based Teaching" (G.A. 0.188 - 1.669, $p < 0.05$) and for "Technology Supported Teaching" it is 0.739 (G.A. 0.246 - 1.231, $p < 0.05$). According to the results obtained from the moderator analysis for the application approach, the variance between studies is not statistically significant ($QB = 11.360$, $p > 0.05$). Accordingly, in studies conducted on the effect of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics teaching on problem-solving skills, it was determined that the difference in the type of application approach did not change the effect size.

Argument

Discussing the Results of Main Effect Analyzes

In this study, we tried to determine the effect of student-centered strategies, methods or techniques on students' mathematical problem solving skills compared to traditional teaching methods. When 69 effect sizes from a total of 55 studies were analyzed under the random effect model, the effect size ES was calculated as 0.868. This result shows that it has a broad impact according to Cohen's (1988) classification, in other words, that student-centered strategies, methods or techniques used in mathematics teaching are quite effective on students' problem-solving skills.

Discussing Moderator Analysis Results

After determining the general effect following the meta-analysis, moderator variables were examined to see whether they changed the effect size. A significant difference between the effect sizes resulting from the moderator analyzes was found for the "Learning field" and "Research design" moderator analysis. The first variable taken for moderator analysis is the publication year variable. The effect sizes obtained from the moderator analysis results were close to each other. In moderator analysis, there is no statistically significant difference between effect sizes according to publication year. It is understood from the literature that published studies reveal larger effect sizes than unpublished studies (Rothstein et al., 2005). However, in this meta-analysis, in the findings obtained from the moderator variable of publication type, the effect sizes of articles (ES: 0.869) and theses (ES: 0.869) were found to be equivalent and a different result was obtained from the literature. For the education level variable, the findings were calculated as ES: 1.007 for primary school, ES: 0.764 for secondary school, ES: 0.973 for high school and ES: 0.984 for university. Although there is no significant difference in effect size between the groups, a large effect size was obtained at other education levels except secondary school level. In this context, in the literature on the effect of student-centered strategies, methods and techniques on academic success, it is seen that studies carried out at secondary and higher education levels generally have a higher level of impact (Ayaz and Söylemez, 2015; Capar and Tarım, 2015; Gözüksosyal, 2012; Özdemirli, 2011; Tarım, 2003; Uyar and Doğanay, 2018). However, this result may be affected by different variables; distribution of countries' programs according to classes, suitability of the approach used to the level, etc. can be listed as. In addition, students' prior knowledge, skills and attitude levels, depending on their age, are shown as an important variable that should be taken into account in the use of student-centered strategies, methods and techniques (Uyar and Doğanay, 2018). When learning fields, another moderator variable, were taken into consideration, it was determined that there was a significant difference between the

effect sizes according to learning fields. While the majority of the studies, except two, had high effect sizes, a small effect was observed in the learning areas "Data processing" ES: 0.403 and "Routine and/or Non-Routine Problems" ES: 0.484. This result may be due to the fact that not many studies have been conducted in the relevant learning field and may not yield reliable results when comparing effect sizes (Rosenberg et al. 2000). Moreover; Çapar and Tarım (2015), in their study examining the effect of cooperative learning, one of the student-centered strategies, methods and techniques, on mathematics achievement, stated that very limited studies have been done in Turkey and the world in the fields of "Data processing" and "Statistics and Probability" learning. This situation can be interpreted as student-centered strategies, methods and techniques not being very convenient for researchers in terms of application in relevant learning areas. No statistically significant difference was observed in the findings obtained as a result of the moderator analysis of application time. Although there is no significant difference between the groups in terms of effect size, the effect size levels in terms of application time intervals are at a large level according to Cohen's (1988) classification. The results show that the effect of the application has the highest value when the application period exceeds 9 weeks ES: 0.972. It requires a process for students to get used to a student-centered approach, which is completely different from a teacher-centered practice, and skill-level gains should be targeted for the effective use of student-centered strategies, methods, and techniques (Brown, 2003; Cornelius-White, 2007; Dochy, Segers, Van den Bossche and Gijbels, 2003; Hattie, 2009; Marzano et al., 2001). In order to achieve skill-level gains, students must first make sense of basic information and be emotionally prepared. Because; A larger effect size is expected from applications carried out over a longer period of time. As a result, it can be interpreted that student-centered strategies, methods and techniques are quite effective on problem-solving skills in terms of all application times and that the application times for the relevant strategy, method or technique are sufficient. A statistically significant difference was found in the findings obtained as a result of the moderator analysis of the research design. This result showed that the mixed method preferred in the studies increased the effect size compared to the quantitative method ES: 1.111 and the quantitative method ES: 0.770. By using quantitative and qualitative techniques within the same framework, mixed methods research strengthens the advantageous aspects of both techniques. More importantly, researchers who use mixed methods have more chances to choose methods and approaches that are related to the research questions they have determined (Baki and Gökçek, 2012). Many benefits can be achieved in studies conducted by combining or connecting quantitative and qualitative data collection methods (Fielding and Fielding, 1986). ; Greene, Caracelli and Graham, 1989; Kiral and Kiral, 2011; Koch and Rhodes, 1979; Armenakis and Feild, 2008).The last variable taken for moderator analysis is the application approach variable. The strategies, methods and techniques used in the studies are collected under the title of "implementation approach". There was no statistically significant difference in the findings obtained as a result of the moderator analysis according to the application approach. Although there is no significant difference between the groups in terms of effect size, "teaching with STEM" has the highest effect with ES: 2.005, while other strategies, methods and techniques also have a large effect according to Cohen (1988). Problem solving skills are now seen as the basic component of physics, technology and applied mathematics (Ünsal & Ergin, 2011). Studies have shown that STEM education increases students' success in science and mathematics (Acar, Tertemiz, & Taşdemir, 2018; Judson, 2014; McClain, 2015; Olivarez, 2012; Wade-Shepherd, 2016; Wosu, 2013), and It is stated that problem solving skills can be gained in students through STEM activities (Fortus, et al., 2005; Meyrick, 2011; Saleh, 2016; Şahin, et al., 2014; Wosu, 2013). When the studies in the literature are examined, it is seen that problem solving skills are considered alone and both the mathematics course success and problem solving skills of students who receive education with STEM education increase (Çorlu and Aydın, 2016; Gwon-Suk and Sun Young, 2012; McClain, 2015; Wosu, 2013).). Students studying with STEM education are good problem solvers who apply interdisciplinary connection skills when they encounter a new problem situation (Morrison, 2006).

Conclusion and Recommendations

In this study, the effects of student-centered strategies, methods and techniques used in mathematics

teaching on problem-solving skills are examined. The results obtained from individual studies can serve as a resource for teachers to choose strategies, methods and techniques for a learning environment suitable for learning outcomes in the process of increasing students' problem-solving skills. In this study, it was determined that there were some difficulties in scanning databases with high awareness and reliability in the field of educational sciences. By providing opportunities for database users to perform precise searches, they can easily access the studies they want according to their features. The results of this study will be an important resource for educational programmers responsible for the preparation of national mathematics curriculum in the context of student-centered strategies, methods and techniques. The effect of the use of student-centered strategies, methods or techniques on mathematical problem solving skills has been examined, and very few studies have been found in the field of Statistics and Probability learning in the context of the learning field. Suggestions can be made for researchers to focus on this area of learning in future studies. Moreover; In terms of the preferred research design in studies, it has been determined that choosing the Mixed Method increases the effect size compared to the Quantitative Method. In this context, researchers can use the strengths of one method to tolerate the weaknesses of another method in their studies with mixed methods, thus revealing different views that may be overlooked. The combined use of qualitative and quantitative research will give researchers more precise and clear information about theory and practice.

Author Contribution Rate

The authors of the study contributed equally at all stages, from planning the research to writing the final report.

Ethics Statement

All rules in the "Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive" have been complied with and none of the "Actions Contrary to Scientific Research and Publication Ethics" in the second part of the directive have been carried out.

Conflict Declaration

There is no conflict of interest in the current research.

Türkçe Sürümü

Giriş

Günümüz eğitim sisteminde temel amaç, bilgiyi karşıya yüklemek veya aktarmaktan ziyade öğrencilere bilgiye ulaşma yollarını ve bu yolda kullanacakları becerileri kazandırmak olmalıdır. Geleneksel öğretimin aksine, öğrencinin dâhil olduğu ve öğretmenin aktarıcı değil yol gösterici olduğu öğrenci merkezli eğitimde, öğretmenlerin öğrencilerini daha iyi tanımaları ve daha sonra edindikleri bilgileri öğretim sürecinde kullanmaları gerekmektedir. Öğrenci merkezli eğitimde öğrenme yapıcı bir süreçtir ve olumlu bir öğrenme ortamında öğrencilerin öğrenmeye aktif katılımı söz konusudur (McCombs ve Whisler, 1997). Bu anlayışa sahip bireyler yetiştirmeyi amaçlayan bir eğitim sistemi, öğrenenin içeriği öğretmeninden öğrendiği geleneksel anlayışların aksine, grup çalışmasını başarılı bir şekilde yönetebilen, problem çözebilen, öğrenen ve öğretmenin rehber rolünü üstlendiği bir yapıya sahip olmalıdır.

Öğrenci merkezli eğitimin temelleri yapılandırmacılığa dayandırılmıştır. Günümüz matematik öğretimi de yapılandırmacılık temeline dayanır. Bu bağlamda öğrenci merkezli eğitimi çağımız matematik öğrenme anlayışından uzak tutmak mümkün değildir. Öğrenciler matematik yaparak, anlam ve ilişkileri öğrenirken, kendi matematiksel bilgilerini üretme, akıl yürütme gibi becerilerini de geliştirmiş olurlar (Ersoy, 2006; Olkun ve Uçar, 2014). Öğrencilerin kendi problemlerini ürettiği aktivitelere katılımı oldukça önemlidir (NCTM, 2000). Bu tarz aktiviteler, çocukların önemli matematiksel kavramlarını anlamasını ve okuldaki matematik aktivitelerinin yapısını kavramayı sağlar (Silver, 1994; Simon, 1993). Belirtilen noktalar doğrultusunda öğrenci merkezli yaklaşımlar altında yer alan strateji, yöntem ve tekniklerin de çeşitlilik gösterdiği (İşbirlikli öğretim, Oyunla öğretim, Teknoloji destekli öğretim, GME, PDÖ vb.) görülmektedir. Bu süreçte öğretmen-öğrenci arasında kurulan iletişimin, öğretmenlerin öğrenci merkezli yaklaşıma yönelik inançlarının, bahsi geçen strateji, yöntem ve tekniklerin kullanım ilkelerinin ve sıklığının; akademik başarı, problem çözme becerisi, tutum vb. değişkenlerin gelişimini etkilediği görülmektedir (Cheang, 2009; Cornelius-White, 2007; Hattie, 2009; Pedersen ve Liu, 2003).

Yapılandırmacı öğretim yaklaşımı kapsamında öğrenci merkezli yöntem ve tekniklerin uygulandığı derslerde öğrencilerin problem çözme becerileri, akademik başarıları ve derse yönelik tutumları üzerine birçok farklı çalışma yapılmış ve yapılmaktadır. Öğrencilerde problem çözme becerilerinin geliştirilmesi matematik eğitiminin önemli hedeflerinden biridir. Matematik eğitimi, günlük hayatın vazgeçilmez bir parçası olan sayılar, işlemler ve hesaplama becerilerinin kazandırılmasının ötesinde bir görev üstlenir ve olayları ilişkilendirme, akıl yürütme, tahminde bulunma, problem çözme gibi önemli kazanımlar sağlar (Umay, 2003). Literatürde matematik derslerinin bazılarında öğrencilerin problem çözme çalışmalarına yönelik öğrenci merkezli öğretim yöntemleri ile ilgili birbirinden bağımsız ve farklı konuları içeren birçok çalışma bulunmaktadır (Akay, 2006; Cuneo, 2007; Pritchard, 2008; Tarım, 2009; Fede, 2010; Eissa ve Mostafa, 2013; Kayapınar, 2014; Çiligr ve Artut, 2015; Pilten ve Pilten, 2016; Alan ve Özsoy, 2017; Akkaş ve Öztürk, 2018; Arşuk ve Memnun, 2019; Hobri vd., 2020; Zulkarneyn vd., 2021). Bu çalışmalarda matematiksel problem çözme becerisini artırmaya yönelik farklı öğrenci merkezli uygulama yaklaşımları kullanılmıştır. Uygulanan bu yaklaşımların problem çözme becerileri üzerindeki etkilerinin farklı olması beklenmektedir. Bu çalışmada, 2005-2021 yılları arasında matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerinin problem çözme becerileri üzerindeki genel etkisi ve özel etkilerinin düzeyini uygulama yaklaşımları bağlamında ele alan çalışmalar incelenmiştir.

Araştırmacıların güvenilir bilgiye daha hızlı ulaşmasını sağlayan yöntemlerden biri de meta-analiz yöntemidir. Meta-analiz, bilimsel araştırmaları sistematik bir şekilde bir araya getirmesi, nicel sonuçları istatistiksel yöntemlere dayalı olarak değerlendirme olanağı sağlaması, çalışmalar arasında tutarlılık oluşturması ve ortak karar almayı sağlaması açısından literatürde önemli bir yere sahiptir (Allen, Bourhis, Burreil ve Marby, 2002; Ergene, 2003; Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein, 2009; Ellis, 2010; Dinçer, 2014; Üstün ve Eryılmaz, 2014; Bakioğlu ve Özcan, 2016).

Öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerileri üzerindeki etkisini inceleyen meta analitik çalışmalar incelendiğinde Leary'nin (2012) bir meta analiz çalışması ile geleneksel öğrenmeye

karşı probleme dayalı öğrenme modelinin problem çözme becerileri üzerine etkiliğini hesapladığı görülmektedir. Toplam 38 çalışmadan 75 etki büyüklüğü elde edilmiş, yapılan heterojenlik testi sonucunda rastgele etkiler modeli tercih edilmiştir. Analiz sonucunda 0.45 etki büyüklüğü ile orta düzeyde, anlamlı ve pozitif yönde bir etki bulunmuştur. Bunun sonucunda geleneksel öğrenmeye karşı probleme dayalı öğrenme modelinin problem çözme becerileri üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. Bir başka ilgili araştırma Kurt (2015) tarafından yapılan çeşitli derslerde (Fen, Matematik, Sosyal, Fizik, Görsel Sanatlar vb.) kullanılan öğrenci merkezli öğrenme yöntemlerinden yalnızca üçüne değinilmiştir. Bunlar; probleme dayalı öğrenme, işbirlikli öğrenme ve proje tabanlı öğrenmedir. Araştırma sonucuna 12 çalışmadan elde edilen verilerle probleme dayalı öğrenme yönteminin problem çözme becerilerine etki düzeyi 0.675'lik orta düzey etki olarak, 9 çalışmadan elde edilen verilerle işbirlikli öğrenme yönteminin problem çözme becerilerine etki düzeyi 1.02'lik geniş düzey etki olarak, 5 çalışmadan elde edilen verilerle proje tabanlı öğrenme yönteminin problem çözme becerilerine etki düzeyi 1.08'lik geniş düzey etki olarak bulunmuştur. Alanyazında rastlanan, bir diğer meta-analiz ise Ridwan vd., (2021) tarafından yapılan, öğrenci merkezli yöntemlerin ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerileri üzerindeki etki büyüklüğünü ortaya çıkarmayı amaçlayan, büyük çoğunluğu Endonezya'da yapılan, uluslararası düzeyde yapılmış makalelerin oluşturduğu çalışmalardan oluşmaktadır. Yapılan analizler sonucunda 0.95 etki büyüklüğü ile geniş düzeyde, anlamlı ve pozitif yönde bir etki bulunmuş olup çalışma sonucunda matematik öğretiminde öğrenci merkezli öğretim yöntemleri öğretmen merkezli öğretime göre problem çözme becerileri üzerinde oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada ise alanyazındaki diğer meta analiz çalışmalarından farklı olarak matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerinin problem çözme becerilerine etkisi, yöntem, teknik veya strateji sınırlaması yapmadan tüm öğrenim seviyelerinde ulusal ve uluslararası ulaşılabilen, dâhil etme kriterlerine uygun çalışmaların senteziyle yürütülmüştür. Etki büyüklük değerlerini etkileyecek faktörler olarak belirlenen uygulama yaklaşım türleri, öğrenim düzeyi, yayın türü, yapıldıkları yıl, araştırmanın uygulayıcıları, uygulama süreleri gibi birçok moderatör değişkene göre etki büyüklükleri arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek üzere alt grup analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, yapılan araştırmanın kapsamının oldukça geniş olması açısından alanyazınına önemli derecede katkı sunacağı düşünülmektedir.

Yukarıda belirtilen düşünceler ışığında bu çalışmada matematik öğretiminde öğrenci merkezli yöntemlerin problem çözme becerilerine etkisini inceleyen çalışmalar araştırılıp çalışmaların; yıl, veritabanları, dil, yayın türü, çalışma konu alanı gibi kategorilerle belirlenen dâhil edilme kriterlerine uygun olan veriler ile meta-analiz çalışması yapılarak "Matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerileri üzerindeki etkisi hangi düzeydedir?" sorusu araştırmanın temel problemini oluşturmuştur.

Çalışmada ayrıca aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

- I. Meta-analiz kapsamına alınan çalışmaların çeşitli değişkenlere göre istatistiksel dağılımı nasıldır?
- II. Matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerisi üzerindeki etkisinin düzeyi ve yönü nedir?
- III. Matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin öğrencilerin problem çözme becerileri üzerindeki etkisi çeşitli aracı değişkenlere göre anlamlı farklılık göstermekte midir?

Yöntem

Matematik öğretiminde öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerisine etkisine ilişkin araştırmalardan elde edilen bulguların tutarlılığı ve gerçekliği konusunda fikir birliğine varmak için meta-analiz yönteminin kullanılmasının uygun olduğuna karar verilmiştir (Card, 2012; Lewis, 2000; Rosenthal, 1991). Meta analizlerde hedef durumdan kopmadan analizin amacına uygun ölçütlerin seçilmesi ve uygun araştırma sonuçlarının birleştirilmesi gerekmektedir (Güler, Kokoç ve Önder Bütüner,

2023). Bu çalışmada, meta analiz adımları geçerli ve güvenilir sonuçlar elde etmek için uygun kriterler kullanılarak yürütülmüştür. Bu adımlar aşağıda ayrı başlıklar altında sırasıyla verilmiştir.

Literatür Tarama

Bu çalışmada konuyla ilgili yerli ve yabancı makale ve tezler aşağıdaki adımlar izlenerek taranmıştır.

1. Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar “Problem Çözme” VEYA “Problem Çözme Becerileri” VEYA Türkçe “Problem Çözme Becerilerine Etkisi” VE “Matematik” VE “Öğrenci Merkezli”; İngilizce’de “Problem Solving” VEYA “Problem Solving Skills” OR “Problem Solving Abilities” AND “Student-Centered” AND “Mathematics” OR “Math” anahtar kelimeleri ile arandı.

2. Aramada, çalışmaların başlık, anahtar kelime ve özetlerinde aranan anahtar kelimeler tarandı.

3. Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi (ULAKBİM) veri tabanları, Yüksek Öğrenim (YÖK) tez merkezi veri tabanı ve uluslararası Google Scholar, ProQuest ve ERIC (EBSCO host) veri tabanları kullanıldı.

Sınırlılıklar

Bu araştırma, öğretim programlarında öğrenci merkezli yöntemlerin yaygın olarak kullanılmaya başlandığı 2005 - 2021 yılları arasında matematik öğretiminde öğrenci merkezli öğretim yöntemlerinin problem çözme becerilerine ilişkin gerçekleştirilmiş olan deneysel - yarı deneysel tezlerin ve makalelerin oluşturduğu örnekleme sınırlıdır. Araştırma Türkçe veya İngilizce olarak yapılan doktora ve yüksek lisans tezleri ile yayınlanmış makalelerden Google Scholar, ERIC, Proquest, TR Dizin, Ulusal Tez Merkezi veritabanlarıyla ulaşılabilen çalışmalarla sınırlıdır.

Dâhil etme ve hariç tutma kriterleri

Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar için kullanılan kriterler şunlardır:

1. Matematik öğretiminde öğrenci merkezli yöntemlerin problem çözme becerisine etkisini inceleyen hakemli dergilerde yayınlanmış makale, yüksek lisans veya doktora tezi olması,

2. Deneysel- yarı deneysel desenin kullanıldığı kontrol gruplu çalışmalar olması,

3. Çalışmaların meta-analizde etki büyüklüğünün hesaplanması için yeterli istatistiksel veriye sahip olması,

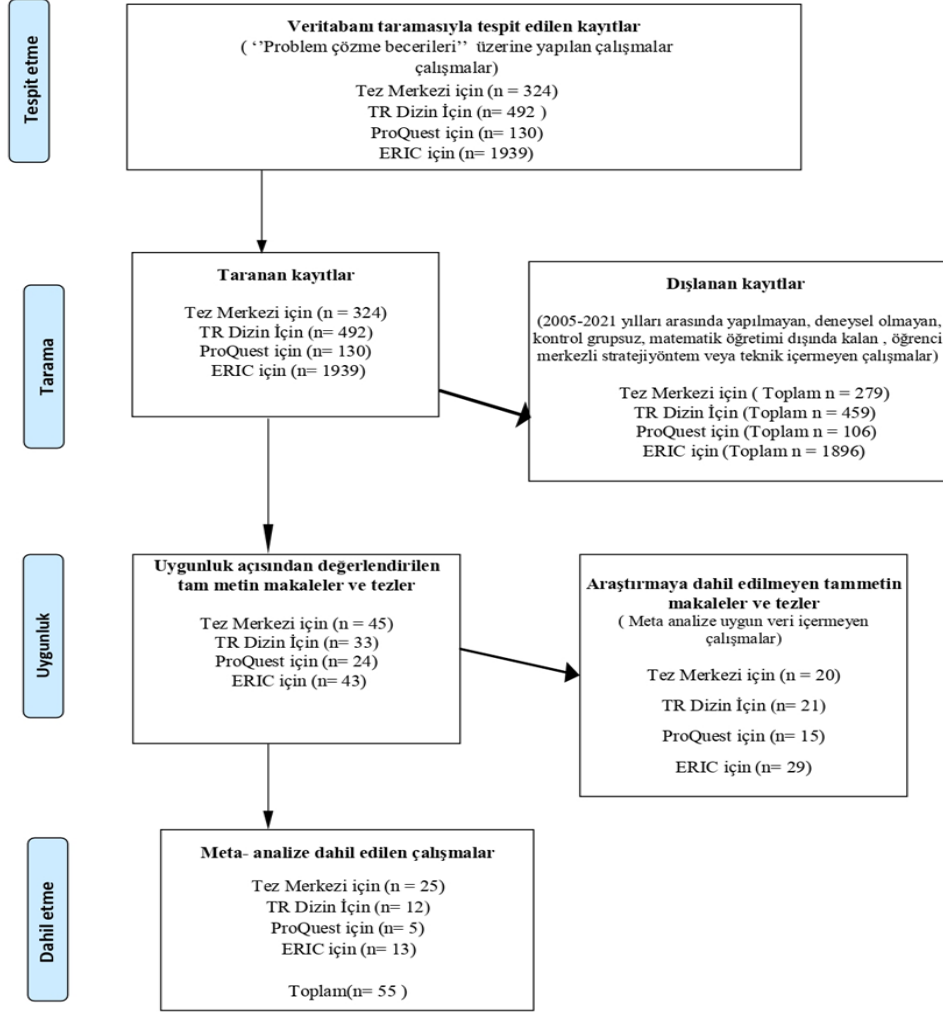
4. Öğrenciler üzerinde yapılan çalışmalar olması,

5. 2005-2021 yılları arasında yayınlanan çalışmalar olmasıdır.

Çalışmaların toplamına göre PRISMA Akış Şeması Şekil 1’de verilmiştir.

Şekil 1

Çalışmaların Toplama Göre PRISMA Akış Şeması



Şekil 1’de görüldüğü gibi ilk aşamada 2885 adet çalışmadan sonuç olarak bu meta-analiz çalışmasına toplamda 55 bireysel çalışma dâhil edilmiştir.

Çalışmanın Kodlanması

Bu çalışmada, verileri toplamak için kodlama sürecinde belirtilen özellikler dikkate alınarak, alanyazından faydalanılarak araştırmacı tarafından veri kodlama formu geliştirilmiştir. Veri kodlama formunda bireysel araştırmaların eleştirel değerlendirilmesini yapabilecek tüm değişkenlere ilişkin bilgiler (yılı, yazarı, yapıldığı yer, vb.) ile etki büyüklüğünü hesaplamak için gereken istatistiksel veriler ve araştırma özellikleri (uygulama yaklaşımı, konu alanı, örneklem, yayın türü vb. değişkenler) sorgulanmıştır. Bireysel araştırmalar için çalışmanın başlığı, yazarı, yayın yılı, yayın türü, konu alanı, örneklem büyüklüğü, yayın dili,

kullanılan ölçüm aracı, uygulama süresi, uygulayıcı vb. kodlanmıştır. Kodlama sürecinde ilk olarak hazırlanan kodlama protokolü formu kullanılarak, iki araştırmacı tarafından bağımsız kodlama yapılmıştır. Kodlayıcılardan birisi araştırmacı, diğeri ise matematik eğitimi alanında yüksek lisans yapan bir öğretmendir. İki kodlayıcı analize dâhil edilme potansiyeli olan tüm çalışmaların her birini ayrıntılı olarak incelemiş ve kodlamıştır. Kodlamalar sonucunda çalışmaya dâhil edilen 55 çalışmanın 46'sında kodlayıcılar hemfikir olmuş ve kodlama için uzlaşma oranı %83'lük bir oran ile yeterli bulunmuştur. %80 ve üzeri bir oran birçok psikometrist tarafından yeterli kabul edilmektedir (Carol vd., 2017; Orwin ve Vevea, 2009).

Modelin Seçilmesi

Herhangi bir araştırmada izlenen istatistiksel testlerin nihai amacı, araştırmacı tarafından oluşturulan sıfır hipotezini reddetmek veya kabul etmektir. Etki genişliği olarak da bilinen etki büyüklüğü, bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni ne ölçüde olumlu ya da olumsuz etkilediği hakkında bilgi vermek için kullanılır (Borenstein vd.2009; Littell vd. , 2008). Sabit etkiler modeli, meta-analiz kapsamında toplanan tüm araştırmaların benzer etki büyüklüklerini paylaştığı (homojen) varsayımına dayanmaktadır (Borenstein vd., 2009). Bu varsayım çoğu zaman mümkün değildir. Sosyal bilimlerdeki çalışmalar birçok yönden farklılık gösterdiğinden, bu alandaki meta-analiz çalışmalarında hemen hemen her zaman rastgele etkiler modelinin seçilmesi uygun olacaktır (Borenstein vd., 2009; Cooper vd., 2019; Higgins, Thompson ve Spiegelhalter, 2009). Rastgele etkiler modelinde, büyük ve küçük örneklemler çalışmaları etkileri dengelenir. Bu model, sabit etkiler modeline kıyasla daha kapsamlı bir güven aralığı verir. Rastgele etkiler modelinde homojenlik sağlanamadığı zaman uç noktalardaki çalışmalar elenir ve verilerin yeniden analiz edilmesi gerekir (Field, 2001; Higgins vd., 2009). Bu çalışmada rasgele etkiler modeli seçilmiş ve bunun nedenleri aşağıdaki başlıklar altında açıklanmıştır.

Heterojenlik Testi

Meta-analiz için farklı ölçümlere sahip çalışmalar kullanılmaktadır. Bu farklı ölçümlerin aynı etki büyüklüğüne sahip olması da beklenemez. Burada dikkat edilmesi gereken önemli olan bu ölçümlerin farklı olup olmadığı değil, bu değerlerin göz ardı edilip edilmeyeceğini en uygun şekilde belirlemektir. Bunun için kullanılacak çalışmalar heterojenlik testine tabi tutulmalıdır. Bu çalışmada heterojenite için Q, df, p, I² istatistikleri rapor edilmiştir. Bu verilerin her biri heterojenliğin yönünü belirlemede önemli istatistiksel verilerdir (Cheung, 2015; Cooper, Hedges ve Valentine, 2019).

Meta-analize dâhil edilen çalışmaların sabit ve rastgele etki modellerine göre birleştirilmiş ortalama etki büyüklüğü, standart hata ve % 95'lik güvenirlilik aralığına göre alt ve üst sınırları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Sabit ve rastgele etkiler modellerine göre etki büyüklükleri

Etki Modeli	N	Ort EB	SH	%95 CI	
				Alt Limit	Üst Limit
Sabit Etkiler	69	0.738	0.032	0.675	0.801
Rastgele Etkiler	69	0.868	0.072	0.727	1.009

Tablo 1 incelendiğinde, araştırmaya dâhil edilen 55 çalışmaya ait 69 etki büyüklüğü değerinin ortalama etki büyüklüğü değeri sabit etkiler modeline göre EB: 0.738, rastgele etkiler modeline göre ise EB: 0.868 bulunmuştur. Araştırma kapsamında yapılan homojenlik testi (Q-istatistikleri) için "Q" değeri 314.943 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen 68 serbestlik derecesi için Q-istatistik değeri (Q=314.943), 68 serbestlik derecesine sahip ki-kare dağılımının kritik değerinden yüksek olduğu için etki büyüklüğü dağılımının homojenliğinden söz edilememektedir.

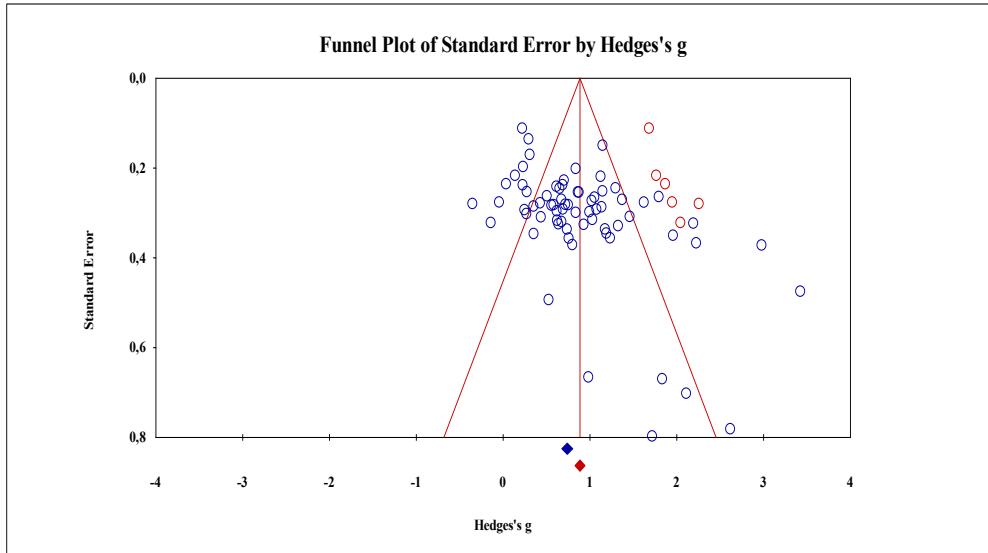
Homojenlik testinde Q istatistiğine ek olarak I^2 değerinin hesaplanması, heterojenlik açısından değerlendirmede daha kesin bilgi sağlar (Petticrew ve Roberts, 2006). I^2 değeri etki büyüklüğünün toplam varyansa oranı hesaplanarak elde edilir. I^2 istatistiğinin Q istatistiğine göre bir başka avantajı da dâhil edilen çalışma sayısının hesaplamayı etkilememesidir. I^2 yorumunda %25 veya altı düşük heterojenliği, %50'ye kadar (%50 dâhil) orta derecede heterojenliği ve %75 (%75 dâhil) yüksek heterojenliği gösterir (Cooper ve diğerleri, 2009). Çalışmada elde edilen verilere göre, I^2 değeri %78.4 ile yüksek düzeyde heterojenlik gösterdiği için rastgele etkiler modeli tercih edilmiştir. Lipsey ve Wilson (2001) bu durumda moderatör analizini önermektedir. Bu çalışmada moderatör değişkenler yayın yılı, yayın türü, öğrenim düzeyi, öğrenme alanı, uygulama süresi, araştırma deseni olarak belirlenmiş ve moderatör analizleri yapılmıştır.

Yayın yanlılığı

Meta-analiz yönteminin en büyük sorunlarından biri yanlılıktır. Bu durum araştırmaya dâhil edilen çalışmaların genellikle pozitif bulgu bildiren çalışmaların yayınlanma olasılığının daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Hunter J, Schmidt F., 2004; Rothstein, Sutton ve Bornstein, 2005; Orwin F.G., 1983). Yayın yanlılığının tespitinde kullanılan bazı yöntemler vardır. Bu çalışmada ise yayın yanlılığı ; Huni Saçılım Grafiği, Classic Fail-Safe N, Orwin's Fail-Safe N ve Intercept ve Duval and Tweedie's Trim and Fill ile test edilmiştir. Huni saçılım grafiğine göre, dâhil etme kriterlerini karşılayan 55 çalışmadan elde edilen 69 etki büyüklüğünün büyük bir kısmı huninin tepe noktasına doğru ve genel etki büyüklüğüne çok yakın bir noktada toplanmıştır (Şekil2). Yayın yanlılığı olmadığını tespiti için çalışmaların etki büyüklüklerinin genel etki büyüklüğü üzerindeki dikey çizginin her iki yanına ve simetrik bir şekilde dağılması gerekir (Borenstein vd., 2009). Şekil 2, Kes ve Ekle düzeltmesinin huni grafiğini göstermektedir. Yapılan bu meta analize dâhil edilen araştırmalardan piramidinin dışına taşanlar olduğu görülmektedir (Şekil2).Ancak bu çalışmaların çoğu da huninin orta ve üst bölgelerinde toplanmıştır. Eğer dâhil edilen çalışmalarda yayın yanlılığı söz konusu olsaydı, o zaman çalışmaların büyük bir kısmının huni şeklinin alt kısmında ve/veya genel etki büyüklüğü dikey çizgisinin sadece bir bölümünde toplanması beklenirdi (Borenstein vd., 2009).

Şekil 2

Kes ve Ekle Yöntemi Tarafından Eklenen Çalışmaları ve Düzeltilmiş Etki Büyüklüğünü Gösteren Huni Grafiği



Classic Fail-Safe N, ortalama etki büyüklüğünü anlamlı olmayan bir düzeye indirmek için bu meta-analize dâhil edilmeleri için var olması gereken hariç tutulan çalışmaların sayısını inceler (Card, 2012). Meta analize dâhil edilen çalışmalar için Z değeri 24.417 olarak bulunmuş ve p değeri (0.000) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 2). Alfa 0.05 olarak ayarlanmıştır. Etki büyüklüğünün anlamsız düzeye indirilmesi için bu meta analize dâhil edilecek 641 çalışmaya gerek vardır. Bu da bu çalışmada yayın yanlılığı

riskinin çok düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca; Mullen, Muellerleile ve Bryant (2001), $N/(5k+10)$ (k =meta-analize dâhil edilen çalışma sayısı) değerinin 1’i geçmesi hâlinde, yayın yanlılığı açısından yeterince dirençli görüldüğü sonucuna ulaşılabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre, $N/(5k+10)$ oranı 1.80’dir. Bu değer meta-analizin sonuçlarının sonraki çalışmalar için yeterince dirençli olduğunu göstermektedir (Tablo 2). Orwin’s Fail-Safe N hesaplamasının mantığı yapılan meta-analizde eksik olması muhtemel çalışma sayısının hesabına dayanmaktadır (Rothstein vd., 2005). Hesaplanan Orwin’s Fail-Safe N değeri 3328’dir. Başka bir deyişle, analiz sonucunda ulaşılan 0.738 ortalama etki büyüklüğünün 0.015 düzeyine (trivial), yani hemen hemen sıfır etki düzeyine ulaşabilmesi için gereken çalışma sayısı 3328’dir. Bu gösterge, bu meta-analizde yayın yanlılığı riskinin minimum olduğunun bir başka kanıtıdır (Tablo 2). Duval ve Tweedie’nin Kırp ve Doldur yönteminde ise meta-analize 6 çalışma daha eklenirse huni grafiğinin simetrik olacağı program tarafında hesaplanmıştır. Ancak huni grafiğinin asimetrikliğinin düzeltilmesi için gereken çalışmaların huni grafiğine sanal olarak (dummy) program tarafından yerleştirilerek hesaplanan etki büyüklüğü değeri EB:0.96 işlem öncesi hesaplanan etki büyüklüğü değerinden EB:0.86 önemsiz düzeyde farklıdır (etki büyüklüğü farkı 0.10). Dolayısıyla Duval ve Tweedie’nin Kırp ve Doldur yöntemi yayın yanlılığının riskinin olmadığını göstermektedir (Tablo 2). Kırılan çalışmalar doldurulunca hesaplanan yeni SOF ne büyüklük açısından ne de yönü açısından dikkate değer bir farklılık göstermemektedir (Şekil 2).

Tablo 2*Yayın yanlılığı testlerinin sonuçları*

Test	Çıktı	Değer
Classic Fail-Safe N	Gözlenen çalışmalara ait Z değeri	24.417
	Gözlenen çalışmalara ait p değeri	0.000
	Alfa	0.050
	Kuyruk	2
	Z için alfa	1.959
	Gözlenen çalışma sayısı	69
	Eksik çalışma sayısı ($p > \alpha$ için)	641
Orwin's Fail-Safe N	Gözlenen çalışmalara ait Hedge’s g	0.738
	Önemsiz” Hedge’s g için ölçüt	0.015
	Kayıp çalışmalar için ortalama Hedge’s g	0.000
	FSN	3328
Trim and Fill (Kırp Doldur)	Gözlenen çalışma	0.86
	Doldurulan çalışma	0.96
	Kırılan çalışma	6

Etki Büyüklüğü

Etki büyüklüğü indeksinin çeşitli şekil ve boyutlarıyla yetmişden fazla şekilde hesaplanabilir olduğu söylenmektedir (Huberty, 2002; Kirk, 2003). Ancak çoğu etki büyüklüğünü, etkilerin iki ailesinden biri olarak gruplandırabiliriz. Bunlar “d” ailesi, “r” ailesi olarak da bilinir (Ellis, 2010). Bu meta-analiz çalışmasında Hedges’ g yöntemi ile etki büyüklüğü hesaplanmış ve anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edilmiştir. “Hedge’s g” istatistiği standardize edilmiş ortalamalar arası farkları tanımlayan etki büyüklüğüdür. Ortalamaların birbirinden kaç standart sapma uzaklaştığını gösterir (Borenstein vd., 2009; Card, 2012; Ellis, 2010; Petticrew ve Roberts, 2006). Nicel veriler, deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanlarından, bunlara ulaşılamadıysa analize imkân sağlayacak diğer test istatistiklerinden oluşmaktadır.

Etki büyüklükleri hesaplanırken, tüm etki büyüklükleri için Cohen's d yerine Hedge's g değerinin kullanılması önerilmektedir, çünkü örneklem büyüklüğü görece küçük olduğunda Hedge's g, Cohen d'ye göre daha doğru ve daha az yanlıdır (Borenstein vd., 2009; Little vd., 2008; Güler, Tümer, Danışman & Gürsoy, 2022). Çalışmaların etki büyüklüğüne yönelik yorum yapabilmek adına, Cohen'in yapmış olduğu sınıflandırma genel bir öneri olmak üzere, d değerinin 0.2'den küçük olması durumunda, etki büyüklüğünün düşük, 0.5 olması durumunda orta ve 0.8'den büyük olması durumunda ise kuvvetli veya geniş olarak tanımlanabileceğini söylemektedir (Cohen,1988). Bu çalışmada birleşik etki büyüklükleri, çalışmaya dâhil edilen bireysel çalışmalardan elde edilen meta-analize uygun veriler ışığında hesaplanmıştır. Bu çalışmanın bulgularını yorumlamak için Cohen'in (1988) etki büyüklüğü sınıflandırması kullanılmıştır.

Bulgular

Çalışmada öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin matematik dersindeki problem çözme becerilerine etkisini konu edinen 55 çalışma (69 etki büyüklüğü) meta-analize dâhil edilmiştir. Bu bölümünde bulunan çalışmaların betimsel analizleri yapılmış ve bunu takiben meta-analiz yöntemi kullanılarak veriler bir araya getirilmiştir.

Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların etki büyüklüğü sonuçları

Araştırmamıza dâhil edilen çalışmaların aritmetik ortalamaları (\bar{X}), standart sapmaları (S) ve örneklem sayıları (N) analiz edilerek her bir çalışmanın etki büyüklükleri bulunmuştur. Ek-1 'de etki büyüklüğü küçükten büyüğe artan sırada gösterilmiştir. 69 çalışmanın standardize edilmiş etki büyüklükleri -0.348 ile 3.429 arasında değişirken, güven aralığı -0.898 ile 4.362 arasında değişmektedir. Meta analize dâhil edilen 69 çalışmadaki veriler rastgele etkiler modeline göre; standart hata 0.072 ve % 95'lik güven aralığının üst sınırı 1.009 ve alt sınırı 0.727 ile etki büyüklüğü değeri EB: 0.868 matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerilerine etkisine ilişkin deney grubu lehine kontrol grubundan daha olumlu olduğu hesaplanmıştır (Bknz. Ek-1). Etki büyüklüğü değeri 0.80' den büyük olduğu için Cohen'in sınıflandırmasına göre geniş düzeyde bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Cohen, 1988).

Çeşitli değişkenler üzerinde moderatör analizi

Matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerileri üzerindeki etkisinin birleşik etki büyüklüğünün heterojenliğini açıklamak için 7 kategorik moderatör ANOVA ile analiz edilmiştir. Sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3
Çalışmaların moderator analizleri

	N	ES (g)	SE	%95CI		Q _B	p
				Lower Limit	Upper Limit		
Yıllar						0.745	0.863
2006-2009	9	0.874	0.200	0.482	1.265		
2010-2013	12	1.013	0.184	0.652	1.375		
2014-2017	12	0.844	0.172	0.506	1.182		
2018-2021	36	0.835	0.103	0.633	1.037		
Yayın Türü						0.000	0.998
Tez	37	0.869	0.100	0.674	1.064		
Makale	32	0.869	0.107	0.661	1.078		
Öğrenim Düzeyi						2.450	0.484
İlkokul	21	1.007	0.137	0.739	1.275		
Ortaokul	37	0.764	0.101	0.566	0.962		
Lise	8	0.973	0.215	0.552	1.395		
Üniversite	3	0.984	0.339	0.320	1.648		
Öğrenme Alanı						24.915	0.002
Diğer	4	1.367	0.276	0.826	1.909		
Cebir	8	0.893	0.200	0.502	1.284		
Geometri ve Ölçme	9	1.239	0.180	0.886	1.591		
İstatistik ve Olasılık	1	0.721	0.527	0.311	1.754		
Karma Müfredat Problemleri	6	1.331	0.210	0.918	1.743		
Rutin ve/veya Rutin olmayan Problemler	20	0.484	0.120	0.249	0.718		
Sayılar ve İşlemler	16	0.902	0.140	0.628	1.177		
Sözel Mantık Problemleri	3	0.723	0.296	0.143	1.302		
Veri Analizi	2	0.403	0.340	0.263	1.069		
Uygulama Süreleri						0.790	0.852
3 - 5 hafta	19	0.825	0.142	0.548	1.103		
6 - 8 hafta	23	0.832	0.126	0.585	1.078		
9 hafta ve üzeri	21	0.972	0.136	0.705	1.239		
Bilinmiyor	6	0.825	0.239	0.356	1.294		
Araştırma Deseni						4.662	0.031
Karma Yöntem	21	1.111	0.134	0.849	1.373		
Nicel Yöntem	48	0.770	0.084	0.605	0.935		
Uygulama Yaklaşımı						11.360	0.124
Alternatif Yöntem ve Teknikler	28	0.749	0.111	0.531	0.967		
FeTeMM 'e Dayalı Öğretim	3	2.005	0.363	1.294	2.716		
GME Yaklaşımı	3	0.894	0.329	0.249	1.538		
İşbirlikli öğretim	6	0.894	0.245	0.414	1.373		
Oyunla Öğretim Yöntemi	4	0.941	0.308	0.337	1.545		
Problem Kurma ve Çözme Yaklaşımlı Matematik Öğretimi	16	0.895	0.150	0.600	1.189		
Sorgulamaya Dayalı Öğretim	3	0.929	0.378	0.188	1.669		
Teknoloji Destekli Öğretim	6	0.741	0.254	0.244	1.238		
Toplam	69						

Tablo 3'e göre, matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerisine etkisine ilişkin yapılan çalışmalardaki yayın yılı gruplarına ait ortalama etki büyüklüğü değerleri, yayın yılı "2006-2009 arası" olan çalışmalar için 0.874 (G.A. 0.482 – 1.265, $p<0.05$), yayın yılı "2010-2013 arası" olan çalışmalar için 1.013 (G.A. 0.652 - 1.375, $p<0.05$), yayın yılı "2014-2017 arası" çalışmalar için 0.844 (G.A. 0.506 – 1.182, $p<0.05$) ve yayın yılı "2018-2021 arası" çalışmalar için 0.835 (G.A. 0.633 – 1.037, $p<0.05$) şeklindedir. Yayın yılı için moderatör analizinden elde edilen sonuçlara göre, çalışmalar arası varyans istatistiksel olarak anlamlı değildir ($Q_B = 0.745$, $p>0.05$). Buna göre matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerisine etkisine ilişkin yapılan çalışmalarda yayın yılının etki büyüklüğünü değiştirmediği belirlenmiştir.

Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar yayın türü moderatörüne göre "makale" ve "tez", olarak iki gruba ayrılmıştır. 37 çalışma "makale", 29 çalışma "tez" olarak kategorilere dağılmıştır. Yayın türü gruplarına ait ortalama etki büyüklüğü değerleri, makaleler için 0.869 (G.A. 0.674 – 1.064, $p<0.05$), tezler için 0.869 (G.A. 0.661 – 1.078, $p<0.05$) şeklindedir. Yayın türü için moderatör analizinden elde edilen sonuçlara göre, çalışmalar arası varyans istatistiksel olarak anlamlı değildir ($Q_B = 0.000$, $p>0.05$). Buna göre matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerilerine etkisine ilişkin yapılan çalışmalarda yayın türlerinin etki büyüklüğünü değiştirmediği belirlenmiştir.

Öğrenim düzeyi gruplarına ait ortalama etki büyüklüğü değerleri, ilkokuldaki öğrencilerle yapılan çalışmalar için 1.007 (G.A. 0.739- 1.275, $p<0.05$), ortaokuldaki öğrencilerle yapılan çalışmalar için 0.764 (G.A. 0.566 – 0.962, $p<0.05$), lisedeki öğrencilerle yapılan çalışmalar için 0.973 (G.A. 0.552- 1.395, $p<0.05$) ve üniversitedeki öğrencilerle yapılan çalışmalar için 0.984 (G.A. 0.320- 1.648, $p<0.05$) şeklindedir. Öğrenim düzeyi moderatör analizinden elde edilen sonuçlara göre, çalışmalar arası varyans istatistiksel olarak anlamlı değildir ($Q_B = 2.450$, $p>0.05$). Buna göre matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerisine etkisine ilişkin yapılan çalışmalarda öğrenim düzeyinin etki büyüklüğünü değiştirmediği belirlenmiştir.

Öğrenme alanı gruplarına ait ortalama etki büyüklüğü değerleri, "Cebir" öğrenme alanında yapılan çalışmalar için 0.893 (G.A. 0.502 – 1.284, $p<0.05$), "Geometri ve Ölçme" alanında yapılan çalışmalar için 1.239 (G.A. 0.886 - 1.591, $p<0.05$), "İstatistik ve Olasılık" alanında yapılan çalışmalar için 0.721 (G.A. -0.311 - 1.754, $p>0.05$), "Karma müfredat problemleri" alanında yapılan çalışmalar için 1.331 (G.A. 0.918 – 1.743, $p<0.05$), "Rutin ve/veya Rutin Olmayan Problemler" alanında yapılan çalışmalar için 0.484 (G.A. 0.249 – 0.718, $p<0.05$), "Sayılar ve İşlemler" alanında yapılan çalışmalar için 0.902 (G.A. 0.628 – 1.177, $p<0.05$), "Sözel Mantık Problemleri" alanında yapılan çalışmalar için 0.723 (G.A. 0.143 – 1.302, $p<0.05$), "Veri İşleme" alanında yapılan çalışmalar için 0.403 (G.A. -0.263 – 1.069, $p<0.05$) ve öğrenme alanı belli olmayan çalışmalar için 1.367 (G.A. 0.826 - 1.909, $p<0.05$) şeklindedir. Moderatör analizinden elde edilen sonuçlara göre çalışmalar arası varyans istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($Q_B = 24.915$, $p<0.05$). Buna göre matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerilerine etkisine ilişkin yapılan çalışmalarda öğrenme alanlarından sırasıyla "Karma Müfredat Problemleri", "Geometri ve Ölçme", "Sayılar ve İşlemler", "Cebir", "Sözel Mantık Problemleri", "İstatistik ve Olasılık", "Rutin ve/veya Rutin olmayan Problemler" ve "Veri İşleme" olmasının etki büyüklüğünü arttırdığı tespit edilmiştir.

Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar uygulama süresi moderatörüne "3-5 hafta", "6-8 hafta", "9 hafta ve üzeri" ve "uygulama süresi belirsiz" çalışmalar olarak dört gruba ayrılmıştır. Uygulama süresi gruplarına ait ortalama etki büyüklüğü değerleri, 3-5 hafta arasında yer alan çalışmalar için 0.825 (G.A. 0.548 – 1.103, $p<0.05$), 6-8 hafta arasında yer alan çalışmalar için 0.832 (G.A. 0.585 – 1.078, $p<0.05$), 9 hafta ve üzerinde yer alan çalışmalar için 0.972 (G.A. 0.705 – 1.239, $p<0.05$), süresi bilinmeyen çalışmalar için 0.825 (G.A. 0.356 – 1.294, $p<0.05$) şeklindedir. Uygulama süresi için moderatör analizinden elde edilen sonuçlara göre, çalışmalar arası varyans istatistiksel olarak anlamlı değildir ($Q_B = 0.790$, $p>0.05$). Buna göre matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerisine etkisine ilişkin yapılan çalışmaların uygulama sürelerinin etki büyüklüğünü değiştirmediği gözlemlenmiştir.

Araştırma desenlerine ait ortalama etki büyüklüğü değerleri, "Karma Yöntem" kullanılan çalışmalar için 1.111 (G.A. 0.849 – 1.373, $p<0.05$) ve "Nicel Yöntem" kullanılan çalışmalar için 0.770 (G.A. 0.605- 0.935,

$p < 0.05$) şeklindedir. Araştırma deseni için moderatör analizinden elde edilen sonuçlara göre, çalışmalar arası varyans istatistiksel olarak anlamlıdır ($Q_B = 4.662$, $p < 0.05$). Buna göre matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerisine etkisine ilişkin yapılan çalışmalarda “Karma Yöntem”in tercih edilmesinin etki büyüklüğünü arttırdığı belirlenmiştir.

Matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerilerine etkisine ilişkin yapılan çalışmalardaki uygulama yaklaşımı gruplarına ait ortalama etki büyüklüğü değerleri, “Alternatif Yöntem ve Teknikler”, için 0.749 (G.A. 0.531- 0.967, $p < 0.05$), “FeTeMM Etkinliklerine Dayalı Öğretim” için 2.005 (G.A. 1.294 - 2.716, $p < 0.05$), “Gerçekçi Matematik Eğitimi (GME) Yaklaşımı” için 0.894 (G.A. 0.249 - 1.538, $p < 0.05$), “İşbirlikli Öğretim” için 0.894 (G.A. 0.414 - 1.373, $p < 0.05$), “Oyunla Öğretim Yöntemi” için 0.941 (G.A. 0.337 - 1.545, $p < 0.05$), “Problem Kurma ve Çözme Yaklaşımli Öğretim” için 0.895 (G.A. 0.600 - 1.189, $p < 0.05$), “Sorgulamaya Dayalı Öğretim” için 0.929 (G.A. 0.188 - 1.669, $p < 0.05$) ve “Teknoloji Destekli Öğretim” için 0.739 (G.A. 0.246 - 1.231, $p < 0.05$) şeklindedir. Uygulama yaklaşımı için moderatör analizinden elde edilen sonuçlara göre, çalışmalar arası varyans istatistiksel olarak anlamlı değildir ($Q_B = 11.360$, $p > 0.05$). Buna göre matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerisine etkisine ilişkin yapılan çalışmalarda uygulama yaklaşımı türünün farklı olmasının etki büyüklüğünü değiştirmediği belirlenmiştir.

Tartışma

Ana Etki Analizlerinin Sonuçlarının Tartışılması

Bu çalışmada geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla öğrenci merkezli strateji, yöntem veya tekniklerin öğrencilerin matematik problem çözme becerilerine olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Toplam 55 çalışmadan ortaya çıkan 69 etki büyüklüğü rastgele etki modeli altında analiz edildiğinde, etki büyüklüğü EB:0.868 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, Cohen (1988) ‘in sınıflandırmasına göre geniş düzeyde etkiye sahip olduğunu bir başka deyişle matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem veya tekniklerin öğrencilerinin problem çözme becerilerinde oldukça etkili olduğunu göstermektedir.

Moderatör Analizi Sonuçlarının Tartışılması

Yapılan meta analiz sonrasında genel etkiyi belirlendikten sonra etki büyüklüğünü değiştirip değiştirmediğine yönelik moderatör değişkenler incelenmiştir. Yapılan moderatör analizleri sonucunda oluşan etki büyüklükleri arasında anlamlı fark “Öğrenme alanı” ve “Araştırma deseni” moderatör analizi için bulunmuştur. Moderatör analizi için alınan ilk değişken yayın yılı değişkenidir. Yapılan moderatör analizi sonuçlarından elde edilen etki büyüklükleri birbirine yakın çıkmıştır. Moderatör analizinde yayın yılına göre etki büyüklükleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Yayınlanmış çalışmaların yayınlanmamış çalışmalara göre daha büyük etki büyüklüğü ortaya koyduğu literatürden anlaşılmaktadır (Rothstein ve diğerleri, 2005). Ancak bu meta-analizde yayın türü moderatör değişkeninden elde edilen bulgularda makalelerin (EB:0.869) ve tezlerin (EB: 0.869) etki büyüklükleri eşdeğer bulunmuş ve literatürden farklı bir sonuç elde edilmiştir. Eğitim düzeyi değişkeni için, bulgular ilköğretim için EB:1.007, ortaokul için EB:0.764, lise için EB:0.973 ve üniversite için EB:0.984 olarak hesaplanmıştır. Gruplar arasında etki büyüklüğü açısından anlamlı fark bulunmamasıyla birlikte ortaokul düzeyi hariç diğer eğitim düzeylerinde geniş düzeyde etki büyüklüğü elde edilmiştir. Bu kapsamda, alanyazında öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin akademik başarıya etkisine yönelik yapılan çalışmalarda ortaöğretim ve yükseköğretim düzeyinde gerçekleştirilen çalışmaların genellikle daha yüksek düzeyde etkiye sahip olduğu görülmektedir (Ayaz ve Söylemez, 2015; Capar ve Tarım, 2015; Gözüyeşil, 2012; Özdemirli, 2011; Tarım, 2003; Uyar ve Doğanay, 2018). Ancak bu sonuç farklı değişkenlerden de etkilenebilir; ülkelerin programlarının sınıflara göre dağılımı, kullanılan yaklaşımın düzeye uygunluğu vb. olarak sıralanabilir. Ayrıca öğrencilerin yaşlarına bağlı olarak ön bilgi, beceri ve tutum düzeyleri öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin kullanımında dikkate alınması gereken önemli bir değişken olarak gösterilmektedir (Uyar ve Doğanay, 2018). Bir diğer moderatör değişken olan öğrenme alanları dikkate alındığında öğrenme

alanlarına göre etki büyüklükleri arasında anlamlı fark bulunduğu beirlenmiştir. Çalışmaların ikisi hariç büyük çoğunluğu yüksek düzede etki büyüklüğüne sahip iken “Veri işleme” EB:0.403 ve “Rutin ve/veya Rutin Olmayan Problemler” EB:0.484 öğrenme alanlarında küçük düzeyde etki görülmüştür. Bu sonuç ilgili öğrenme alanında çok sayıda çalışma yapılmamış olmasından kaynaklanabilir ve etki büyüklüklerinin karşılaştırılmasında güvenli sonuçlar vermeyebilir (Rosenberg vd. 2000). Ayrıca; Çapar ve Tarım (2015) öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerinden işbirlikli öğrenmenin matematik başarısına etkisini inceledikleri çalışmalarında “Veri işleme” ve “İstatistik ve Olasılık” öğrenme alanlarında Türkiye’de ve Dünya’da çok sınırlı çalışmanın yapıldığını belirtmişlerdir. Bu durum öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerinin ilgili öğrenme alanlarında uygulama bağlamında araştırmacılar için çok da elverişli bulunmadığı şeklinde yorumlanabilir. Uygulama süresinin moderatör analizi sonucunda elde edilen bulgularda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Etki büyüklüğü açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte uygulama süre aralıkları açısından etki büyüklüğü düzeyleri Cohen’in (1988) sınıflamasına göre geniş düzeydedir. Sonuçlar, uygulama süresinin 9 haftayı EB:0.972 aşığı durumlarda uygulamanın etkisinin en yüksek değere sahip olduğunu göstermektedir. Öğretmen merkezli bir uygulamadan tamamen farklı olan öğrenci merkezli bir yaklaşıma öğrencilerin alışması bir süreç gerektirir ve öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin etkili kullanımı için beceri düzeyinde kazanımların hedeflenmesi gerekmektedir (Brown, 2003; Cornelius-White, 2007; Dochy, Segers, Van den Bossche ve Gijbels, 2003; Hattie, 2009; Marzano ve diğerleri, 2001). Beceri düzeyinde kazanımlara ulaşılması için, öğrencilerin öncelikle temel bilgileri anlamlandırmaları ve duyuşsal açıdan hazırlanmaları gerekmektedir. Bu nedenle; daha uzun bir süre boyunca gerçekleştirilen uygulamalardan daha büyük bir etki büyüklüğü beklenmektedir. Sonuç olarak, öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerinin tüm uygulama süreleri açısından problem çözme becerileri üzerinde oldukça etkili olduğu ve ilgili strateji, yöntem veya teknik için uygulama sürelerinin yeterli olduğu yorumu yapılabilir. Araştırma deseninin moderatör analizi sonucunda elde edilen bulgularda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu sonuç çalışmalarda tercih edilen karma yöntemin EB:1.111 nicel yöntem EB:0.770 göre etki büyüklüğünü artırdığını göstermiştir. Nicel ve nitel tekniklerin aynı çerçevede kullanımı ile karma yöntem araştırmaları, her iki tekniğin avantajlı taraflarını kuvvetlendirmektedir. Daha da önemlisi, karma yöntemleri kullanan araştırmacıların, belirledikleri araştırma sorularıyla ilişkili olan yöntem ve yaklaşımları seçme şansları daha fazladır(Baki ve Gökçek, 2012).Nicel ve nitel veri toplama yöntemlerini birleştirerek veya bağlayarak yapılan çalışmalarda pek çok fayda sağlanabilmektedir (Fielding ve Fielding, 1986; Greene, Caracelli ve Graham, 1989; Kiral ve Kiral, 2011; Koch ve Rhodes, 1979; Armenakis ve Feild, 2008).Moderatör analizi için alınan son değişken uygulama yaklaşımı değişkenidir. Çalışmalarda kullanılan strateji, yöntem ve teknikler “uygulama yaklaşımı” başlığı altında toplanmıştır. Uygulama yaklaşımına göre moderatör analizi sonucunda elde edilen bulgularda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Etki büyüklüğü açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte ‘FETEMM ile öğretim” EB:2.005 ile en yüksek etkiye sahip iken diğer strateji, yöntem ve teknikler de Cohen (1988)’e göre geniş etkiye sahiptir. Problem çözme becerisi; artık fizik, teknoloji ve uygulamalı matematiğin temel bileşeni olarak görülmektedir (Ünsal & Ergin, 2011). Yapılan araştırmalarda, FETEMM eğitiminin öğrencilerin fen bilimleri ve matematik başarısını artırdığı (Acar, Tertemiz ve Taşdemir, 2018; Judson, 2014; McClain, 2015; Olivarez, 2012; Wade- Shepherd, 2016; Wosu, 2013), bununla birlikte öğretim programlarında kazandırılması hedeflenen problem çözme becerisinin, FETEMM etkinlikleriyle öğrencilere kazandırılabilirdiği belirtilmektedir (Fortus, vd., 2005; Meyrick, 2011; Saleh, 2016; Şahin, vd., 2014; Wosu, 2013). Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, problem çözme becerisinin tek başına ele alındığı ve FETEMM eğitimiyle öğrenim gören öğrencilerin gerek matematik dersi başarıları gerekse problem çözme becerilerinin arttığı görülmektedir (Çorlu ve Aydın, 2016; Gwon- Suk ve Sun Young, 2012; McClain, 2015; Wosu, 2013). FETEMM eğitimiyle öğrenim gören öğrenciler, yeni bir problem durumuyla karşılaştıklarında disiplinlerarası bağlantı becerilerini uygulayan iyi bir problem çözücüdürler (Morrison, 2006).

Sonuç ve Öneriler

Matematik öğretiminde kullanılan öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin problem çözme becerisine etkisinin incelendiği bu çalışmada, bireysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar öğretmenlere

öğrencilerin problem çözme becerilerini artırma sürecinde öğrenme çıktılarına uygun bir öğrenme ortamı için strateji, yöntem ve tekniklerin seçiminde bu araştırma sonuçları bir kaynak oluşturabilir. Bu çalışmada eğitim bilimleri alanında farkındalığı ve güvenilirliği yüksek olan veritabanlarının taranmasında bazı güçlüklerin olduğu tespit edilmiştir. Veritabanı kullanıcılarına hassas aramalar yapabilecekleri imkânlar sağlanarak, özelliklerine göre istedikleri çalışmalara kolayca ulaşabilmeleri sağlanabilir. Ulusal matematik öğretim programlarının hazırlanmasından sorumlu eğitim programcılarının, bu çalışmanın sonuçlarını öğrenci merkezli strateji, yöntem ve teknikleri bağlamında önemli bir kaynak olacaktı. Öğrenci merkezli strateji, yöntem veya tekniklerin kullanımının matematik problem çözme becerisine etkisi incelenmiş ve öğrenme alanı bağlamında “İstatistik ve Olasılık” öğrenme alanında çok az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Gelecekteki çalışmalarda araştırmacıların bu öğrenme alanına odaklanmaları için önerilerde bulunulabilir. Ayrıca; çalışmalarda tercih edilen araştırma deseni açısından karma yöntemin tercih edilmesi nicel yöntemle göre etki büyüklüğünü arttırdığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, araştırmacılar karma yöntemle yapacakları çalışmalarda bir yöntemin zayıf yönlerini tolere etmek için diğer bir yöntemin güçlü taraflarını kullanabilir ve bu sayede gözden kaçabilecek farklı görüşler açığa çıkmış olur. Nitel ve nicel araştırmaların birlikte kullanımı, araştırmacılara teori ve uygulamaya ilişkin daha kesin ve net bilgi verecektir.

Yazar Katkı Oranı

Araştırmanın yazarları araştırmanın planlanmasından sonuç raporunun yazılmasına kadar tüm aşamalarda eşit bir şekilde katkı sunmuşlardır.

Etik Beyan

“Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesinde” yer alan tüm kurallara uyulmuş ve yönergenin ikinci bölümünde yer alan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemlerden” hiçbirini gerçekleştirilmemiştir.

Çatışma Beyanı

Mevcut araştırmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

References

- *Acar, D. (2018). *FeTeMM eğitiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi üzerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi University, Ankara.
- Acar, D., Tertemiz, N. & Taşdemir, A. (2018). The effects of STEM training on the academic achievement of 4th graders in science and mathematics and their views on STEM training. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(4), 505- 513.
- Akay, H., Soybaş, D. & Argün, Z. (2006). Problem kurma deneyimleri ve matematik öğretiminde açık uçlu soruların kullanımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1), 129- 146.
- *Akay, Y. (2017). *İlkokul 4. Sınıf matematik dersinde oluşturulan öğretim tasarımına dayalı uygulamaların etkililiği*. Yayınlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2017.
- *Akay, H. (2006). *Problem kurma yaklaşımı ile yapılan matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları, problem çözme becerisi ve yaratıcılığı üzerindeki etkisinin incelenmesi*. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- *Aktaş, E. (2014). *Farklılaştırılmış problem çözme öğretiminin üstün zekâli ve yetenekli öğrencilerin matematik problemlerini çözmelerine, tutumlarına ve yaratıcı düşüncelerine etkileri*. Yayınlanmamış doktora tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- *Aktaş, İ. (2019). *A-didaktik ortamda yapılan uygulamaların ortaokul öğrencilerinin problem çözme sürecine etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi.
- *Alan, S., & Özsoy, G. (2019). Problem genişletme etkinliklerinin problem çözme başarısına ve üstbiliş etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 439-458.

- *Arsuk, S., & Memnun, D. S. (2020). Yedinci sınıf öğrencilerinde üstbiliş destekli problem çözme stratejileri öğretiminin öğrenci başarısına ve üstbiliş becerilere Etkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 559-573.
- Aytaçlı, B. (2018). *Değer temelli etkinliklerin matematik başarısına, değer algısına, problem çözme becerisine, matematiğe yönelik tutuma ve kalıcılığa etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Aydın Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Allen, M., Bourhis, J., Burrell, N., & Marby, E. (2002). Comparing student satisfaction with distance education to traditional classrooms in higher education: a meta analysis. *The American Journal of Distance Education*, 16(2), 83-97.
- *Ağaç, G. (2009). *Lise öğrencilerinin trigonometri öğrenme alanında grafik hesap makinesi kullanımının akademik başarıya ve problem çözme becerisine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- *Ahdhianto, E., Marsigit, Haryanto, & Santi, N. N. (2020). The effect of meta cognitive-based contextual learning model on fifth-grade students' problem-solving and mathematical communication skills. *European Journal of Educational Research*, 9(2), 753-764. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.2.753>
- Armenakis, A.A. & Feild, H.S. (2008). Integrating qualitative and quantitative methods for organizational diagnosis. *Journal of Mixed Methods Research*, 2(1).
- Artut, P. D., & Tarım, K. (2009). Öğretmen adaylarının rutin olmayan sözel problemleri çözme süreçlerinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 53-70.
- *Bakır, B., & Akran, S. K. (2019). Ortaokul 7. sınıf matematik dersinde kuantum öğrenme modelinin öğrencilerin biliş ötesi öğrenme stratejilerine ve problem çözme becerilerine etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 67-85.
- Baki, A., & Gökçek, T. (2012). Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış. *Electronic Journal of Social Sciences*, 11(42).
- Bakioğlu, A. & Şafak, Ö. (2016). *Meta-Analiz*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- *Bolat, Y. İ. (2020). STEM temelli matematik etkinliklerinin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerisi ile STEM alanlarına olan ilgiye katkılarının araştırılması. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Başol, G., & Johanson, G. (2009). Effectiveness of frequent testing over achievement: A meta analysis study. *Journal of Human Sciences*, 6(2), 99-121.
- Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J.P.T., & Rothstein, H.R. (2009). *Introduction to meta analysis*. West Sussex-UK: John Wiley&Sons Ltd.
- Brown, S. I., & Walter, M. I. (2014). *Problem posing: Reflections and applications*. Psychology Press.
- Capar, G., & Tarım, K. (2015). Efficacy of the cooperative learning method on mathematics achievement and attitude: A meta-analysis research. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 15(2), 553–559.
- Card, N. A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*. New York: Guilford Press.
- Carol, T., Jill, H., ve Kate, L.-L. (2017). *Systematic reviews*. In R. Coe, M. Waring, L. V. Hedges, ve J. Arthur (Eds.), *Research Methods ve Methodologies in Education (2nd Edt, pp. 448–482)*. United Kingdom: SAGE Publications.
- *Chadli, A., Tranvouez, E., Dahmani, Y., Bendella, F., & Belmabrouk, K. (2018). An empirical investigation into student's mathematical word-based problem-solving process: A computerized approach. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(6), 928-938.
- Cooper, H., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (Eds.). (2019). *The handbook of research synthesis and meta-analysis (Third edit)*. Russell Sage Foundation.
- *Cuneo, A. (2008). *Examining the effects of collaborative learning on performance in under graduate mathematics*. Doctoral dissertation, Capella University.

- *Curaoglu, O. (2010). *Teknoloji İle Zenginleştirilmiş Öğretimin Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Matematik Dersine Karşı Tutumlarına Ve Matematik Dersindeki Problem Çözme Becerine Etkisi*. Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Çakır, P. (2013). *Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin erişilerine ve motivasyonlarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- *Çelebi, Ö. (2013). *Matematik problemlerinin çözümünde genellemeler yapmanın ve genellemelerin sınırlılıklarını irdelemenin problem çözme becerisi üzerindeki etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Cheung, M. W. L. (2015). *Meta-analysis: A structural equation modeling approach*. United Kingdom: John Wiley ve Sons Ltd.
- *Çilingir, E., & Artut, P. D. (2016). Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin başarılarına, görsel matematik okuryazarlığı özyeterlik algılarına ve problem çözme tutumlarına etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 578-600.
- *Çoban, H. (2019). *Farklılaştırılmış öğretim tasarımının öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerine, bilişötesi öğrenme stratejilerini kullanma düzeylerine ve problem çözme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2019.
- De Lange, J. (1996). Using and applying mathematics in education. In *International handbook of mathematics education* (pp. 49–97). Springer
- *Demirel, T., & Karakus Yılmaz, T. (2019). The effects of mind games in math and grammar courses on the achievements and perceived problem-solving skills of secondary school students. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1482-1494.
- Dinçer, S. (2014). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz*. Pegem Akademi.
- *Diker, H. (2019). *İşbirliğine dayalı öğrenme yaklaşımının altıncı sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki problem çözme ve akademik risk alma düzeylerine etkisi: Afyonkarahisar Sinanpaşa ilçesi örneği*. Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- *Divrik, R., Pilten, P., & Tas, A. M. (2020). Effect of inquiry-based learning method supported by metacognitive strategies on fourth-grade students' problem-solving and problem-posing skills: a mixed methods research. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 13(2), 287-308.
- Durlak, J. A. (1995). *School-based prevention programs for children and adolescents* (Vol. 34). Sage.
- Ellis, P. D. (2010). *The essential guide to effect sizes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ergene, T. (2003). Sınav kaygısını azaltma programlarının etkililiği: Bir meta analiz çalışması. *VII. Ulusal Psikolojik Danışma ve Rehberlik Kongresi, 09-11 Temmuz*, İnönü Üniversitesi. Malatya.
- English, L. D. (1998). Children's problem posing within formal and informal contexts. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 83-106.
- Ersoy, Y. (2006). İlköğretim matematik öğretim programındaki yenilikler-I: Amaç, içerik ve kazanımlar. *İlköğretim Online*, 5(1), 30–44.
- *Erümit, A. K. (2014). *Polya'nın problem çözme adımlarına göre hazırlanmış yapay zeka tabanlı öğretim ortamının öğrencilerin problem çözme süreçlerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- *Fede, J. L. (2010). *The effects of GO Solve Word Problems math intervention on applied problem solving skills of low performing fifth grade students*. University of Massachusetts Amherst.
- *Fidan, S. (2008). *İlköğretim 5. sınıf matematik dersinde öğrencilerin problem kurma çalışmalarının problem çözme başarısına etkisi*. Unpublished master's thesis, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Fielding, N., & Fielding, J. (1986). *Linking Data: the articulation of qualitative and quantitative methods in social research*. Sage, London and Beverly Hills.
- Greene, J. C., Caracelli, V. J., & Graham, W. F. (1989). Toward a conceptual framework for mixed method evaluation designs. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 11(3), 255–274.
- Güler, H. K. (2018). Activities written by prospective primary teachers on realistic mathematics education. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 7(3), 229.
- Güler, M., Bütüner, S.Ö., Danişman, Ş., Gürsoy, K. (2022). A meta-analysis of the impact of mobile learning on mathematics achievement. *EduInfTechnol* 27, 1725–1745 (2022).
- Güler, M., Kokoç, M., & Önder Bütüner, S. (2023). Does a flipped classroom model work in mathematics education? A meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 28(1), 57-79.
- Gür, H. & Korkmaz, E. (2003). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin problem ortaya atma becerilerinin belirlenmesi. *Matematikçiler Derneği Bilim Köşesi*. www.matder.org.tr
- Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., ve Spiegelhalter, D. J. (2009). A re-evaluation of random-effects meta-analysis. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 172(1), 137–159
- *Hobri, U., Irma, K., & Nanik Y.(2020). The effect of jumping task based on creative problem solving on students' problem solving ability. *International Journal of Instruction*, 13(1), 387-406.
- Huberty, C. J. (2002). A history of effect size indices. *Educational and Psychological Measurement*, 62(2), 227–240
- *Hwang, W. Y., & Hu, S. S. (2013). Analysis of peer learning behavior susing multiple representations in virtual reality and their impacts on geometry problem solving. *Computers & Education*, 62, 308-319.
- Johnson, D., & Johnson, R. (1999). *Learning together and learning alone: Cooperative, competitive and individualistic learning (5. edt) Newton*. MA Allynand Bacon.
- Johnson, D W, Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1994). *Cooperative learning in the classroom cooperation in the classroom*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, Minnesota.
- Johnson, David W, Holubec, E. J., ve Johnson, R. (1992). *Advanced cooperative learning*. Interaction Book Company.
- Judson, E. (2014). Effects of transferring to STEM- focused charter and magnet schools on student achievement. *The Journal of Educational Research*, 107, 255- 266.
- *Kablan, Z., Özdişçi, S., Özdemir, A., Özarmut, Ş., Erçoban, M., Daymaz, B., & Aydın, M. (2019). Buluş yoluyla öğrenme yönteminin düz anlatım yöntemine kıyasla rutin olan ve olmayan problem çözmeye etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 83-100.
- *Kar, T. (2010). *Lineer cebirde probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin akademik başarıları, problem çözme becerileri ve yaratıcılıkları üzerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksekisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- *Karakuş Aktan, E. N., Aslan, C., & Yalçın, A. (2021). Okuma stratejisi eğitiminin matematik dersi problem çözme becerisine etkisi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 9(2), 381-394.
- Karasar, N. (2013). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*, Nobel yayınları, Ankara.
- *Kaş, S. (2010). *Sekizinci sınıflarda çalışma yapırları ile öğretimin cebirsel düşünme ve problem çözme becerisine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- *Kayapınar, A. (2015). *Matematiksel problem çözme stratejileri öğretiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin problem çözme performanslarına ve öz düzenleyici öğrenmelerine etkisi*. Doctoral dissertation, Bursa Uludag University.
- *Ke, F. (2019). Mathematical problem solvingandlearning in an architecture-the medepistemic game. *Educational Technology Research and Development*, 67(5), 1085-1104.

- Kıral, B., & Kıral, E. (2011). Karma Araştırma Yöntemi. *Second International Conference on New Trends in Education and Their Implications 27-29 April, 2011 Antalya-Turkey* (MixedResearchDesign).
- *Kir, D. (2018). *Hikâyelerle matematik öğretiminin ilköğretim 2. sınıf öğrencilerinin toplama ve çıkarmaya ilişkin sözel problem çözme becerileri üzerindeki etkileri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kirk, R. E. (2003). The importance of effect magnitude. *Handbook of Research Methods in Experimental Psychology*, 83–105.
- Kış, A. (2013). *Okul müdürlerinin öğretimsel liderlik davranışlarını gösterme düzeylerine ilişkin yönetici ve öğretmen görüşlerine yönelik bir meta-analiz*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi.
- Koch, J. L., & Rhodes, S. R. (1979). Problems with reactive instruments in field research. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 15(4), 485-506.
- Kurt, E.S. (2015). *Gerçekçi matematik eğitiminin uzunluk ölçme konusunda başarı ve kalıcılığa etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Samsun
- *Küçük, M. (2019). *Yazma etkinliklerinin matematik öğretiminde problem çözme becerisine, tutum ve kaygıya etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Leary, H. M., (2012). *Self-directed learning in problem-based learning versus traditional lecture-based learning: A meta-analysis*. All Graduate Theses and Dissertations. 1173. [Çevrim-ıç: <http://digitalcommons.usu.edu/etd/1173>].
- Leikin, R., & Zaslavsky, O. (1999). Learning in mathematics. *The Mathematics Teacher*, 92(3), 240–246.
- Lewis, S. (2000). *Meta-analysis in medicine and health policy*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Littell, J. H., Corcoran, J., & Pillai, V. (2008). *Systematic reviews and meta-analysis*. Oxford University.
- McClain, M. L. (2015). *The effect of STEM education on mathematics achievement of fourth-grade underrepresented minority students*. Doctoral Dissertation, Capella University, Minneapolis.
- McCraken, P. (2005). Cooperative learning as a classroom management strategy. *Momentum-Washington: The National Catholic Educational Association*, 36(4), 10–21
- McCombs, B. L., ve Whisler, J. S. (1997). *The learner-centered classroom and school*. San Francisco: Jossey Bass Publishers.
- MEB. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (2009). *İlköğretim Anadolu Öğretmen Lisesi Öğretim, İske ve Yöntemleri Dersi Öğretim Programı ve Kılavuzu*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Morrison, J. S. (2006). *Attributes of STEM education: The student, the academy, the classroom*. http://www.healthcarepsea.org/uploadedFiles/TeachingandLearning/Career_and_Technical_Educati on adresinden erişilmiştir.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). *Principles and standards for school mathematics: An overview*. Reston, VA: Author.
- Olkun, S., Toluk, Z. (2003). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Olkun, S., & Uçar, Z. T. (2014). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi (6. Baskı)*. Ankara: Eğiten Kitap.
- Olivarez, N. (2012). *The impact of a STEM program on academic achievement of eight grade students in a south texas middle school*. Doctoral Dissertation, Texas A & M University, Texas.
- Orwin, R. G., & Vevea, J. L. (2009). Evaluating coding decisions. *The Handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis*, 2, 177–203.

- Ozus, E. E., Celikoz, M., Tufan, M., & Erden, F. (2015). Interpersonal problem solving abilities of students of professional education faculty dressing programme of Selcuk University. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 182, 456-462.
- Özsoy, G., & Kuruyer, H. G. (2012). Bilmenin illüzyonu: Matematiksel problem çözme ve test kalibrasyonu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (32).
- *Özsoy, G. (2007). *İlköğretim beşinci sınıfta üstbiliş stratejileri öğretiminin problem çözme başarısına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- *Parwati, N. N., Sudiarta, I., Mariawan, I., & Widiana, I. W. (2018). Local wisdom-oriented problem-solving learning model to improve mathematical problem-solving ability. *JOTSE: Journal Of Technology and Science Education*, 8(4), 310-320.
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Malden: Blackwell Publishing Ltd.
- *Pilten, G., & Pilten, P. (2016). The effect of mathematical writing activities on 3th grade students' problem solving and posing skills. *Journal of Human Sciences*, 13(1), 209-226.
- *Pritchard, P. J. (2008). *Effects of academy of reading software on fourth and fifth-grade students' reading and math comprehension*. Doctoral dissertation, Walden University.
- *Psycharis, S., & Kallia, M. (2017). The effects of computer programming on high school students' reasoning skills and mathematical self-efficacy and problem solving. *Instructional science*, 45(5), 583-602.
- *Rajotte, Thomas & Marcotte, Christine & Bureau-Levasseur, Lisa. (2016). Evaluation of the effect of mathematical routines on the development of skills in mathematical problem solving and school motivation of primary school students in Abitibi-Témiscamingue. *Universal Journal of Educational Research*, 4, 2374-2379. 10.13189/ujer.2016.041017.
- Remillard, H. A. (2015). *The effect of cooperative learning on middle school math students*. Master of Education. Heritage University.
- Rosenthal, R. (1991). *Meta-analysis: A review*. Psychosomatic Medicine.
- Rothstein, HR, Sutton, AJ ve Borenstein, M. (2005). *Meta-analizde yayın yanlılığı: Ölleme, değerlendirme ve ayarlamalar*, 1-7.
- *Rousseau, D. (2009). *Improving mathematical problem solving skills: The journey to success*. Loyola University Chicago.
- Schmidt, F. L., & Hunter, J. E. (2004). Eight common but false objections to the discontinuation of significance testing in the analysis of research data. *What If There Were No Significance Tests*, 37-64.
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19-28.
- Simon, M. A. (1993). Prospective elementary teachers' knowledge of division. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(3), 233-253.
- *Suarsana, I M., Lestari, I. A. P. D., & Mertasari, N. M. S. (2019). The effect of online problem posing on students' problem-solving ability in mathematics. *International Journal of Instruction*, 12(1), 809-820. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12152a>
- Şahin, E. (2019). *Zeka oyunlarının ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine ve problem çözme algılarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Tarım, K., & Akdeniz, F. (2008). The effects of cooperative learning on Turkish elementary students' mathematics achievement and attitude towards mathematics using TAI and STAD methods. *Educational Studies in Mathematics*, 67(1), 77- 91.
- Tarım, K. (2003). *Kubaşık öğrenme yönteminin matematik öğretimindeki etkinliği ve kubaşık öğrenme yöntemine ilişkin bir meta analiz çalışması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- *Tarım, K. (2009). The effects of cooperative learning on preschoolers' mathematics problem-solving ability. *Educational Studies in mathematics*, 72(3), 325-340.
- Tarım, K., (2017). Problem solving levels of elementary school students on mathematical word problems and the distribution of these problems in textbooks. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 46, 639-648.
- *Turhan, B., & Güven, M. (2014). Problem kurma yaklaşımıyla gerçekleştirilen matematik öğretiminin problem çözme başarısı, problem kurma becerisi ve matematiğe yönelik görüşlere etkisi. *CukurovaUniversityFaculty of EducationJournal*, 43(2), 217-234.
- Ulandari, L., Amry, Z., ve Saragih, S. (2019). Development of learning materials based on realistic mathematics education approach to improve students' mathematical problem solving ability and self-efficacy. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(2), 375–383.
- Ulum, H. (2021). *Öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin ilkökul öğrencilerinin matematik başarısına etkisi: Sistemik derleme ve meta-analiz*. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Umay, A. (2003). Matematiksel muhakeme yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 24, 234-243
- *Usta, N. (2013). *Probleme dayalı öğrenmenin ortaokul öğrencilerinin matematik başarısına, matematik öz yeterliliğine ve problem çözme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Üstün, U., & Eryılmaz, A. (2014). Etkili araştırma sentezleri yapabilmek için bir araştırma yöntemi: Meta-analiz. *Eğitim ve Bilim*, 39(174).
- Wade- Shepherd, A. A. (2016). *The effect of middle school STEM curriculum on science and math achievement scores*. Doctoral Dissertation, Union University, Tennessee.
- Wang, T.-P. (2007). The comparison of the difficulties between cooperative learning and traditional teaching methods in college English teachers. *The Journal of Human Resource and Adult Learning*, 3(2), 23–30
- Wosu, S. N. (2013). Impact of academic performance improvement (API) skills on math and science achievement gains. *Paper presented at the American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference & Exposition*, Atlanta.
- *Yeltekin, E. (2019). *Hikâyeleştirme yönteminin 6. sınıf öğrencilerinin matematik başarısına, problem çözme ve kurma becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- *Yılmaz, F. (2019). *Matematik dersinde basamaklı öğretim programının öğrencilerin akademik başarı, problem çözme ve tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- *Yılmaz, S. (2019). *İlkokul matematik dersinde problem çözme becerisinin kazandırılmasında oyunla öğretim yöntemi kullanılmasının tutum ve başarıya etkisi*. Yayınlanmış Yüksek lisans tezi, Giresun Üniversitesi, Giresun.
- *Yurdakul, B. (2004). *Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının öğrenenlerin problem çözme becerilerine, bilişötesi farkındalık ve derse yönelik tutum düzeylerine etkisi ile öğrenme sürecine katkıları*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- *Zhang, L. (2015). *The effect of inquiry-based learning on higher vocational students in China: An exploratory study* (Doctoral dissertation, Indiana State University).
- Zhang, H., Peng, W., ve Sun, L. (2017). English cooperative learning mode in a rural junior high school in China. *Journal of Education and Training Studies*, 5(3), 86.
- *Zulnaidi, H., Heleni, S., & Syafri, M. (2021). Effects of SSCS teaching model on students' mathematical problem solving ability and self-efficacy. *International Journal of Instruction*, 14(1).

EK-1

S.N.	Çalışmanın Yazar/Yazarları	Etki Büyüküğü (g)	Standart Hata	Varyans	Alt Limit	Üst Limit	p
1	Kır, D.	-0.348	0.281	0.079	-0.898	0.202	0.215
2	Çoban, H. (c)	-0.136	0.323	0.104	-0.769	0.496	0.673
3	Kablan Z. vd. (b)	-0.040	0.277	0.077	-0.583	0.503	0.885
4	Cuneo, A.	0.040	0.237	0.056	-0.424	0.503	0.867
5	Parwati, N. N. vd. (a)	0.143	0.218	0.047	-0.284	0.570	0.512
6	Psycharis, &Kallia M.	S. 0.225	0.113	0.013	0.004	0.446	0.046
7	Parwati, N. N. vd. (b)	0.231	0.239	0.057	-0.237	0.700	0.333
8	Çelebi, Ö.	0.236	0.198	0.039	-0.152	0.624	0.234
9	Diker, H.	0.251	0.294	0.087	-0.326	0.828	0.393
10	Çoban, H. (a)	0.274	0.303	0.092	-0.320	0.867	0.366
11	Alan,S.& Özsoy G.	0.278	0.254	0.065	-0.220	0.776	0.273
12	Pritchard, P. J.	0.299	0.137	0.019	0.031	0.566	0.029
13	Rousseau, D.R .	0.313	0.171	0.029	-0.023	0.648	0.068
14	Arsuk,S.& Memnun D. S.(b)	0.356	0.286	0.082	-0.205	0.918	0.213
15	Fede, J. L. (b)	0.358	0.348	0.121	-0.323	1.039	0.303
16	Koç Deniz, H. (b)	0.431	0.279	0.078	-0.116	0.978	0.123
17	Aytaçlı, B.	0.441	0.310	0.096	-0.167	1.049	0.155
18	Hwang, W. Y. & Hu, S.S	0.510	0.263	0.069	-0.007	1.026	0.053
19	Rajotte, T. vd.	0.530	0.495	0.245	-0.439	1.499	0.284
20	Koç Deniz, H. (a)	0.562	0.284	0.081	0.004	1.119	0.048
21	Kablan Z. vd. (a)	0.587	0.283	0.080	0.032	1.142	0.038
22	Zhang, L.	0.619	0.242	0.059	0.145	1.094	0.011
23	Bakır, B. & Koç Akran, S.	0.624	0.297	0.088	0.042	1.205	0.036
24	Demirel &KarakusYilma z	0.627	0.318	0.101	0.004	1.250	0.048
25	Çoban, H. (b)	0.643	0.326	0.106	0.004	1.281	0.049
26	Hobri vd. (b)	0.655	0.246	0.061	0.173	1.138	0.008
27	Kayapınar, A.	0.677	0.271	0.074	0.145	1.208	0.013
28	Ericek, A.	0.679	0.321	0.103	0.051	1.308	0.034

29	Karakuş Aktan,E. vd.	0.690	0.239	0.057	0.223	1.158	0.004
30	Fidan, S.	0.694	0.293	0.086	0.121	1.268	0.018
31	Suarsana, I M.vd. (b)	0.706	0.228	0.052	0.259	1.154	0.002
32	Küçük, M.	0.721	0.282	0.080	0.168	1.274	0.011
33	Tarım, K. (b)	0.741	0.337	0.114	0.080	1.403	0.028
34	Aktaş, İ.	0.754	0.283	0.080	0.200	1.309	0.008
35	Fede, J. L. (a)	0.761	0.358	0.128	0.060	1.462	0.033
36	Divrik, R. vd. (b)	0.803	0.372	0.138	0.074	1.533	0.031
37	Çiligr,E&Artut,P. (a)	0.842	0.202	0.041	0.445	1.238	0.000
38	Yeltekin, E.	0.842	0.300	0.090	0.253	1.430	0.005
39	Bolat, Y. İ.	0.866	0.255	0.065	0.367	1.366	0.001
40	Pilten G. &Pilten P.	0.878	0.255	0.065	0.378	1.378	0.001
41	Şahin, E.	0.934	0.327	0.107	0.293	1.575	0.004
42	Zulkarnain.vd.	0.988	0.667	0.445	-0.319	2.295	0.139
43	Arsuk,S.& Memnun D. S.(a)	0.999	0.299	0.089	0.413	1.585	0.001
44	Yılmaz, S.	1.025	0.274	0.075	0.489	1.562	0.000
45	Çoban, H. (d)	1.033	0.316	0.100	0.414	1.653	0.001
46	Kaş, S.	1.058	0.266	0.071	0.536	1.580	0.000
47	Chadli, A. vd.	1.082	0.293	0.086	0.507	1.656	0.000
48	Çiligr,E&Artut,P. (b)	1.129	0.220	0.048	0.699	1.560	0.000
49	Ke, F.	1.140	0.288	0.083	0.576	1.704	0.000
50	Kar, T.	1.151	0.252	0.064	0.656	1.646	0.000
51	Ahdhianto,E. vd.	1.151	0.151	0.023	0.856	1.447	0.000
52	Turhan B. & Güven M.	1.179	0.337	0.114	0.518	1.840	0.000
53	Ağaç, G.	1.195	0.346	0.120	0.516	1.874	0.001
54	Tarım, K. (a)	1.238	0.357	0.128	0.538	1.938	0.001
55	Suarsana, I M.vd. (a)	1.300	0.246	0.060	0.819	1.782	0.000
56	Yılmaz, F.	1.330	0.330	0.109	0.684	1.976	0.000
57	Akay Y. & Er O. K.	1.376	0.271	0.074	0.844	1.908	0.000
58	Ebret, A.	1.463	0.309	0.096	0.857	2.070	0.000
59	Hobri vd. (a)	1.627	0.277	0.077	1.084	2.171	0.000
60	Usta,N.	1.723	0.798	0.637	0.158	3.287	0.031
61	Akay, H.	1.799	0.265	0.070	1.280	2.319	0.000

62	Divrik, R. vd. (a)	1.839	0.671	0.450	0.524	3.153	0.006
63	Özsoy, G.	1.964	0.351	0.123	1.275	2.652	0.000
64	Akkaş,E.& Öztürk F.	2.115	0.703	0.494	0.737	3.493	0.003
65	Erümit, A. K.	2.197	0.324	0.105	1.561	2.832	0.000
66	Acar,D. (b)	2.230	0.368	0.136	1.508	2.951	0.000
67	Curaoğlu, O.	2.622	0.782	0.612	1.089	4.155	0.001
68	Eissa, M. A. &Mostafa, A. A.	2.983	0.373	0.139	2.252	3.714	0.000
69	Acar,D. (a)	3.429	0.476	0.226	2.497	4.362	0.000
Rastgele		0.868	0.072	0.005	0.727	1.009	0.000