



## The Effect of Flipped Learning Model on Primary and Secondary School Students' Mathematics Achievement: A Meta-Analysis Study

Züleyha YILDIRIM YAKAR\* (ORCID ID - 0000-0002-6420-2205)



Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kahramanmaraş /Türkiye

### Article Info

DOI: 10.14812/cufej.865337

#### Article History:

Received 01.20.21

Revised 05.16.21

Accepted 07.26.21

#### Keywords:

Flipped learning model,  
Academic achievement,  
Mathematics  
Primary school students  
Secondary school students.

### Abstract

With the transition to distance education during the coronavirus pandemic, one of the most talked about teaching approaches has been the flipped learning model (FLM). Conducting the discussions about FLM on a solid basis can only be achieved by finding an answer to what the effect of FLM has in different fields and different education levels. Based on this idea, in this study, it is aimed to evaluate the results of the studies examining the effect of FLM on the mathematics achievement of primary and secondary school students. In the meta-analysis study conducted in this direction, using the findings of 45 studies that meet the specified criteria, the effect level of FLM on students' mathematics achievement compared to traditional teaching and also the effect level of FLM on students' mathematics achievement over a single group were determined. In the meta-analysis conducted in order to compare FLM with traditional teaching, it was concluded that FLM was moderately more effective ( $d = 0.51$ ) in increasing students' mathematics achievement compared to traditional education. According to the meta-analysis results made to determine the effect of FLM over a single group, FLM has a high effect on mathematics achievement ( $d = 2.13$ ). As a result of the analysis made according to the moderators of the study, the effect size of the FLM when compared to traditional teaching differs according to the type of publication and sample size and the effect size of the FLM over a single group differs only according to the sample size.

## Ters Yüz Öğrenme Modelinin İlk ve Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematik Başarısına Etkisi: Bir Meta Analiz Çalışması

### Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cufej.865337

#### Makale Geçmişi:

Geliş: 20.01.21

Düzeltilme: 16.05.21

Kabul: 26.07.21

#### Anahtar Kelimeler:

Ters yüz öğrenme modeli,  
Akademik başarı,  
Matematik,  
İlköğretim öğrencileri,  
Ortaöğretim öğrencileri.

### Öz

Koronavirüs salgını döneminde uzaktan eğitime geçilmesiyle birlikte üzerinde en fazla konuşulan öğretim yaklaşımlarından biri ters yüz öğrenme modeli (FLM) olmuştur. FLM ile ilgili tartışmaların sağlam temellerde yürütülebilmesi ise ancak FLM'ün farklı alanlarda ve farklı öğrenim düzeylerinde etkisinin ne olduğunun yanıt bulması ile sağlanabilecektir. Bu düşünceden hareketle, bu çalışmada FLM'ün ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin matematik başarısına etkisini inceleyen çalışmaların sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda yapılan meta-analiz çalışmasında, belirlenen ölçütleri karşılayan 45 çalışmanın bulgularından yararlanılarak, FLM'ün geleneksel öğretime kıyasla öğrencilerin matematik başarısına etki düzeyi ve ayrıca FLM'ün tek grup üzerinden öğrencilerin matematik başarısına etki düzeyi belirlenmiştir. FLM ile geleneksel öğretimi karşılaştırmak amacıyla yapılan meta-analizde FLM'ün geleneksel öğretime kıyasla öğrencilerin matematik başarısını artırmada orta düzeyde daha fazla etkili ( $d=0,51$ ) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tek grup üzerinden FLM'ün etkisini belirlemek için yapılan meta-analiz sonucuna göre ise FLM matematik başarısı üzerinde yüksek düzeyde etkilidir ( $d=2,13$ ). Çalışmanın ara değişkenlerine göre yapılan incelemeye göre geleneksel öğretime kıyasla FLM'ün etki büyüklüğü, yayın türü ve örneklem büyüklüğüne göre, tek grup üzerinden FLM'ün etki büyüklüğü ise sadece örneklem büyüklüğüne göre farklılaşmaktadır. Bununla birlikte araştırmada ele alınan ara değişkenler doğrultusunda FLM'ün matematik dersinde her durumda etkili olduğu belirlenmiştir.

\* Author: zulehayildirim@ksu.edu.tr

## Introduction

The Covid-19 virus, which emerged in Wuhan, China towards the end of 2019, was declared as a global pandemic with its spread to other parts of the world in a short time (World Health Organization [WHO], 2020). Due to the rapid spread of Covid-19, emergency plans have been implemented in many countries to slow the spread of the virus. One of these practices is to interrupt face-to-face education in schools and continue education through distance education platforms (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2020). In this process, it has emerged that there is a great need to make radical reforms and strategic planning in the field of education in case of possible interruptions in schools in the future (Bozkurt, 2020).

With the beginning of distance education, the necessity and importance of expanding the use of technology-supported learning approaches has been understood once again. In parallel with all these developments, one of the main alternative learning approaches that is expected to increase in the new normal to be experienced after the pandemic is flipped learning, which is one of the blended learning models (Bozkurt, 2020). At the beginning of the features that make flipped learning privileged are lifelong learning necessary for a successful life in the information society and whose importance was recognized again with the distance education during the pandemic period, knowing technological products and methods, accessing information with information communication technologies, using the computer for storing and presenting information and skills such as communicating via the internet (MEB, 2018).

When the definitions in the literature are examined, it is understood that the basic idea of the flipped learning model (FLM) is "to teach the course content before the course through online videos in order to allocate more time for active learning and problem solving activities in the classroom" (Lo & Hew, 2017; Murphy, Chang, & Suaray, 2016). Therefore, in FLM, there is a blending of the powerful features of face-to-face education and technology-enriched distance education (Hayirsever & Orhan, 2018). In the distance education section of FLM, students learn the basic information about the course before they come to the classroom, thanks to the technological access provided by their teachers. Thanks to the temporal and spatial flexibility provided by distance education, the content can be shaped in accordance with the learning speeds and situations of the students. In the face-to-face education part, applications should be made in line with active learning approaches in order for students to have in-depth knowledge of the subject in the classroom environment (Boz-Yaman & Sezen-Yüksel, 2017). Accordingly, FLM offers an instructional design that allows the implementation of many activities that will enable students to acquire high-level skills such as reasoning and problem solving unlike the traditional classroom environment where lectures are concentrated.

The educational design offered by FLM also reflects the changing learning preferences of students who have grown together with technological innovations such as computers, smart phones and social networks. Because one of the most distinctive features of the new generation students is that they see technology as their greatest helper in accessing information and they want to spend most of their time on the internet (Sakarya, Tercan & Çoklar, 2011; Şahin, 2009). Therefore, it is possible to say that FLM, which is capable of responding to the changing educational needs of individuals depending on the developments in the field of technology, and which is frequently on the agenda nowadays, is one of the most preferred alternative education applications in the education processes in the future.

Therefore, it is possible to say that FLM, which is capable of responding to the changing educational needs of individuals depending on the developments in the field of technology, and which is frequently on the agenda nowadays, is one of the most preferred alternative education applications in the education processes in the future. According to Cheng, Ritzhaupt, and Antonenko (2019), especially after 2009, studies on the implementation and effectiveness of FLM at many educational levels and in different subjects have been focused on. FLM has received a great deal of attention from researchers and teachers in mathematics education, as in many other fields (Van Sickle, 2015), especially because of its advantages such as the transfer of course content outside the classroom and thus enabling the use of

problem-solving activities, group projects and in-class discussions in the classroom environment (Yang, Lin, & Hwang, 2019).

With the increasing interest in FLM in mathematics education, the benefits and difficulties of this teaching approach as well as its effect on academic achievement in mathematics lessons have become a matter of curiosity for educators (Naccarato & Karakok, 2015). For this reason, in the last few years, despite a limited number of studies in Turkey, many studies in the world have been carried out to investigate the effectiveness of FLM in the field of mathematics education (Casem, 2020; Clark, 2015; Cornehl, 2019; Esperanza, Fabian & Toto, 2016; Graziano, 2017; Jackson, 2019; Katsa, Sergiz & Sampson, 2016; Koç, 2019; Krouss & Lesseig, 2020; Lo & Hew, 2017; Maciejewski, 2016; Martin & Arrambide, 2016; Saunders, 2014; Sun & Xie, 2020; Tapan, 2019; Tekin, 2018; Yorgancı, 2019; Wei et al., 2020; Zeineddine, 2018; Zengin, 2020). In some of these studies, it was concluded that the effect of FLM on academic achievement in mathematics course is higher than the traditional teaching method (Lo & Hew, 2017; Özdemir, 2016; Wei et al., 2020), but in some of the studies (Aydın, 2020; Clark, 2015; Jackson, 2019; Saunders, 2014) no significant difference was observed between FLM and traditional teaching method. The fact that different results have been reached regarding the effect of FLM on academic achievement necessitates the consideration and evaluation of studies on the effect of this teaching approach on academic success. For this reason, considering that more and more studies are focused on FLM every year, determining the common effect sizes of studies examining the effect of FLM on academic achievement in mathematics will guide future studies. This situation reveals the importance of this meta-analysis study, which examines the effect of FLM on success in primary and secondary mathematics education.

In the literature review, there are meta-analysis studies on the effect of FLM on academic achievement (Algarni, 2018; Chen et al., 2018; Cheng, Ritzhaupt & Antonenko, 2019; Jang & Kim, 2020; Karagöl & Esen, 2019; Lo, Hew & Chen, 2017; Orhan, 2019; Tan, Yue & Fu, 2017; Wagner, Gegenfurtner & Urhahne, 2020). However, among these meta-analysis studies, only those made by Algarni (2020) and Lo, Hew, and Chen (2017) were specifically limited to the field of mathematics education. In these studies examining the effectiveness of FLM on mathematics achievement, Lo, Hew, and Chen (2017,) conducted 21 studies at primary, secondary and higher education levels between 2012 and 2016, and Algarni (2020) carried out the same criteria and meta-analyses on 34 studies conducted between 2010 and 2017. In this sense, the most important difference of the present meta-analysis study from these two studies is that it only examines the studies conducted at primary and secondary education levels and uses 46 studies published in Turkey and abroad and more primary study sources. Thanks to the inclusion of only studies with primary and secondary school students in this meta-analysis and the exclusion of studies conducted at the tertiary level, Wagner et al. (2020), it is thought that more accurate results can be drawn about the effect of FLM on academic achievement. Because primary and secondary school students are not only different from higher education students in terms of age, they also have differences in self-learning and teamwork skills. Therefore, evaluating all education levels together may reveal limited results about the effect of FLM (Wagner et al., 2020).

In line with the reasons explained above, within the scope of this research, it is aimed to determine the effect of the use of FLM in primary and secondary school mathematics education on the academic achievement of students by meta-analysis method. For this purpose, answers to the following questions were sought:

- 1) What is the overall effect of FLM on students' achievement in mathematics compared to the traditional learning approach? This level of effect;
  - a) Is there any significant difference according to the publication type of the study (article, paper, master's thesis, doctoral thesis)?
  - b) Is there any significant difference according to the place where the work is done (domestic, abroad)?

- c) Is there any significant difference according to the education level (primary education, secondary education) where the application is made?
- d) Is there any significant difference according to the sample size of the study (1-40 people, 41-80 people, 81+ people)?
- e) Is there any significant difference according to the learning area (algebra, geometry, numbers) in which the application is made?
- f) Is there any significant difference according to the duration of the application (1-4 weeks, 5-11 weeks, 12+ weeks)?

2) What is the general effect level of FLM on the success of students in mathematics course over a single group (pretest-posttest)? This level of effect;

- a) Is there any significant difference according to the publication type of the study (article, paper, master's thesis, doctoral thesis)?
- b) Is there any significant difference according to the place where the work is done (domestic, abroad)?
- c) Is there any significant difference according to the education level (primary education, secondary education) where the application is made?
- d) Is there any significant difference according to the sample size of the study (1-40 people, 41-80 people, 81+ people)?
- e) Is there any significant difference according to the learning area (algebra, geometry, numbers) in which the application is made?
- f) Is there any significant difference according to the duration of the application (1-4 weeks, 5-11 weeks, 12+ weeks)?

## Method

### Research Design

In the research, meta-analysis method was used to analyze the results of studies examining the effect of FLM on the success of primary or secondary school students in mathematics lessons. In the meta-analysis method, similar studies conducted in a subject or study area are grouped within the framework of determined criteria and the quantitative findings obtained in these studies are combined and interpreted (Dinçer, 2014).

### Data Collection

In order to determine the studies to be included in the research, Google Scholar, Turkey Council of Higher Education Thesis Center, Turkish Academic Network and Information Center, Web of Science, ProQuest Citations databases and the bibliographies of the relevant meta-analysis studies identified in the literature were scanned. Due to the fact that FLM has a very recent history, there was no date limitation for the screening of the studies. In these searches carried out in August 2020, the keywords "flipped classroom", "flipped learning", "inverted classroom", "inverted learning", "mathematics" were used to reach English publications. In order to reach Turkish publications, the keywords "flip learning", "flipped classroom", "transformed classroom", "mathematics" were used. As a result of these scans, 184 studies were downloaded for review. In order to determine which of these studies will be included in the meta-analysis, the following criteria were used in line with the research problem:

- 1) The studies must be doctoral thesis, master's thesis, article published in national or international refereed journals or a full text published paper in Turkish or English.
- 2) The studies must be carried out with students studying at primary education (grades 1-8) and secondary education (grades 9-12).
- 3) They must be experimental studies for academic success.

4) They must be studies in which only the experimental group is included and the pretest-posttest measurement is made, or they must be studies that include the experimental-control group and the post-test measurement is made.

5) Studies must include statistical data (arithmetic mean, standard deviation, sample size or t-test, F test, Mann Whitney U test analysis results) necessary to calculate the effect size.

Of the 184 studies examined, 47 were excluded on the grounds that they were not experimental, 85 were conducted at the higher education level, 3 did not address academic achievement, and 4 did not contain the statistical information necessary to calculate the effect size value. A study that was detected to be published as both a thesis and an article was included in the meta-analysis as a thesis publication. In the last case, it was determined that there were 45 studies that met the criteria of the research. 9 of these studies carried out between 2013-2020 were carried out in the country and 37 of them were carried out abroad. Since some of these 45 studies included more than one study, a total of 62 effect size values were calculated, 46 of which were within the scope of studies revealing the difference between FLM and traditional teaching, and 16 for studies examining the effect of FLM over a single group.

### **Coding of Data**

A coding form was created by making use of the relevant meta-analysis studies to ensure that the studies to be used in the research meet the criteria for inclusion in the meta-analysis and to determine the characteristics of these studies to be used as moderator variables. The characteristics of the studies included in the coding form prepared are as follows:

- Identification number given to the study, name and surname of the author, year of publication, type of publication and place of publication,
- The education level of the students to whom the study was applied, the learning area where the application was carried out, the duration of the application, the sample size,
- Whether or not the control group was included in the studies

Consistency between different coders can be calculated to ensure coding reliability in meta-analysis studies. Consensus ratio (number of opinions agreed on/total number of opinions) can be used to measure reliability between coders (Orwin & Vevea, 2009; as cited in Üstün & Eryılmaz, 2014). In this study, all studies included in the meta-analysis were coded by the researcher and a field expert to ensure coding reliability. Consensus rate was found to be 95% in the codings. This result shows that coding reliability is provided (Ergene, 1999). For the different codings, a common view was revealed by re-examining them together.

### **Data Analysis**

In the study, the effect size and combined effect size values of each of the studies meeting the meta-analysis criteria were calculated using the Comprehensive Meta Analysis (CMA) 3.0 program. In the calculation of effect sizes in parametric studies that reveal the difference between FLM and traditional teaching, the sample size of the experimental and control groups and the t value for independent samples were used for one study, while in all other studies, the post-test arithmetic averages, standard deviations and sample sizes of both groups were used in data entry. The Cohen *d* effect size of the two non-parametric studies was calculated by the U value and sample sizes and entered into the software (Lenhard & Lenhard, 2016). In the calculation of the effect size of the studies revealing the effect of FLM on a single group, the paired t-value and sample size of the experimental group were used in the data entry. Since one of the main purposes of the meta-analysis is to analyze the variability between the effect sizes by performing moderator variable analysis in the studies (Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein, 2009) such as the place of publication, type of publication, education level, learning area, sample size, treatment time etc. , analogue ANOVA was used to analyze.

The two main models developed for inference about effect size among statistical models are fixed-effects and random-effects models (Borenstein et al., 2009). According to the basic assumption of the fixed-effect model, the actual effect sizes of the studies included in the meta-analysis are only one, and the differences that can be observed in the effect sizes are only due to sampling error. According to the random-effects model, the actual effect sizes of the studies included in the meta-analysis may differ due to the moderator variables in the studies (Üstün & Eryılmaz, 2014). In order to decide which of these models to apply, heterogeneity test should be done and fixed-effects model should be used if the effect sizes are homogeneous, and random-effects model should be used if they are heterogeneous (Ellis, 2010). In this study, in order to determine the heterogeneity, the Q statistic (Borenstein et al., 2009), which is used to test the null hypothesis, which claims that all studies share a common effect size, with a chi-square distribution was used. These procedures were carried out separately for studies that reveal the difference between FLM and traditional teaching and studies that reveal the effect of FLM on a single group. Since it was determined that the effect sizes of the studies in both groups showed heterogeneous distribution, the random-effects model was used. In the interpretation of the obtained effect size values, Cohen *d*, one of the effect size indices, was used. Accordingly, if the effect size is between 0-0.20, it is classified as weak effect, between 0.21-0.50 as modest effect, between 0.51-1.0 as moderate effect, and above 1.0 as high effect (Cohen, Manion & Morrison, 2007). The positive effect sizes seen in studies that reveal the difference between FLM and traditional teaching indicate that FLM is more effective on success than traditional teaching, while negative effect sizes mean that traditional teaching is more effective on success than FLM. The positive effect sizes seen in studies revealing the effect of FLM on a single group mean that FLM increases academic achievement.

The presence of publication bias, which is a fundamental problem in the validity of meta-analysis studies, was determined by using three different methods (Borenstein et al., 2009). Using the trim and fill method developed by Duval and Tweedie (2000a; 2000b) in addition to the funnel plot and Rosenthal's safe N method (1979), the number of possible missing studies in the meta-analysis was determined, and with their addition, the "adjusted effect size", which is an unbiased estimate of the effect size was calculated (Üstün & Eryılmaz, 2014).

### Findings

Two different meta-analyses were conducted in line with the sub-problems determined by using the findings of 45 studies included in this study. The findings of the sub-problems of the research are given below under separate headings.

#### Findings related to the first sub-problem of the study

In line with the first sub-problem of the research, it was tried to determine the overall effect level of the studies in which the flipped learning model for mathematics achievement and traditional teaching were compared (comparison meta-analysis). For this purpose, a meta-analysis was conducted by using the findings of 39 studies out of 45 studies examining the difference between FLM and traditional teaching on success in mathematics lessons. A total of 46 effect sizes were calculated for 39 studies, since 3 studies included had two sub-studies and two studies had three sub-studies in the comparison meta-analysis. In Table 1 below, the descriptive data of these studies and the effect size calculated for each of them are given.

**Table 1.**  
*Descriptives of Studies that Included in Comparison Meta-Analysis*

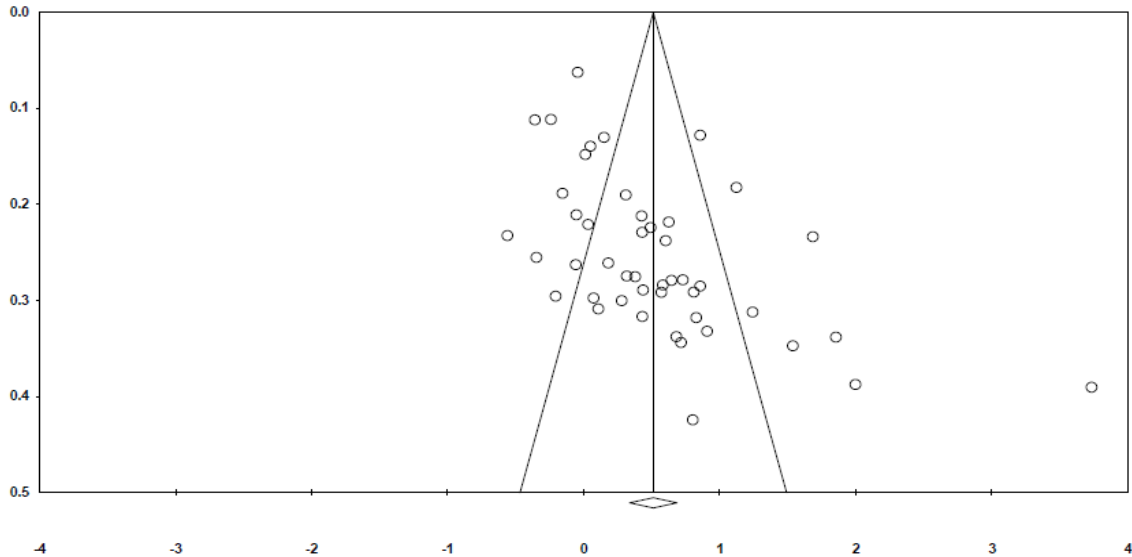
Author(s)(year)	Learning Area	Pub. Type	Time (week)	Place	School Level	Sample Size	Cohen <i>d</i>
Akdeniz (2019)	Geometry	Ms thesis	5-11	Turkey	Primary	41-80	0.83
Aydın (2020)	Num&op	Ms thesis	5-11	Turkey	Primary	41-80	0.28
Bhagat et al. (2016)	Geometry	Article	5-11	Abroad	Secondary	81+	0.49

Bulut (2019)	Algebra	Ms thesis	5-11	Turkey	Primary	1-40	0.72
Buskey (2019)(a)	Geometry	PhD thesis	12+	Abroad	Secondary	81+	-0.36
Buskey (2019)(b)	Geometry	PhD thesis	12+	Abroad	Secondary	81+	-0.24
Carlisle (2018)	Algebra	PhD thesis	12+	Abroad	Secondary	41-80	-0.56
Casem (2016)	-	Article	-	Abroad	Primary	1-40	0.80
Caverly (2017)	Algebra	PhD thesis	1-4	Abroad	Secondary	1-40	0.68
Clark (2015)	Algebra	Article	5-11	Abroad	Secondary	81+	0.03
Esperanza et al. (2016)	Algebra	Presentation	12+	Abroad	Secondary	81+	0.43
Flick (2019)	Algebra	PhD thesis	12+	Abroad	Primary	81+	0.05
Graziano & Hall (2017)	Algebra	Article	12+	Abroad	Secondary	41-80	0.43
Güç (2017)	Num&op	Ms thesis	5-11	Turkey	Primary	41-80	0.58
Jackson (2019)	Algebra	Ms thesis	1-4	Abroad	Primary	41-80	-0.21
Kalafat (2019)	Algebra	Ms thesis	5-11	Turkey	Primary	41-80	0.65
Katsa et al. (2016)	Algebra	Article	5-11	Abroad	Secondary	1-40	0.91
Kirvan et al. (2015)(a)	Algebra	Article	1-4	Abroad	Primary	41-80	0.32
Kirvan et al. (2015)(b)	Algebra	Article	1-4	Abroad	Primary	41-80	0.38
Kirvan et al. (2015)(c)	Algebra	Article	1-4	Abroad	Primary	41-80	0.86
Koç Deniz (2019)(a)	Num&op	PhD thesis	5-11	Turkey	Primary	41-80	0.44
Koç Deniz (2019)(b)	Num&op	PhD thesis	5-11	Turkey	Primary	41-80	0.57
Lo&Hew (2020)	Algebra	Article	12+	Abroad	Secondary	41-80	0.73
Makinde (2017)	Algebra	PhD thesis	5-11	Abroad	Primary	81+	0.86
Martin Grace, (2015)	-	PhD thesis	12+	Abroad	Primary	81+	-0.04
Montgomery (2015)	Algebra	Ms thesis	5-11	Abroad	Primary	81+	0.31
Njeru (2020)	Algebra	PhD thesis	1-4	Abroad	Secondary	41-80	0.11
Charles-Ogan&William (2015)	-	Presentation	-	Abroad	Secondary	81+	1.69
Özdemir (2016)	Algebra	PhD thesis	1-4	Turkey	Primary	41-80	1.24
Ramaglia (2015)(a)	Geometry	PhD thesis	12+	Abroad	Secondary	41-80	-0.35
Ramaglia (2015)(b)	Geometry	PhD thesis	12+	Abroad	Secondary	81+	0.15
Ramaglia (2015)(c)	Algebra	PhD thesis	12+	Abroad	Primary	81+	1.12
Reyes-Lozano et al. (2014)	-	Presentation	12+	Abroad	Secondary	41-80	3.73
Ripley (2015)	-	PhD thesis	12+	Abroad	Primary	81+	0.01
Saunders (2014)	Algebra	PhD thesis	5-11	Abroad	Secondary	41-80	-0.06
Schwankl (2013)	Geometry	Ms thesis	5-11	Abroad	Secondary	41-80	0.07
Sharpe (2016)	Geometry	PhD thesis	12+	Abroad	Secondary	81+	-0.15
Smith (2015)	-	PhD thesis	12+	Abroad	Primary	81+	-0.05
Tarazi (2016)	Algebra	PhD thesis	12+	Abroad	Secondary	41-80	0.60
Topan (2019)	-	PhD thesis	1-4	Turkey	Primary	41-80	0.81
Vang (2017)	Algebra	Ms thesis	12+	Abroad	Secondary	41-80	0.18
Wei et al. (2020)	Num&op	Article	5-11	Abroad	Primary	81+	0.63

Wiginton(2013)(a)	Algebra	PhD thesis	12+	Abroad	Secondary	41-80	1.54
Wiginton(2013)(b)	Algebra	PhD thesis	12+	Abroad	Secondary	1-40	2.00
Salimi&Yousefzadeh (2015)	-	Article	5-11	Abroad	Primary	41-80	1.86
Zeineddine (2018)	-	Article	5-11	Abroad	Secondary	41-80	0.43

Note. Num&op= Numbers and Operations

As seen in Table 1, the effect size values of the studies examining the difference between FLM and traditional teaching vary between -0.56 and 3.73. The positive effect size value in 37 of the studies indicates that the treatment effect is in favor of FLM. When the effect sizes of the studies were evaluated according to Cohen *d*, it was determined that 7 studies had weak, 9 studies had modest, 14 studies had medium and 7 studies had strong effect sizes. In 9 of the studies, the effect size value was determined as negative. The negative effect sizes shows that the effect of the procedure is in favor of traditional teaching. When the effect sizes of these studies were evaluated according to Cohen *d*, it was determined that 4 studies had a weak effect size, 4 studies had a modest effect size, and 1 study had a medium effect size. The funnel scatter plot created to determine whether there is publication bias in these studies is given in Figure 1.

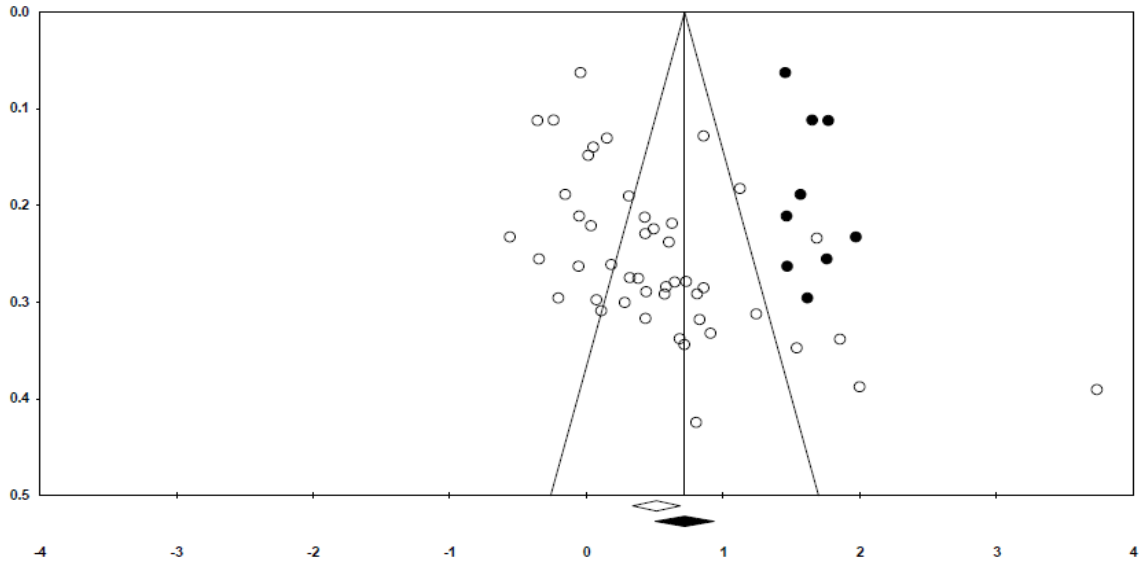


**Figure 1.** Funnel Plot that Shows Publication Bias of Comparison Meta-Analysis

As can be seen from the funnel plot in Figure 1, the studies included in the comparison meta-analysis show a nearly symmetrical distribution. The fact that the distribution is not concentrated on one side means that there is no publication bias in the studies. Although funnel charts are visuals that can be used to determine the publication bias of the studies, they do not provide statistical information to detect the bias (Üstün & Eryılmaz, 2014).

Duval and Tweedie's (2000a; 2000b) trim and fill method was also used to examine publication bias. The trim and fill method focuses on possible missing work that will bring the funnel plot to full symmetry. The funnel plot formed as a result of considering the trim and fill correction is given in Figure 2. As seen in Figure 2, full symmetry of the funnel plot will be achieved if the studies corresponding to the coordinates at 9 points favoring FLM are added to the analysis. The fact that the number that needs to be added to make the existing 46 studies fully symmetrical is only 9 indicates that the current situation is close to symmetrical distribution. If these 9 studies are added, the overall effect will increase from 0.51 to 0.72. The small difference indicates that publication bias is low in studies (Yelpaze & Yakar, 2020).





**Figure 2.** Funnel Plot of Comparison Meta-Analysis for Trim and Fill Method

The publication bias of the studies was also examined by Rosenthal's fail safe N method. According to the Rosenthal FSN results given in Table 2, the number of studies (N) required to be included in the meta-analysis in order to make zero the 0.51 overall effect size detected in this meta-analysis was found to be 1860. According to Mullen, Muellerleile, and Bryant (2001), the value of  $N/(5k+10)$  (k: number of studies included in the meta-analysis) being greater than 1 indicates that the results of the meta-analysis are sufficiently resistant to future studies (Üstün & Eryılmaz, 2014). According to the data in Table 2, the  $N/(5k+10)$  value was calculated as 7.75 in this meta-analysis study. According to this result, it can be said that there is no publication bias problem in the comparison meta-analysis study.

**Table 2.**  
Rosenthal FSN Statistics for Comparison Meta-Analysis

Statistic	
Z-value for observed studies	12.61
p-value for observed studies	0.00
Alpha	0.05
Tails	2
Z for Alpha	1.95
Number of observed studies	46
FSN	1860

Heterogeneity test was performed to determine the effect size model to be used in calculating the effect sizes of the 46 studies included in the comparison meta-analysis. According to the effect model obtained in the heterogeneity test, the heterogeneous distribution value, average effect size and confidence interval values of the studies are given in Table 3.

**Table 3.**  
Models' Overall Effect Size and Heterogeneity Test for Comparison Meta-Analysis

Model	N	Overall EF	SE	95% CI		Z	p	Q	p	I <sup>2</sup>
				Lower	Upper					
Fixed	46	0.25	0.03	0.19	0.31	8.6	0.0	372.0	0.0	87.9
Random	46	0.51	0.09	0.34	0.69	5.7	0.0			

As seen in Table 3, the  $Q$  statistic was found to be 372.06 from the heterogeneity results obtained according to the fixed effect model. Since this value is significantly higher than the critical value of 45 degrees of freedom in the chi-square table ( $p < 0.01$ ), it can be said that the studies are heterogeneous. The  $I^2$  value being 87.91% also reveals high heterogeneity. According to these statistics, since the studies are highly heterogeneous, it was decided to use the random effects model in calculating the effect sizes.

According to the random effect model, the mean effect size value was 0.51, and the lower limit value of the 95% confidence interval was calculated as 0.34 and the upper limit value as 0.69. When these findings were interpreted according to Cohen  $d$ , it was concluded that FLM was moderately more effective in increasing students' mathematics achievement compared to traditional teaching ( $p < 0.01$ ).

The results of the analysis conducted to determine whether there is a significant difference between the effect sizes of the studies included in this meta-analysis according to the moderator variables (type of publication, place of publication, sample size, education level, learning area, duration of application) are given in Table 4.

**Table 4.**  
Effect Sizes and Differences According to Moderator Variable for Comparison Meta-Analysis

Variable	$N$	Effect Size	SE	95% CI	$Z$	$p$	$Q$	$p$
Pub. Type								
1. Article	13	0.57	0.16	0.25-0.89	3.46	0.00		
2. Presentation	3	1.79	0.34	1.11-2.46	5.19	0.00		
3. Ms. Thesis	9	0.37	0.20	-0.02-0.77	1.87	0.06		
4. PhD Thesis	21	0.36	0.13	0.11-0.60	2.82	0.00		
Overall	46	0.68	0.23	0.23-1.14	2.97	0.00	15.80	0.00
Place								
1. Abroad	37	0.47	0.10	0.28-0.66	4.89	0.00		
2. Turkey	9	0.68	0.20	0.28-1.08	3.32	0.00		
Overall	46	0.51	0.09	0.34-0.68	5.84	0.00	0.82	0.37
School Level								
1. Primary	23	0.50	0.13	0.25-0.75	3.86	0.00		
2. Secondary	23	0.53	0.13	0.28-0.78	4.10	0.00		
Overall	46	0.51	0.09	0.34-0.69	5.63	0.00	0.03	0.86
Sample Size								
1. 1-40	5	1.01	0.28	0.46-1.56	3.60	0.00		
2. 41-80	25	0.58	0.11	0.35-0.81	4.94	0.00		
3. 81+	16	0.29	0.13	0.03-0.55	2.18	0.03		
Overall	46	0.57	0.18	0.22-0.91	3.20	0.00	6.11	0.047
Learning Area								
1. Algebra	24	0.48	0.10	0.28-0.68	4.64	0.00		
2. Geometry	8	0.15	0.17	-0.18-0.49	0.90	0.37		
3. Number & operations	5	0.50	0.23	0.06-0.95	2.21	0.03		
Overall	37	0.38	0.13	0.13-0.63	2.98	0.00	2.88	0.24
Intervention Time								
1. 1-4 weeks	8	0.52	0.20	0.13-0.91	2.61	0.01		
2. 5-11 weeks	17	0.55	0.13	0.29-0.82	4.13	0.00		
3. 12+ weeks	19	0.38	0.12	0.15-0.62	3.17	0.00		
Overall	44	0.47	0.08	0.31-0.63	5.75	0.00	0.95	0.62

As seen in Table 4, the effect sizes of publication types according to the random effects model were determined as 1.79 in the paper, 0.57 in the article, 0.37 in the master's thesis and 0.36 in the doctoral thesis, respectively. When traditional teaching and FLM are compared, it is seen that the average effect sizes in all publication types except master's theses differ significantly in favor of FLM. When the effect

sizes of the papers, articles, master's thesis and doctoral thesis publications were compared according to the heterogeneity test, it was determined that there was a significant difference between them ( $Q=15.80, p<0.05$ ). According to this result, the effect of FLM on mathematics achievement compared to traditional teaching differs according to the types of publications.

The average effect size value of the studies in Turkey is 0.68, and the effect size value of the studies abroad is 0.47. The mean effect size values of the studies in both groups differ in favor of FLM according to the place of the study. According to the heterogeneity test, it was observed that there was no significant difference between the average effect sizes of the studies conducted in Turkey and abroad ( $Q=0.87, p>0.05$ ). According to this result, when compared to traditional learning, the effect of FLM on mathematics achievement does not differ according to the place of study.

According to Table 4, the effect size value of the studies applied at primary education level is 0.50 and 0.53 at secondary education level. Average effect size values differ significantly in favor of FLM in both groups formed according to education level. As a result of the heterogeneity test, it was determined that the effect sizes of the studies did not differ according to the education level ( $Q=2.73, p>0.05$ ). Accordingly, the effect size of FLM applications on mathematics achievement is similar when compared to traditional learning applied at primary and secondary education levels.

The effect size of studies with a sample size of 1-40 people is 1.01, the effect size of studies with a sample size of 41-80 people is 0.58, and in studies with a sample size of 81 and more people, it is 0.29 as in Table 4. According to the heterogeneity test performed to determine the significance of the difference between the effect sizes, the effect sizes between the groups formed according to the sample size were significantly different ( $Q=5.5, p<0.05$ ). According to this result, the effect of FLM and traditional teaching on mathematics achievement differs according to the sample size.

According to the learning area moderator variable, the largest effect size belongs to geometry with 0.50, followed by algebra with 0.48 and numbers learning area with 0.15 in terms of effect sizes of the studies. Effect sizes differed significantly in favor of FLM in algebra and numbers learning domains, except for geometry learning domain. According to the heterogeneity test, difference between the effect sizes was not statistically significant ( $Q=2.88, p>0.05$ ). According to this result, when compared to traditional learning, the effect of FLM on mathematics achievement does not differ according to the learning area.

Moreover, according to the duration of the FLM application, the effect size of the studies between 1-4 weeks is 0.52, the effect size of the studies between 5-11 weeks is 0.55 and the effect size of the studies with 12 weeks or more is 0.38. According to the heterogeneity test, there was no significant difference between these effect sizes ( $Q=0.95, p>0.05$ ). According to this result, when compared to traditional learning, the effect of FLM on mathematics achievement does not differ according to the application time.

#### **Findings related to the second sub-problem of the study**

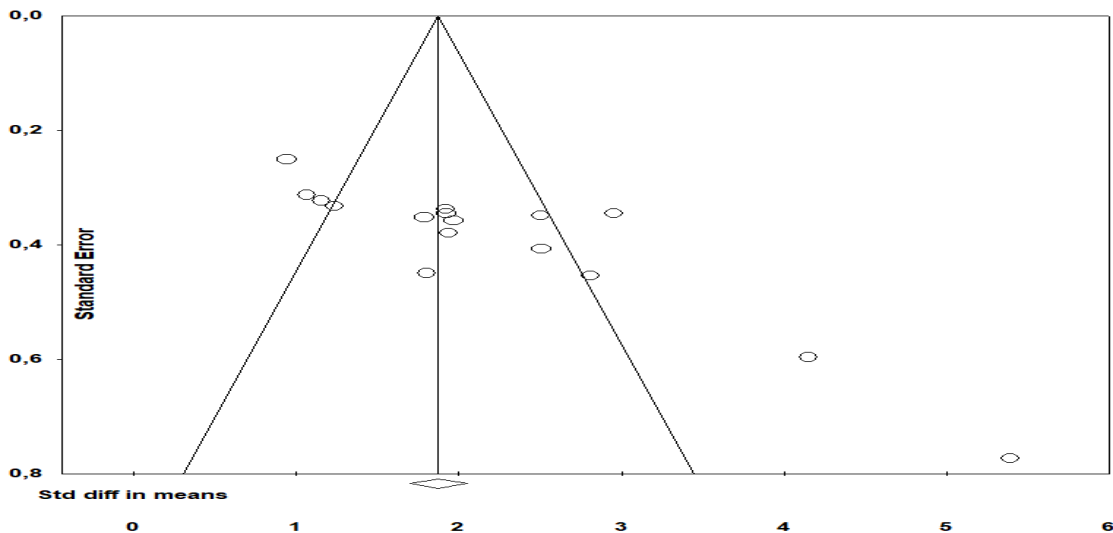
Of the 45 studies that met the criteria set in this study and were included in the meta-analysis, only 12 included the experimental group pre-test and post-test data necessary to determine the effect of the flipped learning model on success. In relation to the second sub-problem of the study, a meta-analysis was conducted named progress meta-analysis, with a total of 16 effect sizes calculated, together with these 12 studies and the sub-studies in 3 of them. Of these 12 studies, 6 were also used in the comparison meta-analysis. In Table 5 below, the descriptive data of these studies and the effect size value calculated for each of them are given.

**Table 5.**  
*Descriptives of Studies that Included in Progress Meta-Analysis*

Author(s)(year)	Learning Area	Pub. Type	Time (week)	Place	School Level	Sample Size	Cohen <i>d</i>
Akdeniz (2019)	Geometry	Ms Thesis	5-11	Turkey	Primary	21+	1.79
Cornehl (2019)	Algebra	PhD Thesis	5-11	Abroad	Secondary	21+	2.95
Jackson (2019)	Algebra	Ms Thesis	1-4	Abroad	Primary	21+	0.94
Kalafat (2019)	Algebra	Ms Thesis	5-11	Turkey	Primary	21+	4.15
Katsa et al. (2016)	Algebra	Article	5-11	Abroad	Secondary	1-20	1.94
Koç Deniz (2019)(a)	Num&op	PhD Thesis	5-11	Turkey	Primary	21+	1.92
Koç-Deniz (2019)(b)	Num&op	PhD Thesis	5-11	Turkey	Primary	21+	2.81
Leo (2017)	Num&op	PhD Thesis	5-11	Abroad	Primary	21+	1.97
Lo & Hew (2017)(a)	Geometry	Article	1-4	Abroad	Secondary	1-20	1.80
Lo & Hew (2017)(b)	Geometry	Article	1-4	Abroad	Secondary	21+	1.92
Özdemir (2016)	Algebra	PhD Thesis	1-4	Turkey	Primary	21+	2.51
Schwankl (2013)	Geometry	Ms Thesis	5-11	Abroad	Secondary	21+	5.39
Tekin (2018)	Geometry	PhD Thesis	5-11	Turkey	Secondary	21+	2.51
Toh et al. (2017)(a)	Num&op	Presentation	5-11	Abroad	Primary	1-20	1.06
Toh et al. (2017)(b)	Num&op	Presentation	5-11	Abroad	Primary	1-20	1.15
Toh et al.(2017)(c)	Num&op	Presentation	5-11	Abroad	Primary	1-20	1.24

Note: Num&op= Numbers and Operations

As seen in Table 5, the effect size values of the studies included in this meta-analysis ranged from 0.94 to 5.39. When the effect sizes of the studies were evaluated according to Cohen *d*, it was determined that all studies had strong effect sizes. Accordingly, a funnel plot was created to determine whether the studies in Table 5, included in the progress meta-analysis had publication bias. As can be seen from the funnel plot in Figure 3, the studies show a symmetrical distribution. The fact that the distribution is not concentrated on a single side means that there is no publication in the studies.



**Figure 3.** Funnel Plot that Shows Publicaiton Bias of Progress Meta-Analysis

Duval and Tweedie's (2000a; 2000b) trim and fill method was used to examine publication bias. According to this method, since the number of studies that need to be added to make 16 studies fully symmetrical is zero, the funnel plot is determined to be fully symmetrical. Publication bias of the studies was also examined by Rosenthal's fail safe N method. According to the Rosenthal FSN results given in Table 6 below, the number of studies that needed to be included in the meta-analysis in order to reset

to zero the 2.13 overall effect size, detected in the progress meta-analysis was 1976 ( $N$ ). According to Mullen, Muellerleile, and Bryant (2001), the value of  $N/(5k+10)$  ( $k$ : number of studies included in the meta-analysis) being greater than 1 indicates that the results of the meta-analysis are sufficiently resistant to future studies (Üstün & Eryılmaz, 2014). According to the data in Table 6, the  $N/(5k+10)$  value was calculated as 21.95 in this meta-analysis study. According to this result, it can be said that the publication bias of the studies in the progress meta-analysis is quite low.

**Table 6.**  
Rosenthal FSN Statistics for Progress Meta-Analysis

Statistic	
Z-value for observed studies	21,86
$p$ -value for observed studies	0,00
Alpha	0,05
Tails	2
Z for alpha	1,95
Number of observed studies	16
FSN	1976

Heterogeneity test was performed to determine the effect size model to be used in calculating the effect sizes of the 16 studies included in this meta-analysis. According to the effect model obtained in the heterogeneity test, the heterogeneous distribution value, average effect size and confidence interval values of the studies are given in Table 7.

**Table 7.**  
Models' Overall Effect Size and Heterogeneity Test for Progress Meta-Analysis

Model	$N$	Overall EF	SE	95% CI		$Z$	$p$	$Q$	$p$	$I^2$
				Lower	Upper					
Fixed	16	1.87	0.09	1.70	2.05	20.69	0.00	84.41	0.00	82.23
Random	16	2.13	0.22	1.70	2.56	9.69	0.00			

As seen in Table 7, the  $Q$  statistic was found to be 84.41 among the heterogeneity results obtained according to the fixed effect model. Since this value is significantly higher than the critical value of 15 degrees of freedom in the chi-square table ( $p < 0.01$ ), it can be said that the studies are heterogeneous. The  $I^2$  value being 82.23% also reveals high heterogeneity. According to these statistics, since the studies are highly heterogeneous, it was decided to use the random effects model in calculating the effect sizes.

According to the random effect model, the mean effect size value was 2.13, and the lower limit value of the 95% confidence interval was calculated as 1.70 and the upper limit value as 2.56. When these findings were interpreted according to Cohen  $d$ , it was concluded that FLM was highly effective on students' mathematics achievement ( $p < 0.01$ ).

The results of the analysis performed to determine whether there is a significant difference between the effect sizes of the studies included in the progress meta-analysis according to the moderator variables are given in Table 8.

**Table 8.**  
Effect Sizes and Differences According to Moderator Variable for Progress Meta-Analysis

Variable	N	EF	SE	95% CI	Z	p	Q	p
<b>Pub. Type</b>								
1. Article	3	1.89	0.47	0.97-2.81	4.02	0.00		
2. Presentation	3	1.15	0.45	0.26-2.04	2.54	0.01		
3. Ms. Thesis	4	2.63	0.43	1.78-3.47	6.08	0.00		
4. PhD Thesis	6	2.44	0.33	1.79-3.08	7.39	0.00		
Overall	16	2.05	0.36	1.34-2.77	5.65	0.00	7.11	0.07
<b>Place</b>								
1. Abroad	10	1.87	0.26	1.36-2.39	7.19	0.00		
2. Turkey	6	2.54	0.34	1.87-3.21	7.41	0.00		
Overall	16	2.17	0.33	1.52-2.81	6.59	0.00	2.37	0.12
<b>School Level</b>								
1. Primary	10	1.86	0.26	1.36-2.36	7.27	0.00		
2. Secondary	6	2.57	0.34	1.90-3.24	7.49	0.00		
Overall	16	2.03	0.38	1.27-2.78	6.19	0.00	2.73	0.10
<b>Sample Size</b>								
1. 1-20	5	1.42	0.36	0.71-2.13	3.94	0.00		
2. 21+	11	2.45	0.25	1.96-2.94	9.78	0.00		
Overall	16	1.97	0.51	0.96-2.98	3.83	0.00	5.5	0.02
<b>Learning Area</b>								
1. Algebra	5	2.39	0.40	1.60-3.19	5.93	0.00		
2. Geometry	5	2.47	0.41	1.66-3.29	5.96	0.00		
3. Num. & Op.	6	1.67	0.36	0.96-2.38	4.62	0.00		
Overall	16	2.16	0.31	1.55-2.76	6.94	0.00	2.76	0.25
<b>Intervention Time</b>								
1. 1-4 weeks	4	1.77	0.44	0.91-2.63	4.02	0.00		
2. 5+weeks	12	2.26	0.26	1.75-2.77	8.72	0.00		
Overall	16	2.13	0.22	1.69-2.57	9.55	0.00	0.93	0.33

According to the learning area moderator variable, the largest effect size belongs to geometry with 2.47, followed by algebra with 2.39 and numbers learning area with 1.67 in terms of the effect sizes of the studies. According to the heterogeneity test performed to determine whether the difference between these effect sizes is significant, the difference between the effect sizes is not statistically significant ( $Q=2.76$ ,  $p>0.05$ ). According to this result, the effect of FLM on mathematics achievement does not differ according to the learning area in which the application is made.

Also, according to the intervention time of the FLM, the effect size of the studies with an application period of 1-4 weeks is 1.77, and the effect size of the studies with an application period of 5 weeks or more is 2.26. According to the heterogeneity test, there was no significant difference between these effect sizes ( $Q=0.93$ ,  $p>0.05$ ). According to this result, the effect of FLM on mathematics achievement does not differ according to the duration of the application.

### Discussion, Conclusion and Recommendations

In this study, two different meta-analyses were conducted to determine the effectiveness of FLM in primary and secondary school mathematics lessons. In one of these, the effect of FLM and traditional teaching on mathematics achievement was compared, and in the other, the effect of FLM on mathematics achievement was determined using a single group pretest-posttest results.

In the meta-analysis conducted in line with the first sub-problem of the research, it was determined that FLM was moderately ( $d=0.51$ ) effective in increasing mathematics achievement compared to

traditional teaching. When the relevant meta-analysis studies in the literature are examined, it is seen that FLM is more effective than traditional teaching in increasing mathematics achievement (Algarni, 2018; Lo, Hew & Chen, 2017; Cheng, Rizhaupt & Antonenko, 2018; Jang & Kim, 2020). The studies conducted by Algarni (2018) and Lo, Hew, and Chen (2017) are meta-analysis studies that only focus on the effect of FLM in mathematics lessons, as in this study, but also include studies conducted on university students. As a result of the meta-analysis conducted by Algarni (2018) on 34 studies ( $d=0.27$ ) and the meta-analysis conducted by Lo, Hew and Chen (2017) using 21 articles (Hedges'  $g=0.298$ ), there was a significant difference in effect size in favor of FLM. When we look at the meta-analysis studies in which mathematics is not directly discussed but examined as an moderator variable, similar results have been reached again. Cheng, Rizhaupt, and Antonenko (2018) determined the effect size of FLM as  $g=0.205$ , making use of the findings of 15 studies in their meta-analysis covering all education levels. Also, Jang and Kim (2020) made use of 13 studies whose application area is mathematics among the studies they included in the meta-analysis, and they concluded that the effectiveness level of FLM in higher education mathematics course is 0.13. Wagner et al. (2020) found the effectiveness of FLM in the discipline of mathematics and information and communication technology as  $d=0.34$  in their meta-analysis, in which they included grade levels 5-12. Although in the study by Wagner et al. (2020) the education levels of the students were similar to the current study, the difference in the effect size can be explained by categorizing mathematics and information and communication technologies together and examining only 11 studies in this context.

In the study, the effect of the flipped learning model on the mathematics achievement of the students in line with the second sub-problem was determined over a single group. Considering the effect size and overall effect size ( $d=2.13$ ) of each study in the meta-analysis conducted for this purpose, it was seen that FLM was highly effective in increasing mathematics achievement. As expected, the effect size value of FLM on mathematics achievement ( $d=2.13$ ) is much higher than the overall effect size value ( $d=0.51$ ) reached in the meta-analysis in which FLM is compared with traditional teaching. Similar to this result, according to Wagner et al.'s (2020) study, while mathematics and information and communication technologies are highly effective ( $d=1.05$ ) on the success of FLM students in the discipline, its effectiveness is low when compared to traditional teaching ( $d=0, 34$ ).

Unlike the meta-analysis studies mentioned above, in the current study, the effect of FLM on mathematics achievement was higher. The reason for this can be shown as the fact that fewer studies are included in all of the relevant meta-analysis studies and that the higher education level is included in the majority of them. In support of this view, in Algarni's (2018) study based on the educational level moderator, the effect size of FLM applied at high school level was found to be 0.43, and the effect size at higher education level was 0.30. As a result, this study, unlike other related studies, has clearly and up-to-date the direct effect of FLM on primary and secondary school mathematics lessons.

In this study, moderator variables (type of publication, place of study, education level, sample size, learning area, duration of application) that may change the effectiveness of FLM on mathematics achievement were also examined. According to the findings, the effect size of FLM on success differs significantly according to the moderator variables of publication type and sample size when compared to traditional teaching. The effect size of FLM on mathematics achievement over a single group differs only according to the sample size. A discussion of these findings regarding the type of publication and sample size is given below.

Considering the type of publication as an moderator variable, in studies comparing traditional teaching and FLM, moderate ( $d=0.57$ ) for article, strong ( $d=1.79$ ) for presentation, and modest for master's thesis ( $d=0.37$ ) and doctorate thesis ( $d=0.36$ ) level effect size value was calculated. According to the heterogeneity test, the effect of FLM on achievement compared to traditional teaching differs according to the types of publications. Considering the possible reasons for the significant difference, it is seen that the values obtained in studies other than the presentation are close to each other, and the effect size obtained from the presentation is very different from the others. This shows the conclusion that the difference may have arisen from the study of the presentations. One of the points to be

considered while interpreting this result is that the highest effect size value belongs to the type of publication that includes the least number of studies ( $n=3$ ) in the meta-analysis. The determination of the lowest effect sizes in thesis studies can be explained by the fact that publication bias is less in unpublished studies (Card, Stucky, Sawalani & Little, 2008). In the literature, a study in which the effect size of FLM was examined according to the publication type moderator was carried out by Orhan (2019). In this meta-analysis, in which studies conducted in Turkey were discussed, presentations were not included and as a result, it was determined that the effect sizes of the studies grouped as articles, master's and doctoral thesis were close to each other, similar to the current study. According to the progress meta-analysis in which the effectiveness of FLM was examined on a single group in the current study, no significant difference was found in the effect size according to the type of publication.

Another moderator variable in which the effectiveness levels of studies comparing traditional teaching and FLM differ significantly is the sample size. When we look at the studies grouped according to the sample size, the effect size was found to be strong ( $d=1.01$ ) in studies with a sample size of 1-40 people, at a moderate level ( $d=0.58$ ) in studies with a sample size of 81 and above. In studies consisting of individuals, it was determined to be at a weak level ( $d=0.29$ ). However, one of the issues that should be considered when interpreting this result reached in the current study is that the sample size refers to all students in the experimental and control groups, and in some studies, the experimental and/or control groups consist of more than one class branch. Again, the fact that most of the studies were in the sample size group of 41-80 and the high standard errors of the effect sizes of the other two groups should also be taken into account when interpreting this result.

In the study, it was determined that the effect of FLM on mathematics achievement differed according to the sample size in studies conducted on a single group. According to the results, the effect size value is  $d=1.42$  in studies with a sample between 1 and 20 people, while it is  $d=2.45$  in studies with 21 or more people, and this difference is at a significant level. According to this result, the effect size of FLM increases significantly as the number of students to whom FLM is applied increases. Since the sample size of the studies consisted of only the experimental group students, the grouping was made as 1-20 people and 21 and above people. Moreover, it should be taken into account that the majority of the 16 studies included in the meta-analysis conducted on a single group were in the group of 21 and above, and the number of students in the majority of the studies in this group was below 27. The fact that the group sizes are not sufficiently differentiated from each other may be the reason for a different result from the expected result as the effect size will decrease as the sample size increases in comparative studies. Therefore, these different results obtained regarding the sample size moderator indicate that more studies with a wide range of sample sizes are needed in order to achieve more generalizable results.

According to the results of this research, FLM is a highly effective educational approach in the mathematics achievement of primary and secondary school students, and also more effective than the traditional approach. In addition, it has been determined that FLM is effective in every situation in the mathematics course in line with the moderator variables discussed in the research. At the same time, when the results obtained in the current study were compared with the meta-analysis studies covering the higher education level in the literature, it was understood that the application of FLM in primary and secondary education mathematics education gave more positive results than higher education. The reason for this result may be that more concrete experiences, which are especially necessary for younger students, can be offered to students thanks to FLM and that technology-based studies can attract the attention of younger students more. Accordingly, it is obvious that the idea that FLM is only suitable for higher grade levels is not true, and its application from the first stages of education will have positive reflections on the learning outcomes of the students. Considering that compulsory distance education has been introduced at all grade levels, especially during the current Coronavirus pandemic period, it is known that FLM is a teaching approach that can be applied to students of all age groups, which will enable students to use the technology-based educational resources required for distance education effectively and to take responsibility for learning.



In the future, it is necessary to take some measures to ensure that students are ready for the process in case of distance education due to necessity or according to their own preferences, as in the pandemic period. As one of these measures, with the opening of schools after the pandemic, lessons can be conducted based on FLM in order to provide students with versatile educational experiences and to facilitate them to receive quality education under all circumstances. Therefore, it is important to carry out studies so that teachers do not have problems at the point of applying FLM. In the literature review conducted within the scope of the mathematics course, it was seen that the number of researches in the country was quite insufficient. Therefore, examining the effect of FLM on cognitive learning at all grade levels, as well as its effect on many different variables such as attitude, motivation, and self-learning skills will reduce the gap in the literature in this direction.

## Türkçe Sürümü

### Giriş

2019 yılının sonlarına doğru Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan Covid-19 virüsü, kısa bir sürede dünyanın diğer bölgelerine yayılmasıyla birlikte küresel salgın olarak ilan edilmiştir (World Health Organization [WHO], 2020). Covid-19'un hızla yayılması nedeniyle birçok ülkede, virüsün yayılmasını yavaşlatmak için acil durum planları uygulanmaya başlanmıştır. Bu uygulamalardan biri de okullarda gerçekleştirilen yüz yüze eğitime ara verilerek uzaktan eğitim platformları aracılığıyla eğitime devam edilmesidir (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2020). Bu süreçte, okulların ilerleyen dönemlerde de olası kesintilere uğrama ihtimaline karşı eğitim alanında köklü reformlar yapılmasının ve stratejik planlamalar yapılmasının büyük bir ihtiyaç olduğu ortaya çıkmıştır (Bozkurt, 2020).

Eğitiminin uzaktan verilmeye başlanmasıyla birlikte, özellikle teknoloji destekli öğrenme yaklaşımlarının kullanımının yaygınlaştırılmasının gerekliliği ve önemi bir kez daha anlaşılmıştır. Tüm bu gelişmelere paralel olarak salgın sonrasında yaşanacak yeni normalde, eğitim uygulamalarında yönelimin artacağı öngörülen başlıca alternatif öğrenme yaklaşımlarından biri de harmanlanmış öğrenme modellerinden biri olan ters yüz öğrenmedir (Bozkurt, 2020). Ters yüz öğrenmeyi ayrıcalıklı kılan özelliklerin başında, salgın döneminde verilen uzaktan eğitimlerle önemi tekrar fark edilen ve bilgi toplumunda başarılı bir yaşam için gerekli olan yaşam boyu öğrenme, teknolojik ürünleri ve yöntemleri bilme, bilgi iletişim teknolojileri ile bilgiye erişme, bilginin saklanması ve sunulması için bilgisayar kullanma ve internet aracılığıyla iletişim kurulması gibi becerileri (MEB, 2018) kapsaması gelmektedir.

Literatürde yer alan tanımlamalar incelendiğinde ters yüz öğrenme modeline (TYÖM) ait temel fikrin, "sınıf içinde aktif öğrenme ve problem çözme aktivitelerine geniş zaman ayırabilmek için ders içeriği öğretiminin, çevrimiçi videolar aracılığıyla dersten önce gerçekleştirilmesi" olduğu anlaşılmaktadır (Lo & Hew, 2017; Murphy, Chang, & Suaray, 2016). Dolayısıyla TYÖM'de, yüz yüze eğitimin ve teknolojiyle zenginleştirilmiş uzaktan eğitimin güçlü özelliklerinin harmanlanması söz konusudur (Hayırsever & Orhan, 2018). TYÖM'ün uzaktan eğitim kısmında öğrenciler dersle ilgili temel bilgileri sınıfa gelmeden önce öğretmenlerinin sağladığı teknolojik erişimler sayesinde öğrenmektedirler. Uzaktan eğitimin sağladığı zamansal ve mekânsal esneklik sayesinde öğrencilerin öğrenme hızları ve durumlarına uygun olarak içerik şekillendirilebilmektedir. Yüz yüze eğitim kısmında ise sınıf ortamında öğrencilerin konu ile ilgili derinlemesine bilgi sahibi olmaları için aktif öğrenme yaklaşımları doğrultusunda uygulamalar yapılması gerekmektedir (Boz-Yaman & Sezen-Yüksel, 2017). Buna göre TYÖM, ders anlatımlarının yoğunlukta olduğu geleneksel sınıf ortamının aksine öğrencilerin akıl yürütme, problem çözme gibi üst düzey beceriler edinmelerini sağlayacak çok sayıda etkinliğin uygulanmasına olanak tanıyan bir öğretim tasarımı sunmaktadır.

TYÖM'ün sunduğu eğitim tasarımı, bilgisayar, akıllı telefon ve sosyal ağlar gibi teknolojik yeniliklerle iç içe büyüyen öğrencilerin değişen öğrenme tercihlerini de yansıtmaktadır. Çünkü yeni nesil öğrencilerin en belirgin özelliklerinin başında teknolojiyi bilgiye erişme konusunda kendilerinin en büyük yardımcısı olarak görmeleri, zamanlarının çoğunu internet başında geçirmek istemeleri (Sakarya, Tercan & Çoklar, 2011; Şahin, 2009) gelmektedir. Dolayısıyla teknoloji alanındaki gelişmelere bağlı olarak bireylerin değişen eğitim ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikte olan ve şimdilerde sıkça gündeme gelen TYÖM'ün ilerleyen dönemlerde eğitim süreçlerinde en fazla tercih edilecek alternatif eğitim uygulamalarından biri olduğunu söylemek mümkündür.

Son zamanlarda hızla gelişen teknolojinin eğitim ortamlarına yansması ve çoklu öğrenme ortamlarının öğrencilere farklı öğrenme yolları sunması sayesinde (Li vd., 2014), henüz 2000'lerin başında ortaya çıkan ve özellikle yüksek öğrenimde çalışılan TYÖM kısa sürede oldukça popüler bir aktif öğrenme yaklaşımı haline gelmiştir (Bergmann & Sams, 2012; Chen, Wang, & Chen, 2014; Lo & Hew,

2017). Cheng, Ritzhaupt ve Antonenko'ya (2019) göre özellikle 2009 yılından sonra TYÖM'ün birçok eğitim düzeyinde ve farklı konularda uygulanmasına ve etkililiğine yönelik çalışmalara yoğunlaşmıştır. TYÖM, özellikle ders içeriği aktarımının sınıf dışında gerçekleştirilmesi ve bu sayede sınıf ortamında problem çözme etkinlikleri, grup projeleri ve sınıf içi tartışmalardan yararlanılmasını mümkün kılması gibi avantajlarından (Van Sickle, 2015) dolayı birçok alanda olduğu gibi matematik eğitiminde de araştırmacılardan ve öğretmenlerden büyük bir ilgi görmüştür (Yang, Lin, & Hwang, 2019).

Matematik eğitiminde TYÖM'e ilginin artmasıyla birlikte, eğitimciler için bu öğretim yaklaşımının faydaları ve zorlukları yanı sıra matematik dersinde akademik başarı üzerindeki etkisi de bir merak konusu haline gelmiştir (Naccarato & Karakok, 2015). Bu nedenle matematik eğitimi alanında TYÖM'ün etkililiğini araştırmak için özellikle son birkaç yılda Türkiye'de sınırlı sayıda olmakla beraber dünyada çok sayıda çalışma yapılmıştır (Casem, 2020; Clark, 2015; Cornehl, 2019; Esperanza, Fabian & Toto, 2016; Graziano, 2017; Jackson, 2019; Katsa, Sergiz & Sampson, 2016; Koç, 2019; Krouss & Lesseig, 2020; Lo & Hew, 2017; Maciejewski, 2016; Martin & Arrambide, 2016; Saunders, 2014; Sun & Xie, 2020; Tapan, 2019; Tekin, 2018; Yorgancı, 2019; Wei vd., 2020; Zeineddine, 2018; Zengin, 2020). Bu çalışmaların bazılarında TYÖM'ün matematik dersinde akademik başarıya etkisinin geleneksel öğretim yöntemine kıyasla daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmış (Lo & Hew, 2017; Özdemir, 2016; Wei vd., 2020) olsa da çalışmaların bazılarında (Aydın, 2020; Clark, 2015; Jackson, 2019; Saunders, 2014) TYÖM ile geleneksel öğretim yöntemi arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. TYÖM'ün akademik başarı üzerine etkisiyle ilgili farklı sonuçlara ulaşılmış olması, bu öğretim yaklaşımının akademik başarıya etkisini konu edinen çalışmaların birlikte ele alınmasını ve değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle TYÖM'ü konu edinen çalışmalara her geçen yıl daha da fazla yoğunlaşıldığı da düşünüldüğünde, TYÖM'ün özel olarak matematik dersinde akademik başarıya etkisini inceleyen çalışmaların ortak etki büyüklüklerinin belirlenmesi gelecekte yapılacak çalışmalara yol gösterecektir. Bu durum, TYÖM'ün ilköğretim ve ortaöğretim matematik eğitimindeki başarıya etkisinin incelendiği bu meta analiz çalışmasının önemini ortaya koymaktadır.

Yapılan literatür incelemesinde TYÖM'ün akademik başarıya etkisini konu edinen meta-analiz çalışmalarının (Algarni, 2018; Chen vd., 2018; Cheng, Ritzhaupt & Antonenko, 2019; Jang & Kim, 2020; Karagöl & Esen, 2019; Lo, Hew & Chen, 2017; Orhan, 2019; Tan, Yue & Fu, 2017; Wagner, Gegenfurtner & Urhahne, 2020) mevcut olduğu görülmüştür. Ancak bu meta analiz çalışmalarından sadece Algarni (2020) ve Lo, Hew ve Chen (2017) tarafından yapılanlar özel olarak matematik eğitimi alanı ile sınırlandırılmıştır. TYÖM'ün matematik başarısı üzerindeki etkililiğinin incelendiği bu çalışmalarda Lo, Hew ve Chen (2017,) 2012-2016 yılları arasında ilk, orta ve yükseköğrenim düzeylerinde yürütülmüş ve yayın dili sadece İngilizce olan 21 çalışma üzerinde, Algarni (2020) ise yine aynı kriterleri taşıyan ve 2010-2017 yılları arasında gerçekleştirilen 34 çalışma üzerinde meta analiz gerçekleştirmişlerdir. Bu anlamda mevcut meta analiz çalışmasının bu iki çalışmadan en önemli farkı olarak, sadece ilköğretim ve ortaöğretim düzeylerinde gerçekleştirilen çalışmaları incelemesi ve Türkiye'de ve yurtdışında yayınlanmış olan 46 çalışma ile daha fazla sayıda birincil çalışma kaynağını kullanması gösterilebilir. Bu meta-analiz çalışmasında sadece ilk ve ortaöğretim öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışmaların dâhil edilmesi ve yükseköğrenim düzeyinde yapılmış çalışmaların dışarıda tutulması sayesinde, Wagner vd. 'nin de (2020) belirttiği gibi TYÖM'ün akademik başarıya etkisiyle ilgili daha isabetli sonuçlar çıkarılabileceği düşünülmüştür. Çünkü ilk ve ortaöğretim öğrencileri, yükseköğretim öğrencilerinden sadece yaş itibarıyla farklı olmayıp, kendi kendine öğrenme ve takım çalışması yapma becerilerinde de farklılıklara sahiptirler. Bu nedenle tüm eğitim düzeylerinin birlikte değerlendirilmesi TYÖM'ün etkisiyle ilgili sınırlı sonuçlar ortaya koyabilir (Wagner vd., 2020).

Yukarıda açıklanan gerekçeler doğrultusunda bu araştırma kapsamında, ilk ve ortaöğretim matematik eğitiminde TYÖM kullanımının, öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisinin meta analiz yöntemiyle tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- 1) Geleneksel öğrenme yaklaşımıyla karşılaştırıldığında TYÖM'ün öğrencilerin matematik dersindeki başarılarına genel etki düzeyi nedir? Bu etki düzeyi;

- a) Çalışmanın yayın türüne (makale, bildiri, yüksek lisans tezi, doktora tezi) göre farklılık göstermekte midir?
- b) Çalışmanın yapıldığı yere (yurtiçi, yurtdışı) göre farklılık göstermekte midir?
- c) Uygulamanın yapıldığı öğrenim düzeyine (ilköğretim, ortaöğretim) göre farklılık göstermekte midir?
- d) Çalışmanın örneklem büyüklüğüne (1-40 kişi, 41-80 kişi, 81+ kişi) göre farklılık göstermekte midir?
- e) Uygulamanın yapıldığı öğrenme alanına (cebir, geometri, sayılar ve işlemler) göre farklılık göstermekte midir?
- f) Uygulamanın süresine (1-4 hafta, 5-11 hafta, 12+ hafta) göre farklılık göstermekte midir?

2) TYÖM'ün tek grup üzerinden (ön test-son test) öğrencilerin matematik dersindeki başarılarına genel etki düzeyi nedir? Bu etki düzeyi;

- a) Çalışmanın yayın türüne (makale, bildiri, yüksek lisans tezi, doktora tezi) göre farklılık göstermekte midir?
- b) Çalışmanın yapıldığı yere (yurtiçi, yurtdışı) göre farklılık göstermekte midir?
- c) Uygulamanın yapıldığı öğrenim düzeyine (ilköğretim, ortaöğretim) göre farklılık göstermekte midir?
- d) Çalışmanın örneklem büyüklüğüne (1-40 kişi, 41-80 kişi, 81+ kişi) göre farklılık göstermekte midir?
- e) Uygulamanın yapıldığı öğrenme alanına (cebir, geometri, sayılar ve işlemler) göre farklılık göstermekte midir?
- f) Uygulamanın süresine (1-4 hafta, 5-11 hafta, 12+ hafta) göre farklılık göstermekte midir?

## Yöntem

### Araştırmanın Modeli

Araştırmada TYÖM'ün ilköğretim veya ortaöğretim öğrencilerinin matematik dersindeki başarısına etkisini inceleyen çalışmaların sonuçlarını birlikte analiz etmek amacıyla meta-analiz yöntemi kullanılmıştır. Meta-analiz yönteminde, bir konu veya çalışma alanında yapılmış benzer çalışmaların belirlenmiş ölçütler çerçevesinde gruplandırılması ve bu çalışmalarda ulaşılan nicel bulguların birleştirilerek yorumlanması söz konusudur (Dinçer, 2014).

### Verilerin Toplanması

Araştırmaya dâhil edilecek çalışmaları belirleyebilmek için Google Akademik, YÖK Tez, ULAKBİM, Web of Science, ProQuest Citations veri tabanları ve alanyazında tespit edilen ilgili meta analiz çalışmalarının kaynakçaları taranmıştır. TYÖM'ün oldukça yakın bir geçmişe sahip olması nedeniyle çalışmaların taranmasında herhangi bir tarih sınırlaması getirilmemiştir. 2020 yılının Ağustos ayında gerçekleştirilen bu taramalarda İngilizce yayınlara ulaşabilmek amacıyla “flipped classroom”, “flipped learning”, “inverted classroom”, “inverted learning”, “mathematics” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Türkçe yayınlara ulaşabilmek için ise “ters yüz öğrenme”, “ters yüz sınıf”, “dönüştürülmüş sınıf”, “matematik” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Bu taramalar sonucunda 184 çalışma incelenmek üzere indirilmiştir. Bu çalışmalardan hangilerinin meta-analize dâhil edileceğini belirlemek için araştırmanın problemi doğrultusunda aşağıdaki ölçütler kullanılmıştır:

- 1) Çalışmalar Türkçe veya İngilizce dillerinde yazılmış olan doktora tezi, yüksek lisans tezi, ulusal veya uluslararası hakemli dergilerde yayımlanmış makale veya tam metni yayımlanmış bildiri olmalıdır.
- 2) Çalışmalar ilköğretim (1-8.sınıflar) ve ortaöğretim (9-12.sınıflar) düzeyinde öğrenim gören öğrencilerle yürütülmüş olmalıdır.
- 3) Akademik başarıya yönelik deneysel çalışmalar olmalıdır.
- 4) Sadece deney grubunun yer aldığı ve ön test-son test ölçümü yapılmış çalışmalar veya deney-kontrol grubunun yer aldığı ve son test ölçümü yapılan çalışmalar olmalıdır.

5) Çalışmalar, etki büyüklüğünü hesaplayabilmek için gerekli olan istatistiksel verileri (aritmetik ortalama, standart sapma, örneklem büyüklüğü veya t-testi, F testi, Mann Whitney U testi analiz sonuçları) içermelidir.

İncelenen 184 çalışmadan 47 tanesi deneysel olmadığı, 85 tanesi yükseköğretim düzeyinde gerçekleştirildiği, 3 tanesi akademik başarıyı ele almadığı, 4 tanesi ise etki büyüklüğü değerini hesaplamak için gerekli olan istatistiksel bilgileri içermediği gerekçesiyle elenmiştir. Hem tez hem de makale olarak yayınlandığı belirlenen 1 çalışmanın ise tez yayını meta analize dâhil edilmiştir. Son durumda araştırmacının ölçütlerini sağlayan 45 çalışmanın bulunduğu belirlenmiştir. 2013-2020 yılları arasında gerçekleştirilen bu çalışmaların 9'u yurtiçinde, 37'si yurtdışında gerçekleştirilmiştir. Bu 45 çalışmanın bazılarında birden fazla çalışma yer aldığından, TYÖM ile geleneksel öğretimin farkını ortaya koyan çalışmalar kapsamında 46 etki büyüklüğü, TYÖM'ün tek grup üzerinden etkisini inceleyen çalışmalar için ise 16 etki büyüklüğü olmak üzere toplam 62 etki büyüklüğü değeri hesaplanmıştır.

### Verilerin Kodlanması

Araştırmada kullanılacak çalışmaların meta analize dâhil olma ölçütlerini sağladığından emin olmak ve bu çalışmaların ara değişken olarak kullanılacak olan özelliklerini belirlemek için ilgili meta analiz çalışmalarından da yararlanılarak kodlama formu oluşturulmuştur. Hazırlanan kodlama formunda çalışmalara ait yer verilen özellikler aşağıdaki gibidir:

- Çalışmaya verilen kimlik numarası, yazar ad-soyadı, yayınlanma yılı, yayın türü ve yapıldığı yer,
- Çalışmanın uygulandığı öğrencilerin öğrenim düzeyi, uygulamanın gerçekleştirildiği öğrenme alanı, uygulamanın süresi, örneklem büyüklüğü,
- Çalışmalarda kontrol grubunun yer alıp almama durumu

Meta analiz çalışmalarında kodlama güvenilirliğinin sağlanması için farklı kodlayıcılar arasındaki tutarlılık hesaplanabilir. Kodlayıcılar arası güvenilirliği ölçebilmek için uzlaşma oranı (üzerinde uzlaşılan görüş sayısı/toplam görüş sayısı) kullanılabilir (Orwin & Vevea, 2009; aktaran Üstün & Eryılmaz, 2014). Bu çalışmada da kodlama güvenilirliğini sağlamak için meta analizde yer verilen tüm çalışmaların kodlamaları araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından yapılmıştır. Yapılan kodlamalarda uzlaşma oranı %95 olarak bulunmuştur. Ulaşılan bu sonuç kodlama güvenilirliğinin sağlandığını göstermektedir (Ergene, 1999). Farklı çıkan kodlamalar için birlikte tekrar inceleme yapılarak ortak görüş ortaya konmuştur.

### Veri Analizi

Çalışmada meta analiz ölçütlerini karşılayan çalışmaların her birinin etki büyüklüğü ve birleştirilmiş etki büyüklüğü değerleri Comprehensive Meta Analysis (CMA) 3.0 programı kullanılarak hesaplanmıştır. TYÖM ile geleneksel öğretimin farkını ortaya koyan parametrik çalışmalarda etki büyüklüklerinin hesaplanmasında, bir çalışma için deney ve kontrol gruplarının örneklem büyüklüğü ve bağımsız örneklem için *t* değeri kullanılmış diğer tüm çalışmalarda ise her iki grubun son test aritmetik ortalamaları, standart sapmaları ve örneklem büyüklükleri veri girişinde kullanılmıştır. Parametrik olmayan analiz içeren iki çalışmanın Cohen *d* etki büyüklüğü ise *U* değeri ve örneklem büyüklükleri sayesinde hesaplanarak yazılıma girilmiştir (Lenhard & Lenhard, 2016). TYÖM'ün tek grup üzerinden etkisini ortaya koyan çalışmaların etki büyüklüğünün hesaplanmasında ise deney grubuna ait eşleştirilmiş *t* değeri ve örneklem büyüklüğü veri girişinde kullanılmıştır. Meta analizin temel amaçlarından biri çalışmalarda ara değişken analizi yapılarak etki büyüklükleri arasındaki değişkenliğin analiz edilmesi olduğundan (Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein, 2009) bu meta-analiz çalışmasında da yayının yapıldığı yer, yayın türü, öğrenim düzeyi, öğrenme alanı, örneklem büyüklüğü, uygulama süresi ara değişkenlerinin analizini yapmak için analog ANOVA kullanılmıştır.

İstatistiksel modeller arasında etki büyüklüğü hakkında çıkarımda bulunulması için geliştirilen iki ana model, sabit-etki ve rastgele-etkiler modelleridir (Borenstein vd., 2009). Sabit-etki modelinin temel varsayımına göre meta-analizde yer alan çalışmaların gerçek etki büyüklükleri sadece bir tanedir ve etki

büyükliklerinde gözlenebilecek farklılıklar sadece örneklem hatasından kaynaklanmaktadır. Rastgele-etkiler modeline göre ise meta-analize dâhil edilen çalışmaların gerçek etki büyüklükleri çalışmalarda yer alan ara değişkenler nedeniyle farklılık gösterebilmektedir (Üstün & Eryılmaz, 2014). Bu modellerden hangisinin uygulanacağına karar vermek için heterojenlik testi yapılmalı ve etki büyüklüklerinin homojen olması durumunda sabit-etki, heterojen olması durumunda ise rastgele-etkiler modeli kullanılmalıdır (Ellis, 2010). Bu çalışmada da heterojenliği belirlemek için, tüm çalışmaların ortak bir etki büyüklüğünü paylaştığını iddia eden sıfır hipotezini, ki-kare dağılımıyla test etmede kullanılan (Borenstein vd., 2009) Q istatistiği yapılmıştır. Bu işlemler TYÖM ile geleneksel öğretimin farkını ortaya koyan çalışmalar ve TYÖM’ün tek grup üzerinden etkisini ortaya koyan çalışmalar için ayrı ayrı yapılmıştır. Her iki grupta yer alan çalışmaların etki büyüklüklerinin heterojen dağılım gösterdikleri belirlendiğinden rastgele-etkiler modeli kullanılmıştır. Elde edilen etki büyüklüğü değerlerinin yorumlanmasında ise etki büyüklüğü indekslerinden Cohen *d* kullanılmıştır. Buna göre etki büyüklüğünün, 0-0,20 arasında olması zayıf etki, 0,21-0,50 arasında düşük etki, 0,51-1,0 arasında orta etki ve 1,0 yukarısında olması güçlü etki olarak sınıflandırılmaktadır (Cohen, Manion & Morrison, 2007). TYÖM ile geleneksel öğretimin farkını ortaya koyan çalışmalarda görülen pozitif etki büyüklükleri TYÖM’ün geleneksel öğretime göre başarı üzerinde daha etkili olduğunu gösterirken negatif etki büyüklükleri ise geleneksel öğretimin TYÖM’e göre başarı üzerinde daha etkili olduğu anlamına gelmektedir. TYÖM’ün tek grup üzerinden etkisini ortaya koyan çalışmalarda görülen pozitif etki büyüklükleri ise TYÖM’ün akademik başarıyı artırdığı anlamına gelmektedir.

Meta-analiz çalışmalarının geçerliliğinde temel bir sorun olan yayın yanlılığının bu meta-analiz çalışmasında olup olmadığı üç farklı yöntem kullanılarak belirlenmiştir (Borenstein vd., 2009). Huni grafiğinin incelenmesi ve Rosenthal’ın güvenli N yönteminin (1979) yanı sıra Duval ve Tweedie (2000a; 2000b) tarafından geliştirilen kes ekle yöntemi kullanılarak da meta-analizdeki olası kayıp çalışma sayısı belirlenmiş ve bunların eklenmesiyle birlikte etki büyüklüğünün yansız bir tahmini olan “düzeltmiş etki büyüklüğü” hesaplanmıştır (Üstün & Eryılmaz, 2014).

### Bulgular

Bu araştırmaya dâhil edilen 45 çalışmanın bulgularından yararlanılarak belirlenen alt problemler doğrultusunda iki farklı meta-analiz yapılmıştır. Aşağıda araştırmanın alt problemlerine ait bulgulara ayrı başlıklar altında yer verilmiştir.

#### Araştırmanın birinci alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi doğrultusunda matematik başarısına yönelik ters yüz öğrenme modeli ile geleneksel öğretimin kıyaslandığı çalışmalarda genel etki düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, 45 çalışma içerisinde TYÖM ile geleneksel öğretimin matematik dersi başarısı üzerindeki etkisinin farkını inceleyen 39 çalışmanın bulgularından yararlanılarak meta-analiz yapılmıştır. Kıyas meta-analizine dâhil edilen 39 çalışmadan 3’ünde ikişer alt çalışma, 2’sinde ise 3’er alt çalışma bulunduğundan toplam 46 etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Aşağıda yer alan Tablo 1’de bu çalışmalara ait betimsel veriler ve her biri için hesaplanan etki büyüklüğü değeri verilmiştir.

**Tablo 1.**

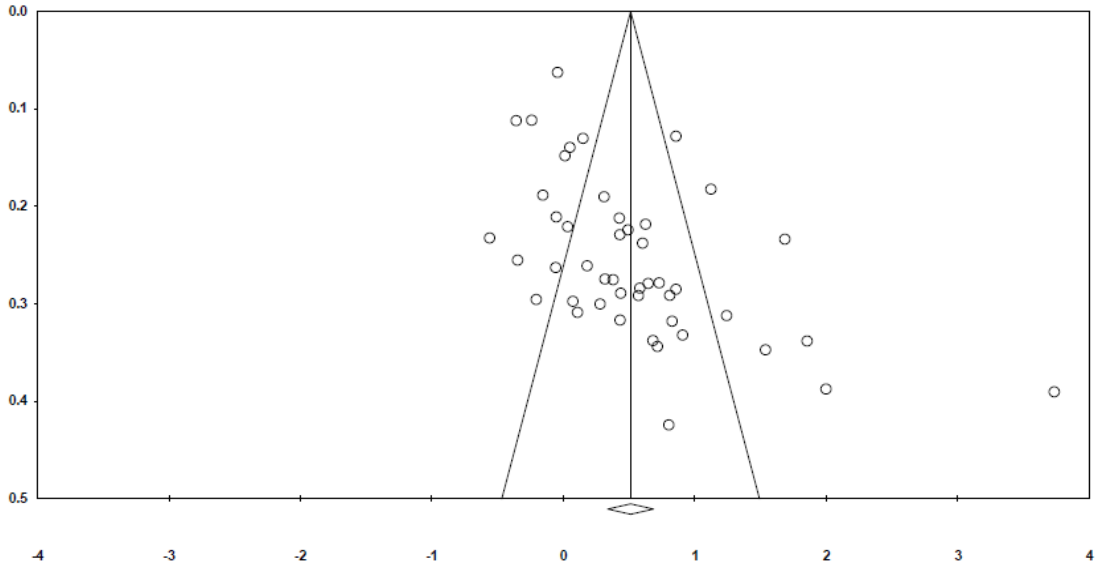
*TYÖM ile Geleneksel Öğretimin Farkını İnceleyen Çalışmalara Ait Betimsel Veriler*

Yazar(lar)(yıl)	Öğrenme Alanı	Yayın Türü	Süre (hafta)	Yayın Dili	Öğrenim Düzeyi	Örnekl em	Cohen <i>d</i>
Akdeniz (2019)	Geometri	Yl tezi	5-11	Türkçe	İlköğretim	41-80	0,83
Aydın (2020)	Say&İşl	Yl tezi	5-11	Türkçe	İlköğretim	41-80	0,28
Bhagat vd. (2016)	Geometri	Makale	5-11	İngilizce	Ortaöğretim	81+	0,49
Bulut (2019)	Cebir	Yl tezi	5-11	Türkçe	İlköğretim	1-40	0,72
Buskey (2019)(a)	Geometri	Dr tezi	12+	İngilizce	Ortaöğretim	81+	-0,36
Buskey (2019)(b)	Geometri	Dr tezi	12+	İngilizce	Ortaöğretim	81+	-0,24

Carlisle (2018)	Cebir	Dr tezi	12+	İngilizce	Ortaöğretim	41-80	-0,56
Casem (2016)	-	Makale	-	İngilizce	İlköğretim	1-40	0,80
Caverly (2017)	Cebir	Dr tezi	1-4	İngilizce	Ortaöğretim	1-40	0,68
Clark (2015)	Cebir	Makale	5-11	İngilizce	Ortaöğretim	81+	0,03
	Cebir	Bildiri	12+	İngilizce	Ortaöğretim	81+	0,43
Esperanza vd. (2016)							
Flick (2019)	Cebir	Dr tezi	12+	İngilizce	İlköğretim	81+	0,05
	Cebir	Makale	12+	İngilizce	Ortaöğretim	41-80	0,43
Graziano ve Hall (2017)							
Güç (2017)		YI tezi	5-11	Türkçe	İlköğretim	41-80	0,58
	Say&İşl						
Jackson (2019)	Cebir	YI tezi	1-4	İngilizce	İlköğretim	41-80	-0,21
Kalafat (2019)	Cebir	YI tezi	5-11	Türkçe	İlköğretim	41-80	0,65
Katsa vd. (2016)	Cebir	Makale	5-11	İngilizce	Ortaöğretim	1-40	0,91
Kirvan vd. (2015)(a)	Cebir	Makale	1-4	İngilizce	İlköğretim	41-80	0,32
Kirvan vd. (2015)(b)	Cebir	Makale	1-4	İngilizce	İlköğretim	41-80	0,38
Kirvan vd. (2015)(c)	Cebir	Makale	1-4	İngilizce	İlköğretim	41-80	0,86
Koç Deniz (2019)(a)		Dr tezi	5-11	Türkçe	İlköğretim	41-80	0,44
	Say&İşl						
Koç Deniz (2019)(b)		Dr tezi	5-11	Türkçe	İlköğretim	41-80	0,57
	Say&İşl						
Lo&Hew (2020)	Cebir	Makale	12+	İngilizce	Ortaöğretim	41-80	0,73
Makinde (2017)	Cebir	Dr tezi	5-11	İngilizce	İlköğretim	81+	0,86
	-	Dr tezi	12+	İngilizce	İlköğretim	81+	-0,04
Martin Grace, (2015)							
	Cebir	YI tezi	5-11	İngilizce	İlköğretim	81+	0,31
Montgomery (2015)							
Njeru (2020)	Cebir	Dr tezi	1-4	İngilizce	Ortaöğretim	41-80	0,11
Charles-Ogan ve William (2015)	-	Bildiri	-	İngilizce	Ortaöğretim	81+	1,69
Özdemir (2016)	Cebir	Dr tezi	1-4	Türkçe	İlköğretim	41-80	1,24
Ramaglia (2015)(a)	Geometri	Dr tezi	12+	İngilizce	Ortaöğretim	41-80	-0,35
Ramaglia (2015)(b)	Geometri	Dr tezi	12+	İngilizce	Ortaöğretim	81+	0,15
Ramaglia (2015)(c)	Cebir	Dr tezi	12+	İngilizce	İlköğretim	81+	1,12
	-	Bildiri	12+	İngilizce	Ortaöğretim	41-80	3,73
Reyes-Lozano vd. (2014)							
Ripley (2015)	-	Dr tezi	12+	İngilizce	İlköğretim	81+	0,01
Saunders (2014)	Cebir	Dr tezi	5-11	İngilizce	Ortaöğretim	41-80	-0,06
Schwankl (2013)	Geometri	YI tezi	5-11	İngilizce	Ortaöğretim	41-80	0,07
Sharpe (2016)	Geometri	Dr tezi	12+	İngilizce	Ortaöğretim	81+	-0,15
Smith (2015)	-	Dr tezi	12+	İngilizce	İlköğretim	81+	-0,05
Tarazi (2016)	Cebir	Dr tezi	12+	İngilizce	Ortaöğretim	41-80	0,60
Topan (2019)	-	Dr tezi	1-4	Türkçe	İlköğretim	41-80	0,81
Vang (2017)	Cebir	YI tezi	12+	İngilizce	Ortaöğretim	41-80	0,18
Wei vd. (2020)		Makale	5-11	İngilizce	İlköğretim	81+	0,63
	Say&İşl						
Wiginton(2013)(a)	Cebir	Dr tezi	12+	İngilizce	Ortaöğretim	41-80	1,54
Wiginton(2013)(b)	Cebir	Dr tezi	12+	İngilizce	Ortaöğretim	1-40	2,00
Salimi ve Yousefzadeh (2015)	-	Makale	5-11	İngilizce	İlköğretim	41-80	1,86
Zeineddine (2018)	-	Makale	5-11	İngilizce	Ortaöğretim	41-80	0,43

Not: Say&amp;İşl= Sayılar ve İşlemler

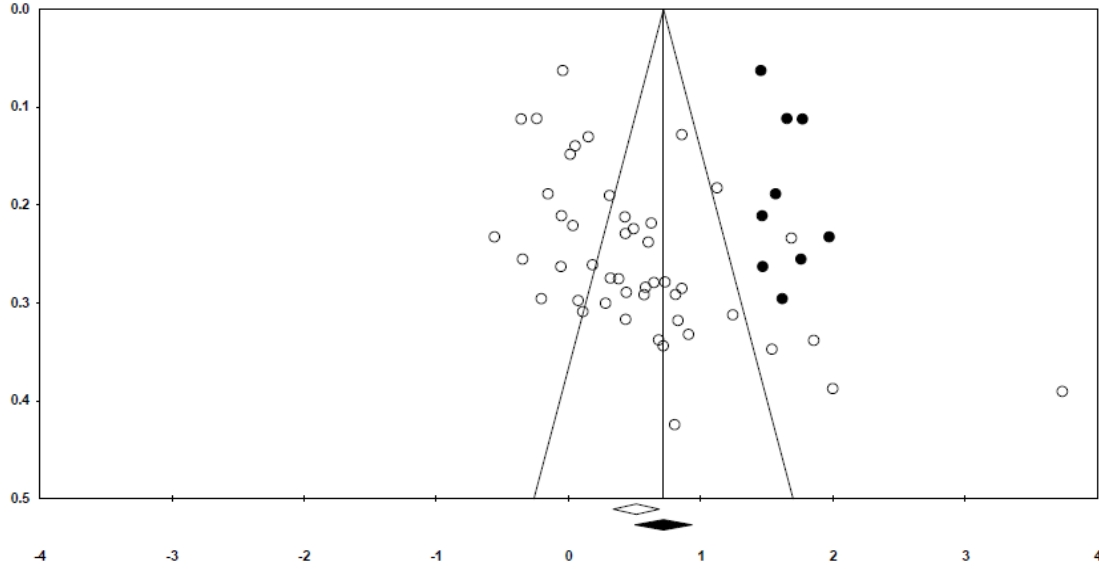
Tablo 1’de görüldüğü gibi TYÖM ile geleneksel öğretimin farkını inceleyen çalışmaların etki büyüklüğü değerleri -0,56 ile 3,73 arasında değişmektedir. Çalışmalardan 37’sinde etki büyüklüğü değerinin pozitif olması işlem etkisinin TYÖM lehine olduğunu göstermektedir. Çalışmaların etki büyüklükleri Cohen *d*’ye göre değerlendirildiğinde 7 çalışmanın zayıf, 9 çalışmanın düşük, 14 çalışmanın orta ve 7 çalışmanın ise güçlü düzey etki büyüklüğüne sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmalardan 9’unda ise etki büyüklüğü değeri negatif olarak belirlenmiştir. Etki büyüklüklerinin negatif olarak belirlenmesi işlem etkisinin geleneksel öğretim lehine olduğunu göstermektedir. Bu çalışmaların etki büyüklükleri Cohen *d*’ye göre değerlendirildiğinde ise 4 çalışmanın zayıf, 4 çalışmanın düşük ve 1 çalışmanın orta düzey etki büyüklüğüne sahip olduğu belirlenmiştir. Tablo 1’de verilen çalışmalarda yayın yanlılığının olup olmadığını belirlemek için oluşturulan huni saçılım grafiği Şekil 1’de verilmiştir.



**Şekil 1.** Kıyas Meta-Analizindeki Çalışmaların Yayın Yanlılığını Gösteren Huni Grafiği

Şekil 1’deki huni grafiğinden de anlaşıldığı üzere kıyas meta-analizinde yer alan çalışmalar simetriğe yakın dağılım göstermektedir. Dağılımın tek bir tarafta yoğunlaşmamış olması çalışmalarda yayın yanlılığının olmadığı anlamına gelmektedir. Huni grafikleri, çalışmaların yayın yanlılığını belirlemek için kullanılabilir görseller olmakla birlikte yanlılık durumunu tespit etmek için istatistiksel bilgiler vermemektedir (Üstün & Eryılmaz, 2014).





**Şekil 2.** Kes ve Ekle Düzeltmesine Göre Kıyas Meta-Analizindeki Çalışmaların Huni Grafiği

Yayın yanlılığını incelemek için ayrıca Duval ve Tweedie'nin (2000a; 2000b) kes ve ekle yöntemi kullanılmıştır. Kes ve ekle yöntemi, huni grafiğini tam simetriye ulaştıracak olası kayıp çalışmaların üzerine odaklanmaktadır. Kes ve ekle düzeltmesinin dikkate alınması sonucunda oluşan huni grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi TYÖM lehine olan 9 noktadaki koordinata denk gelecek yayınların analize eklenmesi halinde huni grafiği tam simetriye ulaşılacaktır. Var olan 46 çalışmayı tam simetrik hale getirmek için eklenmesi gereken sayının sadece 9 olması, var olan durumun simetrik dağılıma yakın olduğunun göstergesidir. Bu 9 çalışmanın eklenmesi halinde genel etki 0,51 düzeyinden 0,72 düzeyine gelecektir. Aradaki farkın küçük olması çalışmalarda yayın yanlılığının düşük olduğuna işaret etmektedir (Yelpaze & Yakar, 2020).

**Tablo 2.**

Kıyas Meta-Analizindeki Çalışmalara ait Rosenthal FSN Hesapları

Yanlılık durumu	
Gözlenen çalışmalar için Z değeri	12,61
Gözlenen çalışmalar için p değeri	0,00
Alfa	0,05
Yön	2
Alpha için Z değeri	1,95
Gözlenen Çalışma Sayısı	46
FSN	1860

Çalışmaların yayın yanlılığı Rosenthal'in güvenli N yöntemi ile de incelenmiştir. Tablo 2'de verilen Rosenthal FSN sonuçlarına göre, bu meta-analizde tespit edilen 0,51 ortak etki büyüklüğünü sıfırlamak için meta-analize dâhil edilmesi gereken çalışma sayısı ( $N$ ) 1860 olarak bulunmuştur. Mullen, Muellerleile ve Bryant'e (2001) göre,  $N/(5k+10)$  ( $k$ :meta-analize dâhil edilen çalışma sayısı) değerinin 1'den büyük olması, meta-analiz sonuçlarının gelecekte yapılacak çalışmalara karşı yeterince dirençli olduğunu göstermektedir (Üstün & Eryılmaz, 2014). Tablo 2'deki verilere göre bu meta-analiz çalışmasında  $N/(5k+10)$  değeri 7,75 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre de gerçekleştirilen meta-analiz çalışmasında yayın yanlılığı sorununun olmadığı söylenebilir.

Kıyas meta-analizine dâhil edilen 46 çalışmanın etki büyüklüklerinin hesaplanmasında kullanılacak etki büyüklüğü modelini belirlemek için heterojenlik testi yapılmıştır. Heterojenlik testinde elde edilen

etki modeline göre çalışmaların heterojen dağılım değeri, ortalama etki büyüklüğü ve güven aralığı değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.**

Etki Modeline Göre Çalışmaların Ortalama Etki Büyüklükleri ve Güven Aralıkları

Model	N	Ortalama EB	SH	%95 Güven A.		Z	p	Q	p	I <sup>2</sup>
				Alt	Üst					
Sabit	46	0,25	0,03	0,19	0,31	8,61	0,00	372,06	0,00	87,91
Rastgele	46	0,51	0,09	0,34	0,69	5,76	0,00			

Tablo 3'te görüldüğü gibi sabit etki modeline göre elde edilen heterojenlik sonuçlarından Q istatistiği 372,06 olarak bulunmuştur. Bu değer ki-kare tablosunda 45 serbestlik derecesinin kritik değerinden anlamlı olarak yüksek olması ( $p < 0,01$ ) nedeniyle çalışmaların heterojen olduğu söylenebilir. I<sup>2</sup> değerinin %87,91 olması da yine yüksek heterojenliği ortaya koymaktadır. Bu istatistiklere göre çalışmalar yüksek düzeyde heterojen olduğundan dolayı etki büyüklüklerinin hesaplanmasında rastgele etki modelinin kullanılmasının uygun olduğuna karar verilmiştir.

Rastgele etki modeline göre ortalama etki büyüklüğü değeri 0,51 olup %95 güven aralığının alt sınır değeri 0,34, üst sınır değeri ise 0,69 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular Cohen d'ye göre yorumlandığında, TYÖM'ün geleneksel öğretime kıyasla öğrencilerin matematik başarısını artırmada orta düzeyde daha fazla etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır ( $p < 0,01$ ).

Bu meta-analizde yer alan çalışmaların etki büyüklükleri arasında ara değişkenlere göre (çalışmaların yayın türü, yapıldığı yer, örneklem büyüklüğü, öğrenim düzeyi, öğrenme alanı, uygulama süresi) anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.**

Ara Değişkenlere Göre Etki Büyüklükleri Arasındaki Farklılık

Kategori	N	Ortalama EB	SH	%95 G.A.	Z	p	Q	p	
Yayın Türü									
1. Makale	13	0,57	0,16	0,25-0,89	3,46	0,00			
2. Bildiri	3	1,79	0,34	1,11-2,46	5,19	0,00			
3. Yl. Tezi	9	0,37	0,20	-0,02-0,77	1,87	0,06			
4. Dr. Tezi	21	0,36	0,13	0,11-0,60	2,82	0,00			
Toplam	46	0,68	0,23	0,23-1,14	2,97	0,00	15,80	0,00	
Çalışmaların yapıldığı yer									
1. Yurtdışı	37	0,47	0,10	0,28-0,66	4,89	0,00			
2. Yurtiçi	9	0,68	0,20	0,28-1,08	3,32	0,00			
Toplam	46	0,51	0,09	0,34-0,68	5,84	0,00	0,82	0,37	
Öğrenim Düzeyi									
1. İlköğretim	23	0,50	0,13	0,25-0,75	3,86	0,00			
2. Ortaöğretim	23	0,53	0,13	0,28-0,78	4,10	0,00			
Toplam	46	0,51	0,09	0,34-0,69	5,63	0,00	0,03	0,86	
Örneklem büyüklüğü									
1. 1-40 kişi	5	1,01	0,28	0,46-1,56	3,60	0,00			
2. 41-80 kişi	25	0,58	0,11	0,35-0,81	4,94	0,00			
3. 81+kişi	16	0,29	0,13	0,03-0,55	2,18	0,03			
Toplam	46	0,57	0,18	0,22-0,91	3,20	0,00	6,11	0,047	
Öğrenme alanı									
1. Cebir	24	0,48	0,10	0,28-0,68	4,64	0,00			
2. Geometri	8	0,15	0,17	-0,18-0,49	0,90	0,37			
3. Sayılar ve işlemler	5	0,50	0,23	0,06-0,95	2,21	0,03			

Toplam	37	0,38	0,13	0,13-0,63	2,98	0,00	2,88	0,24
Uygulama süresi								
1. 1-4 hafta	8	0,52	0,20	0,13-0,91	2,61	0,01		
2. 5-11 hafta	17	0,55	0,13	0,29-0,82	4,13	0,00		
3. 12+ hafta	19	0,38	0,12	0,15-0,62	3,17	0,00		
Toplam	44	0,47	0,08	0,31-0,63	5,75	0,00	0,95	0,62

Tablo 4'te görüldüğü gibi rastgele etkiler modeline göre yayın türlerinin etki büyüklükleri sırasıyla bildiride 1,79, makalede 0,57, yüksek lisans tezinde 0,37 ve doktora tezinde 0,36 olarak belirlenmiştir. Geleneksel öğretim ile TYÖM kıyaslandığında yüksek lisans tezleri haricindeki tüm yayın türlerindeki ortalama etki büyüklüklerinin TYÖM lehine anlamlı olarak farklılaştığı görülmektedir. Yapılan heterojenlik testine göre bildiri, makale, yüksek lisans tezi ve doktora tezi yayınlarının etki büyüklükleri karşılaştırıldığında aralarında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ( $Q=15,80$ ,  $p<0,05$ ). Buna göre TYÖM'ün geleneksel öğretime kıyasla matematik başarısı üzerindeki etkisi yayın türlerine göre farklılaşmaktadır.

Çalışmanın yapıldığı yere göre gruplandırılan çalışmaların etki büyüklükleri incelendiğinde, yurt içi çalışmaların ortalama etki büyüklüğü değeri 0,68, yurt dışı çalışmaların etki büyüklüğü değeri ise 0,47dir. Her iki grupta da yer alan çalışmaların ortalama etki büyüklüğü değerleri TYÖM lehine farklılaşmaktadır. Yapılan heterojenlik testine göre yurtiçi ve yurtdışı çalışmaların ortalama etki büyüklükleri arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ( $Q=0,87$ ,  $p>0,05$ ). Buna göre geleneksel öğrenimle kıyaslandığında TYÖM'ün matematik başarısı üzerindeki etkisi çalışmaların yapıldığı yere göre farklılaşmamaktadır.

Tablo 4'e göre ilköğretim düzeyinde uygulanan çalışmaların etki büyüklüğü değeri 0,50, ortaöğretim düzeyinde ise 0,53'tür. Öğrenim düzeyine göre oluşturulan grupların ikisinde de ortalama etki büyüklüğü değerleri anlamlı bir şekilde TYÖM lehine farklılaşmaktadır. Heterojenlik testi sonucunda öğrenim düzeyine göre çalışmaların etki büyüklüklerinin farklılaşmadığı belirlenmiştir ( $Q=2,73$ ,  $p>0,05$ ). Buna göre ilköğretim ve ortaöğretim kademelerinde uygulanan geleneksel öğrenimle kıyaslandığında TYÖM uygulamalarının matematik başarısı üzerindeki etki büyüklüğü benzerdir.

Tablo 4'de görüldüğü gibi örneklem büyüklüğü 1-40 kişi arasında olan çalışmaların etki büyüklüğü 1,01, 41-80 kişi arasında olan çalışmaların etki büyüklüğü 0,58, örneklem büyüklüğü 81 ve üstü kişi sayısına sahip olan çalışmalarda 0,29'dur. Etki büyüklükleri arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek için yapılan heterojenlik testine göre örneklem büyüklüğüne göre oluşturulan gruplar arasındaki etki büyüklükleri anlamlı düzeyde farklıdır ( $Q=5,5$ ,  $p<0,05$ ). Bu sonuca göre, TYÖM ile geleneksel öğretimin matematik başarısı üzerindeki etkisi örneklem büyüklüğüne göre farklılaşmaktadır.

Çalışmaların öğrenme alanı ara değişkenine göre etki büyüklükleri incelendiğinde ise en büyük etki büyüklüğü 0,50 ile geometriye ait olup bunu 0,48 ile cebir ve 0,15 ile sayılar ve işlemler öğrenme alanı izlemektedir. Geometri öğrenme alanı dışında cebir ve sayılar öğrenme alanlarında etki büyüklükleri anlamlı bir şekilde TYÖM lehine farklılaşmıştır. Yapılan heterojenlik testine göre etki büyüklükleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $Q=2,88$ ,  $p>0,05$ ). Bu sonuca göre geleneksel öğrenimle kıyaslandığında TYÖM'ün matematik başarısı üzerindeki etkisi, öğrenme alanına göre farklılaşmamaktadır.

TYÖM uygulamasının yapıldığı süreye göre çalışmaların etki büyüklüklerine bakıldığında, uygulama süresi 1-4 hafta arasında olan çalışmaların etki büyüklüğü 0,52, 5-11 hafta arasında olan çalışmaların etki büyüklüğü 0,55 ve 12 hafta ve üzerinde olan çalışmaların etki büyüklüğü ise 0,38'dir. Yapılan heterojenlik testine göre bu etki büyüklükleri arasında anlamlı fark bulunmamaktadır ( $Q=0,95$ ,  $p>0,05$ ). Elde edilen bu sonuca göre geleneksel öğrenimle kıyaslandığında TYÖM'ün matematik başarısı üzerindeki etkisi, uygulama süresine göre farklılaşmamaktadır.

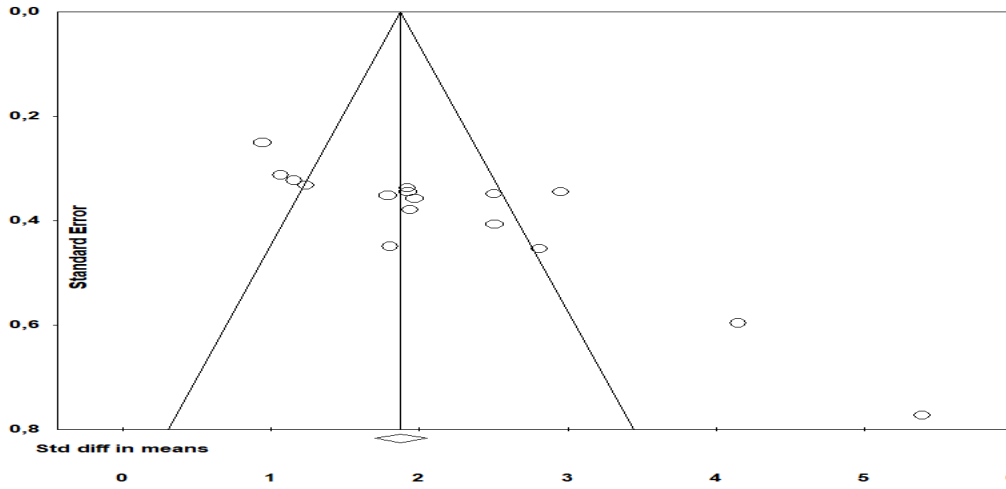
**Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin bulgular**

Bu çalışmada belirlenen ölçütleri karşılayan ve meta-analize dâhil edilen 45 çalışmadan sadece 12 sinde ters yüz öğrenme modelinin başarı üzerine etkisinin belirlenmesi için gerekli olan deney grubu ön test ve son test verileri yer almaktadır. Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin olarak bu 12 çalışma ve bunların 3'ünde yer alan alt çalışmalarla birlikte toplam 16 etki büyüklüğü hesaplanan gelişim meta-analizi yapılmıştır. Bu 12 çalışmadan 6 tanesi kıyas meta-analizinde de kullanılmıştır. Aşağıda yer alan Tablo 5'te bu çalışmalara ait betimsel veriler ve her biri için hesaplanan etki büyüklüğü değeri verilmiştir.

**Tablo 5.**  
Tek Grup Üzerinden TYÖM'ün Etkisini İnceleyen Çalışmalara Ait Betimsel Veriler

Yazar(lar)(yıl)	Öğrenme Alanı	Yayın Türü	Uygulama Süresi	Yayın Dili	Öğrenim Düzeyi	Örne klem	Cohen <i>d</i>
Akdeniz (2019)	Geometri	YI Tezi	5-11	Türkçe	İlköğretim	21+	1,79
Cornehl (2019)	Cebir	Dr Tezi	5-11	İngilizce	Ortaöğretim	21+	2,95
Jackson (2019)	Cebir	YI Tezi	1-4 hafta	İngilizce	İlköğretim	21+	0,94
Kalafat (2019)	Cebir	YI Tezi	5-11	Türkçe	İlköğretim	21+	4,15
Katsa vd. (2016)	Cebir	Makale	5-11	İngilizce	Ortaöğretim	1-20	1,94
Koç Deniz (2019)(a)	Say. ve işl.	Dr tezi	5-11	Türkçe	İlköğretim	21+	1,92
Koç-Deniz (2019)(b)	Say. ve işl.	Dr tezi	5-11	Türkçe	İlköğretim	21+	2,81
Leo (2017)	Say. ve işl.	Dr tezi	5-11	İngilizce	İlköğretim	21+	1,97
Lo ve Hew (2017)(a)	Geometri	Makale	1-4 hafta	İngilizce	Ortaöğretim	1-20	1,80
Lo ve Hew (2017)(b)	Geometri	Makale	1-4 hafta	İngilizce	Ortaöğretim	21+	1,92
Özdemir (2016)	Cebir	Dr tezi	1-4 hafta	Türkçe	İlköğretim	21+	2,51
Schwankl (2013)	Geometri	YI Tezi	5-11	İngilizce	Ortaöğretim	21+	5,39
Tekin (2018)	Geometri	Dr Tezi	5-11	Türkçe	Ortaöğretim	21+	2,51
Toh vd. (2017)(a)	Say. ve işl.	Bildiri	5-11	İngilizce	İlköğretim	1-20	1,06
Toh vd. (2017)(b)	Say. ve işl.	Bildiri	5-11	İngilizce	İlköğretim	1-20	1,15
Toh vd.(2017)(c)	Say. ve işl.	Bildiri	5-11	İngilizce	İlköğretim	1-20	1,24

Tablo 5'te görüldüğü gibi bu meta-analize dâhil edilen çalışmaların etki büyüklüğü değerleri 0,94 ile 5,39 arasında değişmektedir. Çalışmaların etki büyüklükleri Cohen *d*'ye göre değerlendirildiğinde tüm çalışmaların güçlü etki büyüklüğüne sahip oldukları belirlenmiştir. Buna göre meta-analize dâhil olan Tablo 5'teki çalışmaların yayın yanlılığının olup olmadığını belirlemek için ise huni saçılım grafiği oluşturulmuştur. Şekil 3'teki huni grafiğinden de anlaşıldığı üzere çalışmalar simetrik dağılım göstermektedir. Dağılımın tek bir tarafta yoğunlaşmamış olması çalışmalarda yayın yanlılığının olmadığı anlamına gelmektedir.



**Şekil 3.** Gelişim Meta-Analizindeki Çalışmaların Yayın Yanlılığını Gösteren Huni Grafiği

Yayın yanlılığını incelemek için Duval ve Tweedie'nin (2000a; 2000b) kes ve ekle yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemle göre 16 çalışmayı tam simetrik hale getirmek için eklenmesi gereken çalışma sayısı sıfır olduğundan huni grafiğinin tam simetrik olduğu belirlenmiştir. Çalışmaların yayın yanlılığı ayrıca Rosenthal'in güvenli N yöntemi ile de incelenmiştir. Aşağıda Tablo 6' da verilen Rosenthal FSN sonuçlarına göre, gelişim meta-analizinde tespit edilen 2,13 ortak etki büyüklüğünü sıfırlamak için meta-analize dâhil edilmesi gereken çalışma sayısı(N) 1976 olarak bulunmuştur. Mullen, Muellerleile ve Bryant'e (2001) göre,  $N/(5k+10)$  (k:meta-analize dâhil edilen çalışma sayısı) değerinin 1'den büyük olması, meta-analiz sonuçlarının gelecekte yapılacak çalışmalara karşı yeterince dirençli olduğunu göstermektedir (Üstün & Eryılmaz, 2014). Tablo 6'daki verilere göre bu meta-analiz çalışmasında  $N/(5K+10)$  değeri 21,95 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre gelişim meta-analizindeki çalışmaların yayın yanlılığının oldukça düşük olduğu söylenebilir.

**Tablo 6.**  
Gelişim Meta-Analizindeki Çalışmalara ait Rosenthal FSN Hesapları

Yanlılık durumu	
Gözlenen çalışmalar için Z değeri	21,86
Gözlenen çalışmalar için p değeri	0,00
Alfa	0,05
Yön	2
Alpha için Z değeri	1,95
Gözlenen Çalışma Sayısı	16
FSN	1976

Bu meta-analize dâhil edilen 16 çalışmanın etki büyüklüklerinin hesaplanmasında kullanılacak etki büyüklüğü modelini belirlemek için heterojenlik testi yapılmıştır. Heterojenlik testinde elde edilen etki modeline göre çalışmaların heterojen dağılım değeri, ortalama etki büyüklüğü ve güven aralığı değerleri Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7.**  
Etki Modeline Göre Çalışmaların Ortalama Etki Büyüklükleri ve Güven Aralıkları

Model	N	Ortalama EB	SH	%95 Güven A.		Z	p	Q	p	I <sup>2</sup>
				Alt	Üst					
Sabit	16	1.87	0.09	1.70	2.05	20.69	0.00	84.41	0.00	82.23
Rastgele	16	2.13	0.22	1.70	2.56	9.69	0.00			

Tablo 7’de görüldüğü gibi sabit etki modeline göre elde edilen heterojenlik sonuçlarından  $Q$  istatistiği 84,41 olarak bulunmuştur. Bu değer ki-kare tablosunda 15 serbestlik derecesinin kritik değerinden anlamlı olarak yüksek olması ( $p<.0,01$ ) nedeniyle çalışmaların heterojen olduğu söylenebilir.  $I^2$  değerinin %82,23 olması da yine yüksek heterojenliği ortaya koymaktadır. Bu istatistiklere göre çalışmalar yüksek düzeyde heterojen olduğundan dolayı etki büyüklüklerinin hesaplanmasında rastgele etki modelinin kullanılmasının uygun olduğuna karar verilmiştir.

Rastgele etki modeline göre ortalama etki büyüklüğü değeri 2,13 olup %95 güven aralığı alt sınır değeri 1,70, üst sınır değeri 2,56 olarak hesaplanmıştır. Bulgular Cohen  $d'$ ’ye göre yorumlandığında, TYÖM’ün öğrencilerin matematik başarısı üzerinde yüksek düzeyde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır ( $p<0,01$ ).

Gelişim meta-analizinde yer alan çalışmaların etki büyüklükleri arasında ara değişkenlere göre (çalışmaların yayın türü, yayın dili, örneklem büyüklüğü, öğrenim düzeyi, öğrenme alanı, uygulama süresi) anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8.**  
Ara Değişkenlere Göre Etki Büyüklükleri Arasındaki Farklılık

Kategori	N	Ortalama EB	SH	%95 Güven A.	Z	p	Q	p
<b>Yayın Türü</b>								
1. Makale	3	1,89	0,47	0,97-2,81	4,02	0,00		
2. Bildiri	3	1,15	0,45	0,26-2,04	2,54	0,01		
3. Yl. Tezi	4	2,63	0,43	1,78-3,47	6,08	0,00		
4. Dr. Tezi	6	2,44	0,33	1,79-3,08	7,39	0,00		
Toplam	16	2,05	0,36	1,34-2,77	5,65	0,00	7,11	0,07
<b>Çalışmanın yapıldığı yer</b>								
1. Yurtdışı	10	1,87	0,26	1,36-2,39	7,19	0,00		
2. Yurtiçi	6	2,54	0,34	1,87-3,21	7,41	0,00		
Toplam	16	2,17	0,33	1,52-2,81	6,59	0,00	2,37	0,12
<b>Öğrenim Düzeyi</b>								
1. İlköğretim	10	1,86	0,26	1,36-2,36	7,27	0,00		
2. Ortaöğretim	6	2,57	0,34	1,90-3,24	7,49	0,00		
Toplam	16	2,03	0,38	1,27-2,78	6,19	0,00	2,73	0,10
<b>Örneklem büyüklüğü</b>								
1. 1-20	5	1,42	0,36	0,71-2,13	3,94	0,00		
2. 21 ve üstü	11	2,45	0,25	1,96-2,94	9,78	0,00		
Toplam	16	1,97	0,51	0,96-2,98	3,83	0,00	5,5	0,02
<b>Öğrenme alanı</b>								
1. Cebir	5	2,39	0,40	1,60-3,19	5,93	0,00		
2. Geometri	5	2,47	0,41	1,66-3,29	5,96	0,00		
3. Sayılar ve işlemler	6	1,67	0,36	0,96-2,38	4,62	0,00		
Toplam	16	2,16	0,31	1,55-2,76	6,94	0,00	2,76	0,25
<b>Uygulama süresi</b>								
1. 1-4 hafta	4	1,77	0,44	0,91-2,63	4,02	0,00		
2. 5 +hafta	12	2,26	0,26	1,75-2,77	8,72	0,00		
Toplam	16	2,13	0,22	1,69-2,57	9,55	0,00	0,93	0,33

Tablo 8’de görüldüğü gibi örneklem büyüklüğü 1-20 kişi arasında olan çalışmaların etki büyüklüğü 1,42 iken, örneklem büyüklüğü 21 ve üstü kişi sayısına sahip olan çalışmalarda 2,45’tir. Etki büyüklükleri arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek için yapılan heterojenlik testine göre örneklem büyüklüğüne göre oluşturulan gruplar arasındaki etki büyüklükleri anlamlı düzeyde farklıdır ( $Q=5,5$ ,  $p<0,05$ ). Bu sonuç, 21 ve üstü örneklem büyüklüğü ile gerçekleştirilen çalışmaların 20 ve alt örneklem büyüklüğü ile gerçekleştirilen çalışmalara daha etkin olduğunu göstermektedir.

Çalışmaların öğrenme alanı ara değişkenine göre etki büyüklükleri incelendiğinde ise en büyük etki büyüklüğü 2,47 ile geometriye ait olup bunu 2,39 ile cebir ve 1,67 ile sayılar ve işlemler öğrenme alanı izlemektedir. Bu etki büyüklükleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için yapılan heterojenlik testine göre etki büyüklükleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $Q=2,76$ ,  $p>0,05$ ). Elde edilen bu sonuca göre TYÖM'ün matematik başarısı üzerindeki etkisi, uygulamanın yapıldığı öğrenme alanına göre farklılaşmamaktadır.

TYÖM uygulamasının yapıldığı süreye göre çalışmaların etki büyüklüklerine bakıldığında, 1-4 hafta arasında uygulama süresi olan çalışmaların etki büyüklüğü 1,77, 5 hafta ve üzerinde uygulama süresi olan çalışmaların etki büyüklüğü ise 2,26'dır. Yapılan heterojenlik testine göre bu etki büyüklükleri arasında anlamlı fark bulunmamaktadır ( $Q=0,93$ ,  $p>0,05$ ). Bu sonuca göre TYÖM'ün matematik başarısı üzerindeki etkisi, uygulamanın süresine göre farklılaşmamaktadır.

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada ilköğretim ve ortaöğretim matematik dersinde TYÖM'ün etkililiğinin belirlenmesi amacıyla iki farklı meta-analiz yapılmıştır. Bunlardan birinde TYÖM ve geleneksel öğretimin matematik başarısına etkisi karşılaştırılmış diğerinde ise TYÖM'ün matematik başarısına etkisi tek grup ön test-son test sonuçları kullanılarak belirlenmiştir.

Araştırmanın birinci alt problemi doğrultusunda yapılan meta-analizde, TYÖM'ün geleneksel öğretime göre matematik başarısını artırmada orta düzeyde ( $d=0,51$ ) etkili olduğu tespit edilmiştir. Alanyazında yer alan ilgili meta-analiz çalışmaları incelendiğinde de TYÖM'ün matematik başarısını artırmada geleneksel öğretimden daha etkili olduğu görülmektedir (Algarni, 2018; Lo, Hew & Chen, 2017; Cheng, Rizhaupt & Antonenko, 2018; Jang & Kim, 2020). Algarni (2018) ve Lo, Hew ve Chen (2017) tarafından yürütülen çalışmalar, bu çalışmada olduğu gibi TYÖM'ün sadece matematik dersinde etkisini konu alan meta-analiz çalışmalar olmakla birlikte, farklı olarak üniversite öğrencileri üzerinde yürütülen çalışmaları da içermektedirler. Algarni'nin (2018), 34 çalışma üzerinde gerçekleştirdiği meta-analiz ( $d=0,27$ ) ve Lo, Hew ve Chen (2017) tarafından 21 makale kullanılarak yapılan meta-analiz (Hedges'  $g=0,298$ ) sonucunda TYÖM lehine anlamlı düzeyde etki değeri bulunmuştur. Matematik doğrudan konu alınmadığı ancak ara değişken olarak incelendiği meta-analiz çalışmalarına bakıldığında yine benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Cheng, Rizhaupt ve Antonenko (2018) tüm öğrenim düzeylerini kapsayacak şekilde gerçekleştirdikleri meta-analizde 15 çalışmanın bulgularından yararlanarak, TYÖM'ün etki büyüklüğünü  $g=0,205$  olarak belirlemişlerdir. Yine Jang ve Kim (2020) meta-analize dâhil ettikleri çalışmalar içinde uygulama alanı matematik olan 13 çalışmadan yararlanarak, TYÖM'ün yükseköğretim matematik dersindeki etkililik düzeyinin 0,13 olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Wagner vd. (2020), 5-12 arası sınıf düzeylerini dâhil ettikleri meta-analizde, TYÖM'ün matematik ile bilgi ve iletişim teknolojisi disiplin alanında etkililiğini  $d=0,34$  olarak bulmuştur. Wagner vd. 'nin (2020) bu çalışmasında öğrencilerin öğrenim düzeyleri mevcut çalışma ile benzerlik göstermesine rağmen etki büyüklüğünde ortaya çıkan fark, matematik ile bilgi ve iletişim teknolojilerinin birlikte kategorize edilmesi ve bu kapsamda sadece 11 çalışmanın incelenmesi ile açıklanabilir.

Araştırmada ikinci alt problem doğrultusunda ters yüz öğrenme modelinin öğrencilerin matematik başarısına etkisi tek grup üzerinden tespit edilmiştir. Bu amaçla yapılan meta-analizde her bir çalışmanın etki büyüklüğüne ve genel etki büyüklüğüne ( $d=2,13$ ) bakıldığında, TYÖM'ün matematik başarısını artırmada yüksek düzeyde etkili olduğu görülmüştür. Beklenildiği gibi TYÖM'ün matematik başarısı üzerindeki etki büyüklüğü değeri ( $d=2,13$ ), TYÖM'ün geleneksel öğretimle karşılaştırıldığı meta-analizde ulaşılan genel etki büyüklüğü değerinden ( $d=0,51$ ) çok daha yüksektir. Bu sonuca benzer olarak Wagner vd.'nin (2020) çalışmasına göre de matematik ve bilgi ve iletişim teknolojileri disiplin alanında TYÖM öğrencilerinin başarıları üzerinde yüksek düzeyde etkili ( $d=1,05$ ) iken geleneksel öğretim ile karşılaştırıldığında etkililiği düşük düzeydedir ( $d=0,34$ ).

Yukarıda değinilen meta-analiz çalışmalarından farklı olarak mevcut çalışmada, TYÖM'ün matematik başarısına olan etkisi daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni olarak ilgili meta-analiz çalışmalarının tamamında daha az sayıda çalışmanın yer alması ve büyük çoğunluğunda yükseköğretim düzeyinin de

dâhil edilmiş olması gösterilebilir. Bu görüşü destekler şekilde Algarni'nin (2018) öğrenim düzeyi ara değişkenine göre yaptığı incelemede, lise düzeyinde uygulanan TYÖM'ün etki büyüklüğü değeri 0,43, yükseköğrenim düzeyinde etki büyüklüğü ise 0,30 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, bu çalışma diğer ilgili çalışmalardan farklı olarak TYÖM'ün doğrudan ilköğretim ve ortaöğretim matematik dersine etkisini net ve güncel olarak ortaya koymuştur.

Bu çalışmada ayrıca TYÖM'ün matematik başarısı üzerindeki etkililiğini değiştirebilecek olan ara değişkenler de (yayın türü, çalışmaların yapıldığı yer, öğrenim düzeyi, örneklem büyüklüğü, öğrenme alanı, uygulama süresi) incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre TYÖM'ün geleneksel öğretim ile karşılaştırıldığında başarı üzerindeki etki büyüklüğü, yayın türü ve örneklem büyüklüğü ara değişkenlerine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır. Tek grup üzerinden TYÖM'ün matematik başarısı üzerindeki etki büyüklüğü ise sadece örneklem büyüklüğüne göre farklılaşmaktadır. Aşağıda yayın türü ve örneklem büyüklüğü ile ilgili bu bulgulara ilişkin tartışmaya yer verilmiştir.

Ara değişken olarak yayın türü ele alındığında geleneksel öğretim ile TYÖM'ün karşılaştırıldığı çalışmalarda, makale için orta ( $d=0,57$ ), bildiri için güçlü ( $d=1,79$ ), yüksek lisans tezi ( $d=0,37$ ) ve doktora tezi ( $d=0,36$ ) için ise düşük düzeyde etki büyüklüğü değeri hesaplanmıştır. Yapılan heterojenlik testine göre, TYÖM'ün geleneksel öğretime kıyasla başarı üzerindeki etkisi yayın türlerine göre farklılık göstermektedir. Anlamlı farklılığın olası nedenleri düşünüldüğünde bildiri haricindeki çalışmalarda elde edilen değerlerin birbirine yakın olduğu, bildiriden elde edilen etki büyüklüğünün ise diğerlerinden çok farklı olduğu görülmektedir. Bu durum farkın bildiri çalışmalarından meydana gelmiş olabileceği sonucunu göstermektedir. Elde edilen bu sonucu yorumlarken göz önünde bulundurulması gereken noktalardan biri de, en yüksek etki büyüklüğü değerinin, meta-analizde en az sayıda ( $n=3$ ) çalışmanın yer aldığı bildiri yayın türüne ait olmasıdır. Tez çalışmalarında en düşük etki büyüklüklerinin belirlenmesi ise yayın yanlılığının yayınlanmamış çalışmalarda (tez) daha az olması ile açıklanabilir (Card, Stucky, Sawalani & Little, 2008). Literatürde TYÖM'ün etki büyüklüğünün yayın türü ara değişkenine göre incelendiği bir çalışma Orhan (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmaların ele alındığı bu meta-analize bildiri yayınları dahil edilmemiş ve sonuç olarak, makale, yüksek lisans ve doktora tezi olarak gruplandırılan çalışmaların etki büyüklüğünün, mevcut çalışmaya benzer şekilde birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Mevcut araştırmada TYÖM'ün etkililiğinin tek grup üzerinden incelendiği meta-analize göre ise yayın türüne göre etki büyüklüğünde anlamlı farklılaşma tespit edilememiştir.

Geleneksel öğretim ile TYÖM'ün karşılaştırıldığı çalışmaların etkililik düzeylerinin anlamlı farklılık gösterdiği bir diğer ara değişken örneklem büyüklüğüdür. Örneklem büyüklüğüne göre gruplandırılan çalışmalara bakıldığında etki büyüklüğünün, örneklem büyüklüğü 1-40 kişi arasında olan çalışmalarda güçlü düzeyde ( $d=1,01$ ), 41-80 kişi arasında olan çalışmalarda orta düzeyde ( $d=0,58$ ) ve örneklem büyüklüğü 81 ve üstünde kişiden oluşan çalışmalarda ise zayıf düzeyde ( $d=0,29$ ) olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre TYÖM'ün geleneksel öğretimle karşılaştırıldığında başarı üzerindeki etkisi çalışmaların örneklem büyüklüğü arttıkça anlamlı düzeyde azalmaktadır. Ortaya çıkan sonuca benzer bir sonuç Karagöl ve Esen (2018)'in çalışmasında da görülmüş ve öğrenci sayısı arttıkça başarının da anlamlı düzeyde azaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte mevcut çalışmada ulaşılan bu sonuç yorumlanırken göz önünde bulundurulması gereken hususlardan biri örneklem büyüklüğünden kastın deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin tamamı olduğu ve bazı çalışmalarda deney ve/veya kontrol gruplarının birden fazla sınıf şubesinden oluştuğudur. Yine çalışmaların büyük bir kısmının 41-80 örneklem büyüklüğü grubunda yer aldığı ve bunun dışındaki diğer iki gruba ait etki büyüklüklerinin standart hatalarının yüksek olması da bu sonucu yorumlarken dikkate alınmalıdır.

Araştırmada TYÖM'ün matematik başarısına etkisinin tek grup üzerinden yapılan çalışmalarda da örneklem büyüklüğüne göre farklılaştığı belirlenmiştir. Ulaşılan sonuçlara göre örnekleme 1 ile 20 kişi arasında olan çalışmalarda etki büyüklüğü değeri  $d=1,42$  iken 21 ve üstü kişi sayısında olan çalışmalarda  $d=2,45$ 'tir ve oluşan bu farklılık anlamlı düzeydedir. Bu sonuca göre TYÖM'ün uygulandığı öğrencilerin sayısı arttıkça TYÖM'ün etki büyüklüğü de anlamlı düzeyde artmaktadır. Burada çalışmaların örneklem büyüklüğü sadece deney grubu öğrencilerinden oluştuğu için gruplama 1-20 kişi ve 21 ve üstü kişi şeklinde yapılmıştır. Burada da dikkate alınması gereken durumlar tek grup üzerinden yapılan meta-



analizde yer alan 16 çalışmanın büyük bir çoğunluğunun 21 ve üstü grupta bulunması ve bu gruptaki çalışmaların ise çok büyük bir kısmında öğrenci sayısının 27'nin altında olmasıdır. Grup büyüklüklerinin birbirlerinden yeterince ayrılmaması, karşılaştırmalı çalışmalarda örneklem büyüklüğü arttıkça etki büyüklüğünün azalacağı şeklinde beklenen sonuçtan farklı bir sonucun çıkmasının nedeni olabilir. Dolayısıyla örneklem büyüklüğü ara değişkeniyle ilgili olarak ulaşılan bu farklı sonuçlar daha genellenebilir sonuçlara ulaşılabilmesi için örneklem büyüklüğünün geniş bir aralıkta seyrettiği daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmanın sonuçlarına göre, TYÖM ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin matematik başarılarında oldukça etkili ve aynı zamanda geleneksel yaklaşıma kıyasla daha etkili bir eğitim yaklaşımıdır. Ayrıca araştırmada ele alınan ara değişkenler doğrultusunda TYÖM'ün matematik dersinde her durumda etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda mevcut çalışmada ulaşılan sonuçlarla literatürde yükseköğretim düzeyini kapsayan meta-analiz çalışmaları karşılaştırıldığında, TYÖM'ün ilköğretim ve ortaöğretim matematik eğitiminde uygulanmasının yükseköğretime göre daha olumlu sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Bu sonucun nedeni, özellikle küçük yaşta öğrenciler için gerekli olan daha somut deneyimlerin TYÖM sayesinde öğrencilere sunulabilmesi ve teknoloji içerikli çalışmaların küçük yaşta öğrencilerin ilgisini daha fazla çekebilmesi olabilir. Buna göre TYÖM'ün sadece daha ileri sınıf düzeylerine uygun olduğu fikrinin doğru olmadığı eğitimin ilk kademelerinden itibaren uygulanmasının öğrencilerin öğrenme çıktılarını üzerinde olumlu yansımaları olacağı ortadadır. Özellikle içinde bulunduğumuz Korona virüs salgını döneminde tüm sınıf düzeylerinde mecburi uzaktan eğitime geçildiği göz önüne alındığında, öğrencilere uzaktan eğitim için gerekli olan teknolojiye dayalı eğitsel kaynakları etkin kullanabilme ve öğrenmenin sorumluluğunu üstlenebilme becerilerini kazandırabilecek olan TYÖM'ün her yaş grubundaki öğrencilere uygulanabilecek bir öğretim yaklaşımı olduğunun bilinmesi oldukça değerlidir.

Gelecekte öğrencilerin salgın döneminde olduğu gibi zorunluluktan veya kendi tercihleri doğrultusunda uzaktan eğitim alma durumlarında sürece hazır olabilmelerini sağlamak adına birtakım tedbirlerin alınması zorunludur. Bu tedbirlerden biri olarak salgın sonrasında okulların açılmasıyla birlikte, öğrencilere çok yönlü eğitim deneyimleri verebilmek ve her koşulda nitelikli eğitim alabilmelerini kolaylaştırabilmek adına dersler TYÖM'e dayalı olarak yürütülebilir. Dolayısıyla TYÖM'ü uygulama noktasında öğretmenlerin sorun yaşamaması için çalışmalar yürütülmesi önemlidir. Matematik dersi kapsamında yapılan literatür incelenmesinde yurtiçindeki araştırma sayılarının oldukça yetersiz olduğu görülmüştür. Dolayısıyla tüm sınıf düzeylerinde TYÖM'ün bilişsel öğrenmeler üzerindeki etkisi yanı sıra tutum, motivasyon, kendi kendine öğrenme becerisi gibi birçok farklı değişken üzerindeki etkisinin incelenmesi literatürde bu yönde var olduğu belirlenen boşluğu azaltacaktır.

### References

- \*Akdeniz, M. (2019). *Ters yüz sınıf modelinin akademik başarı, tutum ve kalıcılık üzerine etkisi*. Unpublished Masters Thesis, Necmettin Erbakan University, Turkey
- Algarni, B. (2018). A meta-analysis on the effectiveness of flipped classroom in mathematics education. *In Edulearn 18. 10th International Conference on Education and New Learning Technology (Palma, 2nd-4th of July, 2018): conference proceedings* (pp. 7970-7976). IATED Academy.
- \*Aydın, H. (2020). *Ters-yüz edilmiş sınıf modelinin tam sayılarda işlemler konusunun öğreniminde akademik başarıya etkisi*. Unpublished Masters Thesis, Atatürk University, Turkey
- \*Bhagat, K. K., Chang, C. N., & Chang, C. Y. (2016). The impact of the flipped classroom on mathematics concept learning in high school. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 134-142.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. Eugene, OR: International Society for Technology in Education.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Ltd.

- Boz-Yaman, B., & Sezen-Yüksel, N. (2017). Ters-yüz sınıflarda matematik uygulamaları örneği: Kuadrikler. Odabaşı, H. F., Akkoyunlu, B, İşman, A. (Ed.). *Eğitim Teknolojileri Okumaları 2017 içinde (416-425)*. Ankara: The Turkish Online Journal of Educational Technology.
- Bozkurt, A. (2020). Koronavirüs (Covid-19) pandemic süreci ve pandemic sonrası dünyada eğitime yönelik değerlendirmeler: Yeni normal ve yeni eğitim paradigması. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 112-142.
- \*Bulut, R. (2019). *Oran-orantı konusunun öğretiminde ters yüz sınıf modelinin etkisinin incelenmesi*. Unpublished Masters Thesis, Erzincan Binali Yıldırım University, Turkey
- \*Buskey, B.G. (2019). *Evaluating the flipped classroom in high school geometry classes: A causal comparative approach*. Unpublished doctoral thesis, Grand Canyon University, ABD.
- Card, N. A., Stucky, B. D., Sawalani, G. M., & Little, T. D. (2008). Direct and indirect aggression during childhood and adolescence: A meta-analytic review of gender differences, intercorrelations, and relations to maladjustment. *Child Development*, 79, 1185–1229.
- \*Carlisle, C.S. (2019). *How the flipped classroom impacts students' math achievement*. Unpublished doctoral thesis, Trevecca Nazarene University, ABD.
- \*Casem, R. Q. (2016). Effects of flipped instruction on the performance and attitude of high school students in mathematics. *European Journal of STEM Education*, 1(2), 37-44.
- \*Caverly, C. (2017). *A technology leader's role in initiating a flipped classroom in a high school math class*. Unpublished doctoral thesis, New Jersey City University, ABD.
- Chen, Y., Wang, Y., & Chen, N. S. (2014). Is FLIP enough? Or should we use the FLIPPED model instead?. *Computers & Education*, 79, 16-27.
- Chen, K. S., Monrouxe, L., Lu, Y. H., Jenq, C. C., Chang, Y. J., Chang, Y. C., & Chai, P. Y. C. (2018). Academic outcomes of flipped classroom learning: a meta-analysis. *Medical education*, 52(9), 910-924.
- Cheng, L., Ritzhaupt, A. D., & Antonenko, P. (2019). Effects of the flipped classroom instructional strategy on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Educational Technology Research and Development*, 67(4), 793-824.
- \*Clark, K. R. (2015). The effects of the flipped model of instruction on student engagement and performance in the secondary mathematics classroom. *Journal of Educators Online*, 12(1), 91-115.
- Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th Edition). New York: Routledge.
- \*Cornehl, K. (2020). *The impacts of a flipped classroom in AP Calculus AB*. Unpublished doctoral dissertation, University of South Carolina, ABD.
- Dinçer, S. (2014). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz*. Ankara: Pegem Akademi.
- Duval, S., & Tweedie, R. (2000a). A nonparametric trim and fill method of accounting for publication bias in meta-analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 95(449), 89-98.
- Duval, S., & Tweedie, R. (2000b). Trim and fill: A simple funnel-plot-based method of testing and adjusting for publication bias in meta-analysis. *Biometrics*, 56(2), 455- 463.
- Ellis, P. D. (2010). *The essential guide to effect sizes: Statistical power, meta-analysis, and the interpretation of research results*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ergene, T. (1999). *Effectiveness of test anxiety reduction programs: A meta-analysis review*. Unpublished doctoral thesis. Ohio: Ohio University.
- \*Esperanza, P., Fabian, K., & Toto, C. (2016). Flipped classroom model: effects on performance, attitudes and perceptions in high school algebra. In K. Verbert, M. Sharples, & T. Klobucar (Eds.), *Adaptive and adaptable learning: Lecture notes in computer science* (Vol. 9891, pp. 85 – 97). Cham: Springer.

- \*Flick, A. (2019). *The effects of flipped learning in the sixth-grade mathematics classroom*. Unpublished doctoral thesis, Missouri Baptist University, ABD.
- Graziano, K. J. (2017). Peer teaching in a flipped teacher education classroom. *TechTrends*, 61(2), 121-129.
- \*Graziano, K. J., & Hall, J. D. (2017). Flipping math in a secondary classroom. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 36(1), 5 – 16.
- \*Güç, F. (2017). *Rasyonel sayılar ve rasyonel sayılarda işlemler konusunda ters-yüz sınıf uygulamasının etkileri*. Unpublished Masters Thesis, Amasya University, Turkey
- Hayırsever, F. & Orhan, A. (2018). Ters yüz edilmiş öğrenme modelinin kuramsal analizi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 572-596.
- \*Jackson, N. (2019). *Beneficial or not: flipped learning in an elementary mathematics classroom*. Unpublished master's theses, California State University, ABD.
- Jang, H. Y., & Kim, H. J. (2020). A meta-analysis of the cognitive, affective, and interpersonal outcomes of flipped classrooms in higher education. *Education Sciences*, 10(4), 115.
- \*Kalafat, Z. H. (2019). *Ters yüz sınıf modeli ile tasarlanan matematik dersinin 7.sınıf öğrencilerinin akademik başarısı üzerine etkisinin incelenmesi*. Unpublished Masters Thesis, Marmara University, Turkey
- Karagöl, I., & Esen, E. (2019). The effect of flipped learning approach on academic achievement: A meta-analysis study. *Hacettepe University Journal of Education*, 34(3), 708-727. doi: 10.16986/HUJE.2018046755
- \*Katsa, M., Sergis, S., & Sampson, D. G. (2016). Investigating the potential of the flipped classroom model in K-12 mathematics teaching and learning. *In Proceedings of the 13th international conference on cognition and exploratory learning in digital age*.
- \*Kirvan, R., Rakes, C. R., & Zamora, R. (2015). Flipping an algebra classroom: analyzing, modeling, and solving systems of linear equations. *Computers in the Schools*, 32(3-4), 201-223.
- \*Koç-Deniz, H. (2019). *Matematik dersinde oyun ve etkinlik destekli ters yüz sınıf modelinin öğrenci başarısına, problem çözme ve problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerine etkisi*. Unpublished Doctorate Thesis, Fırat University, Turkey
- Krouss, P., & Lesseig, K. (2020). Effects of a flipped classroom model in an introductory college mathematics course. *PRIMUS*, 30(5), 617-635.
- Lenhard, W. & Lenhard, A. (2016). *Calculation of Effect Sizes*. Retrieved from: [https://www.psychometrica.de/effect\\_size.html](https://www.psychometrica.de/effect_size.html). Dettelbach (Germany): Psychometrica. DOI: 10.13140/RG.2.2.17823.92329
- \*Leo, C. (2017). *Flipped classroom pedagogical model and middle-level mathematics achievement: An action research study*. Unpublished doctoral thesis, University of South Carolina, Turkey.
- Li, N., Verma, H., Skevi, A., Zufferey, G., Blom, J., & Dillenbourg, P. (2014). Watching MOOCs together: investigating co-located MOOC study groups. *Distance Education*, 35(2), 217-233.
- \*Lo, C. K., & Hew, K. F. (2017). A critical review of flipped classroom challenges in K-12 education: Possible solutions and recommendations for future research. *Research and practice in technology enhanced learning*, 12(1), 4.
- \*Lo, C. K., & Hew, K. F. (2020). A comparison of flipped learning with gamification, traditional learning, and online independent study: the effects on students' mathematics achievement and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*, 28(4), 464-481.
- Lo, C. K., Hew, K. F., & Chen, G. (2017). Toward a set of design principles for mathematics flipped classrooms: A synthesis of research in mathematics education. *Educational Research Review*, 22, 50-73.

- Maciejewski, W. (2016). Flipping the calculus classroom: an evaluative study. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 35(4), 187-201.
- \*Makinde, O.S. (2017). *Effects of a developed flipped classroom package on senior secondary school students' performance in mathematics in Lagos, Nigeria*. Unpublished doctoral thesis, University of Ilorin, Nigeria.
- \*Martin-Grace, A. (2015). *The impact of flipped instruction on middle school mathematics achievement*. Unpublished doctoral thesis, Texas A & M University, ABD.
- Martin, A., Arrambide, M., & Holt, C. (2016). The impact of flipped instruction on middle school mathematics achievement. *Journal of Education and Human Development*, 5(3), 98-108.
- \*Montgomery, J. (2015). *The effects of flipped learning on middle school students' achievement with common core mathematics*. Unpublished master's theses, California State University, ABD.
- Mullen, B., Muellerleile, P., & Bryant, B. (2001). Cumulative meta-analysis: A consideration of indicators of sufficiency and stability. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 27 (11), 1450.
- Murphy, J., Chang, J. M., & Suaray, K. (2016). Student performance and attitudes in a collaborative and flipped linear algebra course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(5), 653-673.
- Naccarato, E., & Karakok, G. (2015). Expectations and implementations of the flipped classroom model in undergraduate mathematics courses. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(7), 968-978.
- \*Njeru, M.A. (2020). *The effect of the flipped learning model on student achievement in a secondary school mathematics classroom: A quantitative study*. Unpublished doctoral theses, Northcentral University, ABD.
- \*Charles-Ogan, G., & Williams, C. (2015). Flipped classroom versus a conventional classroom in the learning of mathematics. In *Proceedings of South Africa International Conference on Educational Technologies* (pp. 96-102).
- Orhan, A. (2019). The effect of flipped learning on students' academic achievement: a meta-analysis study. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 48(1).
- \*Özdemir, A. (2016). *Ortaokul matematik öğretiminde harmanlanmış öğrenme odaklı ters yüz sınıf modeli uygulaması*. Unpublished Doctorate Thesis, Gazi University, Turkey
- \*Ramaglia, H.(2015). *The flipped mathematics classroom: a mixed methods study examining achievement, active learning, and perception*. Unpublished doctoral thesis, Kansas State University, ABD.
- \*Reyes-Lozano, C. A., Meda-Campaña, M. E., & Morales Gamboa, R. (2014). Flipped classroom as educational technique to teach math on a competencies-based approach: Case study. *Proceedings of the Latin American Conference on Learning Objects and Technologies*, Colombia, pp. 166-176.
- \*Ripley, D. G. (2015). *An examination of flipped instructional method on sixth graders' mathematics learning: utilizing propensity score matching*. Unpublished doctoral thesis, University of Nevada, ABD.
- Rosenthal, R. (1991). *Meta-analytic procedures for social research*. Newbury Park, CA: Sage.
- \*Salimi, A., & Yousefzadeh, M. (2015). The effect of flipped learning (revised learning) on Iranian students' learning outcomes. *Advances in Language and Literary Studies*, 6(5), 209-213.
- Sakarya, S., Tercan, İ. Ve Çoklar, A. N. (2011). İlköğretim öğrencilerinin internet ve arama motorlarını kullanma durumları. *5th International Computer Instructional Technologies Symposium*, 22-24, September, *Firat Üniversitesi, Elazığ*.
- \*Saunders, J. M. (2014). *The flipped classroom: Its effect on student academic achievement and critical thinking skills in high school mathematics*. Unpublished doctoral thesis, Liberty University, ABD.

- \*Schwankl, R. E. (2013). *Flipped classroom: Effects on achievement and student perception*. Unpublished master's thesis, Southwest Minnesota State University, ABD.
- \*Sharpe, E. H. (2016). *An investigation of the flipped classroom in algebra two with trigonometry classes*. Unpublished doctoral thesis, Regent University, England.
- \*Smith, P. C. (2015). *The efficacy of a flipped learning classroom*. Unpublished doctoral thesis, McKendree University, ABD.
- Sun, Z., & Xie, K. (2020). How do students prepare in the pre-class setting of a flipped undergraduate math course? A latent profile analysis of learning behavior and the impact of achievement goals. *The Internet and Higher Education*, 46: 100731.
- Şahin, İ. (2009). Eğitsel internet kullanım öz yeterliği inançları ölçeğinin geçerliği ve güvenirliği. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (21), 461-471.
- Tan, C., Yue, W. G., & Fu, Y. (2017). Effectiveness of flipped classrooms in nursing education: Systematic review and meta-analysis. *Chinese Nursing Research*, 4(4), 192-200.
- \*Tarazi, N. (2016). *The influence of the inverted classroom on student achievement and motivation for learning in secondary mathematics in the united arab emirates: A quasi-experimental study*, Unpublished doctoral thesis, Northcentral University, ABD.
- \*Tekin, O. (2018). *Ters yüz sınıf modelinin lise matematik dersinde uygulanması: bir karma yöntem çalışması*. Unpublished Doctorate Thesis, Tokat Gaziosmanpaşa University, Turkey
- \*Toh, T. S., Tengah, K. A., Shahrill, M., Tan, A. & Leong, E. (2017, April). The flipped classroom strategy: The effects of implementation at the elementary school level mathematics lessons. *Proceeding of the 3rd International Conference on Education*, Vol. 3, pp.186-197.
- \*Topan, B. (2019). *Ters-yüz sınıf modeline göre tasarlanan öğrenme ortamının ortaokul öğrencilerinin istatistik okuryazarlık seviyelerine etkisi*. Unpublished Masters Thesis, Trabzon University, Turkey
- Üstün, U., & Eryılmaz, A. (2014). Etkili araştırma sentezleri yapabilmek için bir araştırma yöntemi: Meta-analiz. *Eğitim ve Bilim*, 39(174).
- Van Sickle, J. (2015). Adventures in flipping college algebra. *Primus*, 25(8), 600-613.
- \*Vang, V. Y. (2017). *The impact of the flipped classroom on high school mathematics students' academic performance and self-efficacy*. Unpublished master's thesis, California State University, ABD.
- Yang, Q. F., Lin, C. J., & Hwang, G. J. (2019). Research focuses and findings of flipping mathematics classes: a review of journal publications based on the technology-enhanced learning model. *Interactive Learning Environments*, 1-34.
- Yelpaze, İ., Yakar, L. (2020). Comparison of Teacher Training Programs in terms of Attitudes towards Teaching Profession and Teacher Self-Efficacy Perceptions: A Meta-Analysis. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 7(4), 549-569. DOI: 10.21449/ijate.725701
- Yorganci, S. (2020). Implementing flipped learning approach based on 'first principles of instruction' in mathematics courses. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1-17.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)(2020). *COVID-19 educational disruption and response*. Retrieved from <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>
- Wagner, M., Gegenfurtner, A., & Urhahne, D. (2020). Effectiveness of the flipped classroom on student achievement in secondary education: A meta-analysis. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000274>
- \*Wei, X., Cheng, I. L., Chen, N. S., Yang, X., Liu, Y., Dong, Y., & Zhai, X. (2020). Effect of the flipped classroom on the mathematics performance of middle school students. *Educational Technology Research and Development*, 68(3), 1461-1484.

- \*Wiginton, B. L. (2013). *Flipped instruction: An Investigation into the effect of learning environment on student self-efficacy, learning style, and academic achievement in an Algebra I classroom*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Alabama, ABD.
- World Health Organization (WHO) (2020). *Coronavirus disease (COVID-19) Pandemic*. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
- \*Zeineddine, D. (2018). Investigate the effects of flipped learning on understanding of mathematics for secondary students. *Journal of Mathematics Education*, 11(1), 62-80.
- Zengin, Y. (2017). Investigating the use of the Khan Academy and mathematics software with a flipped classroom approach in mathematics teaching. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(2), 89-100.

**\*Included studies in meta-analysis**