

The Effect of Computer-Assisted Mathematics Teaching on Academic Achievement in Mathematics Course: A Meta-Analysis Study *

Adnan Baki^a and Kadir Gürsoy^b

^a Trabzon University, Fatih Faculty of Education, Trabzon/Turkey (ORCID: 0000-0002-1331-053X)

^b Trabzon University, Continuing Education Application and Research Center, Trabzon/Turkey (ORCID: 0000-0002-6168-4704)

Article History: Received: 2 September 2020; Accepted: 19 December 2020; Published online: 31 December 2020

Abstract: In this study, it was aimed to analyze the effect of computer-assisted mathematics teaching on learning domains, sample type and duration of practice by meta-analysis method. In accordance with the purpose of the study, different databases were used for studies in the country and abroad. 80 master's and doctoral theses were included in the meta-analysis in line with the inclusion criteria. The overall effect size of the studies which combined by meta-analysis was examined in regard to the classification of Thalheimer and Cook (2002). Considering the overall effect size ($d = 0.576$) obtained from the studies combined with meta-analysis method, it was seen that the effect of computer-assisted instruction on academic achievement in mathematics course was positive and at a medium level. In this study, it was determined that the area with the highest effect size in terms of the subject areas on which the applications were made was geometry, and in the classification made according to the sample type, the sample type with the highest effect size was found to be primary school. It was also found that in terms of total duration of applications, the highest effect size was between 14-23 hours long. As a result of the research, benefiting from computer support was recommended our teachers and academicians who currently carrying out education and training activities.

Keywords: Computer assisted mathematics teaching, mathematics course academic achievement, meta-analysis

Öz: Bu çalışmada bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik derslerindeki öğrenme alanlarına, örneklem türüne ve uygulama sürelerine göre etkisi meta-analiz yöntemi ile incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda yurt içindeki ve yurtdışındaki çalışmalar için farklı veri tabanları kullanılmıştır. Yapılan tarama sonucunda 80 adet yüksek lisans ve doktora tezi meta-analize dahil edilmiştir. Meta-analiz ile bir araya getirilerek birleştirilen çalışmaların genel etki büyüklüğü Thalheimer ve Cook'a ait sınıflandırmaya göre incelenmiştir. Meta-analiz yöntemiyle birleştirilen çalışmaların sonucunda elde edilen genel etki büyüklüğüne ($d = 0.576$) bakılarak bilgisayar destekli öğretimin matematik dersindeki akademik başarıya etkisinin olumlu yönde ve orta düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır. Uygulamaların yapıldığı konu alanlarına göre en yüksek etki büyüklüğüne sahip alanın geometri, örneklem türüne göre yapılan sınıflandırmada ise en yüksek etki büyüklüğüne sahip örneklem türünün ilkökul ve toplam uygulama süresine göre yapılan sınıflandırmada ise en yüksek etki büyüklüğünün 14-23 saat aralığında olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda eğitim ve öğretim faaliyetlerini yürütmekte olan öğretmen ve akademisyenlerimize derslerinde bilgisayar desteğinden faydalanmaları önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar destekli matematik öğretimi, matematik dersi, akademik başarı, meta-analiz

[Türkçe sürüm için tıklayınız.](#)

1. Introduction

Teaching mathematics can be expressed as a series of activities performed to ensure mathematical learning. Especially, taking into consideration mathematics teaching at school level, the purpose of mathematics education is defined as to provide the desired mathematics culture to students and also to improve their mathematical thinking ability as well as mathematical competence (Baki, 2008). In today's world where knowledge is rapidly changing and being renewed, it has become necessary to gain knowledge and skills as well as gain the skills of accessing information, using and producing information, adopting the philosophy of lifelong learning and providing training for creating, developing and structuring knowledge rather than memorizing (Gençoğlu, 2013). Researchers working in the field of mathematics education have inevitably focused on how to increase the quality of mathematics education and how to increase success.

Unsophisticated tools such as board, paper and pencil were used in mathematics teaching in the past. As the developing technology has taken part in the classrooms, these tools have started to be replaced by digital tools. With the introduction of digital tools in mathematics education, the place of technology in education has increased day by day (Pierce, & Ball, 2009). The rapid advancement of technology and its use in educational activities have brought the question "Should computer support be used in order to increase the quality and success in mathematics education?" In the report published by NCTM (2000), it was stated that technology affects mathematics teaching, enriches students' learning, therefore technology is necessary for mathematics learning and teaching. After the report of NCTM, many studies have stated that technology is useful to make

Corresponding Author: Kadir Gürsoy 

email: kadirgursoy@trabzon.edu.tr

*This study is based on a part of the second author's doctoral dissertation under the supervision of the first author.

Citation Information: Baki, A. & Gürsoy, K. (2020). The effect of computer-assisted mathematics teaching on academic achievement in mathematics course: A meta-analysis study. *Turkish Journal of Mathematics Education*, 1(1), 31-56.

mathematics teaching more meaningful and to enrich the mathematics learning environment (Cam, Yasar, Toraman & Erdamar, 2016; Güven & Karataş, 2009; Hamersa, 2002; Huelskamp, 2009). As a result of similar studies, the changed (TTKB, 2011) and renewed education programs (TTKB, 2013) emphasize the importance and necessity of using technology effectively in the education and training environment. Recently, many studies have been conducted in the context of computer-assisted mathematics teaching (Avcı, 2017; Berková, 2017; Çolakoğlu, 2018; Demir, 2013; Dışbudak, 2017; Keskin, 2018; McDonough ve Tra 2017; Mulyono, Kusumah ve Rosjanuardi, 2019; Ng ve Chan 2019).

In the most of the studies, the academic success of the group in which computer-assisted mathematics teaching was applied was high (Chen, 2014; Kwang, 2000; Özgün-Koca, 2001; vd.), while in some studies, the academic success of the group in which the traditional approach was applied was higher in mathematics (Gravitt, 2010; Rosales, 2005). In addition to this while statistically significant differences were found for the benefit of the experimental group (Patel, 2010; Pelech, 2015; vd.) in the analysis performed between the experimental and control groups in the studies, statistical differences were found for the benefit of the control group in some studies (Rose, 2001; Çubuk, 2004; vd.). As a result, there are many studies in the literature that examine the academic success of computer-assisted mathematics teaching and the results of these studies cannot provide us with accurate information. Although many studies state that computer-assisted mathematics teaching increases academic achievement, a substantial part stated that computer-assisted mathematics teaching has no effect on academic achievement. Additionally, the increasing number of current studies makes it difficult to examine each study, too. New studies are needed to interpret this information mass and lead to new studies. Considering this situation, there is a need for a study to present the "big picture" that will compile the studies in the literature and reveal the effect of computer-assisted mathematics teaching on academic achievement.

Some of the compilation of studies examining the effect of computer assisted mathematics teaching on academic achievement in mathematics course are presented in detail. Çelik (2013) examined the studies in the literature with the meta-analysis method to determine the effect of alternative teaching methods used in elementary school mathematics lessons on academic achievement. As a result of the literature review, it was stated that 344 studies conducted between 2005 and 2011 were obtained. Following the inclusion criteria, these 344 studies gave place to 74 studies. One of the moderators of the survey conducted on alternative teaching methods was chosen as computer-assisted learning. It was seen that 11 out of 74 studies included in the inclusion criteria dealt with computer-assisted teaching, one of the alternative learning approaches. The effect size of these studies was calculated as 0.863. In the study, it was stated that this effect size has a high effect according to the Thalheimer and Cook (2002) classification. As stated before, Çelik (2013) conducted her study by addressing alternative teaching methods in general, not specifically computer-aided mathematics teaching. Sosa, Berger, Saw, and Mary (2011) combined the studies on computer-assisted teaching in the field of statistics with meta-analysis method. They stated the rationale of the study by showing that the previous meta-analysis studies analyzed the effect of computer-aided mathematics teaching on general achievement but did not particularly focus the field. Sosa et al. (2011) brought 45 experimental studies together conducted specifically on statistical issues of computer-assisted mathematics teaching. The studies obtained after the literature review were discussed in terms of various moderators. These moderators can be listed as; education levels of the participants (undergraduate and graduate), type of publication, preliminary checks, etc. Unlike other studies, Sosa et al. (2011) grouped the moderators in their own meta-analysis study to be answered yes or no. In other words, they examined the moderators dividing them in two groups. Resulted from the study, it was found that the overall effect size of computer assisted teaching is 0.33 on statistic issues. Being one of the moderators of the study, academic level was examined as undergraduate and graduate. As the general effect size of the group consisting of undergraduate students was calculated to be 0.25, the overall effect size of the studies that graduate students included as the sample was calculated as 0.68. As stated before, Sosa et al. (2011) specifically evaluated studies in the field of statistics and did not focus on all mathematical topics. Lein (2016) investigated the effect of computer-assisted instruction on the verbal problem-solving success of students with learning difficulties by using meta-analysis method. For this purpose, he was dealt with 28 studies by combining them with meta-analysis method. These studies were considered as different studies, depending on their form of data presentation and 28 studies were examined as 31 studies in total. As a result of these 31 studies combined, the overall effect size was calculated as 1.03. This general effect size is high according to Thalheimer and Cook (2002) classification. At the same time, one of the moderators considered within the scope of the study was determined as the education level of the students. The grouping process was determined as classes from 1 to 7 are primary education, and classes from 7 to 12 are secondary education. When the general effect sizes in terms of students' levels are examined, it was seen that the general effect size of the studies grouped as primary education is 1.12 and this classification was at a very high level according to the Thalheimer and Cook (2002) classification. However, the overall effect size of the studies grouped as secondary education was determined as 0.61. According to the classification of Thalheimer and Cook (2002), it was stated to be medium level. As another moderator, verbal problems were grouped according to their content. The problems were examined under three following headings. These headings are; addition and subtraction in which four operations were used and

fraction in which ratio and algebraic problems are used. When looking at the overall effect sizes according to the content moderator, it is seen that the highest effect is in the problems that four operations are used. Sunğur (2015) investigated the effect of computer-assisted instruction on primary school students' academic achievement using meta-analysis method. The researcher, as a moderator, took into account the teaching methods, the years when the study was conducted, the type of school, applied courses and thesis types. It was conducted with 60 studies which comply with the inclusion criteria (computer-aided education applied to only primary school students) after the literature review. As a result of the study, the overall effect size was calculated as 1.162. This effect size was determined to be very high according to Thalheimer and Cook (2002) classification. One of the moderators of the study was determined as the course field in which the study was conducted. There were 4 courses in this moderator: science and technology, visual arts, mathematics, and social studies. When we look at the general effect of mathematics lesson specifically, it was seen that it is 1,041. According to the Thalheimer and Cook (2002) classification obtained within the scope of the study, it is stated that it is at a high level. As stated before, Sunğur (2015) limited his sample to primary school students in his study.

Considering the review studies, it was seen that the studies that were brought together were not taken into the literature in which they were dealt with separately in the country and abroad. Domestic compilation studies bring together computer-aided mathematics teaching studies applied domestically, compilation studies abroad bring together studies investigating the effect of computer-aided mathematics education applied abroad and the overall effect is calculated separately. In the compilation studies, applied course was determined as one of the moderators. However, these courses are divided into two: mathematics and geometry. Considering the point where mathematics has reached today, it will be insufficient to divide the applied courses into geometry and mathematics, especially mathematics can be divided into many different fields (such as algebra, statistics).

Considering all these situations, determining whether "Computer Assisted Mathematics Teaching" as an alternative teaching approach has an effect on the academic achievement of mathematics course and if there is an effect, what direction of this effect proves the main purpose of the study. For this purpose, the main question of the research was determined as "What is the effect of computer-assisted mathematics teaching on academic achievement in mathematics?". "Does the effect of computer-assisted mathematics teaching on academic achievement differ depending on application subjects?" and "Does the effect of computer assisted mathematics education on academic achievement differ by sample type?" were determined as sub-problems of the main question.

2. Method

Within the scope of this research, it is aimed to determine the effect of computer-assisted mathematics teaching on the academic achievement of mathematics course by using the studies in the literature. For this purpose, meta-analysis method was preferred. As a method, meta-analysis is the classification of similar studies on a particular subject, theme or field under certain criteria and interpretation on the effect of quantitative findings. (Dinçer, 2014; Kış, 2013; Karasoy & Ata, 2008).

2.1. Collection of Data

Master's and doctoral dissertations examining the effect of computer-assisted mathematics teaching on the academic achievement of mathematics course constitute the main data source for this research. As a result of the literature review, many doctoral and master's theses, as well as articles and papers were reached. After the studies were examined in detail, it was seen that the reports did not contain sufficient information for meta-analysis. While some of the papers did not include the appropriate data for meta-analysis, others were excluded from the study because they did not include the moderators of the meta-analysis. As a result of the examination of the articles, it was seen that most of them were products of a completed doctoral or master thesis. For these reasons, papers and articles were excluded out the scope of the meta-analysis study.

In the scope of the study, keywords such as "computer assisted mathematics teaching", "academic achievement", "performance", "computer-aided design", "computer supported learning" "computer-enhanced", "achievement", "performance" were used. Related to keywords, searches were carried out by making different combinations in databases.

The resources used within the scope of the study were reached through four databases. All theses published in Turkish have been accessed by the National Thesis Center. "Dissertations & Theses Global - ProQuest", "British Library e-theses online service" and "Theses Canada Portal" databases were used for foreign literature. While scanning, "permitted" theses were chosen. The summary parts of the unpermitted theses could be accessed, but these theses are excluded from the study due to the fact that the summary part does not contain sufficient data for meta-analysis.

2.2. Inclusion Criteria

The following criteria were taken into account in determining dissertations included in the study.

Criterion 1 (Time Range): The publication year of the studies included in the meta-analysis was determined between 2000 and 2015. The use of technology was recommended in the report of NCTM (2000). For this reason, studies after the year of 2000 have been included in the research.

Criterion 2 (Permission Status): Full text and permitted studies were included in the meta-analysis.

Criterion 3 (Research Method): In the studies included in meta-analysis, it was paid attention to use quantitative methods as research methods.

Criterion 4 (Including Sufficient Numeric Data): Among the data presented in the theses, studies containing values such as sample number, arithmetic mean, standard deviation, t-value, p-value were taken into consideration.

Criterion 5 (Language): Among the studies examined in the literature review, those written in Turkish or English were included in the meta-analysis.

Criterion 6 (Computer-Assisted Mathematics Teaching): Among the studies obtained resulting from the literature review, studies in which the participants interact with the computer were preferred.

2.3. Data Coding

All the studies obtained within the scope of the study were coded using the year, author's name and surname format. For example, the file of Elizabeth Rodriguez's work conducted in 2000 was coded as "2000, Elizabeth Rodriguez".

To ensure the reliability of the meta-analysis study, the coding which made by the researcher (coder - 1) and the coding which made by a researcher (coder - 2) at the department of mathematics teaching were compared. In some sources (Vierra & Garrent, 2005; Card, 2012; Ural, 2014), it is said that the chance factor may be effective if the options are low in this harmony rate determined by using the frequency data between coders. In order to prevent this situation, Cohen's Kappa statistics can be used. Cohen's Kappa test results are given in the table below.

Table 1. Kappa test results of agreement between coders

		<i>Value</i>	<i>Asymp. Std. Error^a</i>	<i>Approx. T^b</i>	<i>Approx. Sig.</i>
Measure of Agreement	Kappa	.881	.082	5.212	.000
	N of Valid Cases	35			

a. Not assuming the null hypothesis; b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis

When Table 1 was examined, the reliability coefficient between encoders was found to be 0.881. When this value is evaluated according to the study of Viera and Garrett (2005), it is concluded that it is almost perfect.

The studies included in the meta-analysis were examined according to the application subjects they dealt with and according to the sample type in the studies. Considering the subjects of the studies, it is seen that they differ from each other. Topics like geometric objects, sets, prisms, literal expressions, angles and triangles, derivative, functions etc. were encountered, and many categories emerged. It is thought that it would be more appropriate to gather the topics discussed in the studies under common headings. The studies were grouped under seven titles: Analysis, Algebra, Geometry, Statistics, Karma, Problems, Numbers and Operations, and the topics dealt with under the titles are presented in the table below.

Table 2. Topics in which the studies were applied

<i>Topic title</i>	<i>Topics</i>
Analysis	Trigonometry, Derivative, Integral, Limit and Continuity
Algebra	Sets, Linear Equations, Letter Expressions, Quadratic Equations, Functions, Linear Equations and Graphs, Ratio - Proportion, Relation, Function and Operation, Exponential and Logarithmic Functions
Geometry	Angles and Triangles, Transformation Geometry, Geometric Solids, Polygons and Quadrilaterals, Circle and Circumference, Lines, Vectors in Space, Line Equations in Space, Plane Equations in Space
Statistics	Statistics, Permutation and Combination, Probability
Mixed	Studies dealing with more than one subject
Problems	Problems, Verbal Problems
Numbers and Operations	Numbers, Root Numbers, Complex Numbers, Four Operations of Natural Numbers, Fractions, Percentage Calculations

The education levels of the students in the sample are different from one another. Looking at the educational levels, it is seen that these levels extend from the fourth grade of primary education to the third-year students of the university. The classifications for education levels within the scope of the study are given in the table below.

Table 3. Educational level of the samples in the studies

<i>Education Level</i>	<i>Grade Level</i>
Primary education	Primary - 4
Middle School	Middle School - 1, Middle School - 2, Middle School - 3, Middle School - 4
High school	High School - 1, High School - 2, High School - 3, High School - 4
University	License - 1, License - 2, License - 3

2.4. Data Analysis and Interpretation

There are various effect sizes that can be used in a meta-analysis study. In the analysis of the data obtained within the scope of this research, standardized mean difference (Hedges's *g*) was used. One of the most frequently used classifications in the literature for effect size values based on arithmetic means belongs to Cohen (1988). A more detailed classification was needed because this classification divides effect sizes into 3 classifications and the classification of Thalheimer and Cook (2002) emerged. The classification made by Thalheimer and Cook (2002) was more detailed and many studies in the literature (Winter, 2013; Demir, 2013; Liao, 2007) used this classification. So, these were effective to use this classification. This classification is given in the table below.

Table 4. Thalheimer and Cook (2002) effect size classification

<i>d value</i>	<i>Classification</i>
$0.00 \leq d < 0.15$	Trivial level
$0.15 < d < 0.40$	Low level
$0.40 < d < 0.75$	Medium-level
$0.75 < d < 1.10$	High level
$1.10 < d < 1.45$	Very high level
$1.45 < d$	Perfect level

While evaluating, the classification of the calculated effect size is determined in terms of its absolute value and the interpretation is made according to the sign of the effect size. For instance, it can be said that a study with an effect size of -0.48 has a medium effect in favor of the control group. Similarly, it can be said that there is a medium effect in favor of the experimental group for a study with an effect size of 0.64.

2.5. Publication Bias

In the meta-analysis process, before examining the effect sizes of individual studies, publication bias test is performed. The funnel shaped scatter plot that helps to decide the publication bias is given in Figure 1.

When the funnel shaped scatter plot is examined, it is seen that there are studies outside the boundaries and the symmetry of these studies according to the effect size does not coincide with the studies on the left of the effect size. In this situation, it can be thought that there is publication bias in the study. This situation is explained more clearly with the Classic fail-safe *N* statistics. Classic fail-safe is calculated as *N* 1737. In other words, 1737 more studies are needed to reach almost zero effect at 0.05 significance level. The number of individual studies handled within the scope of the study is 109 and it is unlikely to reach 1737 more studies apart from these studies. This situation can be considered as an indication that there is no publication bias in the conducted study.

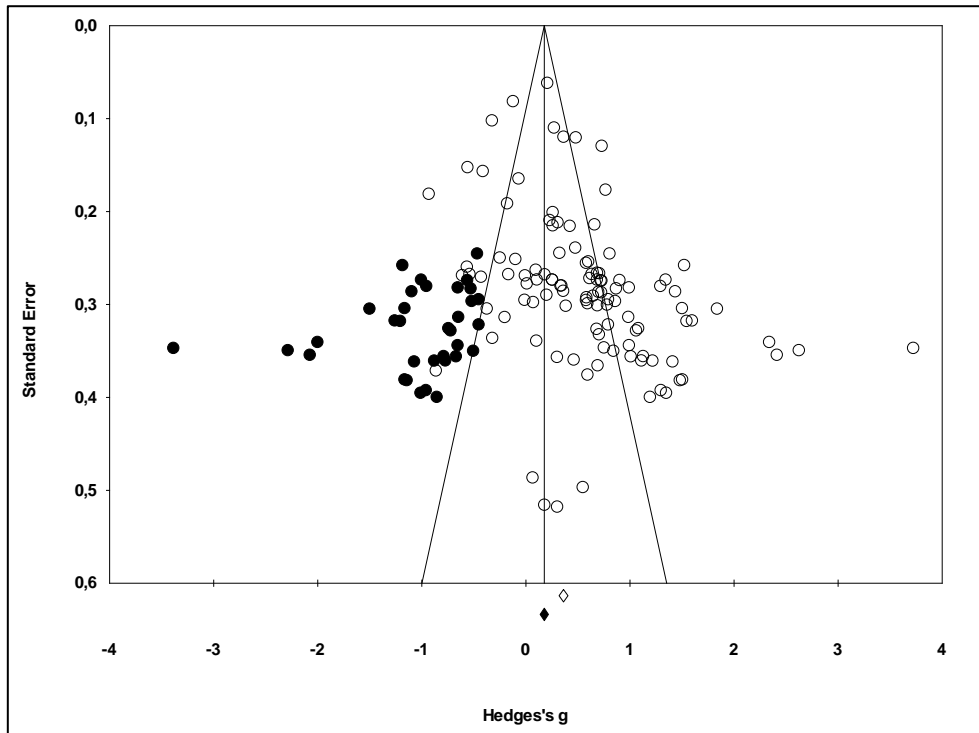


Figure 1. Funnel scatter plot for arc bias

3. Findings

3.1. Meta-Analysis Findings of Studies Examining the Effect of Computer Assisted Mathematics Teaching on Academic Achievement in Mathematics Course

The question of the research was expressed as "What is the effect of computer-assisted mathematics teaching on the academic achievement in mathematics course?" In order to answer this question, the effect sizes of the individual studies included in the research were calculated and given in Annex 1. When the effect sizes are examined, it is seen that the study with the code of 2011, Selçuk Fırat, was determined as the study with the highest effect ($EB = 3.731$). However, the study with the lowest effect ($EB = 0.000$) was determined as the study with the code of Ben Fields Johnson_2 in 2010.

The distribution of the studies included in the meta-analysis according to their effect sizes is shown in the table below.

Table 5. Distribution of studies by effect size direction

<i>Direction of Effect Size</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
Positive	89	81.65
Negative	19	17.43
Zero	1	0.92
Total	109	100.00

When Table 5 is examined, it was determined that the effect size was positive (in favor of the experimental group) in 89 (81.65%) studies, while it was negative (in favor of the control group) in 19 (17.43%) studies. However, the effect size of 1 (0.92%) study was 0. The distribution of effect size classifications according to the Thalheimer and Cook (2002) classification of the studies is given in the table below.

Table 6. Frequency distribution for Thalheimer and Cook (2002) classification

<i>Level of Effect Size</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
Insignificant	11	10.09
Low	26	23.86
Middle	33	30.28
High	18	16.51
Very High	10	9.17
Excellent	11	10.09
Total	109	100.00

When Table 6 is examined, according to the Thalheimer and Cook (2002) classification, it was seen that the effect size of 11 (10.09%) individual studies is at insignificant level, 26 (23.86%) individual studies are low, and 33 (30.28%) individual studies have moderate effects. However, it was determined that 18 (16.51%) individual studies had a high level, 10 (9.17%) individual studies were very high and 11 (10.09%) individual studies had an excellent effect size.

The overall effect that is found as a result of the meta-analysis study is calculated according to the fixed effect model in the literature or according to the random effect model. To decide which of these approaches to use, the heterogeneity test was applied, and the results of the heterogeneity test are given in the table below.

Table 7. Analysis of heterogeneity test

<i>Q-Value</i>	<i>df(Q)</i>	<i>p</i>	<i>I-Squared</i>
772.450	108	0.000	86.019

When Table 7 is examined, it is seen that the p value is "0.000" and it is less than 0.05. As a result of this, it has been determined that individual studies are heterogeneous. In addition, the test of whether the individual studies are heterogeneous should be checked on the chi-square table. The "Q-Value" under the title of heterogeneity values was calculated as 772,450 and the critical value for df (Q) = 108 was found as 133,257 from the Chi-square table. It is seen that the Q value is greater than the critical value. In this case, it means that the studies are heterogeneous. As a result of these calculations, it was determined that individual studies were heterogeneous.

After the 109 studies included in the meta-analysis were determined to be heterogeneous, the overall effect size was calculated according to the random effect model and the results are presented in the table below.

Table 8. Effect sizes of fixed and random models

<i>Model Type</i>	<i>N</i>	<i>General ES</i>	<i>SE</i>	<i>Variance</i>	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper Limit</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>
Fixed	109	0.361	0.022	0.000	0.318	0.404	16.540	0.000
Random	109	0.576	0.061	0.004	0.455	0.696	9.366	0.000

When Table 8 is examined, it is seen that the effect size of the studies is 0.576. The effect size that was calculated according to Thalheimer and Cook (2002) classification was determined to be medium level. A p value less than 0.05 significance value indicates that there is a significant difference between the groups. In other words, there is a statistically significant difference between the education provided with the traditional teaching model and the computer-aided education. According to this finding, the overall effect size (EB = 0.576) obtained from the studies combined with meta-analysis method, it was determined that the effect of computer-aided instruction on academic achievement in mathematics was positive and at a medium level.

3.2. Meta-Analysis Findings Concerning the Effect of Computer Assisted Mathematics Teaching on Academic Achievement in Mathematics Course According to Application Subjects

One of the sub-problems of the study was defined as "Does the effect of computer-assisted mathematics teaching on academic achievement differ according to application subjects?" The heterogeneity test was applied to determine whether the general effect will be calculated according to the random effect model or according to the fixed effect model has been carried out and the results are given in the table below.

Table 9. Heterogeneity test results according to application subjects

<i>Application Subject</i>	<i>Q-Value</i>	<i>df(Q)</i>	<i>p</i>	<i>I-Squared</i>	<i>Critical Value</i>	<i>Effect Model</i>
Analysis	28.483	6	0.000	78.935	12.592	Random
Algebra	275.002	26	0.000	90.546	38.885	Random
Geometry	162.901	32	0.000	80.356	46.194	Random
Statistics	127.356	7	0.000	94.504	14.067	Random
Mixed	17.713	8	0.023	54.836	15.507	Random
Problems	7.426	5	0.191	32.672	11.070	Fixed
Numbers-Operations	49.545	18	0.000	63.669	28.869	Random

When Table 9 is examined, it is seen that the p value is calculated as "0.000" as a result of the heterogeneity test of the studies dealing with Analysis, Algebra, Geometry, Statistics, Numbers-Operations. As a result of this calculated value being less than 0.05, it was determined that the individual studies dealing with the relevant subjects are heterogeneous. In addition to this situation, p value was calculated as "0.023" in the mixed group that studies were conducted on more than one subject. The fact that this calculated value is less than 0.05 indicates that the studies in the relevant group are heterogeneous. Contrary to these cases, the p value of the

studies dealing with the problems was calculated as “0.191”. Since this calculated value is greater than 0.05, it has been determined that the studies in this group are homogeneous. Additionally, the heterogeneity test results made according to the application subjects also prove the critical values determined by chi-square.

Table 10. Effect size according to the subjects in which the applications were made

<i>Topics</i>	<i>N</i>	<i>General ES</i>	<i>SE</i>	<i>Variance</i>	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper Limit</i>	<i>Z-Value</i>	<i>p-Value</i>
Analysis	7	0.584	0.250	0.063	0.093	1.075	2.332	0.020
Algebra	27	0.539	0.155	0.024	0.235	0.843	3.478	0.001
Geometry	33	0.858	0.114	0.013	0.635	1.082	7.533	0.000
Statistics	8	0.820	0.474	0.225	-0.110	1.750	1.729	0.084
Mixed	9	0.415	0.081	0.007	0.257	0.573	5.140	0.000
Problems	6	0.298	0.103	0.011	0.097	0.499	2.902	0.004
Numbers-Operations	19	0.248	0.092	0.008	0.069	0.428	2.709	0.007

When Table 10 is examined, it is seen that seven studies were conducted on the analysis subjects and the effect size was calculated as 0.584. According to Thalheimer and Cook (2002) classification, this effect size has been determined as moderate considering the academic achievement of computer-assisted mathematics teaching. The effect size of 27 studies dealing with algebra was calculated as 0.539. This effect size has been found to have a moderate effect according to Thalheimer and Cook (2002) classification. The overall effect size of this group, which consists of 33 studies conducted on geometry, was calculated as 0.858. According to Thalheimer and Cook (2002) classification, this effect size was determined to have a high effect on academic achievement of computer assisted mathematics teaching. 8 studies dealing with statistics were grouped and the overall effect size of this group was calculated as 0.820. According to Thalheimer and Cook (2002) classification, this effect size may indicate that computer assisted mathematics teaching has a high effect on academic achievement. The effect size of nine studies that dealt with more than one subject in mathematics was calculated as 0.415 and it was found that computer-assisted mathematics teaching had a moderate effect on academic achievement according to Thalheimer and Cook (2002) classification. The effect size of 6 studies dealing with the problems was calculated as 0.298. According to the Thalheimer and Cook (2002) classification, this effect size has a low impact level on the academic achievement of computer-assisted mathematics teaching. The overall effect size of this group, which consists of 19 studies conducted about Numbers and Operations, was calculated as 0.248. According to Thalheimer and Cook (2002) classification, this effect size was found to have a low effect on the academic achievement of computer-assisted mathematics teaching.

Studies on computer-assisted mathematics teaching were classified according to application subjects and the data about whether the effect size between the groups made a statistically significant difference or not is presented in the table below.

Table 11. Statistical difference between groups

<i>Q-Value</i>	<i>Degrees of Freedom</i>	<i>p</i>
20.554	6	0.002

When Table 11 is examined, it is seen that the p-value is less than 0.05, which is determined as the significance level. However, it was determined that the Q-value (20,554) is greater than the critical value (12,592) when the degree of freedom 6 is 0.05. Based on these situations, it was determined that there is a statistically significant difference between the groups formed when the studies in computer assisted mathematics teaching are classified according to the application subjects and the effect sizes between the groups are examined. Considering the effect sizes presented in Table 10, it was determined that the difference between the groups was in the direction of these topics, since the studies on "Geometry" and "Statistics" had a high level of impact.

3.3. Meta-Analysis Findings Regarding the Effect of Computer-Assisted Mathematics Instruction on Academic Achievement in Mathematics Course According to the Education Level of the Sample

Another sub-problem of the study is "Does the effect of computer-assisted mathematics teaching on academic achievement differ according to the sample type?". The heterogeneity test applied to determine whether the general effect will be calculated according to the random effect model or the fixed effect model has been performed and the results are given in the table below.

Table 12. Heterogeneity test results according to education levels

<i>Education Level</i>	<i>Q-Value</i>	<i>df(Q)</i>	<i>p</i>	<i>I-Squared</i>	<i>Critical Value</i>	<i>Effect Model</i>
Primary school	1.043	2	0.594	0.000	5.991	Fixed
High school	282.864	29	0.000	89.748	42.557	Random
Middle School	328.457	60	0.000	81.733	79.082	Random
University	67.833	13	0.000	80.835	22.362	Random

When Table 12 is examined, it is seen that the p value is calculated as "0.000" because the heterogeneity test of the individual studies in which high school, middle school and university students are chosen as the sample. As a result of this calculated value being less than 0.05, it was determined that individual studies conducted with students at the relevant education level were heterogeneous. Contrary to these situations, the p value of individual studies conducted with primary school students was calculated as "0.594". Since this calculated value is greater than 0.05, it can be stated that the studies in this group are homogeneous. In addition, the heterogeneity test results made according to the application subjects also support the critical values determined for chi-square.

Table 13. Effect size of the sample according to education level

<i>Education Level</i>	<i>N</i>	<i>General ES</i>	<i>SE</i>	<i>Variance</i>	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper Limit</i>	<i>Z-Value</i>	<i>p-Value</i>
Primary school	3	0.765	0.160	0.025	0.452	1.078	4.794	0.000
High school	30	0.498	0.134	0.018	0.236	0.760	3.723	0.000
Middle School	61	0.708	0.075	0.006	0.561	0.855	9.437	0.000
University	14	0.192	0.150	0.023	-0.102	0.487	1.280	0.201

When Table 13 is examined, it is seen that three studies were conducted with primary school students and the effect size was calculated as 0.765. According to Thalheimer and Cook (2002) classification, this effect size was found to have a high effect on the academic achievement of computer-assisted mathematics teaching. The effect size of 30 studies conducted with high school students was calculated as 0.498. This effect size has been determined to have a moderate effect according to Thalheimer and Cook (2002) classification. The overall effect size of this group, which consists of 61 studies conducted with secondary school students, was calculated as 0.708. According to Thalheimer and Cook (2002) classification, this effect size has been determined to affect the academic achievement of computer-assisted mathematics teaching moderately. The overall effect size of the group consisting of 14 studies conducted with university students was calculated as 0.192. According to Thalheimer and Cook (2002) classification, this effect size may indicate that computer assisted mathematics teaching affects academic achievement at a low level.

Studies on computer assisted mathematics teaching were classified according to the education level of the sample, and the data regarding whether the effect size between the groups created a statistically significant difference is presented in the table below.

Table 14. Statistical difference between groups

<i>Q-Value</i>	<i>Degree of freedom</i>	<i>p</i>
11.070	3	0.011

When Table 14 is examined, it is seen that the p-value is less than 0.05, which is determined as the significance level. However, the chi-square value (11,070) was determined to be greater than the critical value (7,815) when the degree of freedom 3 significance level was 0,05. Based on these situations, it was determined that there was a statistically significant difference between the groups formed when the studies in which computer assisted mathematics teaching were classified according to the education level of the sample and the effect sizes between the groups were examined. When Table 13 is examined, it is found that the effect size of studies conducted with primary school students is high, and that the effect size of studies conducted with middle school students is close to a high level, and that the difference between the groups is in favor of the studies of primary and secondary school students.

4. Discussion, Conclusion and Suggestions

The aim of the study is to bring together studies that examine the effect of computer-assisted mathematics teaching on academic achievement in mathematics lesson, and to find out the effect of computer-aided mathematics teaching on academic achievement in mathematics lesson. For this purpose, the literature was scanned and the studies complying with the inclusion criteria were examined by combining them with meta-analysis method. In the meta-analysis findings, if the effect size is in a medium or higher group according to Thalheimer and Cook (2002) classification, the p-value of the study is expected to be less than 0.05 significance level, while the p-value of the study is 0.05 if the effect value is low or insignificant. It is expected to be greater

than the significance level. When the table in Appendix 1 is examined, although the p values of some studies (2014, Ming Chen_2; 2007, Mithat Takınyacı, 2000, Mei Chen_1, 2015, Shalette Ashman-East; 2008, Hüseyin Cumhuri Egelioğlu) were higher than 0.05 significance level, it was seen that the effect size was moderate according to the classification of Thalheimer and Cook (2002). Conversely, while the p value of some studies (2011, Brian B. Abel; 2015, Amy Dawn Fanusi; 2005, Tina Renee Cannon) was less than 0.05 significance level, the effect size was low and insignificant according to the Thalheimer and Cook (2002) classification. When the literature is examined, it is seen that there may be several reasons for the p value to be insignificant. However, it was stated that it could be caused by the sample size and the effect size. Considering this situation, if the p value is higher than 0.05 significance level, the sample sizes of the studies whose effect values are moderate according to the Thalheimer and Cook (2002) classification were examined and it was stated that the study with the highest sample was conducted with 15 students. On the contrary, the p value is less than 0.05 significance level and the effect size is medium in Thalheimer and Cook (2002) classification (2011, Brian B. Abel; 2015, Amy Dawn Fanusi; 2005, Tina Renee Cannon), the sample size is the least. It was observed that the study had 113 experimental group students. Considering this situation, it can be said that the inconsistency between p values and effect size classification is due to the sample size as expressed in Cozby and Bates' (2012) study.

When the meta-analysis findings are examined, it is seen that the effect levels of the studies coded as 2011, Selçuk Fırat, 2010, Sinem Budak, 2000, Mei Chen_2 and 2011, Emine Tayan are at the top of some studies that are excellent according to Thalheimer and Cook (2002) classification (see Appendix 1). When these studies are examined, it is seen that 2011, Selçuk Fırat coded study and 2000, Mei Chen_2 coded studies make use of game and embedded teaching approaches, respectively, in addition to computer aided mathematics teaching. As a result of the studies, the researchers stated that the difference between the experimental and control groups was not only due to computer support and that different approaches used with computers were also effective. However, the effect size was high according to Thalheimer and Cook (2002) classification, the difference between achievements was in favor of the control group that coded as 2004, Douglas Edwin Bump associated the unsuccess of computer-assisted teaching group with some technical problems (slow servers, internet problems, etc.).

Çelik (2013) examined the effect of alternative teaching methods on academic achievement by using meta-analysis method. Computer-assisted learning was discussed in one of the examinations made according to the types of alternative teaching methods. The overall effect size of 11 studies dealing with computer-assisted learning was calculated as 0.863. This general effect has been determined to be high according to Thalheimer and Cook (2002) classification. By meta-analysis, Demir (2013) combined the studies examining the impact of computer-aided teaching mathematics achievement in mathematics applied in Turkey. In the study that brought together 40 studies, the effect of computer-assisted mathematics teaching on mathematics achievement was presented as 0.899. This effect size was determined as high level according to Thalheimer and Cook (2002) classification. When the studies in the literature are examined, it is seen that the findings are similar.

The studies, which were brought together and evaluated within the scope of the work carried out, were examined by grouping them according to the subjects on which the applications were made. When the meta-analysis findings are examined, it is revealed that the effect sizes of the studies applied on statistics and geometry are high according to the Thalheimer and Cook (2002) classification. On the other hand, it was found that computer assisted mathematics teaching had a moderate effect in mixed groups dealing with algebra, analysis and general subjects. It was determined that the effect of computer-assisted mathematics teaching was low in the problems, numbers-operations group (see Table 10). In addition to that, it was determined that the studies significantly differed from one another according to the application subjects (see Table 11).

The remarkable point in the analysis made according to the subjects is that while the overall effect size of the studies conducted on statistical subjects was high, the p value (0.084), which showed a statistically significant difference between the groups, exceeded the rejection limit. When the studies on statistical issues are examined individually, it is seen that there are studies (2012, Turgay Andiç; 2010, Nazife Şen_1; 2011, Selçuk Fırat) with excellent and high effect sizes, also there are studies (2004, Şule Çubuk; 2010, Nazife Şen_2; 2001, Thomas A. Haapoja) with medium effect sizes in favor of the control group. In addition to this situation, the fact that the study with the highest effect size (2011, Selçuk Fırat) was included in this group was evaluated as another factor. When all these situations are brought together, the high effect size of the studies dealing with statistics issues can be considered as the reason why the p value is very close to the limit.

Considering the overall effect size of the studies dealing with geometry, it is seen that the academic achievement in the mathematics course is highly influenced. However, because of combining the conducted studies, a statistically significant difference was found between the success scores of the participants in the experimental and control groups. In studies dealing with geometry issues, it is thought to be effective that the software used in increasing the academic achievement of computer-assisted mathematics teaching in the mathematics course has a dynamic structure and the ability to perform dragging action. Akgül (2014) explained

the increase in students' achievement in a way that the software used in her study, when used in teaching abstract geometry subjects, improves the imagination power of students and enables them to be understood better. In addition to this, she pointed out the dynamic nature of geometric shapes by emphasizing the ability to move and rotate the created shape in the desired direction. In addition, Gürbüz (2008) stated that in the traditional learning environment, students do not have the chances to predict, reason, experiment, see the results of the experiment, and draw formulas, whereas in the computer-aided environment, these opportunities are offered to students to a large extent. In cases where students have difficulties in learning abstract concepts, it is stated as a result that abstract concepts can be concretized by visualizing and made easier to understand through computer-aided education (Çiftçi 2006; Ersoy, 2003). When all these situations are taken into consideration together, they can be defined as explanations of the high effect size. Sosa, Berger, Saw, and Mary (2011) investigated the success of computer-aided mathematics teaching specifically on statistical issues using meta-analysis method. However, they have calculated overall effect by using different moderators. Sosa et al. (2011) calculated the overall effect of 45 studies they examined as 0.33. One of the moderators of the study examined undergraduate and graduate as academic level. While the overall effect size of the group consisting of undergraduate students was found to be 0.25, the overall effect size of the studies that graduate students made up the sample was calculated as 0.68. In another study, Hsu (2003) investigated the effect of computer-aided instruction in statistics education with meta-analysis. As a result of the study, the effect size of combined 25 individual studies combined was calculated as 0.43 and it was stated that this calculated value was moderate according to the Thalheimer and Cook (2002) classification. In the meta-analysis study which conducted, the effect size of the studies dealing with statistics was calculated as 0.820, and this calculated value was stated to have a high level of impact according to the Thalheimer and Cook (2002) classification. While the effect levels of the studies conducted by Hsu (2003) and Sosa et al. (2011) were medium, this effect was found at a high level in the meta-analysis. While investigating the reason for the emergence of such a difference, the effect sizes of the studies included in the meta-analysis were examined and as a consequence of the examination, it was seen that all of the studies with high effect size in the field of statistics were domestic studies. Therefore, the findings of the Hsu (2003) and Sosa et al. (2011) study and the findings of the meta-analysis study differed from each other.

The studies, which were brought together and evaluated within the scope of the study, were examined by grouping them according to the sample type in which the applications were carried out. When the meta-analysis findings were examined, it was found that the effect sizes of the studies in which primary school students made up the sample were found to be at a high level according to the Thalheimer and Cook (2002) classification. On the other hand, the effect sizes of the studies in which middle school and high school students formed the samples were found to be medium according to the classification of Thalheimer and Cook (2002). The effect size of the studies, the sample of which was formed by preservice teachers, was found to be low according to Thalheimer and Cook (2002) classification. Moreover, it was found that the effect of computer-assisted instruction constituted within the scope of the study on academic achievement in mathematics lesson statistically differs according to the sample type.

Different studies in the literature have also been benefited to examine the academic achievements of computer-assisted mathematics teaching. In these studies, some studies were grouped according to the sampling in sub-dimensions and the overall effect size was calculated (Demir, 2013; Lein, 2016; Sunğur, 2015). In one of these studies, Sunğur (2015) combined the studies, the sample of which was formed with elementary school students with the meta-analysis method and proved the general effect. After the overall effect was calculated, individual studies were grouped according to application subjects and the overall effect size for each group was calculated. In the study of Sunğur, the overall effect size of 22 studies, the sample of which was composed of primary school students, was 1.041. It has been stated that this effect size is high according to Thalheimer and Cook (2002) classification. In another study, Demir (2013) examined the effect of computer-assisted mathematics teaching on academic achievement with meta-analysis method and determined one of its sub-dimensions as the education level of the study samples. The effect size was calculated by combining the studies, the sample of which was composed of primary school students, and was found to be 0.872. According to the classification of Thalheimer and Cook (2002), the effect of computer-assisted mathematics teaching on academic achievement is high. When looking at the findings of the meta-analysis study conducted, the effect size of the studies, the sample of which was composed of primary school students, was calculated to be 0.765. It was determined to be at a high level according to the Thalheimer and Cook (2002) classification. Based on this situation, it can be said that the findings of Demir (2013) and Sunğur's (2015) study and the findings of the meta-analysis studies are mutually supportive.

Demir (2013) examined the studies which he included in the meta-analysis according to sample types. The effect size of the studies in which secondary school students formed the sample was found to be 0.778 and it was stated to be at a high level according to the Thalheimer and Cook (2002) classification. Within the scope of the study, the general effect size of the studies in which the sample of secondary school students was calculated was calculated as 0.708 and it was stated that it was at a medium level according to the Thalheimer and Cook (2002) classification. Although the classifications of the studies are different, it can be said that the findings support

each other since the effect sizes of the studies are very close to one another. In another meta-analysis study in the literature, Lein (2016) divided the sample into two groups in one of its sub-dimensions and calculated the overall effect size. While the overall effect size of the studies in which most of the participants were elementary school students was calculated as 1.12, the overall effect size of the studies in which the majority of the participants were high school students was calculated as 0.61. According to the classification of Thalheimer and Cook (2002), the effect size of the studies composed mainly of primary school students was high, while the overall effect size of the studies in which most of the participants were high school students was medium. According to the findings of the meta-analysis study carried out, the effect of computer-assisted mathematics teaching on the academic achievement of middle school students in mathematics lesson was found to be higher than high school students according to the Thalheimer and Cook (2002) classification. From this point of view, the findings of the study and the findings of Lein (2016) support each other.

Studies analyzing the effect of computer-assisted mathematics teaching in the literature on academic achievement in mathematics lessons were combined with meta-analysis method. As a consequence of this combination, the effect size was determined to be at a medium level according to the Thalheimer and Cook (2002) classification. Based on the meta-analysis findings, it was concluded that computer-assisted mathematics teaching positively affected the academic achievement in mathematics course.

It was concluded that computer-assisted mathematics teaching was more effective in geometry and statistics in practice subjects, one of the moderators of the study. In other words, it has been concluded that computer assisted mathematics teaching has a greater effect on academic achievement, especially in geometry and statistics. In addition to this result, it can be stated that the effect of computer-assisted mathematics teaching on academic achievement changes according to the application subjects.

It was concluded from the education level of the sample, another moderator of the study, the effect of computer-assisted mathematics teaching on the academic achievement of the mathematics lesson was inversely proportional to the increasing age of the participants. In other words, as the age of the participants increased, it was determined that computer-assisted mathematics teaching lost its effect on academic achievement in mathematics lesson. In addition to this result, it can be stated that the effect of computer assisted mathematics teaching on academic achievement in mathematics lesson varies according to the education level of the sample.

One of the conclusions reached within the scope of the study is that the effect of computer-assisted mathematics education on academic achievement in mathematics lesson increases as the level of education increases. Based on this result, it is recommended that preservice teachers working especially at primary and secondary school levels give more place to computer-aided education.

One of the inclusion criteria of the study was language. Within the scope of the study, studies written in Turkish and English languages were included in the meta-analysis. However, theses published in countries such as Germany, France, the Netherlands, Italy, Spain, Finland and Russia, especially in Far Eastern countries, were excluded from this study. For this reason, the effect of computer-assisted mathematics teaching on academic achievement in mathematics can be investigated more comprehensively, especially with a team that can translate theses published abroad into different languages.

Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin Matematik Dersindeki Akademik Başarıya Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması

1. Giriş

Bilginin hızla değiştiği ve yenilendiği günümüzde bilgi ve becerilerin kazandırılması yanında bilgiye ulaşma, bilgiyi kullanma ve üretme becerilerinin kazandırılması, hayat boyu öğrenme felsefesinin benimsetilmesi ve ezberlemeye değil bilgiyi oluşturmaya, geliştirmeye ve yapılandırmaya yönelik eğitim verilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır (Gençoğlu, 2013). Bilginin hızlı bir şekilde değişimi genelde eğitim öğretimi özelde ise matematik eğitimini etkilemiştir. Matematik eğitimi alanında yapılan çalışmalar, eğitimin kalitesinin artırılması, öğretimin kalıcılığının sağlanması boyutuna yönelmiştir. Matematik öğretimi matematiksel öğrenmenin sağlanabilmesi için gerçekleştirilen bir dizi etkinlik olarak ifade edilebilir. Özellikle okul düzeyindeki matematik öğretimi göz önüne alındığı zaman, matematik öğretiminin amacı öğrenciye istenilen matematik kültürünü vermek, arzu edilen matematik becerilerinin yanında onun matematiksel düşünme yeteneğini de geliştirmek şeklinde ifade edilmiştir (Baki, 2008).

Geçmiş yıllarda matematik öğretimi kağıt-kalem etkinlikleri ile sürdürülmekte iken gelişen teknolojinin sınıflarda yerini bulmasıyla birlikte kağıt kaleme dayalı öğrenme süreci yerini dijital araçlarla bırakmaya başlamıştır. Dijital araçların matematik eğitiminde kullanılmaya başlanması ile teknolojinin eğitimdeki yeri her geçen gün daha fazla yer almıştır (Pierce, & Ball, 2009). Teknolojinin hızla ilerlemesi ve eğitim faaliyetlerinde kullanılması, “Matematik eğitimindeki kaliteyi arttırmak ve başarıyı yükseltmek amacıyla bilgisayar desteğinden faydalanılmalı mı?” sorusunu ön plana çıkarmıştır. National Council of Teachers of Mathematics (2000) (NCTM)’nin yayınladığı raporda teknoloji, matematik öğretimi etkilediği, öğrencilerin öğrenmelerini zenginleştirdiği, matematiği öğrenme ve öğretme için gerekli olduğu ifade edilmiştir. NCTM’in raporundan sonra pek çok çalışma da teknolojinin matematik öğretimi daha anlamlı kılmak, matematik öğrenme ortamını zenginleştirmek için kullanışlı olduğunu ifade etmiştir (Cam, Yarar, Toraman ve Erdamar, 2016; Güven ve Karataş, 2009; Hamersa, 2002; Huelskamp, 2009). Benzer çalışmaların bir sonucu olarak değişen (Talim ve Tercüye Kurulu Başkanlığı (TTKB), 2011) ve yenilenen öğretim programları (TTKB, 2013) eğitim ve öğretim ortamında teknolojinin etkin bir şekilde kullanılmasının önemini ve gerekliliğini vurgulamaktadır. Son dönemde bilgisayar destekli matematik öğretimi bağlamında birçok çalışma yapılmıştır (Avcı, 2017; Berková, 2017; Çolakoğlu, 2018; Demir, 2013; Dışbudak, 2017; Keskin, 2018; McDonough ve Tra 2017; Mulyono, Kusumah ve Rosjanuardi, 2019; Ng ve Chan 2019). Çalışmaların geneline bakıldığında, bilgisayar destekli matematik öğretiminin uygulandığı grubun matematik dersindeki akademik başarı puanı yüksek çıkmasına (Chen, 2014; Kwang, 2000; Özgün-Koca, 2001; vd.) karşın, bazı çalışmalarda geleneksel yaklaşımın uygulandığı grubun matematik dersindeki akademik başarısı yüksek çıktığı (Gravitt, 2010; Rosales, 2005) görülmektedir. Bununla birlikte çalışmalarda deney ve kontrol grubu olarak belirlenen gruplar arasında yapılan analizlerde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar çıkarken (Patel, 2010; Pelech, 2015; vd.), bazı çalışmalarda gruplar arasında yapılan analizlerde kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar (Rose, 2001; Çubuk, 2004; vd.) çıkmıştır. Sonuç olarak literatürde bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarısını inceleyen pek çok çalışma yer almakta ve bu çalışmaların sonuçları bizlere kesin bir bilgi sunmamaktadır. Pek çok çalışma bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarıyı arttırdığını ifade etse de azımsanamayacak kadar bir kısım ise bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarı üzerinde bir etkisinin olmadığını ifade etmiştir. Bunun yanı sıra mevcut çalışmaların gün geçtikçe artması her bir çalışmanın incelenmesini de zorlaştırmaktadır. Bu bilgi yığınına yorumlamak ve yeni çalışmalara yol açmak için yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda literatürde yer alan çalışmalarını derleyip toparlayarak bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarı üzerindeki genel etkisini ortaya koyacak “büyük resmi” gösteren bir çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur.

Bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarısı üzerindeki etkisini inceleyen derleme araştırmalarından bazıları detaylıca sunulmuştur. Çelik (2013) çalışmasında ilköğretim matematik derslerinde kullanılan alternatif öğretim yöntemlerinin akademik başarıya etkisini tespit etmek amacı ile literatürde yer alan çalışmaları meta-analiz yöntemiyle incelemiştir. Literatür taramasının sonucunda 2005 – 2011 yılları arasında uygulanan 344 çalışmaya ulaşıldığı belirtilmiştir. Dahil etme kriterlerinin ardından belirlenen bu 344 çalışma yerini 74 çalışmaya bırakmıştır. Alternatif öğretim yöntemleri üzerinden yapılan taramanın moderatörlerinden birisi bilgisayar destekli öğrenme olarak seçilmiştir. Dahil etme kriterleri içerisinde yer alan 74 çalışmadan 11 tanesi alternatif öğrenme yaklaşımlarından bilgisayar destekli öğretimi ele aldığı görülmüştür. Bu çalışmaların etki büyüklüğü 0,863 olarak hesaplanmıştır. Çalışma içerisinde bu etki büyüklüğünün Thailhaimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzeyde etki ettiği ifade edilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi Çelik (2013) çalışmasında özel olarak bilgisayar destekli matematik öğretimine değil genel olarak alternatif öğretim yöntemlerini ele alarak çalışmasını yürütmüştür. Sosa, Berger, Saw ve Mary (2011) çalışmasında istatistik alanında bilgisayar destekli öğretimi ele alan çalışmaları meta-analiz yöntemi ile birleştirmişlerdir. Çalışmanın gerekçesini daha önce yapılan meta-analiz çalışmalarının bilgisayar destekli

matematik öğretiminin genel başarı üzerindeki etkisini araştırdığını fakat özel olarak alana inilmediğini göstererek ifade etmişlerdir. Sosa ve diğerleri (2011) özel olarak bilgisayar destekli matematik öğretiminin istatistik konuları üzerinde yürütülen 45 deneysel çalışmayı bir araya getirmişlerdir. Literatür taraması sonucunda ulaşılan çalışmalar birçok moderatör açısından ele alınmıştır. Bu moderatörler; katılımcıların öğrenim seviyeleri (lisans ve lisansüstü), yayın türü, ön hazırlık kontrolleri, vb. şeklinde sıralanabilir. Diğer çalışmalardan farklı olarak Sosa ve diğerleri (2011) yürüttükleri meta-analiz çalışmasında moderatörleri cevabı evet ya da hayır olacak şekilde gruplandırmışlardır. Bir başka ifade ile moderatörleri kendi içlerinde iki gruba ayırarak incelemişlerdir. Çalışma sonucunda bilgisayar destekli öğretimin istatistik konuları üzerindeki genel etkisi 0,33 olarak bulunmuştur. Çalışmanın moderatörlerinden biri olan akademik seviye, lisans (undergraduate) ve lisansüstü (graduate) şeklinde incelemiştir. Örneklemini lisans öğrencilerinin oluşturduğu grubun genel etki büyüklüğü 0,25 olarak bulunurken, lisansüstü öğrencilerin örneklemini oluşturduğu çalışmaların genel etki büyüklüğü 0,68 olarak hesaplanmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi Sosa ve diğerleri (2011) çalışmasında özel olarak istatistik alanındaki çalışmaları değerlendirmiş, tüm matematik konularına odaklanmamıştır. Lein (2016) çalışmasında öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilerin sözel problemleri çözme başarılarına bilgisayar destekli öğretimin etkisini meta-analiz yöntemi ile araştırmıştır. Bu amaç doğrultusunda 28 adet çalışmayı meta-analiz yöntemi ile birleştirerek ele almıştır. Bu çalışmalar verilerini sunuş şekline bağlı olarak kendi içinde de farklı çalışmalar olarak ele alınmış ve 28 adet çalışma toplamda 31 adet çalışma olarak incelenmiştir. Bir araya getirilen bu 31 çalışmanın sonucunda genel etki büyüklüğü 1,03 olarak hesaplanmıştır. Bu genel etki büyüklüğü Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzeydedir. Bununla birlikte çalışma kapsamında ele alınan moderatörlerden biri öğrencilerin öğrenim seviyesi olarak belirlenmiştir. Gruplandırma işlemi 1'den 7'ye kadar olan sınıflar ilköğretim, 7'den 12'ye kadar olan sınıflar ise ortaöğretim olacak şekilde belirlenmiştir. Öğrenci seviyelerine göre genel etki büyüklüklerine bakıldığında, ilköğretim olarak gruplandırılan çalışmaların genel etki büyüklüğü 1,12 olduğu bu sınıflandırmanın Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre çok yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ortaöğretim olarak gruplandırılan çalışmaların genel etki büyüklüğü 0,61 olarak belirlenmiştir. Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre orta düzey olduğu ifade edilmiştir. Bir başka moderatör olarak sözel problemlerin içeriklerine göre gruplandırma yoluna gidilmiştir. Problemler kendi içinde toplam ve farkın, dört işlemin kullanıldığı ve kesir, oran ile cebirsel problemlerin kullanıldığı üç başlık altında incelenmiştir. İçerik moderatörüne göre genel etki büyüklüklerine bakıldığında en yüksek etkinin dört işlemin kullanıldığı problemlerde olduğu görülmektedir. Sunğur (2015) çalışmasında bilgisayar destekli öğretimin ilköğretim öğrencilerinin akademik başarılarına etkisini meta-analiz yöntemi ile araştırmıştır. Bu araştırma kapsamında moderatör olarak öğretim yöntemlerini, çalışmanın uygulandığı yılları, okul türünü, uygulama derslerini ve tez türlerini dikkate almıştır. Yapılan literatür taramasının sonucunda dahil etme kriterlerine uygun olarak (sadece ilköğretim öğrencileri ile uygulanan bilgisayar destekli öğretimi) belirlenen 60 çalışma ile yürütülmüştür. Çalışmanın sonucunda genel etki büyüklüğü 1,162 olarak hesaplanmıştır. Bu etki büyüklüğü ise Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre çok yüksek olarak belirlenmiştir. Çalışmanın moderatörlerinden birisi çalışmanın yapıldığı ders alanı olarak belirlenmiştir. Bu moderatör içerisinde fen ve teknoloji, görsel sanatlar, matematik ve sosyal bilgiler olmak üzere 4 ders yer almaktadır. Özel olarak matematik dersinin genel etkisine bakıldığında 1,041 olduğu görülmektedir. Çalışma kapsamında elde edilen Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Daha önceden de belirtildiği gibi, Sunğur (2015) çalışmasında örneklemini ilköğretim öğrencileri ile sınırlandırmıştır.

Yukarıda ifade edilen derleme çalışmalarına bakıldığında bir araya getirilen çalışmaların yurt içi ve yurt dışı olarak ayrı ayrı ele alındığı literatüre bir bütün olarak alınmadığı görülmüştür. Yurt içinde yapılan derleme çalışmaları, yurt içinde uygulanan bilgisayar destekli matematik öğretimi çalışmalarını bir araya getirirken, yurt dışındaki derleme çalışmaları yurt dışında uygulanan bilgisayar destekli matematik öğretiminin etkisini araştıran çalışmaları bir araya getirerek genel etki hesaplanmıştır. Yapılan derleme çalışmalarında moderatörlerden biri uygulama yapılan ders olarak ele alınmıştır. Bununla birlikte bu dersler matematik ve geometri olarak ikiye ayrılmıştır. Günümüzde matematiğin geldiği noktaya bakıldığında ise uygulama dersleri sadece geometri ve matematik olarak bölünmesi yetersiz olacak, özellikle matematik kendi içinde çok daha farklı alanlara (cebir, istatistik gibi) bölünebilecektir.

Tüm bu durumlar göz önüne alındığında, alternatif bir öğretim yaklaşımı olarak “Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi”nin matematik dersi akademik başarısı üzerindeki etkisinin olup olmadığı, eğer bir etki varsa bu etkinin yönünün ne olduğunu belirlemek araştırmanın temel amacını ortaya koymaktadır. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın problemi “Bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersi akademik başarısı üzerindeki etkisi nedir?” olarak belirlenmiştir. Bu problemin alt problemleri olarak “Bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarı üzerindeki etkisinin uygulama konularına göre farklılaşmakta mıdır?” ve “Bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarı üzerindeki etkisi örneklem türüne göre farklılaşmakta mıdır?” şeklinde belirlenmiştir.

2. Yöntem

Bu araştırma kapsamında bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersi akademik başarısı üzerindeki etkisi literatürde yer alan çalışmalardan faydalanarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda meta-analiz yöntemi tercih edilmiştir. Meta-analiz; bir konu, tema ya da çalışma alanı hakkındaki benzer çalışmaların belirli ölçütler altında gruplanıp, bu çalışmalar ait nicel bulguların birleştirilerek yorumlanmasıdır (Dinçer, 2014; Kış, 2013; Karasoy ve Ata, 2008).

2.1. Verilerin Toplanması

Bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersi akademik başarısı üzerindeki etkisini inceleyen yüksek lisans ve doktora tezleri bu araştırmanın temel veri kaynağını oluşturmaktadır. Yapılan literatür taraması sonucunda birçok doktora ve yüksek lisans tezine bunların yanı sıra, makale ve bildiriye ulaşılmıştır. Çalışmalar detaylı bir şekilde incelendikten sonra bildirilerin meta-analiz için yeterli bilgileri (örneklem büyüklüğü, aritmetik ortalama, standart sapma, p değeri, t değeri vb.) içermediği ortaya çıkmıştır. Bildirilerin bir kısmı meta-analiz için uygun verileri taşıyamıyorken, diğerleri de meta-analizin moderatörlerini taşımadığı için çalışmanın dışında tutulmuştur. Makalelerde yapılan incelemenin sonucunda ise çoğunun bitirilmiş bir doktora ya da yüksek lisans tezinin bir ürünü olduğu görülmüştür. Bu nedenlerden dolayı, yürütülen meta-analiz çalışması kapsamında bildiri ve makaleler dışarıda tutulmuştur.

Çalışma kapsamında “bilgisayar destekli matematik öğretimi”; “akademik başarı”, “performans”, “computer aided design”, “computer supported learning” “computer-enhanced”, “achievement”, “performance” gibi anahtar kelimeler kullanılmıştır. Anahtar kelimeler ile ilgili veri tabanlarında farklı kombinasyonlar yapılarak taramalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan kaynaklara dört veri tabanı üzerinden ulaşılmıştır. Türkçe olarak yayımlanan tezlerin tamamına Ulusal Tez Merkezi tarafından ulaşılmıştır. Yabancı literatür için “Dissertations & Thesis Global - ProQuest”, “British Library e-theses online service” ve “Theses Canada Portal” veri tabanları kullanılmıştır. Tarama yaptırılırken “İzinli” tezler seçilmiştir. İzinli olarak yayımlanmayan tezlerin ise özet kısımlarına erişilebilmektedir fakat özet kısmı meta-analiz için yeterli veri bulundurmadığı için bu tezler çalışmanın dışında bırakılmıştır.

2.2. Dahil Etme Ölçütleri

Araştırmaya dahil edilen çalışmaların belirlenmesinde aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır.

Kriter 1 (Zaman Aralığı): Meta-analize dahil edilen çalışmaların yayımlandığı yıl 2000 – 2015 arası olarak belirlenmiştir. NCTM (2000) yılındaki raporunda teknolojinin kullanılması önerilmiştir. Bu nedenle araştırmaya 2000’den itibaren çalışmalar dahil edilmiştir.

Kriter 2 (İzin Durumu): Meta-analize dahil edilen çalışmaların izinli ve tam metin olanlar seçilmiştir.

Kriter 3 (Araştırma Yöntemi): Meta-analize dahil edilen çalışmalarda araştırma yöntemi olarak nicel yöntemlerin kullanılmasına dikkat edilmiştir.

Kriter 4 (Yeterli Sayısal Veri İçermesi): Tezlerde sunulan veriler arasında örneklem sayısı, aritmetik ortalama, standart sapma, t değeri, p değeri gibi değerleri bulunduran çalışmalar dikkate alınmıştır.

Kriter 5 (Dil): Literatür taramasında incelenen çalışmalardan Türkçe veya İngilizce dilinde yazılmış olanlar meta-analize dahil edilmiştir.

Kriter 6 (Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi): Literatür taraması sonucunda ulaşılan çalışmalardan katılımcıların bilgisayarla bir etkileşim içerisinde olduğu çalışmalar tercih edilmiştir.

2.3. Verilerin Kodlanması

Çalışma kapsamında elde edilen çalışmaların hepsi yıl, yazarın ad soyadı formatından kodlanmıştır. Örneğin Elizabeth Rodriguez’in 2000 yılında yapmış olduğu çalışmanın dosyası “2000, Elizabeth Rodriguez” şekilde kodlanmıştır.

Meta-analiz çalışmasında güvenilirliğinin sağlanabilmesi için araştırmacının (kodlayıcı – 1) ve matematik eğitimi alanından bir araştırmacının (kodlayıcı – 2) yapmış oldukları kodlamalar karşılaştırılmıştır. Bazı kaynaklarda (Vierra ve Garrent, 2005; Card, 2012; Ural, 2014) kodlayıcılar arası frekans verilerinden yararlanılarak belirlenen bu uyum oranında seçenekler az ise şans faktörünün etkili olabileceği söylenmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için Cohen’s Kappa istatistikinden faydalanılabilir. Cohen’s Kappa testi sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1. Kodlayıcılar arası uyum Kappa testi sonuçları

Measure of Agreement	Kappa	Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
		,881	,082	5,212	,000
N of Valid Cases		35			

a. Not assuming the null hypothesis ; b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Tablo 1 incelendiğinde kodlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı ,881 olarak bulunmuştur. Bulunan bu değer Viera ve Garrett'in (2005) çalışmasına göre değerlendirildiğinde, neredeyse mükemmel uyum olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Meta-analize dahil edilen çalışmalar ele aldıkları uygulama konularına göre ve çalışmalardaki örneklem türüne göre incelenmiştir. Çalışmaların konularına bakıldığında birbirinden farklılık gösterdiği görülmektedir. Geometrik cisimler, kümeler, prizmalar, harfli ifadeler, açılar ve üçgenler, türev, fonksiyonlar vb. konular ile karşılaşılmış ve çok fazla kategori ortaya çıkmıştır. Çalışmalarda ele alınan konuların ortak başlıklar altında toplanmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür. Çalışmalar Analiz, Cebir, Geometri, İstatistik, Karma (Konu başlığı altında ele alınan diğer başlıkların birden çoğunu ele alan çalışmalar), Problemler, Sayılar ve İşlemler olmak üzere yedi başlık altında toplanmış ve başlıklar altında ele alınan konular aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2. Çalışmaların uygulandığı konu başlıkları

Konu Başlığı	Konular
Analiz	Trigonometri, Türev, İntegral, Limit ve Süreklilik
Cebir	Kümeler, Lineer Denklemler, Harfli İfadeler, İkinci Dereceden Denklemler, Fonksiyonlar, Doğrusal Denklemler, Doğrusal Denklemler ve Grafikleri, Oran – Orantı, Bağlantı, Fonksiyon ve İşlem, Üstel ve Logaritmik Fonksiyonlar
Geometri	Açılar ve Üçgenler, Dönüşüm Geometrisi, Geometrik Cisimler, Çokgenler ve Dörtgenler, Çember ve Daire, Doğrular, Uzayda Vektörler, Uzayda Doğru Denklemleri, Uzayda Düzlem Denklemleri
İstatistik	İstatistik, Permütasyon ve Kombinasyon, Olasılık
Karma	Birden çok başlığı bir arada içeren çalışmalar
Problemler	Problemler, Sözel Problemler
Sayılar ve İşlemler	Sayılar, Köklü Sayılar, Karmaşık Sayılar, Doğal Sayılarda Dört İşlem, Kesirler, Yüzde Hesaplamaları

Örneklemdeki öğrencilerin eğitim kademeleri birbirinden farklılık göstermektedir. Eğitim kademelerine bakıldığında, bu kademelerin ilköğretim dördüncü sınıftan üniversite üçüncü sınıf öğrencilerine kadar uzandığı görülmektedir. Çalışma kapsamında eğitim kademelerine yönelik sınıflandırmalar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3. Çalışmalardaki örneklemelerin eğitim kademesi

Eğitim Kademesi	Sınıf Düzeyi
İlköğretim	İlkokul - 4
Orta Okul	Orta Okul – 1, Orta Okul – 2, Orta Okul – 3, Orta Okul – 4
Lise	Lise – 1, Lise – 2, Lise – 3, Lise - 4
Üniversite	Lisans – 1, Lisans – 2, Lisans - 3

2.4. Verilerin Analizi ve Yorumlanması

Bir meta-analiz çalışmasında kullanılacak çeşitli etki büyüklükleri vardır. Bu araştırma kapsamında elde edilen verilerinin analizinde, standartlaştırılmış ortalamalar farklılığı (Hedges's g) kullanılmıştır. Aritmetik ortalamalara dayanan etki büyüklüğü değerleri için literatürde sıklıkla kullanılan sınıflandırmalardan biri Cohen'e (1988) aittir. Bu sınıflandırma etki büyüklüklerini 3 sınıflandırmaya ayırdığını için daha detaylı bir sınıflandırmaya ihtiyaç duyulmuş ve Thalheimer ve Cook'a (2002) ait sınıflandırma ortaya çıkmıştır. Thalheimer ve Cook'un (2002) sınıflandırılmasının tercih edilmesinde, yapılan sınıflandırmanın daha ayrıntılı olması ve literatürdeki birçok çalışmanın (Kış, 2013; Demir, 2013; Liao, 2007) bu sınıflandırmayı kullanması etkili olmuştur. Bu sınıflandırma aşağıdaki tabloda verilmiştir.

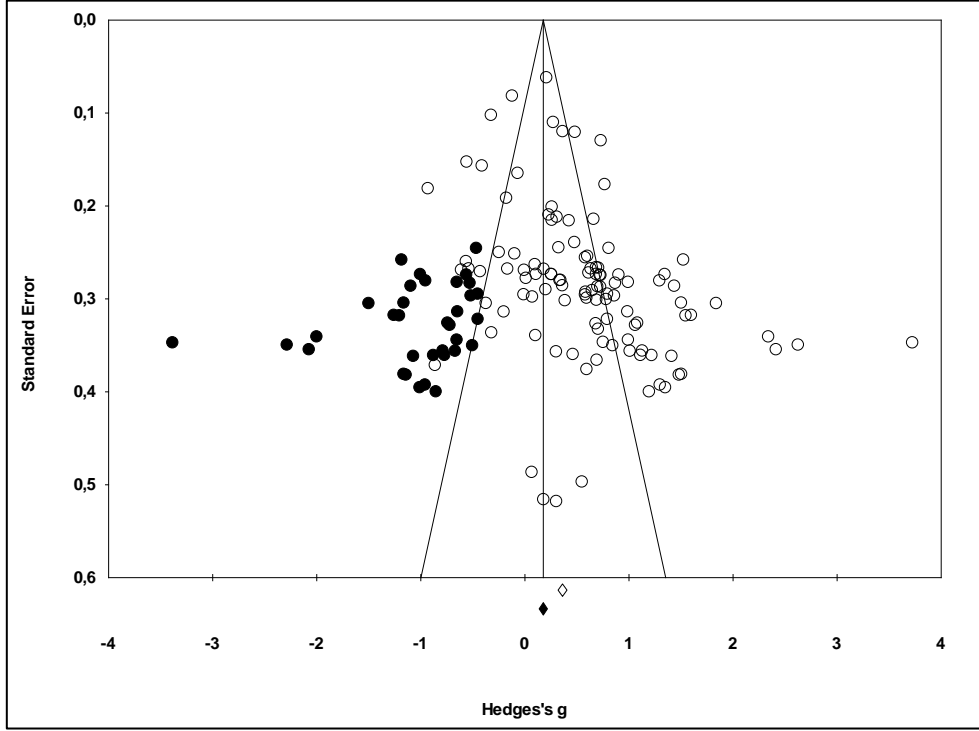
Tablo 4. Thalheimer ve Cook (2002) etki büyüklüğü sınıflandırması

d değeri	Sınıflandırma
$0,00 \leq d < 0,15$	Önemsiz düzeyde
$0,15 < d < 0,40$	Düşük düzeyde
$0,40 < d < 0,75$	Orta düzeyde
$0,75 < d < 1,10$	Yüksek düzeyde
$1,10 < d < 1,45$	Çok yüksek düzeyde
$1,45 < d$	Mükemmel düzeyde

Değerlendirme yapılırken hesaplanan etki büyüklüğü mutlak değerince hangi sınıflandırmaya girdiği belirlenir ve etki büyüklüğünün işaretine göre yorumlama yapılır. Örnek vermek gerekirse, etki büyüklüğü -0,48 olarak hesaplanan bir çalışmanın kontrol grubu lehine orta düzeyde bir etkisi olduğu söylenebilir. Benzer şekilde etki büyüklüğü 0,64 olarak hesaplanan bir çalışma için deney grubu lehine orta düzeyde bir etkinin olduğu söylenebilir.

2.6. Yayın Yanlılığı

Meta-analiz sürecinde bireysel çalışmaların etki büyüklüklerine bakılmadan önce yayın yanlılığı testi yapılır. Yayın yanlılığına karar vermede yardımcı olan huni saçılım grafiği aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. Yayın yanlılığı için huni saçılım grafiği

Huni saçılım grafiği incelendiğinde, sınırların dışında çalışmaların olduğu ve bu çalışmaların etki büyüklüğüne göre simetriklerinin etki büyüklüğünün solundaki çalışmaları ile örtüşmediği görülmektedir. Bu hali ile çalışmada yayın yanlılığı olduğu düşünülebilir. Classic fail-safe N istatistiği ile bu durum daha net bir şekilde açıklanmıştır. Classic fail-safe N 1737 olarak hesaplanmıştır. Bir başka ifade ile 0,05 anlamlılık düzeyinde neredeyse sıfır etkisine ulaşabilmesi için 1737 tane daha çalışmaya ihtiyaç vardır. Çalışma kapsamında ele alınan bireysel çalışmaların sayısının 109 olduğu ve bu çalışmaların dışında 1737 tane daha çalışmaya ulaşılması olası değildir. Bu durum yürütülen çalışmada yayın yanlılığının olmadığını bir göstergesi olarak düşünülebilir.

3. Bulgular

3.1. Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin Matematik Dersindeki Akademik Başarıya Etkisini İnceleyen Çalışmalara Ait Meta-Analiz Bulguları

Araştırmanın problemi “Bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersi akademik başarısı üzerindeki etkisi nedir?” olarak ifade edilmişti. Bu probleme cevap verme amaçlı olarak, araştırmaya dahil edilen bireysel çalışmaların etki büyüklükleri hesaplanmış ve ek 1’de verilmiştir. Etki büyüklükleri incelendiğinde, en yüksek etkiye (EB=3,731) sahip çalışma olarak 2011, Selçuk Fırat kodlu çalışmanın belirlendiği görülmektedir. Bununla birlikte etkisin en düşük (EB=0,000) olan çalışma ise 2010, Ben Fields Johnson_2 kodlu çalışma olarak belirlenmiştir.

Meta-analize dahil edilen çalışmaların etki büyüklüklerinin yönlerine göre dağılımı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 5. Çalışmaların etki büyüklüğü yönüne göre dağılımı

<i>Etki Büyüklüğünün Yönü</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
Pozitif	89	81,65
Negatif	19	17,43
Sıfır	1	0,92
Toplam	109	100,00

Tablo 3 incelendiğinde, etki büyüklüğü 89 (%81,65) çalışmada pozitif (deney grubu lehine) iken, 19 (%17,43) çalışmada ise negatif (kontrol grubu lehine) yönde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte 1 (%0,92) çalışmanın ise etki büyüklüğü 0 çıkmıştır. Çalışmaların Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre etki büyüklük sınıflandırmalarının dağılımları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 6. Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına ait frekans dağılımı

<i>Etki Büyüklüğünün Düzeyi</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
Önemsiz	11	10,09
Düşük	26	23,86
Orta	33	30,28
Yüksek	18	16,51
Çok Yüksek	10	9,17
Mükemmel	11	10,09
Toplam	109	100,00

Tablo 6 incelendiğinde Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre 11 (%10,09) bireysel çalışmanın etki büyüklüğünün önemsiz düzeyde olduğu, 26 (%23,86) bireysel çalışmanın düşük, 33 (%30,28) bireysel çalışmanın ise orta düzeyde etkisi olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, 18 (%16,51) bireysel çalışmanın yüksek düzeyde, 10 (%9,17) bireysel çalışmanın ise çok yüksek ve 11 (%10,09) bireysel çalışmanın mükemmel düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu belirlenmiştir.

Meta-analiz çalışması sonucunda ortaya çıkarılacak olan genel etki büyüklüğü, literatürde yer alan sabit etki modeline göre ya da rastgele etki modeline göre hesaplanmaktadır. Bu yaklaşımlardan hangisinin kullanılacağına karar verebilmek için heterojenlik testi uygulanmış ve heterojenlik testinin sonuçları aşağıda tabloda verilmiştir.

Tablo 7. Heterojenlik testi analizi

<i>Q-Değeri</i>	<i>df(Q)</i>	<i>p</i>	<i>I-Squared</i>
772,450	108	0,000	86,019

Tablo 7 incelendiğinde p değeri “0,000” olduğu ve 0,05 değerinden küçük olduğu görülmektedir. Bunun bir sonucu olarak bireysel çalışmaların heterojen yapıda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bireysel çalışmaların heterojen yapıda olup olmadığının testi ki-kare tablosu üzerinden de kontrol edilmelidir. Heterojenlik değerleri başlığı altında yer alan “Q-Değeri” 772,450 olarak hesaplanmış ve Ki-kare tablosundan $df(Q) = 108$ için kritik değer 133,257 olarak bulunmuştur. Q değerinin kritik değerinden büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda çalışmaların heterojen yapıda olduğu anlamına gelmektedir. Bu hesaplamalar sonucunda bireysel çalışmaların heterojen yapıda olduğu belirlenmiştir.

Meta-analize dahil edilen 109 çalışmanın heterojen yapıda olduğu belirlendikten sonra genel etki büyüklüğü rastgele etki modeline göre hesaplanmış ve sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 8. Sabit ve rastgele modellerin etki büyüklükleri

Model Tür	N	Genel EB	Standart Hata	Varyans	Alt Limit	Üst Limit	Z-Değeri	p-Değeri
Sabit	109	0,361	0,022	0,000	0,318	0,404	16,540	0,000
Rastgele	109	0,576	0,061	0,004	0,455	0,696	9,366	0,000

Tablo 8 incelendiğinde, çalışmaların etki büyüklüğünün 0,576 olduğu görülmektedir. Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre hesaplanan etki büyüklüğü orta düzey olarak belirlenmiştir. p değerinin 0,05 anlamlılık değerinden küçük olması gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir. Bir başka ifade ile geleneksel öğretim modeliyle yapılan eğitim ile bilgisayar destekli öğretim arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır. Bu sonuca göre meta-analiz yöntemiyle birleştirilen çalışmaların sonucunda elde edilen genel etki büyüklüğüne (EB=0,576) bakılarak bilgisayar destekli öğretimin matematik dersindeki akademik başarıya etkisinin olumlu yönde ve orta düzeyde olduğu belirlenmiştir.

3.2. Uygulama Konularına Göre Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin Matematik Dersindeki Akademik Başarıya Etkisine Ait Meta-Analiz Bulguları

Araştırmanın alt problemlerinden biri “Bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarı üzerindeki etkisinin uygulama konularına göre farklılaşmakta mıdır?” olarak ifade edilmişti. Genel etkinin rastgele etki modeline ya da sabit etki modeline göre mi hesaplanacağı belirlemek için uygulanan heterojenlik testi yapılmış ve sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 9. Uygulama konularına göre heterojenlik test sonuçları

Uygulama Konusu	Q-Değeri	df(Q)	p	I-Squared	Kritik Değer	Etki Modeli
Analiz	28,483	6	0,000	78,935	12,592	Rastgele
Cebir	275,002	26	0,000	90,546	38,885	Rastgele
Geometri	162,901	32	0,000	80,356	46,194	Rastgele
İstatistik	127,356	7	0,000	94,504	14,067	Rastgele
Karma	17,713	8	0,023	54,836	15,507	Rastgele
Problemler	7,426	5	0,191	32,672	11,070	Sabit
Sayılar-İşlemler	49,545	18	0,000	63,669	28,869	Rastgele

Tablo 9 incelendiğinde, Analiz, Cebir, Geometri, İstatistik, Sayılar-İşlemler konularını ele alan çalışmaların heterojenlik testi sonucunda p değeri “0,000” olarak hesaplandığı görülmektedir. Hesaplanan bu değer 0,05 değerinden küçük olmasının bir sonucu olarak ilgili konuları ele alan bireysel çalışmaların heterojen yapıda olduğu belirlenmiştir. Bu duruma ek olarak birden çok konu üzerinde yürütülen çalışmaların toplandığı karma grubunda ise p değeri “0,023” olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer 0,05 değerinden küçük olması ilgili gruptaki çalışmaların heterojen yapıda olduğunu göstermektedir. Bu durumların aksine, problemleri konu edinen çalışmaların p değeri “0,191” olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer 0,05 değerinden büyük olduğu için bu gruptaki çalışmaların homojen yapıda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca uygulama konularına göre yapılan heterojenlik testi sonuçlarını ki-kare için belirlenen kritik değerler de desteklemektedir.

Tablo 10. Uygulamaların yapıldığı konulara göre etki büyüklüğü

Konular	N	Genel EB	SH	Varyans	Alt Limit	Üst Limit	z	p
Analiz	7	0,584	0,250	0,063	0,093	1,075	2,332	0,020
Cebir	27	0,539	0,155	0,024	0,235	0,843	3,478	0,001
Geometri	33	0,858	0,114	0,013	0,635	1,082	7,533	0,000
İstatistik	8	0,820	0,474	0,225	-0,110	1,750	1,729	0,084
Karma	9	0,415	0,081	0,007	0,257	0,573	5,140	0,000
Problemler	6	0,298	0,103	0,011	0,097	0,499	2,902	0,004
Sayılar-İşlemler	19	0,248	0,092	0,008	0,069	0,428	2,709	0,007

Tablo 10 incelendiğinde, yedi çalışmanın analiz konuları üzerine yürütüldüğü ve etki büyüklüğünün 0,584 olarak hesaplandığı görülmektedir. Bu etki büyüklüğünün Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarısını orta düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Cebir konularını ele alan 27 çalışmanın etki büyüklüğü 0,539 olarak hesaplanmıştır. Bu etki büyüklüğünün Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre orta düzeyde etki ettiği bulunmuştur. Geometri konularının üzerinden yürütülen ve 33 çalışmadan oluşan bu grubun genel etki büyüklüğü 0,858 olarak hesaplanmıştır. Bu etki büyüklüğü Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarısını yüksek düzeyde etkilediği belirlenmiştir. İstatistik konularını ele alan 8 çalışma gruplandırılmış ve bu grubun genel etki büyüklüğü 0,820 olarak hesaplanmıştır. Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre bu etki büyüklüğü bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarısını yüksek düzeyde etkilediği ifade edebilir. Matematikte birden çok konuyu ele alan dokuz çalışmanın etki büyüklüğü 0,415 olarak hesaplanmış ve Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarısını orta düzeyde etki ettiği bulgusuna ulaşılmıştır. Problemleri ele alan 6 çalışmanın etki büyüklüğü 0,298 olarak hesaplanmıştır. Bu etki büyüklüğü Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarısını düşük düzeyde etkilemektedir. Sayılar-İşlemler konularının üzerinden yürütülen ve 19 çalışmadan oluşan bu grubun genel etki büyüklüğü 0,248 olarak hesaplanmıştır. Bu etki büyüklüğünün Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarısını düşük düzeyde etkilediği belirlenmiştir.

Bilgisayar destekli matematik öğretimi ile ilgili çalışmalar uygulama konularına göre sınıflandırılmış ve gruplar arasındaki etki büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığına ilişkin veriler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 11. Gruplar Arası İstatistiksel Farklılık

<i>Q-değeri</i>	<i>Serbestlik Derecesi</i>	<i>p-değeri</i>
20,554	6	0,002

Tablo 11 incelendiğinde, p-değeri anlamlılık düzeyi olarak belirlenen 0,05'ten küçük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, Q-değeri (20,554) serbestlik derecesi 6 anlamlılık düzeyi 0,05 olduğunda belirlenen kritik değerden (12,592) büyük olduğu belirlenmiştir. Bu durumlardan hareketle, bilgisayar destekli matematik öğretimi yapılan çalışmaların uygulama konularına göre sınıflandırıp gruplar arası etki büyüklüklerine bakıldığında oluşan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Tablo 10'de sunulan etki büyüklüklerine bakıldığında "Geometri" ve "İstatistik" konularında yapılan çalışmaların yüksek düzeyde etkiye sahip olması nedeniyle gruplar arasında çıkan farkın bu konu başlıklarını yönünde olduğu belirlenmiştir.

3.3. Örneklemin Eğitim Kademesine Göre Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin Matematik Dersindeki Akademik Başarıya Etkisine Ait Meta-Analiz Bulguları

Araştırmanın alt problemlerinden bir diğeri "Bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarı üzerindeki etkisi örneklem türüne göre farklılaşmakta mıdır?" olarak ifade edilmişti. Genel etkinin rastgele etki modeline ya da sabit etki modeline göre mi hesaplanacağı belirlemek için uygulanan heterojenlik testi yapılmış ve sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 12. Eğitim kademelerine göre heterojenlik test sonuçları

<i>Eğitim Kademesi</i>	<i>Q-Değeri</i>	<i>df(Q)</i>	<i>p</i>	<i>I-Squared</i>	<i>Kritik Değer</i>	<i>Etki Modeli</i>
İlkokul	1,043	2	0,594	0,000	5,991	Sabit
Lise	282,864	29	0,000	89,748	42,557	Rastgele
Ortaokul	328,457	60	0,000	81,733	79,082	Rastgele
Üniversite	67,833	13	0,000	80,835	22,362	Rastgele

Tablo 12 incelendiğinde, lise, ortaokul, üniversite öğrencilerinin örneklemini oluşturduğu bireysel çalışmaların heterojenlik testi sonucunda p değeri "0,000" olarak hesaplandığı görülmektedir. Hesaplanan bu değer 0,05 değerinden küçük olmasının bir sonucu olarak ilgili eğitim kademesindeki öğrenciler ile yürütülen bireysel çalışmaların heterojen yapıda olduğu belirlenmiştir. Bu durumların aksine, ilkokul öğrenciler ile yürütülen bireysel çalışmaların p değeri "0,594" olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer 0,05 değerinden büyük olduğu için bu gruptaki çalışmaların homojen yapıda olduğu ifade edilebilir. Ayrıca uygulama konularına göre yapılan heterojenlik testi sonuçlarını ki-kare için belirlenen kritik değerler de desteklemektedir.

Tablo 13. Örneklemin eğitim kademesine göre etki büyüklüğü

<i>Eğitim Kademesi</i>	<i>N</i>	<i>Genel EB</i>	<i>SH</i>	<i>Varyans</i>	<i>Alt Limit</i>	<i>Üst Limit</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
İlkokul	3	0,765	0,160	0,025	0,452	1,078	4,794	0,000
Lise	30	0,498	0,134	0,018	0,236	0,760	3,723	0,000
Ortaokul	61	0,708	0,075	0,006	0,561	0,855	9,437	0,000
Üniversite	14	0,192	0,150	0,023	-0,102	0,487	1,280	0,201

Tablo 13 incelendiğinde, üç çalışmanın ilkokul öğrenciler ile yürütüldüğü ve etki büyüklüğünün 0,765 olarak hesaplandığı görülmektedir. Bu etki büyüklüğünün Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarısını yüksek düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Lise öğrencileri ile yürütülen 30 çalışmanın etki büyüklüğü 0,498 olarak hesaplanmıştır. Bu etki büyüklüğünün Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre orta düzeyde etki ettiği belirlenmiştir. Ortaokul öğrencileri ile yürütülen ve 61 çalışmadan oluşan bu grubun genel etki büyüklüğü 0,708 olarak hesaplanmıştır. Bu etki büyüklüğünün Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarısını orta düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Üniversite öğrenciler ile yürütülen 14 çalışmanın oluşturduğu grubun genel etki büyüklüğü 0,192 olarak hesaplanmıştır. Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre bu etki büyüklüğü bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarısını düşük düzeyde etkilediği ifade edebilir.

Bilgisayar destekli matematik öğretimi ile ilgili çalışmalar örneklemin eğitim kademesine göre sınıflandırılmış ve gruplar arasındaki etki büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığına ilişkin veriler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 14. Gruplar arası istatistiksel farklılık

Q-değeri	Serbestlik Derecesi	p
11,070	3	0,011

Tablo 14 incelendiğinde, p-değeri anlamlılık düzeyi olarak belirlenen 0,05'ten küçük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, ki-kare değeri (11,070) serbestlik derecesi 3 anlamlılık düzeyi 0,05 olduğunda belirlenen kritik değerden (7,815) büyük olduğu belirlenmiştir. Bu durumlardan hareketle, bilgisayar destekli matematik öğretimi yapılan çalışmaların örneklemin eğitim kademesine göre sınıflandırıp gruplar arası etki büyüklüklerine bakıldığında oluşan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Tablo 13 incelendiğinde, ilkökul öğrencileri ile yürütülen çalışmaların etki büyüklüğünün yüksek düzeyde, ortaokul öğrencileri ile yürütülen çalışmaların ise etki büyüklüğünün yüksek düzeye yakın olması, gruplar arasında çıkan farkın örneklemini ilkökul ve ortaokul öğrencilerinin oluşturduğu çalışmalardan yana olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın amacı bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmaları bir araya getirerek, bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarıya etkisini ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda literatür taranmış ve dahil etme kriterlerine uygun çalışmalar meta-analiz yöntemi ile birleştirilerek incelenmiştir. Meta-analiz bulgularında etki büyüklüğü Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre orta ya da daha yüksek bir grupta çıkarsa çalışmanın p-değerinin ,05 anlamlılık düzeyinden küçük olması beklenirken, etki değeri düşük ya da önemsiz olması durumunda çalışmanın p-değerinin ,05 anlamlılık düzeyinden büyük olması beklenir. Ek 1'deki tablo incelendiğinde, bazı çalışmaların (2014, Ming Chen_2; 2007, Mithat Takınyacı, 2000, Mei Chen_1, 2015, Shalette Ashman-East; 2008, Hüseyin Cumhur Egelioglu) p değerlerinin 0,05 anlamlılık düzeyinden büyük çıkmasına rağmen etki büyüklükleri Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre orta düzeyde çıktığı görülmektedir. Bu durumun tersine, bazı çalışmaların (2011, Brian B. Abel; 2015, Amy Dawn Fanusi; 2005, Tina Renee Cannon) p değeri 0,05 anlamlılık düzeyinden küçük çıkarken etki büyüklüğü Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre düşük ve önemsiz düzeyde çıkmıştır. Literatür incelendiğinde p değerinin anlamsız çıkmasının birkaç nedeninin olabileceği ifade edildiği görülmüştür. Bununla birlikte örneklem büyüklüğünden ve etki büyüklüğünden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir. Bu durum Cozby ve Bates (2012) tarafından örneklem büyüklüğü gerçek etkiyi ortaya çıkaracak yeterlilikte değildir veya çok küçük etki büyüklüğünü tespit edecek genişlikte olmayabilir şeklinde açıklamıştır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda p değerinin 0,05 anlamlılık düzeyinden büyük çıkması halinde etki değerleri Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre orta düzeyde çıkan çalışmaların (2014, Ming Chen_2; 2007, Mithat Takınyacı, 2000, Mei Chen_1, 2015, Shalette Ashman-East; 2008, Hüseyin Cumhur Egelioglu) örneklem büyüklükleri incelenmiş ve en fazla örnekleme sahip olan çalışmanın 15 öğrenci ile yürütüldüğü ifade edilmiştir. Bu durumun tersine p değeri 0,05 anlamlılık düzeyinden küçük çıkıp etki büyüklüğü Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasında orta düzeyde çıkan çalışmalarda (2011, Brian B. Abel; 2015, Amy Dawn Fanusi; 2005, Tina Renee Cannon) ise örneklem büyüklüğü en az olan çalışmanın 113 deney grubu öğrencisine sahip olduğu görülmüştür. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda p değerleri ile etki büyüklükleri sınıflandırması arasında çıkan uyumsuzluğun Cozby ve Bates'in (2012) çalışmasında da ifade edildiği gibi örneklem sayısından kaynaklandığı söylenebilir.

Meta-analiz ile bir araya getirilen çalışmalarda bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarıya etkisinin bulguları incelendiğinde 2011, Selçuk Fırat, 2010, Sinem Budak, 2000, Mei Chen_2 ve 2011, Emine Tayan kodlu çalışmaların etki düzeylerinin Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre mükemmel düzeyde çıkan bazı çalışmaların başında geldiği görülmektedir (bk. Ek 1). Bu araştırmalar incelendiğinde ise 2011, Selçuk Fırat kodlu çalışma ve 2000, Mei Chen_2 kodlu çalışmalar bilgisayar destekli matematik öğretiminin yanında sırasıyla oyun ve gömülü öğretim yaklaşımlarından faydalandıkları görülmektedir. Çalışmaların sonucunda ise araştırmacılar deney ve kontrol grupları arasındaki farkın sadece bilgisayar desteğinden kaynaklanmadığı ve bilgisayar ile kullanılan farklı yaklaşımların da etkili olduğunu belirtilmiştir. Bununla birlikte, etki büyüklüğü Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzeyde çıkan fakat başarılar arasındaki farkın kontrol grubu lehine olan 2004, Douglas Edwin Bump kodlu çalışma ise bilgisayar destekli öğretim gören grubun başarısızlığını yaşanan teknik sorunlar (yavaş serverlar, internet problemler, vs.) ile ilişkilendirmiştir.

Çelik (2013) çalışmasında alternatif öğretim yöntemlerinin akademik başarı üzerindeki etkisini meta-analiz yöntemi ile incelemiştir. Alternatif öğretim yöntemlerinin türlerine göre yaptığı incelemelerden birinde de bilgisayar destekli öğrenme ele alınmıştır. Bilgisayar destekli öğrenmeyi ele alan 11 çalışmanın genel etki büyüklüğü 0,863 olarak hesaplanmıştır. Bu genel etki Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre yüksek olarak belirlenmiştir. Bir başka çalışmada Demir (2013) Türkiye'de uygulanmış bilgisayar destekli matematik

öğretiminin matematik başarısı üzerindeki etkisini konu alan çalışmaları meta-analiz yöntemi ile birleştirmiştir. 40 çalışmayı bir araya getiren çalışmada bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik başarısı üzerindeki etkisi 0,899 olarak sunulmuştur. Bu etki büyüklüğü Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzey olarak belirlenmiştir. Yürütülen çalışma ile literatürde yer alan çalışmalara bakıldığında bulguların benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Yürütülen çalışma kapsamında bir araya getirilerek değerlendirilen çalışmalar uygulamaların yapıldığı konulara göre gruplandırılarak incelenmiştir. Meta-analiz bulguları incelendiğinde istatistik ve geometri konuları üzerine uygulanan çalışmaların etki büyüklükleri Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzeyde olduğu ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte bilgisayar destekli matematik öğretiminin cebir, analiz ve genel konuları ele alan karma gruplarında ise orta düzeyde etkide bulunduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Problemler, sayılar-işlemler grubunda ise bilgisayar destekli matematik öğretiminin etkisinin düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir (bk Tablo 10). Ayrıca çalışmaların uygulama konularına göre birbirinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaştığı belirlenmiştir (bk. Tablo 11).

Konulara göre yapılan incelemede dikkat çekici nokta istatistik konuları üzerine yürütülen çalışmaların genel etki büyüklüğü yüksek çıkarken, gruplar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farklılığı gösteren p değerinin (0,084) reddetme sınırını geçmiş olmasıdır. İstatistik konularında ele alınan çalışmalar bireysel olarak incelendiğinde etki büyüklükleri mükemmel ve yüksek düzeyde olan çalışmalar (2012, Turgay Andiç; 2010, Nazife Şen_1; 2011, Selçuk Fırat) olduğu bunlara karşı kontrol grubu lehine etki büyüklüğü orta olan çalışmaların (2004, Şule Çubuk; 2010, Nazife Şen_2; 2001, Thomas A. Haapoja) olduğu da görülmektedir. Bu duruma ek olarak etki büyüklüğü en yüksek çıkan çalışmanın (2011, Selçuk Fırat) bu grupta yer alması da bir başka etken olarak değerlendirilmiştir. Tüm bu durumlar bir araya getirildiğinde istatistik konularını ele alan çalışmaların etki büyüklüğünün yüksek çıkması p değerinin ise sınıra oldukça yakın olmasının nedeni olarak düşünülebilir.

Geometri konularını ele alan çalışmaların genel etki büyüklüğüne bakıldığında matematik dersindeki akademik başarıyı yüksek düzeyde etkilediği görülmektedir. Bununla birlikte yürütülen çalışmaların birleştirilmesinin sonucunda deney ve kontrol grubundaki katılımcıların başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Geometri konularını ele alan çalışmalarda bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarıyı arttırmasında kullanılan yazılımların dinamik bir yapı sunması ve sürüklemeye eyleminin yapılabilmesinin etkisi olduğu düşünülmektedir. Akgül (2014) öğrencilerin başarılarındaki artışı çalışmada kullanılan yazılımın soyut olan geometri konularının öğretiminde kullanıldığında öğrencilerin hayal etme gücünü geliştirerek daha iyi anlaşılmasını sağlar şekilde açıklamıştır. Bu duruma ek olarak, oluşturulan şeklin istenilen yönde hareket ettirilme ve döndürülme özelliğini vurgulayarak geometrik şekillerin dinamik yapısına vurgu yapmıştır. Ayrıca, Gürbüz (2008) geleneksel öğrenme ortamında öğrencilerin tahminde bulunma, muhakeme etme, deney yapma, deneyden çıkan sonuçları görme, formül çıkarma imkanlarını elde edemedikleri, buna karşın bilgisayar destekli ortamda öğrencilere bu imkanların büyük ölçüde sunulduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin soyut kavramları öğrenme güçlüğü çektiği durumlarda bilgisayar destekli eğitim yoluyla soyut kavramların görselleştirilerek somutlaştırılabileceği ve daha kolay anlaşılır hale getirilebileceği farklı yayınlarda vurgulanan bir sonuç olarak ifade edilmektedir (Çiftçi 2006; Ersoy, 2003). Bu durumların hepsi bir arada düşünüldüğünde, etki büyüklüğünün yüksek düzeyde çıkmasının açıklamaları olarak ifade edilebilir. Sosa, Berger, Saw ve Mary (2011) çalışmalarında bilgisayar destekli matematik öğretiminin özel olarak istatistik konuları üzerindeki başarısını meta-analiz yöntemi ile araştırmışlardır. Bununla birlikte, farklı moderatörler üzerinden genel etki hesabı yapmışlardır. Sosa ve diğerleri (2011) incelemiş oldukları 45 çalışmanın genel etkisini 0,33 olarak hesaplamıştır. Çalışmanın moderatörlerinden biri akademik seviye olarak lisans (undergraduate) ve lisansüstü (graduate) şeklinde incelemiştir. Örneklemini lisans öğrencilerinin oluşturduğu grubun genel etki büyüklüğü 0,25 olarak bulunurken, lisansüstü öğrencilerin örneklemini oluşturduğu çalışmaların genel etki büyüklüğünü 0,68 olarak hesaplanmıştır. Bir başka çalışmada Hsu (2003) istatistik eğitiminde bilgisayar destekli öğretimin etkisini meta-analiz ile araştırmıştır. Çalışma sonucunda birleştirilen 25 tane bireysel çalışmanın etki büyüklüğü 0,43 olarak hesaplanmış ve hesaplanan bu değerin Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre orta düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Yürütülen meta-analiz çalışmasında ise istatistik konularını ele alan çalışmaların etki büyüklüğü 0,820 olarak hesaplanmıştır ve hesaplanan bu değer Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzeyde etki sahibi olduğu ifade edilmiştir. Hsu (2003) ve Sosa ve diğerleri (2011) yaptığı çalışmaların etki düzeyleri orta çıkmışken, yürütülen meta-analiz ise bu etki yüksek düzeyde çıkmıştır. Böyle bir farklılığın ortaya çıkma sebebini araştırırken meta-analize dahil edilen çalışmaların etki büyüklükleri incelenmiş ve inceleme sonucunda istatistik alanında etki büyüklüğü yüksek olan çalışmaların tamamının yurt içi çalışması olduğu görülmüştür. Bu nedenle Hsu (2003) ve Sosa ve diğerleri (2011) çalışmasının bulguları ile yürütülen meta-analiz çalışmasının bulguları farklılık göstermiştir.

Yürütülen çalışmada kapsamında bir araya getirilerek değerlendirilen çalışmalar uygulamaların yapıldığı örneklem türüne göre gruplandırılarak incelenmiştir. Meta-analiz bulguları incelendiğinde ilkökul öğrencilerinin

örneklemini oluşturduğu çalışmaların etki büyüklükleri Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, ortaokul ve lise öğrencilerinin örneklemini oluşturduğu çalışmaların etki büyüklükleri Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre orta düzeyde çıkmıştır. Örneklemini öğretmen adaylarının oluşturduğu çalışmaların etki büyüklüğü Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre düşük düzeyde çıkmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında oluşturulan bilgisayar destekli öğretimin matematik dersi akademik başarı üzerindeki etkisinin örneklem türüne göre istatistiksel olarak farklılaştığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Literatürde yer alan farklı çalışmalar da bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarılarını incelemiştir. Bu incelemeler içerisinde ise bazı çalışmalar alt boyutlarında örnekleme göre gruplandırılmış ve genel etki büyüklüğü hesaplanmıştır (Demir, 2013; Lein, 2016; Sunğur, 2015). Bu çalışmalardan birinde Sunğur (2015) çalışmasında örneklemini ilköğretim öğrencilerinin oluşturduğu çalışmaları meta-analiz yöntemi ile birleştirerek genel etkiyi oraya koymuştur. Genel etki hesaplandıktan sonra bireysel çalışmalar uygulama konularına göre gruplandırılarak her bir grup için genel etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Sunğur çalışmasında örneklemini ilköğretim öğrencilerinin oluşturduğu 22 çalışmanın genel etki büyüklüğü 1,041 olarak hesaplanmıştır. Bu etki büyüklüğünün Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzeyde olduğu belirtilmiştir. Bir başka çalışmada ise Demir (2013) bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarıya etkisini meta-analiz yöntemi ile incelemiş ve alt boyutlarından birini çalışma örneklemelerinin eğitim kademesi olarak belirlemiştir. Örneklemini ilköğretim öğrencilerinin oluşturduğu çalışmaların birleştirilmesi ile etki büyüklüğü hesaplanmış ve 0,872 olarak bulunmuştur. Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarıya etkisi yüksek düzeyde çıkmıştır. Yürütülen meta-analiz çalışmasının bulgularına bakıldığında ise örneklemini ilköğretim öğrencilerinin oluşturduğu çalışmaların etki büyüklüğü 0,765 olarak hesaplanmıştır. Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu durumdan hareketle Demir (2013) ve Sunğur'un (2015) çalışmasının bulguları ile yürütülen meta-analiz çalışmalarının bulgularının birbirini destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

Demir (2013) çalışmasında meta-analize dahil ettiği çalışmaları örneklem türlerine göre incelemiştir. Ortaokul öğrencilerinin örneklemini oluşturduğu çalışmaların etki büyüklüğü 0,778 olarak bulunmuştur ve Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Yürütülen çalışma kapsamında ise ortaokul öğrencilerinin örneklemini oluşturduğu çalışmaların genel etki büyüklüğü 0,708 olarak hesaplanmış ve Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre orta seviyede olduğu belirtilmiştir. Her ne kadar sınıflandırmaları farklı olsa da çalışmaların etki büyüklükleri birbirine oldukça yakın olduğu için bulguların birbirini destekler nitelikte olduğu söylenebilir. Literatürde yer alan bir başka meta-analiz çalışmasında Lein (2016) alt boyutlarının birinde örneklemini iki gruba ayırarak genel etki büyüklüğünü hesaplamıştır. Katılımcılarının büyük bir bölümünü ilköğretim öğrencilerinin oluşturduğu çalışmaların genel etki büyüklüğü 1,12 olarak hesaplanırken, katılımcılarının büyük bir bölümünü lise öğrencilerinin oluşturduğu çalışmaların genel etki büyüklüğü 0,61 olarak hesaplanmıştır. Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre ağırlıklı olarak ilköğretim öğrencilerinin oluşturduğu çalışmaların etki büyüklüğü yüksek seviyede çıkarken, katılımcıların büyük bir çoğunluğunun lise öğrencilerinin oluşturduğu çalışmaların genel etki büyüklüğü orta düzeyde çıkmıştır. Yürütülen meta-analiz çalışmasının bulgularında da ortaokul öğrencilerinin bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarı üzerindeki etkisi Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre lise öğrencilerine göre daha yüksek çıkmıştır. Bu açıdan bakıldığında yürütülen çalışmanın bulgusu ile Lein (2016) çalışmasının bulgusu birbirini destekler niteliktedir.

Literatürde yer alan bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarı üzerine etkisini araştıran çalışmalar meta-analiz yöntemi ile birleştirilmiştir. Bu birleşme sonucunda elde edilen gelen etki büyüklüğü Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Meta-analiz bulgularından hareketle bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarıya olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın moderatörlerinden biri olan uygulama konularında geometri ve istatistik konularında bilgisayar destekli matematik öğretiminin daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir ifade ile bilgisayar destekli matematik öğretiminin özellikle geometri ve istatistik konularındaki akademik başarının daha büyük bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca ek olarak, uygulama konularına göre bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarıya etkisinin değiştiği ifade edilebilir.

Araştırmanın bir başka moderatörü olan örneklemin eğitim kademesinde ise katılımcıların yaşlarının artması ile bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarıya etkisinin ters orantılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir ifade ile katılımcıların yaşları büyüdükçe, bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarıya etkisini kaybettiği belirlenmiştir. Bu sonuca ek olarak, bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarı üzerindeki etkisinin örneklemin eğitim kademesine göre değiştiği ifade edilebilir.

Çalışma kapsamında ulaşılan sonuçlardan bir tanesi öğretim düzeyi arttıkça bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarı üzerindeki etkisinin artmasıdır. Bu sonuca bağlı olarak özellikle ilköğretim ve ortaokul kademesinde çalışan öğretmen adaylarının bilgisayar destekli öğretime daha çok yer vermesi tavsiye edilmektedir.

Araştırmanın dahil etme kriterlerinden bir tanesi dil kriteridir. Çalışma kapsamında Türkçe ve İngilizce dillerinde yazılmış çalışmalar meta-analize dahil edilmiştir. Bununla birlikte literatürde yer alan Almanya, Fransa, Hollanda, İtalya, İspanya, Finlandiya, Rusya gibi ülkelerde özellikle de Uzakdoğu ülkelerinde yayımlanan tezler bu araştırmanın dışında bırakılmıştır. Bu nedenle özellikle yurt dışında farklı dillerde yayımlanan tezlerin çevirisini yapabilecek bir ekip ile bir proje kapsamında bilgisayar destekli matematik öğretiminin matematik dersindeki akademik başarı üzerindeki etkisi daha kapsamlı bir şekilde araştırılabilir.

Kaynaklar / References

- Akgül, A. (2014). *Ortaokul 6, 7 ve 8. sınıflarda geometrik cisimlerin alan ve hacimlerinin öğretiminde Cabri 3d yazılımının öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Elâzığ.
- Avcı, E. (2017). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin VUstat ve TinkerPlots yazılımlarının veri işleme öğrenme alanında kullanılabilirliği ile ilgili görüşleri* (Yüksek Lisans Tezi). Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi* (4. basım). Ankara: Harf.
- Berková, A. J. (2017). Effect of the use of computer-aided assessment system in the teaching of mathematical analysis with regard to students' approaches to learning. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 10(3), 71-75.
- Cam, S. S., Yazar, G., Toraman, C., & Erdamar, G. K. (2016). The Effects of Gender on the Attitudes towards the Computer Assisted Instruction: A Meta-Analysis. *Journal of Education and Training Studies*, 4(5), 250-261.
- Card, N. A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*. New York: The Guilford Press.
- Chen, M. (2000). *The impact of three instructional modes of computer tutoring on student learning in algebra*. (Unpublished Doctoral Thesis). McGill University, Department of Educational and Counselling Psychology, Montreal.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Cozby P and Bates S. (2012). *Methods in behavioral research*. New York: McGraw-Hill.
- Çekbaş, Y., Yakar, H., Yıldırım, B. ve Savran, A. (2003). Bilgisayar destekli eğitimin öğrenciler üzerine etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), 76-78.
- Çolakoğlu, S. (2018). *Çember konusunun GeoGebra yazılımıyla öğretiminin 7.sınıf öğrencilerinin yaratıcı düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bayburt Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bayburt.
- Çubuk, Ş. (2004). *Matematik öğretiminde "Permütasyon ve Olasılık" konusunun bilgisayar destekli öğretim materyalleri ile öğretilmesinin öğrenci başarısına etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Demir, S. (2013). *Bilgisayar destekli matematik öğretiminin (bdmö) akademik başarıya etkisi: bir meta analiz çalışması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Dışbudak, Ö. (2017). *The effects of using concrete manipulative and GeoGebra on fifth grade students' achievement in quadrilaterals* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Dinçer, S. (2014). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Gençoğlu, T. (2013). *Geometrik cisimlerin yüzey alanları ve hacmi konularının öğretiminde bilgisayar destekli öğretim ile akıllı tahta destekli öğretimin öğrenci akademik başarısına ve matematiğe ilişkin tutumuna etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gravitt, A. K. (2010). *A study of developmental algebra and computer aided instruction: does computer -aided instruction increase the final exam grades of developmental algebra students?*. (Unpublished Doctoral Thesis). Capella University, School of Education, Minneapolis.
- Gürbüz, R. (2008). Olasılık konusunun öğretiminde kullanılabilecek bilgisayar destekli bir materyal. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (15), 41-52.
- Güven, B. and Karataş, İ. (2009). The effect of dynamic geometry software (Cabri) on pre-service elementary mathematics teachers' achievement about locus problems. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*, 42(1), 1-31.
- Hsu, Y. C. (2003). *The effectiveness of computer-assisted instruction in statistics education: A meta-analysis*. (Unpublished Doctoral Thesis). The University of Arizona, The Department of Educational Psychology, Tucson.

- Huelskamp, L. M. (2009). *The impact of problem-based learning with computer simulation on middle level educators' instructional practices and understanding of the nature of middle level learners*. (Doctoral dissertation, The Ohio State University).
- Karasoy, D., ve Ata, N. (2008). Yaşam verilerinin meta-analizi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi)*, 3(2) 211-218.
- Kwang, T. S. (2000). *The effect of metacognitive training on the mathematical word problem solving of singapore 11-12 year olds in a computer environment*. (Unpublished Doctoral Thesis). The University of Leeds, School of Education, Leeds.
- Keskin, P. (2018). *Grafik hesap makinesi programı destekli problem çözme öğretiminin matematik başarısı ve tutumuna etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Kıış, A. (2013). *Okul müdürlerinin öğretimsel liderlik davranışlarını gösterme düzeylerine ilişkin yönetici ve öğretmen görüşlerine yönelik bir meta-analiz*. (Yayımlanmamış doktora tezi). İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Lein, A. (2016). *Effectiveness of mathematical word problem solving interventions for students with learning disabilities and mathematics difficulties: a meta-analysis*. (Unpublished doctoral thesis). University of Minnesota, Minneapolis.
- Liao, Y. C. (2007). Effects of computer-assisted Instruction on students' achievement in Taiwan: A meta-analysis, *Computers & Education*, 48(2), 216-233.
- McDonough, I. K., & Tra, C. I. (2017). The impact of computer-based tutorials on high school math proficiency. *Empirical Economics*, 52(3), 1041-1063.
- Mulyono, B., Kusumah, Y. S., & Rosjanuardi, R. (2019, February). How to study limit through computer-aided learning with conceptual-conflict strategy. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1166, No. 1, p. 012029). IOP Publishing.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Ng, O. L., & Chan, T. (2019). Learning as Making: Using 3D computer-aided design to enhance the learning of shape and space in STEM-integrated ways. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 294-308.
- Özgün-Koca, S. A. (2001). *Computer-based representations in mathematics classrooms: the effects of multiple linked and semi-linked representations on students' learning of linear relationships*. (Unpublished doctoral thesis). The Ohio State University, College of Education, Columbus.
- Patel, S. C. (2010). *A study of the effect of computer-assisted teaching program on the achievement of the students of standard ix in mathematics*. (Unpublished doctoral thesis). Gujarat University, Ahmedabad.
- Pelech, P. A. (2015). *The Effect of the TI-Nspire on Student Achievement in Common Core Algebra*. (Unpublished doctoral thesis). Concordia University, Chicago.
- Pierce, R., & Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 299-317.
- Rosales, J. S. (2005). *The effect of computer-assisted instruction on the mathematics achievement of ninth grade high school students in the lower rio grande valley*. (Unpublished doctoral thesis). University of Houston, College of Education, Houston.
- Rose, L. K. (2001). *The use of software with low-achieving students effects on mathematics attitude and achievement*. (Unpublished doctoral thesis). Columbia University, New York.
- Sosa, G. W., Berger, D. E., Saw, A. T. and Mary, J. C. (2011). Effectiveness of computer-assisted instruction in statistics a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 81(1), 97-128.
- Sunğur, B. (2015). *Bilgisayar destekli öğretimin ilköğretim öğrencilerinin akademik başarısına etkisi üzerine meta analiz çalışması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Zirve Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.
- Thalheimer, W. and Cook, S. (2002). *How to calculate effect sizes from published research: A simplified methodology*. Work-Learning Research, Retrieved November, 2016, from http://work-learning.com/white_papers/effect_sizes/Effect_sizes_pdf5.pdf.
- TTKB. (2011). Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8.sınıflar) öğretimi programı. Ankara: MEB.
- TTKB. (2013). Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8.sınıflar) öğretimi programı. Ankara: MEB.
- Ural, A. (2014). Geometri öğretiminde MS paint kullanımı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 92 – 107.
- Viera, A.J. and Garrett, J. M. (2005). Understanding interobserver agreement: The Kappa statistic. *Family Medicine*, 37(5), 360-363.

Appendix 1. Effect sizes of individual studies

Study Name	Hedges's g	SE	Variance	Study Name	Hedges's g	SE	Variance
2011, Selçuk Fırat	3.731	0.348	0.121	2016, Sevinç Taş_2	0.609	0.255	0.065
2010, Sinem Budak	2.632	0.350	0.123	2015, Shalette Ashman-East	0.601	0.377	0.142
2000, Mei Chen_2	2.421	0.355	0.126	2008, Clarence Rodney Stuart_2	0.601	0.300	0.090
2011, Emine Tayan	2.347	0.341	0.117	2007, Muharrem Aktümen	0.591	0.293	0.086
2016, Hilal Güneş	1.846	0.306	0.093	2014, Fahrettin Aşıcı	0.587	0.256	0.066
2011, Yılmaz Zengin	1.606	0.318	0.101	2010, Hüseyin Avni Şataf	0.587	0.296	0.088
2014, Hatice Balcı Şeker	1.553	0.319	0.102	2014, Ming Chen_2	0.556	0.498	0.248
2002, Süleyman Alpaslan Sulak	1.530	0.259	0.067	2015, Amy Dawn Fanusi_2	0.488	0.121	0.015
2010, Nazife Şen_1	1.511	0.382	0.146	2010, Galip Genç	0.484	0.240	0.058
2015, Fatih Küslü	1.510	0.305	0.093	2007, Mithat Takunyacı	0.468	0.360	0.130
2015, Mustafa Aydos	1.489	0.383	0.146	2015, Hilal Kalay	0.431	0.216	0.047
2015, Deniz Kaya	1.443	0.287	0.082	2009, Mehmet Bulut	0.392	0.302	0.091
2012, Metehan Mercan	1.418	0.362	0.131	2015, Amy Dawn Fanusi_1	0.371	0.121	0.015
2007, Güler Tuluk	1.357	0.396	0.157	2008, Clarence Rodney Stuart_1	0.368	0.286	0.082
2016, Sevinç Taş_1	1.351	0.274	0.075	2002, Muharrem Aktümen	0.350	0.281	0.079
2014, Alev Akgül_1	1.305	0.393	0.155	2010, Ünal Çakıroğlu_2	0.342	0.281	0.079
2011, Semra Bayturan	1.301	0.281	0.079	2002, Paige S. Hamersma	0.331	0.246	0.060
2015, Hatice Acar	1.226	0.361	0.131	2008, Cindy Cosentino	0.315	0.213	0.045
2014, Alev Akgül_2	1.201	0.401	0.160	2001, S. Asli Ozgun-Koca_1	0.310	0.519	0.269
2015, Paul Alan Pelech_1	1.135	0.357	0.127	2014, Ming Chen_3	0.308	0.357	0.128
2012, Turgay Andıç	1.119	0.361	0.131	2005, John E. Ash	0.280	0.111	0.012
2014, Pınar Uzun	1.089	0.327	0.107	2012, Nilgun Gunbas	0.267	0.216	0.047
2007, Murat GÖKCÜL	1.068	0.329	0.108	2006, Christi A. Harter	0.267	0.202	0.041
2014, Mustafa Buğra Akgül	1.016	0.357	0.127	2012, Betül Öztürk_1	0.261	0.274	0.075
2015, Muhsin Öz	1.000	0.345	0.119	2012, Betül Öztürk_2	0.259	0.273	0.076
2008, Olga Pilli_2	1.000	0.283	0.080	2004, Alejandro A Lugo	0.236	0.210	0.044
2011, Mesut Öztürk_2	0.994	0.314	0.099	2011, Brian B. Abel	0.215	0.063	0.004
2015, Yılmaz Zengin	0.908	0.275	0.076	2015, Paul Alan Pelech_3	0.207	0.291	0.084
2010, Ertan Özkök	0.876	0.284	0.081	2010, Ben Fields Johnson_3	0.189	0.269	0.072
2012, Hasibe Yahşi-Sarı_1	0.866	0.297	0.088	2001, S. Asli Ozgun-Koca_2	0.187	0.517	0.267
2015, Paul Alan Pelech_2	0.850	0.351	0.123	2010, Ben Fields Johnson_5	0.114	0.274	0.075
2015, Türkan Berrin Kağızmanlı	0.813	0.246	0.061	2013, Neslihan Uzun	0.109	0.340	0.116
2012, Hasibe Yahşi-Sarı_2	0.799	0.295	0.087	2001, Leroy Linton Rose_3	0.104	0.264	0.070
2009, Deniz Özen	0.798	0.323	0.104	2010, Ben Fields Johnson_4	0.079	0.299	0.089
2009, Zeynep Yıldız	0.788	0.301	0.091	2014, Ming Chen_1	0.074	0.487	0.237
2011, Derya Özlem Yazlık	0.774	0.178	0.032	2000, Teong Su Kwang_2	0.018	0.278	0.078
2012, Emine Başaran-Şimşek	0.759	0.347	0.121	2010, Ben Fields Johnson_2	0.000	0.270	0.073
2010, Sunil Patel	0.738	0.130	0.017	2011, Mesut Öztürk_1	-0.004	0.296	0.088
2015, Nina Newsome_2	0.736	0.275	0.076	2010, Kris A. Gravitt	-0.062	0.165	0.027
2000, Teong Su Kwang_1	0.733	0.288	0.083	2010, Ben Fields Johnson_6	-0.091	0.252	0.064
2015, Nina Newsome_1	0.728	0.275	0.076	2005, John Stephen Rosales	-0.115	0.082	0.007
2015, Veysel Akçakın_2	0.713	0.267	0.072	2010, Ben Fields Johnson_1	-0.160	0.268	0.072
2013, İhsan Balkan	0.711	0.333	0.111	2008, Kristy M. Vernille Blocklin	-0.171	0.192	0.037
2010, Ünal Çakıroğlu_1	0.706	0.287	0.083	2016, Adewale Oluwafemi Adesina	-0.195	0.315	0.099
2008, Hüseyin Cumhur Egelioglu	0.699	0.367	0.134	2001, Thomas A. Haapoja	-0.242	0.251	0.063
2008, Clarence Rodney Stuart_3	0.695	0.302	0.091	2010, Nazife Şen_2	-0.313	0.337	0.114
2015, Veysel Akçakın_1	0.693	0.267	0.071	2005, Tina Renee Cannon	-0.317	0.103	0.011
2008, Olga Pilli_3	0.692	0.274	0.075	2007, Yılmaz Aksoy	-0.366	0.305	0.093
2014, Alev Akgül_3	0.688	0.327	0.107	2014, Sharon O'Brien	-0.405	0.157	0.025
2008, Özge Karakuş	0.668	0.215	0.046	2000, Mei Chen_1	-0.422	0.271	0.074
2011, Ceyda Yücesan	0.653	0.292	0.085	2001, Leroy Linton Rose_2	-0.532	0.268	0.072
2010, Ömer Faruk Meşe	0.641	0.268	0.072	2001, Gregory Kent Harrell	-0.552	0.153	0.024
2008, Olga Pilli_1	0.620	0.273	0.074	2004, Şule Çubuk	-0.558	0.260	0.068
2013, Tuğçe Gençoğlu	-0.855	0.372	0.138	2001, Leroy Linton Rose_1	-0.604	0.270	0.073
2004, Douglas Edwin Bump	-0.924	0.182	0.033				