



Effect of 5E Learning Model on Academic Achievement and Attitude towards the Science Course: A Meta-Analysis Study

Nevin KOZCU ÇAKIR^{a*}, Gökhan GÜVEN^a

^aMuğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Muğla/Türkiye



Article Info

DOI: 10.14812/cufej.544825

Article history:

Received 26.03.2019

Revised 24.07.2019

Accepted 15.10.2019

Keywords:

5E learning model,
Academic achievement,
Attitude towards the course,
Meta analysis.

Abstract

The purpose of the current study is to determine whether the effect size of the studies investigating the effect of the 5E learning model on academic achievement and attitudes towards the course varies significantly depending on the level of schooling and type of the course through meta-analysis method. In this regard, a total of 38 studies conducted on the 5E learning model in the field of science teaching between 2006 and 2016 were investigated. All of these studies are theses including qualitative data, have been applied in science teaching in Turkey, published in national or international journals or unpublished and they were combined through the meta-analysis method. In the analysis of the collected data, the Comprehensive Meta Analysis (CMA) program was used and in the interpretation of the effect size or general effect size, Cohen's d value was calculated. As a result of the study, it was concluded that the 5E learning model had the strongest effect on the academic achievement at the university level while it had the weakest effect at the elementary level and this model had the strongest effect on academic achievement in the physics course. Moreover, the 5E learning model had a moderate effect on the attitude towards the course and it had the strongest effect in terms of course attitude in the biology course. In this context, it is suggested that teachers should be encouraged to use the 5E model in science-related courses and in-service training should be given about the problems to be experienced during in-class applications.

5E Öğrenme Modelinin Fen Bilimleri Derslerinde Kullanımının Akademik Başarı ve Derse Yönelik Tutuma Etkisine İlişkin: Meta Analiz Çalışması

Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cufej.544825

Makale Geçmişi:

Geliş 26.03.2019

Düzeltilme 24.07.2019

Kabul 15.10.2019

Anahtar Kelimeler:

5E öğrenme modeli,
Akademik başarı,
Fene yönelik tutum,
Meta analiz.

Öz

Bu araştırmanın amacı, 5E öğrenme modelinin akademik başarı ve derse yönelik tutum üzerine etkisini inceleyen çalışmaların etki büyüklüklerinin öğrenim düzeyi ve ders türüne göre bir farklılık oluşturup oluşturmadığını meta analiz yöntemi ile belirlemektir. Çalışmada, 2006 ile 2016 yılları arasında "5E öğrenme" modeli ile ilgili fen alanında yapılmış 38 çalışma incelenmiştir. Bu doğrultuda nicel verilere sahip, deneysel desende tasarlanmış, fen bilimleri derslerinde Türkiye'de uygulanmış ve ulusal veya uluslararası yayınlanmış ya da yayınlanmamış tezler üzere çalışmalar meta analiz yöntemiyle birleştirilmiştir. Verilerin analizinde Comprehensive Meta Analysis (CMA) programı kullanılmış, etki büyüklüklerinin ve genel etki büyüklüğünün yorumlanması için Cohen's d değeri hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda 5E öğrenme modelinin akademik başarı üzerinde en fazla üniversite düzeyinde, en az ise ilkököl düzeyinde etkisinin olduğu ve bu modelin akademik başarı üzerine en fazla fizik dersinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 5E öğrenme modelinin geleneksel öğretim yöntemine göre derse yönelik tutum üzerine orta düzeyde etkili olduğu ve modelin tutum üzerinde en fazla biyoloji dersinde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu

* Author: nkozcu@mu.edu.tr

Introduction

Rapid changes in knowledge and technology in the world and Turkey led to the restructuring of education systems. The National Research Council (NRC) published the 1997 standards of science education and the rapidly changing science and technology in the world has made it necessary to change the curriculums in our country and to restructure the science curriculum in order to train qualified individuals. In light of these developments, the Ministry of National Education (MoNE) restructured the curriculum of the Science Course in 2004 and changed its name to Science and Technology Course (Ministry of National Education, 2005). In this newly restructured curriculum, the constructivist approach was adopted and the curriculum was designed in a spiral structure. Afterwards, various revisions were made in the curriculum (MEB, 2005; MEB, 2013) and finally the draft curriculum was developed in 2017. The basis of this new curriculum is formed by the constructivist approach (MEB, 2017). The main goal of science curriculums is to train science literate individuals. The main characteristic of science literate individuals is that they themselves construct the knowledge. These changes and developments in curriculums have required the use of approaches, methods, techniques and strategies that will enable individuals to construct information rather than memorizing information in classes. The 5E learning model, which is the subject of the current research, has emerged as a result of these interactions and has been used especially in science courses. The 5E learning model is based on the constructivist approach and cognitive psychology and is used to enhance the quality of applications in science classes and design lessons (Bybee, 1997). Bybee (1997) states that the use of this approach helps students to redefine, organize, examine and change their existing ideas by interacting with their peers and environments. Hanuscin and Lee (2008) emphasize the importance of using the 5E learning model because it provides multiple learning experiences about the same concept and facilitates the handling of multiple pre-concepts in students. In addition, Senan (2013) has noted that the 5E learning model enriched with technology is a good tool for teachers to teach a pre-determined concept as well as for students to acquire 21st century skills. Prokes (2009); as a result of his study on the 5E learning model, stated that the students were more active and motivated and found more opportunities to share their own knowledge and skills in the lesson delivered by means of the 5E learning model than the students taught in lecture-based classes.

The 5E learning model, which is widely accepted especially in the field of science teaching, includes skills and activities that increase students' interest in research, satisfy their expectations, and enable them to focus on research for knowledge and understanding. In addition, this model encourages students to create their own concepts by involving them in the activity at every stage (Ağgöl Yalçın & Bayrakçeken, 2010; Ergin, 2009; Özsevgeç, 2006). In the related literature, it is seen that teaching organized according to the 5E learning model positively affects students' achievement, is effective in eliminating their misconceptions and contributes to the positive development of students' attitudes towards the course (Bıyıklı & Yağcı, 2015; Devocioğlu, 2016; Dikici, Türker & Özdemir, 2010; Şahin & Çepni, 2012). In this respect, when the research on the 5E learning model in the literature is reviewed, it is seen that it has been found effective in raising awareness and elimination of misconceptions related to science (Ayas, 1998; Ceylan & Geban, 2009; Çepni, Şan, Gökdere & Küçük, 2001; Saka, 2006; Şahin & Çepni, 2012; Turgut & Gürbüz, 2011; Yıldız Feyzioğlu, Ergin & Kocakulah, 2012); increasing students' science achievement (Açıslı, 2014; Açıslı & Turgut, 2011; Aksoy & Gürbüz, 2013; Aktaş, 2013a; Aydın & Yılmaz, 2010; Ayyacı & Yıldız, 2015; Bıyıklı & Yağcı, 2015; Çepni & Şahin, 2012; Çepni, Şahin & İpek, 2010; Çetin Dindar, 2012; Daşdemir, 2016; Devocioğlu, 2016; Dikici, Türker & Özdemir, 2010; Er Nas, Çoruhlu & Çepni, 2010; Güzel, 2016; Lai, Lai, Chuang & Wu, 2015; Özsevgeç, Çepni & Bayri, 2007; Öztürk Geren & Dökme, 2015; Pabuçcu & Geban, 2015; Şahin & Çepni, 2012; Temel, Dinçol Özgür & Yılmaz, 2012; Tiryaki, 2009) and developing positive attitudes towards science course (Açıslı, Turgut, Yalçın & Gürbüz, 2009; Açıslı & Turgut, 2011; Akar, 2005; Altun Yalçın, Açıslı & Turgut, 2010; Aktaş, 2013b; Aydın & Yılmaz, 2010; Bıyıklı & Yağcı, 2015; Güzel, 2016; Hırça, Çalık & Seven, 2011; Özbudak & Özkan, 2014).

In this connection, the common finding of the studies reported in the existing literature is that the use of 5E learning model in science courses positively affects student achievement and attitudes towards the course. However, in these studies, it is seen that the effect size of the 5E learning model on achievement and attitude differs from study to study. This difference may stem from the differences among the variables included in the study such as the subject of the study, the size of the sampling, the school type and the duration of the application. In this regard, in order to interpret the knowledge of similar studies and lead to new studies, higher level comprehensive and reliable studies are needed (Akgöz, Ercan & Kan, 2004). To this end, whether the effect of the 5E learning model compared to the traditional teaching method (lecturing, question-answer, etc.) on academic achievement and course attitude varies significantly depending on the level of schooling (elementary school, middle school, high school and university) and the type of the course (science, physics, chemistry and biology) was investigated through the meta-analysis method. Moreover, in the literature it is seen that there are many meta-analysis studies conducted on the use of the 5E learning model in different levels of schooling ranging from elementary education (1st level: elementary school; 2nd level: middle school) to university and in the teaching of many subjects in the field of science (Anil & Batdi, 2015; Ayaz, 2015; Ayaz & Şekerci, 2015a; 2015b; Balta & Saraç, 2016; Semerci & Batdi, 2015; Toraman & Demir, 2016). However, when these studies were examined, it was found that the studies examined the effects of the constructivist 3E, 5E or 7E learning model on student achievement and attitudes and covered more than one subject area, regardless of course type. Since these studies do not focus only science courses and indicate only how much effect the model has on achievement and attitude in general, the current study aimed to examine whether the effect of the 5E learning model on achievement and course attitude varies significantly depending on the type of the course and the level of schooling. In this regard, the purpose of the current study is to determine whether the effect sizes of the studies investigating the effect of the 5E learning model on academic achievement and course attitude compared to the traditional method vary significantly depending on the level of schooling and the type of the course through the meta-analysis method. In the connection, the problem statement of the current study was worded as follows; “Does the effect size of the 5E learning model compared to the traditional teaching on student achievement and course attitude vary significantly depending on the level of schooling and the type of the course?” The sub-problems are given below;

(1) Is there a significant difference between the published effect sizes of the 5E learning model implemented in the courses in the field of science on academic achievement depending on the level of schooling (elementary school, middle school, high school and university)?

(2) Is there a significant difference between the published effect sizes of the 5E learning model implemented in the courses in the field of science on academic achievement depending on the type of the course (science, physics, chemistry and biology)?

(3) Is there a significant difference between the published effect sizes of the 5E learning model implemented in the courses in the field of science on course attitude depending on the level of schooling (elementary school, middle school, high school, university)?

(4) Is there a significant difference between the published effect sizes of the 5E learning model implemented in the courses in the field of science on course attitude depending on the type of the course (science, physics, chemistry and biology)?

Method

In the current study, whether the effect of the 5E learning model implemented in the courses in the field of science on academic achievement and course attitude varies depending on the level of schooling and the type of the course was investigated through the meta-analysis method. The meta-analysis is a quantitative method aiming to arrive at a general evaluation by combining the results of the studies individually published and completed in terms of different variables. Through this method, it is aimed to analyze the quantitative research results obtained from individual studies conducted independent of

each other regardless of the sampling size and to arrive at a general judgement (Bailar, 1995; Christensen, Johnson & Turner, 2015; Cohen, 1980; Finley, 1995; Hunter & Schmidt, 2004).

Data Collection

The research data were collected from the articles published in refereed journals, quantitatively designed and having the required statistical data and unpublished master's and doctoral theses on the 5E learning model in Turkey between 2006 and 2016. To this end, a search was conducted in the EBSCO, Google Scholar, Ulakbim TR Dizin and YÖK databases to reach the related studies written in Turkish and English in Turkey by using the key words "5E öğrenme modeli" and "5E" in Turkish and "5E learning model" and "5E model" in English. As a result of the search, some articles were not included in the study because more than one teaching methods were used together and some values required for the analysis were not presented. A total of 54 theses were reached yet 5 of them were discarded as their dates of completion were not within the time period selected in the current study; 13 were discarded as they did not include science-related courses; 13 were discarded as they used 2 different methods together and 4 were discarded as they were related to opinions and misconceptions. The remaining thesis included 11 master's theses and 10 doctoral theses. As only the theses having been completed in science-related courses would be included in the current study, a total of 10 theses were not included in the current study as they used a single-group design, did not provide some values necessary for the analysis and were published as articles. Yet, the articles of the theses which were published as articles were included in the study. Moreover, presentations made about the 5E learning model were not included in the study as it was difficult to reach their full texts. As a result, a total of 21 articles and 10 theses on the effect of the 5E model on the academic achievement of students and a total of 13 articles and 7 theses on the effect of 5E model on students' attitudes towards the course were included in the meta-analysis. The results of the current study are limited to the data obtained from the articles and theses used in the study.

Criteria for inclusion in the current study

While determining the studies to be included in the meta-analysis, the following criteria were used:

- 1) The study had to be conducted in Turkey between 2006 and 2016,
- 2) The study must be a master's thesis, doctoral thesis or an article written in Turkish or English and published in a referred journal,
- 3) The study must have experimental and control groups and be experimental or quasi-experimental,
- 4) The study must be conducted in the courses in the field of science,
- 5) In the study, the experimental group must be instructed with the 5E learning model and the control group with a traditional teaching approach,
- 6) In the study, arithmetic mean and standard deviation values related to the academic achievement and course attitude of the study groups must be given,
- 7) In the study, sampling sizes of the study groups must be given,
- 8) The sampling of the study must be selected from elementary education [1st level (elementary), 2nd level (middle)], high school and university.

Coding of the Data

In order to be able to conduct the meta-analysis study, the studies having been reached regarding the 5E learning model were subjected to the coding operation in line with the purpose of the study. The coding operation was performed according to the contents given below;

- The content of the study and publication information,

- The author, type and publication year of the study,
- The level of the schooling of the student group participating in the study,
- The type of the course in which the study was conducted,
- Statistical data in the study (sampling size, arithmetic mean and standard deviation).

In this context, the dependent variable of the study is the effect size calculated from the data obtained from selected studies and the independent variables are students' level of schooling and course type. As in some theses and articles, there are data analyses units including both attitude and academic achievement, for each of which a separate effect size was taken. Effect size is standard value used in the analysis of a study and is the basic unit in the evaluation of a meta-analysis study and refers to the size of the correlation between two values or the effect of an application (Bernard et al., 2004; cited in Aktamış, Hiğde & Özden, 2016; Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein, 2009).

Data Analysis

In the current study using the meta-analysis method, descriptive analyses were carried out in relation to the author, publication year and type of the study. In the current study, the meta-analysis was conducted by using the Comprehensive Meta Analysis (CMA) program. Cohen's *d* was calculated to interpret the obtained effect sizes and the general effect size. This value is found by dividing the difference between the means of the two groups by the combined standard deviation of the two groups (Cohen, 1980). In this way, with the *d* value calculated in the study, it is allowed to convert the results emerging in more than one independent study into a common measurement system and to make accurate comparisons (Dinçer, 2014; Üstün & Eryılmaz, 2014). Moreover, in order to evaluate the *d* value Cohen (1988) made a classification. In this classification, if the *d* value is 0.2 and lower, then it is small (low); if it is between 0.20 and 0.80, then it is medium and if it is 0.80 and higher, then it is large (wide).

In meta-analysis studies, before calculating effect sizes, effect sizes and the homogeneity of the sampling need to be tested and the homogeneity test should be conducted to determine the model to be implemented in the study. In this regard, there are two models proposed in the literature that are fixed effects model and random effects model. The fixed effects model argues that all the studies have only one effect size and states that the reason for the differences emerging is sampling error. The random effects model argues that the real effect size varies from study to study due to variables such as the participants' age, education level and sampling size and states that the effect size therefore is distributed around some means (Üstün & Eryılmaz, 2014). Here the model is determined according to whether the *Q* value exceeds the critical value and whether the *p* value is lower or higher than 0.05. If the *Q* value exceeds the X^2 value for a certain *df* value and $p < 0.05$, then there is heterogeneity and the random effects model is used. If the *Q* value doesn't exceed the X^2 value for a certain *df* value and $p > 0.05$, then there is a homogeneity and the fixed effects model is used. According to these models, effect sizes are calculated (Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein, 2009; Dinçer, 2014). Moreover, after determining the model to be applied according to homogeneity and heterogeneity condition, Rosenthal FSN test was conducted to determine whether there is a publication bias before performing the meta-analysis because in meta-analysis studies, the publication bias is one of the biggest problems and it reveals how strong the meta-analysis is (Copas & Shi, 2000).

Findings

In the current study, a total of 38 studies conducted in the field of science to compare the 5E learning model and the traditional model were analyzed. A total of 21 articles and 10 theses focusing on the dependent variable of academic achievement and a total of 13 articles and 7 theses focusing on dependent variable of course attitude were included in the current study. However, some of these studies investigated the dependent variables of academic achievement and course attitude together. In the studies addressing the dependent variable of academic achievement, the analyses were conducted on a total of 1172 experimental group students and 1024 control group students while in the studies

addressing the dependent variable of course attitude, the analyses were conducted on a total of 695 experimental group students and 692 control group students.

The findings of the current study were evaluated under four sub-categories. For each dependent variable, analyses were conducted and the findings of these analyses are presented below.

1. Findings related to the First Sub-problem

In relation to the first sub-problem “*Is there a significant difference between the published effect sizes of the 5E learning model implemented in the courses in the field of science on academic achievement depending on the level of schooling (elementary school, middle school, high school and university)?*”, the combined effect sizes, variances and study weights of the studies included in the current research were determined and these values are presented in Table 1.

Table 1.
Findings related to the Effect Sizes of the Studies Focusing on Academic Achievement

Researcher	Year	Effect Size	p	Working weight
Açışlı,	2014	1,312	0,000	3,23
Öztürk Geren, Dökme,	2015	1,554	0,000	2,96
Açışlı, Turgut,	2011	2,326	0,000	3,23
Aksoy, Gürbüz,	2013	1,119	0,000	3,23
Aktaş,	2013a	2,315	0,000	3,07
Ayvacı, Yıldız,	2015	0,759	0,000	3,49
*Bıyıklı, Yağcı,	2015	2,878	0,000	2,92
Çardak, Dikmenli, Sarıtaş,	2008	0,990	0,004	3,01
Çepni, Çoruhlu,	2014	1,025	0,000	3,35
Ergin,	2009	2,179	0,000	3,27
Ergin, Kanlı, Tan,	2007	2,179	0,000	3,72
Ergin, Ünsal, Tan,	2006	1,703	0,000	3,34
Ersoy, Sarıkoç, Berber,	2013	0,890	0,007	3,06
Güzel,	2016	1,105	0,000	3,27
Hırça, Çalık, Seven,	2011	1,101	0,001	3,06
Özbudak, Özkan,	2014	0,907	0,000	3,67
Özsevgeç,	2006	1,127	0,000	3,34
Saygın, Altınboz, Salman,	2006	1,217	0,000	3,11
Yıldız Feyzioğlu, Ergin, Kocakülâh,	2012	-0,916	0,002	3,21
Turgut, Gürbüz,	2011	1,578	0,000	2,88
Ağgül Yalçın, Bayrakçeken,	2010	1,306	0,000	3,04
Ceylan,	2008	2,669	0,000	3,35
Ekici,	2007	0,944	0,002	3,17
Erdoğan a,	2011	1,821	0,000	3,17
Erdoğan b,	2011	1,105	0,000	3,27
Zengin,	2016	0,648	0,032	3,17
Önder,	2011	0,921	0,004	3,11
Coşkun,	2011	0,783	0,000	3,62
Aydemir,	2012	1,365	0,000	3,48
Keskin,	2008	-0,167	0,616	3,05
Bilgin, Ay, Coşkun,	2013	0,786	0,000	3,62
General Effect Size		1,268		

* From among all the studies, only this study was conducted in the science course and as it did not affect the analysis results, it was not included in the analyses.

Moreover, in the current study, Rosenthal FSN value was calculated to determine whether there is a publication bias for the academic achievement variable and Funnel Plot was examined. The calculated values are given in Table 2 and Figure 1.

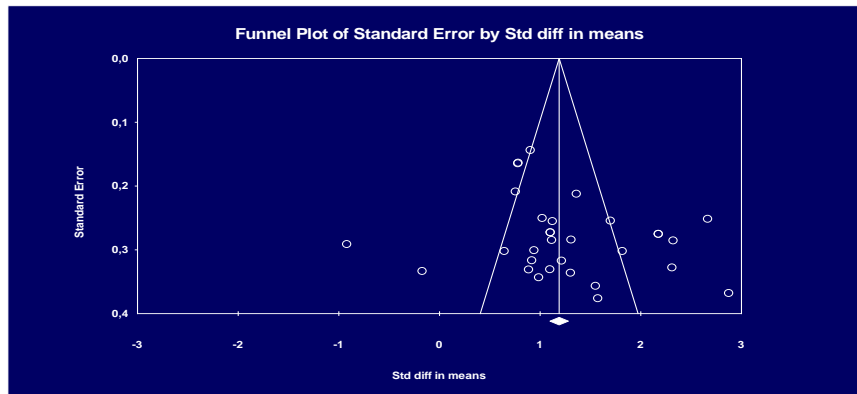


Figure 1: Effect Size Funnel Plot

Table 2.

Rosenthal FSN Values Calculated for 30 Studies Investigating the Effect of the 5E Learning Model on Academic Achievement

Z-value for observed studies	24.63710
p-value for observed studies	0.000000*
Alpha	0,05
Orientation	2
Z value for Alpha	1,95996
Number of observed work	30
FSN	4711

*p<.05

Looking at Table 2, for the $p=0.00$ statistical significance value obtained as a result of the meta-analysis to be $p>0.05$, it is necessary to conduct 4711 studies with the effect size value of 0. When the Rosenthal FSN value is higher compared to the number of observed work, then it is assumed that results are resistant to publication bias (Rosenthal, 1991; cited in Üstün & Eryılmaz, 2014). That is, the calculated value gives the number of publications needed to eliminate the significance of the result of the meta-analysis and this value is calculated by using the formula $N/(5k+10)$. If the value calculated here exceeds 1, it says that the meta-analysis is resistant enough for future studies (Mullen, Muellerleile & Bryant, 2001; cited in Üstün & Eryılmaz, 2014). Moreover, when Figure 1 related to the publication bias is examined, it is seen that the shape in the figure is distributed similar to the symmetric structure and as a result of the calculations made with the Rosenthal method, the value was found to be 28.55 and all these show that the results of the meta-analysis are highly resistant against the primary studies to be conducted on similar subjects.

After the evaluation of the publication bias was made, analyses were conducted to determine whether the effect sizes vary significantly depending on the level of schooling in relation to academic achievement and findings are presented in Table 3.

Table 3.

Whether effect sizes vary significantly depending on the level of schooling in relation to academic achievement

Variable	Between-groups Homogeneity Value (Q_B)	p	n	ES	ES (%95 CI)		Standard Error (SE)
					Bottom	Top	
Level of Schooling	194,684	0,000					
Elementary school			2	0,781	0,498	1,008	0,116
Middle school			13	1,536	1,386	1,687	0,077
High school			12	0,845	0,701	0,990	0,074
University			3	1,658	1,058	1,240	0,171

As seen on Table 3, the critical value from the X^2 table at the 95% significance level and 29 freedom degree was found to be 42.557. The homogeneity value between the groups constructed on the basis of the level of schooling (Q_b) was found to be 194.684 and p value was found to be 0.000. As the between-groups homogeneity value is higher than the critical value and as the p value is smaller than 0.05, the random effects model was used. In terms of academic achievement, a significant difference was found between the groups constructed on the basis of the level of schooling. When the effect sizes according to the level of schooling of the studies investigating the effect of the 5E learning model on academic achievement were examined, it was found that the studies using the 5E model at the university level (ES=1.658), higher school level (ES=0.845) and middle school level (ES=1.536) have large effect sizes. The studies conducted at the elementary level were found to have medium effect size (ES=0.781). In this connection, it was concluded that the 5E learning model has the greatest effect on academic achievement at the university level while it has the smallest effect at the elementary school level.

2. Findings related to the Second Sub-problem

In relation to the second sub-problem “*Is there a significant difference between the published effect sizes of the 5E learning model implemented in the courses in the field of science on academic achievement depending on the type of course (science, physics, chemistry and biology)?*”, the combined effect sizes, variances and study weights of the studies included in the current research were determined and these values are presented in Table 4.

Table 4.
Whether effect sizes vary significantly depending on the type of the course in relation to academic achievement

Variable	Between-groups Homogeneity Value (Q_b)	p	n	ES	ES (%95 CI)		Standard Error (SE)
					Bottom	Top	
Course type	194,684	0,000					
Biology			6	1,043	0,846	1,240	0,101
Physics			17	1,183	1,052	1,314	0,067
Chemistry			7	1,168	1,003	1,334	0,084

As can be seen in Table 4, the critical value from the X^2 table at the 95% significance level and 29 freedom degree was found to be 42.557. The homogeneity value between the groups constructed on the basis of the type of the course (Q_b) was found to be 194.684 and p value was found to be 0.000. As the between-groups homogeneity value is higher than the critical value and as the p value is smaller than 0.05, the random effects model was used. In terms of academic achievement, a significant difference was found between the groups constructed on the basis of the type of the course. When the effect sizes according to the type of the course of the studies investigating the effect of the 5E learning model on academic achievement were examined, it was found that the studies using the 5E model in the biology course (ES=1.043), physics course (ES=1.183) and chemistry course (ES=1.168) have large effect sizes. In this connection, it was concluded that the 5E learning model has the greatest effect on academic achievement in the physics course.

3. Findings related to the Third Sub-problem

In relation to the third sub-problem “*Is there a significant difference between the published effect sizes of the 5E learning model implemented in the courses in the field of science on course attitude depending on the level of schooling (elementary school, middle school, high school, university)?*”, the combined effect sizes, variances and study weights of the studies included in the current research were determined and these values are presented in Table 5.

Table 5.
Findings related to the Effect Sizes of the Studies Focusing on Course Attitude

Researcher	Year	Effect Size	p	Working weight
Açışlı, Turgut, Yalçın, & Gürbüz	2009	2,547	0,000	3,60
Açışlı, Turgut	2011	0,893	0,000	5,33
Aktaş	2013b	0,815	0,002	5,00
Ayvacı, Yıldız	2015	0,694	0,001	5,57
*Bıyıklı, Yağcı	2015	1,115	0,000	4,87
Ergin, Ünsal, Tan	2006	0,521	0,019	5,43
Güzel a	2016	0,213	0,403	5,10
Güzel b	2016	-0,546	0,035	5,06
Güzel c	2016	1,105	0,000	4,91
Hırça, Çalık, Seven	2011	0,986	0,003	4,39
Özbudak, Özkan	2014	0,960	0,000	6,15
Özsevgeç	2006	0,067	0,779	5,27
Turgut, Gürbüz	2011	0,074	0,822	5,37
Altun Yalçın, Açışlı, Turgut	2010	0,023	0,930	5,07
Akar	2005	0,068	0,800	4,97
Ceylan	2008	0,413	0,026	5,79
Ekici	2007	0,637	0,030	4,72
Aydemir	2012	0,630	0,001	5,68
Keskin	2008	0,230	0,492	4,31
Öztürk	2013	0,697	0,031	4,42
General Effect Size		0,583		

* From among all the studies, only this study was conducted in the science course and as it did not affect the analysis results, it was not included in the analyses.

Moreover, in the current study, Rosenthal FSN value was calculated to determine whether there is a publication bias for the course attitude variable and Funnel Plot was examined. The calculated values are given in Table 6 and Figure 2.

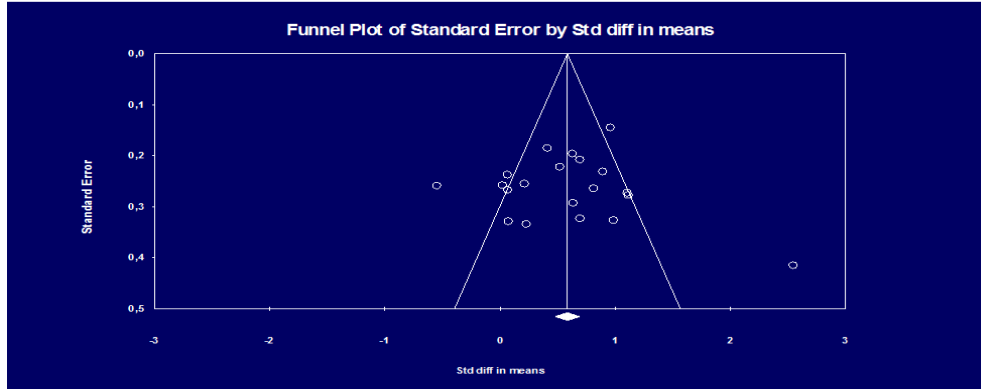


Figure 2: *Effect Size Funnel Plot*

Table 6.

Rosenthal FSN Values Calculated for 19 Studies Investigating the Effect of the 5E Learning Model on Students' Attitudes towards the Course

Z-value for observed studies	9,74079
p-value for observed studies	0,000000*
Alpha	0.05
Orientation	2
Z value for Alpha	1,95996
Number of observed work	19
FSN	451

* $p \leq 0.05$

It is obvious on Table 6, for the $p=0.00$ statistical significance value obtained as a result of the meta-analysis to be $p > 0.05$, it is necessary to conduct 451 studies with the effect size value of 0. The value obtained as a result of the calculations conducted with Rosenthal method is 4.30 and as this value is highly over 1 and as the shape in Figure 2 is distributed similar to the symmetric structure, the results of the meta-analysis are highly resistant against the primary studies to be conducted on similar subjects.

After the evaluation of the publication bias was made, analyses were conducted to determine whether the effect sizes vary significantly depending on the level of schooling in relation to course attitude and findings are presented in Table 7.

Table 7.

Whether effect sizes vary significantly depending on the level of schooling in relation to course attitude

Variable	Between-groups Homogeneity Value (Q_B)	p	n	ES	ES (%95 CI)		Standard Error (SE)
					Bottom	Top	
Level of Schooling	76,045	0,000					
Middle school			11	0,648	0,460	0,836	0,096
High school			5	0,447	0,302	0,593	0,074
University			3	0,797	0,488	0,664	0,157

As can be seen in Table 7, the critical value from the X^2 table at the 95% significance level and 18 freedom degree was found to be 28.869. The homogeneity value between the groups constructed on the basis of the level of schooling (Q_B) was found to be 76.045 and p value was found to be 0.000. As the between-groups homogeneity value is higher than the critical value and as the p value is smaller than 0.05, the random effects model was used. In terms of course attitude, a significant difference was found between the groups constructed on the basis of the level of schooling. When the effect sizes according to the level of schooling of the studies investigating the effect of the 5E learning model on course attitude were examined, it was found that the studies using the 5E model at the university level ($ES=0.797$), higher school level ($ES=0.447$) and middle school level ($ES=0.648$) have medium effect sizes. In this connection, it was concluded that the 5E learning model had the greatest effect on course attitude at the university level while it had the smallest effect at the high school level.

4. Findings related to the Fourth Sub-problem

In relation to the third sub-problem "Is there a significant difference between the published effect sizes of the 5E learning model implemented in the courses in the field of science on course attitude depending on the type of course (science, physics, chemistry and biology)?", the combined effect sizes, variances and study weights of the studies included in the current research were determined and these values are presented in Table 8.

Table 8.*Whether effect sizes vary significantly depending on the type of the course in relation to course attitude*

Variable	Between-groups Homogeneity Value (Q_B)	p	n	ES	ES (%95 CI)		Standard Error (SE)
					Bottom	Top	
Course Type	76,045	0,000					
Biology			2	0,921	0,016	1,169	0,126
Physics			12	0,502	0,355	0,650	0,075
Chemistry			5	0,411	0,207	0,615	0,104

As can be seen in Table 8, the critical value from the X^2 table at the 95% significance level and 18 freedom degree was found to be 28.869. The homogeneity value between the groups constructed on the basis of the type of the course (Q_B) was found to be 76.045 and p value was found to be 0.000. As the between-groups homogeneity value is higher than the critical value and as the p value is smaller than 0.05, the random effects model was used. In terms of course attitude, a significant difference was found between the groups constructed on the basis of the type of the course. When the effect sizes according to the type of the course of the studies investigating the effect of the 5E learning model on course attitude were examined, it was found that the studies using the 5E model in the physics course (ES=0.502) and chemistry course (ES=0.411) have medium effect sizes while those investigating it in the biology course (ES=0.921) have a large effect size. Thus, it was concluded that the 5E learning model is the most effective in the biology course in terms of course attitude.

Discussion & Conclusion

In the current study, a total of 30 studies including articles published in national and international journals and unpublished theses investigating the effects of the 5E learning model implemented in science courses compared to the traditional teaching approach on academic achievement in Turkey, having quantitative data and designed according to the experimental design were combined. In a meta-analysis study conducted by Kozcu-Çakır (2017) on the 5E learning model, it was found that the 5E learning model had a very wide effect on academic achievement compared to traditional teaching method. They also found that the general effect size of the studies determined according to the random effects model was in the 1.017 and 1.518 confidence interval and with ES=1.268 (%95 CI, SE=0.128), indicating a large effect size according to the classification by Cohen (1988) (Kozcu Çakır, 2017). In this connection, the current study also investigated whether the effect of the 5E learning model on academic achievement varies depending on the level of schooling (elementary school, middle school, high school, university) and the type of the course (physics, chemistry, biology and science). As a result of the analyses, it was concluded that the 5E learning model had the highest effect on academic achievement at the university level and had the smallest effect at the elementary school level. The reason for the 5E learning model's having a higher effect size on academic achievement at the university level might be that university students have better and more adequate knowledge due to their developmental level and thus applications can be more easily conducted with them. Similar findings have been reported by meta-analysis studies in the literature. In the meta-analysis studies carried out by Ayaz, Şekerci (2015a) and Saraç (2017b) on the constructivist approach including the 5E learning model, the highest effect size was obtained at the university level while the lowest effect size was obtained at the elementary school level. Furthermore, in a study by Balta and Saraç (2016), it was found that the 7E learning model had the highest effect on academic achievement at the high school level. On the other hand, though Saraç (2017a) stated that the effect of the 5E learning model on academic achievement did not vary significantly depending on the level of schooling, it had large effects at the elementary and high school levels. Another finding of the current study is that the 5E learning model had the greatest effect on academic achievement in the physics course and the smallest effect in the biology course. Similar findings have been reported by Ayaz and Şekerci (2015a). However, Ural and Bümen (2016) and Saraç (2017a) found the highest effect of the 5E learning model on academic achievement in the biology course.

In this study, a total of 30 studies including articles published in national and international journals and unpublished theses investigating the effects of the 5E learning model implemented in science courses compared to the traditional teaching approach on course attitude in Turkey, having quantitative data and designed according to the experimental design were combined. In a meta-analysis study conducted by Kozcu-Çakır (2017) on the 5E learning model, it was found that the 5E learning model had a medium effect on course attitude compared to traditional teaching method. They also found that the general effect size of the studies determined according to the random effects model was in the 0.358 and 0.808 confidence interval and with $ES=0.583$ (%95 CI, $SE=0.128$), indicating a medium effect size according to the classification by Cohen (1988) (Kozcu Çakır, 2017). In this connection, the current study also investigated whether the effect of the 5E learning model on course attitude varies depending on the level of schooling (elementary school, middle school, high school, university) and the type of the course (physics, chemistry, biology and science). As a result of the analyses, it was concluded that the 5E learning model had the highest effect on course attitude at the university level and had the smallest effect at the high school level. The reason for the 5E learning model's having a higher effect size on course attitude at the university level might be that these university students prefer to come to science-related departments at university and thus they have more positive attitudes towards science. Similar findings have also been reported by Ayaz (2015). Another finding of the current study is that the 5E learning model had the greatest effect on course attitude in the biology course and the smallest effect in the chemistry course. Ayaz (2015) found that though the effect of the 5E learning model on course attitude did not vary significantly depending on the type of the course, effect sizes were found to be varying depending on the type of the course.

In short, it was determined that the 5E learning model has more positive effects on academic achievement and course attitude compared to the traditional teaching approach (Kozcu Çakır, 2017) and this effect was found to be varying depending on the level of schooling and the type of the course in the current study. In light of the findings of the study, following suggestions can be made.

- In the current study, it was determined that the 5E learning model had a medium effect on the students' course attitudes. In other studies, a low effect (Ayaz, 2015) and medium effect (Anıl & Batdi, 2015; Ayaz & Şekerci, 2015b; Saraç, 2017a; Ural & Bümen, 2016) were found. Thus, it can be researched what should be done to enhance this effect.
- It was found that there was a significant difference between the effect sizes of the publications on the effect of the 5E learning model on achievement of students depending on the type of the course. Sample applications can be developed to investigate what can be done to enhance effectiveness in other types of courses.
- It was found that there was a significant difference between the effect sizes of the publications on the effect of the 5E learning model on academic achievement of students depending on the level of schooling. The reasons for finding the lowest effect sizes at the elementary school level can be investigated.
- The 5E learning model was found to have a very large effect on academic achievement of students. In other studies, conducted by Anıl, Batdi (2015), Saraç (2017a), Ural, Bümen (2016) and Ayaz, Şekerci (2015b), it was also found to have a very large effect. In this respect, teachers can be encouraged to implement the 5E learning model in science classes and in-service training programs can be organized to help teachers overcome their difficulties in the implementation of the model.
- It was found that there was a significant difference between the effect sizes of the publications on the effect of the 5E learning model on course attitude of students depending on the type of the course. Sample applications can be developed to investigate what can be done to enhance effectiveness in other types of courses.

- It was found that there was a significant difference between the effect sizes of the publications on the effect of the 5E learning model on course attitude of students depending on the level of schooling and in general the effect sizes were not found to be very large. How to improve these effect sizes considering the level of schooling can be investigated.
- As it was found to be more effective, the 5E learning model can be emphasized more in curriculums..

Türkçe Sürümü

Giriş

Türkiye’de ve dünyada bilgi ve teknolojideki hızlı değişimler beraberinde eğitim sistemlerinin yeniden yapılanmasına sebep olmuştur. Ulusal Araştırma Konseyi (The National Research Council-NRC) tarafından 1997’de yayınlanan fen eğitimi standartlarının belirlenmesi ve dünyada hızla değişen bilim ve teknoloji ülkemizdeki programların değişmesini ve nitelikli bireyler yetiştirmek amacıyla fen bilimleri dersi programının yeniden yapılanmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu gelişmeler ışığında Milli Eğitim Bakanlığı 2004 yılında Fen Dersi için yeniden yapılanmaya gitmiş ve dersin adını Fen ve Teknoloji Dersi olarak değiştirmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2005). Yeni yapılandırılan bu programda, yapılandırmacı yaklaşım benimsenmiş ve program sarmal bir yapı olarak tasarlanmıştır. Daha sonra ise programda çeşitli revizeler gerçekleştirilmiş (MEB, 2005; MEB, 2013) ve son olarak 2017’de taslak program geliştirilmiştir. Bu yeni programın temelini ise yapısalci yaklaşım oluşturmaktadır (MEB, 2017). Programların temel amacı; fen okuryazarı bireyler yetiştirmektir. Fen okuryazarı bireylerin temel özelliği bilgiyi kendilerinin yapılandırmalarıdır. Bu değişimler ve eğitim programlarındaki gelişmeler bireylerin bilgiyi ezberlemelerine değil bilgiyi kendilerinin yapılandırmalarına olanak sağlayacak yaklaşımların, yöntem, teknik ve stratejilerin derslerde kullanılmasını gerekli kılmıştır. Bu araştırmaya konu olan 5E öğrenme modeli de bu etkileşimler sonucu ortaya çıkmış ve özellikle fen bilimleri derslerinde kullanılmıştır. 5E öğrenme modeli yapısalci yaklaşım ile bilişsel psikoloji üzerine dayandırılmış ve fen derslerinde uygulamaların niteliğinin artırılmasını sağlamak ve dersleri tasarlamak amacıyla kullanılmaktadır (Bybee, 1997). Bybee (1997), bu yaklaşımın kullanılması öğrencilerin kendilerinde var olan fikirlerini, akranları ve çevreleri ile etkileşime geçerek yeniden tanımlamalarına, organize etmelerine, incelemelerine ve değiştirmelerine yardımcı olduğunu belirtmektedir. Hanuscin ve Lee (2008) ise aynı kavram hakkında çoklu öğrenme deneyimi sunmayı sağlamasından ve öğrencilerde var olan çoklu ön kavramların ele alınmasını kolaylaştırmasından dolayı 5E öğrenme modelinin kullanımının öneminden bahsetmektedir. Ayrıca Senan (2013) teknoloji ile zenginleştirilmiş 5E öğrenme modelinin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmasının yanı sıra öğretmenler için belirlenen bir kavramın öğretilmesinde iyi bir araç olduğunu belirtmiştir. Prokes’da (2009) 5E öğrenme modeli ile ilgili yapmış olduğu çalışma sonucunda, öğrencilerin ders anlatmaya (Lecture-Based) dayalı sınıflardaki öğrencilere göre derste daha aktif ve motive olduklarını, kendi bilgi ve deneyimlerini paylaşma fırsatı bulduklarını ifade etmiştir.

Özellikle fen bilimlerinin öğretimi alanında yaygın kabul gören 5E öğrenme modeli, öğrencilerin araştırma merakını artıran, onların beklentilerini tatmin eden, bilgi ve anlama için araştırmaya odaklanmalarını sağlayacak beceri ve aktiviteleri içermektedir. Ayrıca bu model, her aşamada öğrencileri aktivite içine dâhil ederek onların kendi kavramlarını kendilerinin oluşturmaları yönünde teşvik etmektedir (Ağgöl Yalçın & Bayrakçeken, 2010; Ergin, 2009; Özsevgeç, 2006). Bununla ilgili alan yazın da, 5E öğrenme modeline göre düzenlenen öğretimin öğrencilerin başarılarını olumlu etkilediği, sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu ve öğrencilerin derse karşı tutumlarının olumlu yönde gelişmesine katkı sağladığı görülmektedir (Bıyıklı & Yağcı, 2015; Devocioğlu, 2016; Dikici, Türker & Özdemir, 2010; Şahin & Çepni, 2012). Bu bağlamda 5E öğrenme modeli ile ilgili fen bilimleri alanındaki çalışmalar incelendiğinde; fen ile ilgili kavram yanlışlarına yönelik farkındalık sağlanmasında ve giderilmesinde (Ayas, 1998; Ceylan & Geban, 2009; Çepni, Şan, Gökdere & Küçük, 2001; Saka, 2006; Şahin & Çepni, 2012; Turgut & Gürbüz, 2011; Yıldız Feyzioğlu, Ergin & Kocakulah, 2012); fene yönelik öğrenci başarılarının artmasında (Açıslı, 2014; Açıslı & Turgut, 2011; Aksoy & Gürbüz, 2013; Aktaş, 2013a; Aydın & Yılmaz, 2010; Ayvaci & Yıldız, 2015; Bıyıklı & Yağcı, 2015; Çepni & Şahin, 2012; Çepni, Şahin & İpek, 2010; Çetin Dindar, 2012; Daşdemir, 2016; Devocioğlu, 2016; Dikici, Türker & Özdemir, 2010; Er Nas, Çoruhlu & Çepni, 2010; Güzel, 2016; Lai, Lai, Chuang & Wu, 2015; Özsevgeç, Çepni & Bayri, 2007; Öztürk Geren & Dökme, 2015; Pabuçcu & Geban, 2015; Şahin & Çepni, 2012; Temel, Dinçol Özgür & Yılmaz, 2012; Tiryaki, 2009) ve fen dersine ilişkin tutumların gelişmesinde (Açıslı, Turgut, Yalçın & Gürbüz, 2009; Açıslı & Turgut, 2011; Akar, 2005; Altun Yalçın, Açıslı & Turgut, 2010; Aktaş, 2013b; Aydın

& Yılmaz, 2010; Bıyıklı & Yağcı, 2015; Güzel, 2016; Hırça, Çalık & Seven, 2011; Özbudak & Özkan, 2014) 5E öğrenme modelinin etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bu doğrultuda alan yazındaki çalışmaların ortak bulgusu, 5E öğrenme modelinin fen derslerinde kullanılmasının öğrenci başarısı ve derse yönelik tutumları olumlu yönde etkilemesidir. Ancak bu çalışmalarda 5E öğrenme modelinin başarı ve tutum üzerindeki etki büyüklüğünün çalışmadan çalışmaya farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu farklılık ise çalışmaların konu, örneklem sayısı, okul türü ve uygulama süresi gibi farklı değişkenler içermesinden kaynaklanabilir. Bu bağlamda benzer çalışmaların oluşturduğu bilgi birikimini yorumlamak ve yeni çalışmalara yol açmak amacıyla, kapsayıcı ve güvenilir nitelikte üst çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Akgöz, Ercan & Kan, 2004). Bu amaçla 5E öğrenme modelinin geleneksel öğretim yöntemine (düz anlatım, soru cevap vb.) kıyasla akademik başarıya ve derse yönelik tutuma etkisinin öğrenim düzeyi (ilkokul, ortaokul, lise ve üniversite) ve ders türüne (fen bilimleri, fizik, kimya ve biyoloji) göre farklılık gösterip göstermediği meta analiz ile incelenmiştir. Ayrıca alan yazında 5E öğrenme modeli ile ilgili ilköğretimden (I. kademe: ilkokul ve II. kademe: ortaokul) üniversiteye kadar birçok kademede ve fen alanındaki birçok ders türünde meta analiz çalışmalarının yapıldığı görülmektedir (Anıl & Batdı, 2015; Ayaz, 2015; Ayaz & Şekerci, 2015a; 2015b; Balta & Saraç, 2016; Semerci & Batdı, 2015; Toraman & Demir, 2016). Ancak bu çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların ders türü ayrımı yapılmadan yapısalıcı, 3E, 5E veya 7E öğrenme modelinin öğrenci başarısı ve tutumlar üzerine etkisini inceledikleri ve birden fazla konu alanını kapsadıkları tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, yapılan çalışmaların sadece fen bilimleri derslerini içermemesi ve genel anlamda başarı ve tutum üzerine sadece ne kadar bir etkiye sahip olduğunu belirtmesinden dolayı bu çalışmada 5E öğrenme modelinin başarı ve derse karşı tutum üzerine etkisinin dersin türüne ve öğrenim düzeyine göre ne kadar değişip değişmediği incelenmiştir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, 5E öğrenme modelinin geleneksel öğretim yöntemine kıyasla akademik başarıya ve derse yönelik tutuma etkisini inceleyen çalışmaların etki büyüklükleri açısından öğrenim düzeyi ve ders türüne göre farklılığın anlamlı düzeyde nasıl değiştiğini meta analiz yöntemi ile belirlemektir. Araştırmanın problem cümlesi ise; “5E öğrenme modelinin geleneksel öğretime kıyasla öğrenci başarısı ve derse yönelik tutumları üzerindeki etki büyüklükleri öğrenim düzeyine ve ders türüne göre bir farklılık göstermekte midir?” şeklindedir. Alt problemler ise aşağıda verilmiştir;

(1) Fen alanındaki derslerde uygulanan 5E öğrenme modeli ile ilgili yayınların akademik başarı üzerine etki büyüklükleri arasında, öğrenim düzeyleri (ilkokul, ortaokul, lise, üniversite) açısından bir farklılık var mıdır?

(2) Fen alanındaki derslerde uygulanan 5E öğrenme modeli ile ilgili yayınların akademik başarı üzerine etki büyüklükleri arasında, ders türü (fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji) açısından bir farklılık var mıdır?

(3) Fen alanındaki derslerde uygulanan 5E öğrenme modeli ile ilgili yayınların derse yönelik tutumları üzerine etki büyüklükleri arasında, öğrenim düzeyleri (ilkokul, ortaokul, lise, üniversite) açısından bir farklılık var mıdır?

(4) Fen alanındaki derslerde uygulanan 5E öğrenme modeli ile ilgili yayınların derse yönelik tutumlar üzerine etki büyüklükleri arasında, ders türü (fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji) açısından bir farklılık var mıdır?

Yöntem

Araştırmada; fen alanındaki derslerde kullanılan 5E öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarı ve tutumları üzerindeki etkisinin öğrenim düzeyleri ve ders türüne göre bir değişiklik gösterip göstermediği meta-analiz yöntemi ile incelenmiştir. Meta-analiz; birçok sayıda bireysel olarak yayınlanmış ve tamamlanmış araştırmaların sonuçlarının çeşitli değişkenler açısından birleştirilerek genel bir değerlendirmeye gitmeyi amaçlayan nicel bir yöntemdir. Bu yöntemle örneklem büyüklüğü dikkate alınmadan, birbirinden bağımsız olarak yapılan bireysel çalışmalardan elde edilen nicel araştırma sonuçlarının çeşitli değişkenler açısından analiz edilmesi ve çıkan sonuçlardan genel bir yargıya ulaşılması

hedeflenmektedir. (Bailar, 1995; Christensen, Johnson & Turner, 2015; Cohen, 1980; Finley, 1995; Hunter & Schmidt, 2004).

Verilerin Toplanması

Araştırma verileri 2006-2016 yılları arasında Türkiye’de “5E öğrenme” modeli ile ilgili yayınlanmış veya nicel olarak tasarlanmış ve gerekli istatistiksel verilere sahip olan hakemli dergilerde yayınlanmış makalelerden ve yayınlanmamış yüksek lisans ve doktora tezlerinden toplanmıştır. Araştırmada örnekleme Türkiye olan İngilizce ve Türkçe çalışmalara ulaşabilmek amacıyla Türkçe “5E öğrenme modeli” ve “5E”, İngilizce ise “5E learning model” ve “5E model” anahtar kelimeleri kullanılarak EBSCO, Google Scholar, Ulakbim TR Dizin ve YÖK Tez veri tabanlarında tarama yapılmıştır. Taramalar sonucunda bazı makaleler, birden fazla öğretim yönteminin bir arada kullanılmasından ve analiz için gerekli olan bazı değerleri vermemesinden dolayı çalışmaya dâhil edilmemiştir. Taranan tezlerde ise 54 adet teze ulaşılmış ancak 5 tanesi yıl aralığı tutmadığı için, 13 tanesi fen bilimleri ile ilgili dersleri kapsamadığı için, 13 tanesi 2 farklı yöntemin bir arada kullanılması ile yapıldığı için, 4 tanesi görüş ve kavram yanlışlığı ile ilgili olduğu için çalışmadan çıkarılmıştır. Bu tezlerin 11 tanesi yüksek lisans ve 10 tanesi doktora tezidir. Sadece fen bilimleri derslerinde yapılan tezler çalışmaya dâhil edileceği için 10 tane tez tek grup deseni kullanılmasından, analiz için gerekli olan bazı değerleri vermemesinden ve makale olarak yayınlanması gibi sebeplerden dolayı çalışmaya dâhil edilmemiştir. Ancak makale olarak yayınlanan tezlerin makaleleri dikkate alınmıştır. Ayrıca 5E öğrenme modeli ile ilgili yapılan bildirimlerin tam metinlerine ulaşım zorluğundan çalışmaya dâhil edilmemiştir. Bu doğrultuda 5E öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisine yönelik 21 makale, 10 tez, öğrencilerin derse yönelik tutumları üzerine etkisine yönelik ise 13 makale, 7 tez meta-analiz çalışmasına dâhil edilmiştir. Ancak çalışmanın sonuçları kullanılan makale ve tezlerden elde edilen verilerin analizi ile sınırlıdır.

Çalışmaya dâhil edilme kriterleri

Meta-analiz çalışmasına dâhil edilen çalışmalar belirlenirken aşağıdaki kriterler göz önüne alınmıştır:

- 1) Çalışmaların 2006-2016 yılları arasında Türkiye’de yapılmış olması,
- 2) İngilizce ve Türkçe dilinde yazılmış yüksek lisans, doktora tezi ve hakemli dergilerde yayınlanmış makale olması,
- 3) Çalışmaların deney ve kontrol gruplarını içermesi ve deneysel veya yarı deneysel çalışma olması,
- 4) Çalışmaların fen alanındaki derslerde uygulanmış olması,
- 5) Çalışmalarda deney grubuna 5E öğrenme modelinin, kontrol grubuna geleneksel öğretim yaklaşımını uygulanmış olması,
- 6) Araştırmalarda çalışma gruplarının akademik başarı ve derse yönelik tutumlara ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma değerlerinin verilmesi,
- 7) Araştırmalarda çalışma gruplarının örneklem büyüklüklerinin verilmiş olması,
- 8) Çalışma örneklemelerinin ilköğretim [I. kademe (ilkokul), II. kademe (ortaokul)], lise ve üniversite düzeylerinden seçilmiş olması.

Verilerin Kodlanması

Meta-analiz çalışmasının yapılabilmesi amacıyla 5E öğrenme modeli ile ilgili elde edilen çalışmalar amaca uygun olarak kodlama işlemine tabi tutulmuştur. Aşağıda belirtilen içerikler doğrultusunda kodlama işlemi gerçekleştirilmiştir;

- Çalışmaların içeriği ve yayın bilgileri,
- Çalışmanın yazarı, türü, yayın yılı,
- Çalışmanın uygulandığı öğrenci grubunun öğrenim düzeyi,
- Çalışmanın uygulandığı dersin türü,
- Çalışmadaki istatistiksel veriler (örneklem büyüklüğü, aritmetik ortalama ve standart sapma) yer almaktadır.

Bu bağlamda çalışmanın bağımlı değişkeni, seçilmiş çalışmalardan elde edilen verilerden hesaplanan etki büyüklüğüdür; bağımsız değişkenleri ise öğrencilerin öğrenim düzeyi ve ders türüdür. Bazı tez ve makalelerde tutum ve akademik başarı ile ilgili her ikisini de içeren analiz birimleri olduğu için her biri bir etki büyüklüğü olarak değerlendirilmiştir. Etki büyüklüğü; her bir çalışmanın analizinde kullanılan standart bir değerdir ve meta analiz çalışmalarının değerlendirilmesinde temel birimi oluşturur ve iki değer arasındaki ilişkinin ya da uygulamanın etkisinin büyüklüğünü yansıtır (Bernard ve diğerleri, 2004; Akt: Aktamış, Hiğde & Özden, 2016; Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein, 2009).

Verilerin Analizi

Meta-analiz yönteminin kullanıldığı bu çalışmada, araştırmaların kim tarafından, hangi yılda, hangi yayın türünde yapıldığına ilişkin betimsel analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Comprehensive Meta Analysis (CMA) programı kullanılarak meta-analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen etki büyüklüklerinin ve genel etki büyüklüğünün yorumlanması için Cohen's d hesaplanmıştır. Bu değer iki grubun ortalamaları arasındaki farkın, iki grubun birleştirilmiş ortak standart sapmaya bölünmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Cohen, 1980). Böylece çalışmada hesaplanan d değeri ile birden fazla bağımsız çalışmada ortaya çıkan sonuçların ortak bir ölçme sistemine çevrilmesi sağlanmakta ve doğru bir şekilde karşılaştırma yapılmasına imkân vermektedir (Dinçer, 2014; Üstün ve Eryılmaz, 2014). Ayrıca d değerinin yorumlanması amacıyla Cohen (1988) bir sınıflama yapmıştır. Bu sınıflandırmada d değeri 0,20 ve altındaysa küçük (düşük), 0,20 ve 0,80 arasındaysa orta, 0,80 ve bu değerinden daha da üstündeyse büyük (geniş) bir etkiye sahip olduğu şeklinde belirtilmektedir.

Meta-analizde çalışmaların etki büyüklüklerinin hesaplanması öncesinde etki büyüklüklerinin ve örneklem homojenliğinin test edilmesi ve çalışmalara uygulanacak modelin belirlenmesi amacıyla homojenlik testi yapılması gerekmektedir. Bu doğrultuda alan yazında sabit etkiler modeli ve rastgele etkiler modeli yer almaktadır. Sabit etkiler modeli tüm çalışmaların sadece bir etki büyüklüğüne sahip olduğunu belirtir ve ortaya çıkan farklılıkların sebebinin örnekleme hatasından meydana geldiğini söyler. Rastgele etkiler modeli ise; katılımcıların yaş, eğitim durumu, örneklem büyüklüğü gibi değişkenler nedeni ile gerçek etki büyüklüğünün çalışmadan çalışmaya değişebileceğini belirtir ve bu nedenle etki büyüklüğü bazı ortalamalar etrafında dağılmakta olduğunu söyler (Üstün ve Eryılmaz, 2014). Burada Q değerinin kritik değeri aşır aşmamasına ve p değerlerinin 0,05'den küçük ya da büyük olup olmamasına göre model belirlenir. Eğer Q değeri belirli bir df değeri için " " X2 değerini aşıyorsa ve $p < 0,05$ küçük ise heterojenlik vardır ve rastgele etkiler modeli kullanılır. Eğer Q değeri belirli bir df değeri için " " X2 değerini aşmıyorsa ve $p > 0,05$ büyük ise homojenlik vardır ve sabit etkiler modeli kullanılır. Bu modellere göre etki büyüklükleri hesaplanır (Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein, 2009; Dinçer, 2014). Ayrıca homojenlik ve heterojenlik durumuna göre uygulanacak model belirlendikten sonra meta analiz yapılmadan önce yayın yanlılığı olup olmadığını belirlemek için Rosenthal FSN testi yapılmıştır. Çünkü meta analiz çalışmalarında yayın yanlılığı en büyük sorunlardan biridir ve meta analizin ne kadar güçlü olduğunu ortaya koymaktadır (Copas & Shi, 2000).

Bulgular

Araştırmada 5E öğrenme modeli ile geleneksel öğretimin karşılaştırıldığı fen alanında yapılmış toplam 38 çalışma incelenmiştir. Akademik başarı bağımlı değişkenini ele alan 21 makale, 10 tez; derse yönelik tutum bağımlı değişkenini ele alan 13 makale, 7 tez çalışmaya dâhil edilmiştir. Ancak bu çalışmaların bazıları hem akademik başarıyı hem de derse yönelik tutum bağımlı değişkenlerini birlikte ele almaktadır. Akademik başarı bağımlı değişkeni ile ilgili çalışmalarda deney grubunda toplam 1172, kontrol grubunda 1024 öğrenci; derse yönelik tutum bağımlı değişkeni ile ilgili çalışmalarda deney grubunda toplam 695, kontrol grubunda 692 öğrenci üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir.

Bu doğrultuda çalışmanın bulguları 4 alt kategoride değerlendirilmiştir. Her bir bağımlı değişken için analizler yapılmış ve sırasıyla bulgulara yer verilmiştir.

1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

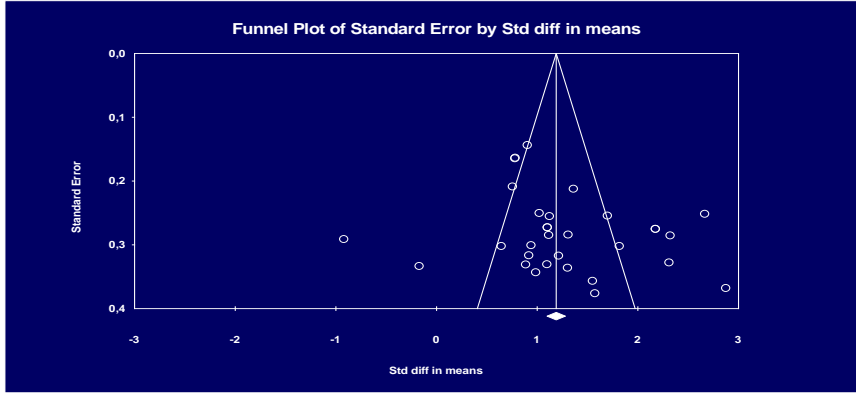
Araştırmada “Fen alanındaki derslerde uygulanan 5E öğrenme modeli ile ilgili yayınların akademik başarı üzerine etki büyüklükleri arasında, öğrenim düzeyleri (ilkokul, ortaokul, lise, üniversite) açısından bir farklılık var mıdır?” şeklindeki alt problem doğrultusunda, araştırmaya dâhil edilen çalışmaların birleştirilmiş etki büyüklükleri, varyans ve çalışma ağırlıkları belirlenmiş ve bu değerler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1.
Ölçüt Olarak Akademik Başarının Alındığı Çalışmaların Etki Büyüklüğü Bulguları

Araştırmacılar	Yıl	Etki Büyüklüğü	p	Çalışma Ağırlıkları
Açıslı,	2014	1,312	0,000	3,23
Öztürk Geren, Dökme,	2015	1,554	0,000	2,96
Açıslı, Turgut,	2011	2,326	0,000	3,23
Aksoy, Gürbüz,	2013	1,119	0,000	3,23
Aktaş,	2013a	2,315	0,000	3,07
Ayvacı, Yıldız,	2015	0,759	0,000	3,49
*Bıyıklı, Yağcı,	2015	2,878	0,000	2,92
Çardak, Dikmenli, Sarıtaş,	2008	0,990	0,004	3,01
Çepni, Çoruhlu,	2014	1,025	0,000	3,35
Ergin,	2009	2,179	0,000	3,27
Ergin, Kanlı, Tan,	2007	2,179	0,000	3,72
Ergin, Ünsal, Tan,	2006	1,703	0,000	3,34
Ersoy, Sarıkoç, Berber,	2013	0,890	0,007	3,06
Güzel,	2016	1,105	0,000	3,27
Hırça, Çalık, Seven,	2011	1,101	0,001	3,06
Özbudak, Özkan,	2014	0,907	0,000	3,67
Özsevgeç,	2006	1,127	0,000	3,34
Saygın, Altınboz, Salman,	2006	1,217	0,000	3,11
Yıldız Feyzioğlu, Ergin, Kocakülâh,	2012	-0,916	0,002	3,21
Turgut, Gürbüz,	2011	1,578	0,000	2,88
Ağgöl Yalçın, Bayrakçeken,	2010	1,306	0,000	3,04
Ceylan,	2008	2,669	0,000	3,35
Ekici,	2007	0,944	0,002	3,17
Erdoğan a,	2011	1,821	0,000	3,17
Erdoğan b,	2011	1,105	0,000	3,27
Zengin,	2016	0,648	0,032	3,17
Önder,	2011	0,921	0,004	3,11
Coşkun,	2011	0,783	0,000	3,62
Aydemir,	2012	1,365	0,000	3,48
Keskin,	2008	-0,167	0,616	3,05
Bilgin, Ay, Coşkun,	2013	0,786	0,000	3,62
Genel Etki Büyüklüğü		1,268		

* Tüm çalışmalar arasında sadece bu çalışmanın fen bilimleri dersinde yürütülmüş olması ve analiz sonuçlarını etkilememesi amacıyla analizlere dâhil edilmemiştir.

Ayrıca çalışmada akademik başarı değişkeni için yayın yanlılığı olup olmadığının belirlenmesi amacıyla Rosenthal FSN değeri hesaplanmış ve Funnel Plot (Huni grafiği) grafiği incelenmiştir. Hesaplanan ilgili değerler Tablo 2’de ve Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1: Etki Büyüklüğü Huni Grafiği

Tablo 2.

5E Öğrenme Modelinin Öğrencilerin Akademik Başarıları Üzerine Etkisini İnceleyen 30 Çalışma İçin Gerçekleştirilen Rosenthal FSN değerleri

Gözlenen çalışmalar için Z-değeri	24,63710
Gözlenen çalışmalar için p-değeri	0,000000*
Alfa	0,05
Yön	2
Alfa için Z değeri	1,95996
Gözlenen çalışma sayısı	30
FSN	4711

*p≤.05

Tablo 2 incelendiğinde; meta analiz sonucunda elde edilen $p=0,00$ istatistiksel anlamlılık değerinin $p>0,05$ olabilmesi için etki büyüklüğü değeri sıfır olan 4711 çalışmanın yapılması gerekmektedir. Rosenthal FSN değeri, incelenen çalışmaların sayısına kıyasla büyük ise sonuçların yayın yanlılığına karşı dirençli olduğu varsayılmaktadır (Rosenthal, 1991; Akt: Üstün ve Eryılmaz, 2014). Yani hesaplanan değer, meta analiz sonucunun anlamlılığının ortadan kalkması için gereken yayın sayısını vermektedir ve bu değer $N/(5k+10)$ formülü kullanılarak hesaplanmaktadır. Burada hesaplanan değer 1'i geçmesi durumunda meta analizin gelecekteki çalışmalar için yeterince dirençli olduğunu söylemektedir (Mullen, Muellerleile & Bryant, 2001; Akt: Üstün & Eryılmaz, 2014). Ayrıca yayın yanlılığı ile ilgili şekil 1 incelendiğinde grafikteki şeklin simetrik yapıya yakın bir yapıda dağıldığı ve Rosenthal yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucunda bu çalışmada elde edilen değer 28,55 hesaplanması meta analiz sonuçlarının benzer konularda yapılacak birincil araştırmalar karşısında oldukça dirençli olduğu göstermektedir.

Yayın yanlılığı açısından değerlendirme yapıldıktan sonra akademik başarı açısından; etki büyüklüklerinin öğrenim düzeyine göre değişip değişmediğine ilişkin analizler yapılmış ve bulgular Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3.

Akademik Başarı Açısından Etki Büyüklüklerinin Öğrenim Düzeyine Göre Farkları

Değişken	Gruplar arası Homojenlik Değeri (Q _B)	p	n	ES	ES (%95 CI)		Standart Hata (SE)
					Alt	Üst	
Öğrenim Düzeyi	194,684	0,000					
İlkokul			2	0,781	0,498	1,008	0,116
Ortaokul			13	1,536	1,386	1,687	0,077
Lise			12	0,845	0,701	0,990	0,074
Üniversite			3	1,658	1,058	1,240	0,171

Tablo 3 incelendiğinde X^2 tablosundan %95 anlamlılık düzeyinde 29 serbestlik derecesindeki kritik değer 42,557 olarak tespit edilmiştir. Öğrenim düzeyine göre oluşturulan gruplar arasındaki homojenlik değeri (Q_b) 194,684 ve p değeri 0,000 olarak bulunmuştur. Gruplar arası homojenlik değerinin kritik değerden büyük olmasından ve p değerinin 0,05'den küçük olmasından dolayı rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. Bu doğrultuda akademik başarı açısından öğrenim düzeyine göre oluşturulan gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. 5E öğrenme modelinin akademik başarıya etkisinin incelendiği çalışmaların öğrenim düzeyine göre etki büyüklüklerine bakıldığında, 5E öğrenme modelinin uygulandığı üniversite düzeyindeki araştırmaların ($ES=1,658$), lise düzeyindeki araştırmaların ($ES=0,845$) ve ortaokul düzeyindeki araştırmaların ($ES=1,536$) geniş düzeyde etki büyüklüğüne sahip oldukları tespit edilmiştir. İlkokul düzeyindeki araştırmaların ise ($ES=0,781$) orta düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda 5E öğrenme modelinin akademik başarı üzerinde en fazla üniversite düzeyinde, en az ise ilkokul düzeyinde etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmada “Fen alanındaki derslerde uygulanan 5E öğrenme modeli ile ilgili yayınların akademik başarı üzerine etki büyüklükleri arasında, ders türü (fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji) açısından bir farklılık var mıdır?” şeklindeki alt problem doğrultusunda, araştırmaya dâhil edilen çalışmaların birleştirilmiş etki büyüklükleri, varyans ve çalışma ağırlıkları belirlenmiş ve bu değerler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4.

Akademik Başarı Açısından Etki Büyüklüklerinin Ders Türüne Göre Farkları

Değişken	Gruplar arası Homojenlik Değeri (Q_b)	p	n	ES	ES (%95 CI)		Standart Hata (SE)
					Alt	Üst	
Ders Türü	194,684	0,000					
Biyoloji			6	1,043	0,846	1,240	0,101
Fizik			17	1,183	1,052	1,314	0,067
Kimya			7	1,168	1,003	1,334	0,084

Tablo 4 incelendiğinde X^2 tablosundan %95 anlamlılık düzeyinde 29 serbestlik derecesindeki kritik değer 42,557 olarak tespit edilmiştir. Ders türüne göre oluşturulan gruplar arasındaki homojenlik değeri (Q_b) 194,684 ve p değeri 0,000 olarak bulunmuştur. Gruplar arası homojenlik değerinin kritik değerden büyük olmasından ve p değerinin 0,05'den küçük olmasından dolayı rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. Bu doğrultuda akademik başarı açısından ders türüne göre oluşturulan gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. 5E öğrenme modelinin akademik başarıya etkisinin incelendiği çalışmaların ders türüne göre etki büyüklüklerine bakıldığında; 5E öğrenme modelinin uygulandığı biyoloji dersindeki araştırmaların ($ES=1,043$), fizik dersindeki araştırmaların ($ES=1,183$) ve kimya dersindeki araştırmaların ($ES=1,168$) geniş düzeyde etki büyüklüğüne sahip oldukları belirlenmiştir. Bu doğrultuda 5E öğrenme modelinin akademik başarı üzerinde en fazla fizik dersinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

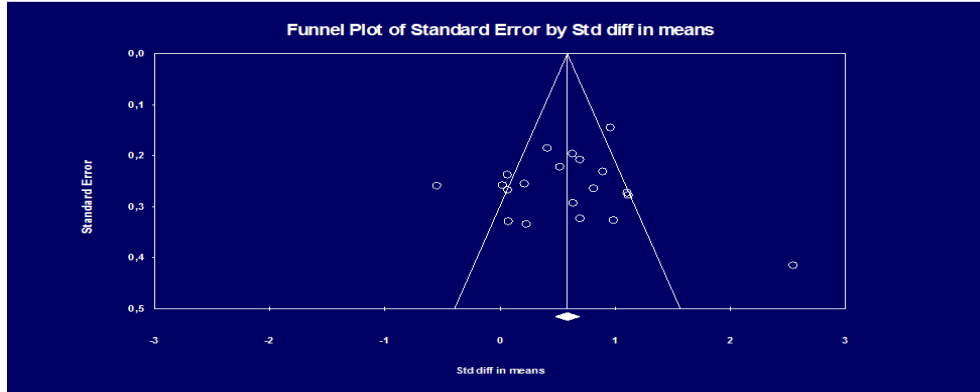
Araştırmada “Fen alanındaki derslerde uygulanan 5E öğrenme modeli ile ilgili yayınların derse yönelik tutumları üzerine etki büyüklükleri arasında, öğrenim düzeyleri (ilkokul, ortaokul, lise, üniversite) açısından bir farklılık var mıdır?” şeklindeki alt problem doğrultusunda, araştırmaya dâhil edilen çalışmaların birleştirilmiş etki büyüklükleri, varyans ve çalışma ağırlıkları belirlenmiş ve bu değerler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5.*Ölçüt Olarak Derse Yönelik Tutumun Alındığı Çalışmaların Etki Büyüklüğü Bulguları*

Araştırmacılar	Yıl	Etki Büyüklüğü	p	Çalışma Ağırlıkları
Açıslı, Turgut, Yalçın, & Gürbüz	2009	2,547	0,000	3,60
Açıslı, Turgut	2011	0,893	0,000	5,33
Aktaş	2013b	0,815	0,002	5,00
Ayvacı, Yıldız	2015	0,694	0,001	5,57
*Bıyıklı, Yağcı	2015	1,115	0,000	4,87
Ergin, Ünsal, Tan	2006	0,521	0,019	5,43
Güzel a	2016	0,213	0,403	5,10
Güzel b	2016	-0,546	0,035	5,06
Güzel c	2016	1,105	0,000	4,91
Hırça, Çalık, Seven	2011	0,986	0,003	4,39
Özbudak, Özkan	2014	0,960	0,000	6,15
Özsevgeç	2006	0,067	0,779	5,27
Turgut, Gürbüz	2011	0,074	0,822	5,37
Altun Yalçın, Açıslı, Turgut	2010	0,023	0,930	5,07
Akar	2005	0,068	0,800	4,97
Ceylan	2008	0,413	0,026	5,79
Ekici	2007	0,637	0,030	4,72
Aydemir	2012	0,630	0,001	5,68
Keskin	2008	0,230	0,492	4,31
Öztürk	2013	0,697	0,031	4,42
Genel Etki Büyüklüğü		0,583		

* Tüm çalışmalar arasında sadece bu çalışmanın fen bilimleri dersinde yürütülmüş olması ve analiz sonuçlarını etkilememesi amacıyla analizden çıkarılmıştır.

Ayrıca çalışmada derse yönelik tutum değişkeni için yayın yanlılığı olup olmadığının belirlenmesi amacıyla Rosenthal FSN değeri hesaplanmış ve Funnel Plot (Huni grafiği) grafiği incelenmiştir. Hesaplanan ilgili değerler Tablo 6'da ve Şekil 2'de verilmiştir.

**Şekil 2: Etki Büyüklüğü Huni Grafiği**

Tablo 6.

5E Öğrenme Modelinin Öğrencilerin Derse Yönelik Tutumları Üzerine Etkisini İnceleyen 19 Çalışma İçin Gerçekleştirilen Rosenthal FSN Verileri

Gözlenen çalışmalar için Z-değeri	9,74079
Gözlenen çalışmalar için p-değeri	0,000000*
Alfa	0.05
Yön	2
Alfa için Z değeri	1,95996
Gözlenen çalışma sayısı	19
FSN	451

*p≤.05

Tablo 6 incelendiğinde meta analiz sonucunda elde edilen $p=0,00$ istatistiksel anlamlılık değerinin $p>0,05$ olabilmesi için etki büyüklüğü değeri sıfır olan 451 çalışmanın yapılması gerekmektedir. Rosenthal yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen değer 4,30'dur ve bulunan değer 1'in oldukça üzerinde olması ve şekil 2 deki grafiğin şeklinin simetrik yapıya yakın bir yapıda dağılması nedeniyle meta analiz sonuçlarının benzer konularda yapılacak birincil araştırmalar karşısında oldukça dirençli olduğu tespit edilmiştir. Yayın yanlılığı açısından değerlendirme yapıldıktan sonra derse yönelik tutum açısından; etki büyüklüklerinin öğrenim düzeyine göre değişip değişmediğine ilişkin analizler yapılmış ve bulgular Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7.

Derse Yönelik Tutum Açısından Etki Büyüklüklerinin Öğrenim Düzeyine Göre Farkları

Değişken	Gruplar arası Homojenlik Değeri (Q_B)	p	n	ES	ES (%95 CI)		Standart Hata (SE)
					Alt	Üst	
Öğrenim Düzeyi	76,045	0,000					
Ortaokul			11	0,648	0,460	0,836	0,096
Lise			5	0,447	0,302	0,593	0,074
Üniversite			3	0,797	0,488	0,664	0,157

Tablo 7 incelendiğinde X^2 tablosundan %95 anlamlılık düzeyinde 18 serbestlik derecesindeki kritik değer 28,869 olarak tespit edilmiştir. Öğrenim düzeyine göre, oluşturulan gruplar arasındaki homojenlik değeri (Q_B) 76,045 ve p değeri 0,000 olarak bulunmuştur. Gruplar arası homojenlik değerinin kritik değerden büyük olmasından ve p değerinin 0,05'den küçük olmasından dolayı rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. Bu doğrultuda derse yönelik tutum açısından öğrenim düzeyine göre oluşturulan gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. 5E öğrenme modelinin derse yönelik tutuma etkisinin incelendiği çalışmaların öğrenim düzeyine göre etki büyüklüklerine bakıldığında, 5E öğrenme modelinin uygulandığı üniversite düzeyindeki araştırmaların ($ES=0,797$), lise düzeyindeki araştırmaların ($ES=0,447$) ve ortaokul düzeyindeki araştırmaların ($ES=0,648$) orta düzeyde etki büyüklüğüne sahip oldukları belirlenmiştir. Bu bağlamda 5E öğrenme modelinin derse yönelik tutum üzerinde en fazla üniversite düzeyinde, en az ise lise düzeyinde etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmada "Fen alanındaki derslerde uygulanan 5E öğrenme modeli ile ilgili yayınların derse yönelik tutumlar üzerine etki büyüklükleri arasında, ders türü (fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji) açısından bir farklılık var mıdır?" şeklindeki alt problem doğrultusunda, araştırmaya dâhil edilen çalışmaların birleştirilmiş etki büyüklükleri, varyans ve çalışma ağırlıkları belirlenmiş ve bu değerler Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8.
Derse Yönelik Tutum Açısından Etki Büyüklüklerinin Ders Türüne Göre Farkları

Değişken	Gruplar arası Homojenlik Değeri (Q _B)	p	n	ES	ES (%95 CI)		Standart Hata (SE)
					Alt	Üst	
Ders türü	76,045	0,000					
Biyoloji			2	0,921	0,016	1,169	0,126
Fizik			12	0,502	0,355	0,650	0,075
Kimya			5	0,411	0,207	0,615	0,104

Tablo 8 incelendiğinde X² tablosundan %95 anlamlılık düzeyinde 18 serbestlik derecesindeki kritik değer 28,869 olarak tespit edilmiştir. Ders türüne göre oluşturulan gruplar arasındaki homojenlik değeri (Q_B) 76,045 ve p değeri 0,000 olarak bulunmuştur. Gruplar arası homojenlik değerinin, kritik değerden büyük olmasından ve p değerinin 0,05'den küçük olmasından dolayı rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. Bu doğrultuda derse yönelik tutum açısından ders türüne göre oluşturulan gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. 5E öğrenme modelinin derse yönelik tutuma etkisinin incelendiği çalışmaların ders türüne göre etki büyüklüklerine bakıldığında; 5E öğrenme modelinin uygulandığı fizik dersindeki araştırmaların (ES=0,502) ve kimya dersindeki araştırmaların (ES=0,411) orta düzeyde etki büyüklüğüne sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca biyoloji dersindeki araştırmaların (ES=0,921) ise geniş düzeyde etki büyüklüğüne sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu doğrultuda 5E öğrenme modelinin derse yönelik tutum üzerinde en fazla biyoloji dersinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Araştırmada 5E öğrenme modelinin geleneksel öğretim yöntemine göre akademik başarı üzerindeki etkisine ilişkin 2006-2016 yılları arasında, nicel verilere sahip, deneysel desende tasarlanmış, fen bilimleri derslerinde Türkiye'de uygulanmış ve ulusal veya uluslararası yayınlanmış ya da yayınlanmamış tez olmak üzere toplam 30 adet çalışma birleştirilmiştir. Bu araştırma öncesi Kozcu-Çakır (2017) tarafından gerçekleştirilen 5E öğrenme modeli ile ilgili meta analiz çalışmasında, 5E öğrenme modelinin geleneksel öğretim yöntemine göre akademik başarı üzerine çok geniş düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ilgili çalışmada rastgele etkiler modeline göre belirlenen çalışmaların genel etki büyüklüğü değeri 1,017 ve 1,518 güven aralığında ES=1,268 (%95 CI, SE=0,128) ile Cohen (1988) sınıflamasına göre geniş düzeyde bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Kozcu Çakır, 2017). Bu bağlamda bu araştırmada 5E öğrenme modelinin akademik başarı üzerindeki etkisinin hangi öğrenim düzeyinde (ilkokul, ortaokul, lise, üniversite) ve hangi ders türünde (fizik, kimya, biyoloji, fen bilimleri) daha etkili olduğu incelenmiştir. Yapılan analizler sonucu, elde edilen veriler ışığında 5E öğrenme modelinin akademik başarı üzerinde en fazla üniversite düzeyinde, en az ise ilkokul düzeyinde etkisinin olduğu tespit edilmiştir. 5E öğrenme modelinin akademik başarı üzerinde üniversite düzeyinde daha fazla etki büyüklüğüne sahip olmasının sebebi öğrencilerin gelişimsel anlamda daha iyi ve yeterli bilgi birikimine sahip olmaları ve bu doğrultuda uygulamaların daha kolay yapılmış olması olabilir. Bununla ilgili alan yazında yapılmış meta analiz çalışmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayaz, Şekerci (2015a) ve Saraç (2017b) tarafından gerçekleştirilen 5E öğrenme modelinin içinde olduğu yapılandırmacı öğretim ile ilgili meta analiz çalışmalarında da en yüksek etki büyüklüğünün üniversite, en düşük etki büyüklüğünün ise ilkokul düzeyinde elde edildiği tespit edilmiştir. Ayrıca Balta ve Saraç'ın (2016) çalışmalarında 7E öğrenme modelinin akademik başarı üzerinde en yüksek lise düzeyinde bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ancak Saraç (2017a) araştırmasında 5E öğrenme modelinin akademik başarı üzerine öğrenim düzeyleri açısından bir farklılığın olmadığını ifade etmesine rağmen, ilkokul ve lise düzeyinde çok geniş etkiye sahip olduğunu vurgulamıştır. Yapılan araştırmanın bir diğer sonucunda, elde edilen veriler ışığında 5E öğrenme modelinin akademik başarı üzerinde en fazla fizik dersinde, en az ise biyoloji dersinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda benzer sonuçlar Ayaz ve Şekerci (2015a) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da elde edilmiştir. Ancak Ural ve Bümen (2016), Saraç (2017a) tarafından yapılan çalışmalarda 5E öğrenme modelinin akademik başarı üzerine ders türünde bir farklılığın olup olmamasına yönelik en fazla etki büyüklüğünün biyoloji dersinde ve geniş düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir.

Araştırmada 5E öğrenme modelinin geleneksel öğretim yöntemine göre derse yönelik tutum üzerindeki etkisine ilişkin 2006-2016 yılları arasında, nicel verilere sahip, deneysel desende tasarlanmış, fen bilimleri derslerinde Türkiye’de uygulanmış ve ulusal veya uluslararası yayınlanmış ya da yayınlanmamış tez olmak üzere toplam 19 adet çalışma birleştirilmiştir. Bu araştırma öncesi Kozcu-Çakır (2017) tarafından gerçekleştirilen 5E öğrenme modeli ile ilgili meta analiz çalışmasında, 5E öğrenme modelinin geleneksel öğretim yöntemine göre derse yönelik tutum üzerine orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ilgili çalışmada, rastgele etkiler modeline göre belirlenen çalışmaların genel etki büyüklüğü değeri 0,358 ve 0,808 güven aralığında $ES=0,583$ (%95 CI, $SE=0,115$) ile Cohen (1988) sınıflamasına göre orta düzeyde bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Kozcu Çakır, 2017). Bu bağlamda bu araştırmada da, 5E öğrenme modelinin derse yönelik tutum üzerindeki etkisinin hangi öğrenim düzeyinde (ilkokul, ortaokul, lise, üniversite) ve hangi ders türünde (fizik, kimya, biyoloji, fen bilimleri) daha etkili olduğu incelenmiştir. Yapılan analizler sonucu, elde edilen veriler ışığında 5E öğrenme modelinin derse yönelik tutum üzerinde en fazla üniversite düzeyinde, en az ise lise düzeyinde etkisinin olduğu tespit edilmiştir. 5E öğrenme modelinin derse yönelik tutum üzerinde üniversite düzeyinde daha fazla etki büyüklüğüne sahip olmasının sebebi olarak üniversiteye fen alanını tercih ederek gelmeleri ve öğrencilerin fen alanına yönelik olumlu tutumlara sahip olmalarından kaynaklandığı söylenebilir. Bu doğrultuda Ayaz (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan araştırmanın bir diğer sonucunda ise, elde edilen veriler ışığında 5E öğrenme modelinin derse yönelik tutum üzerinde en fazla biyoloji dersinde, en az ise kimya dersinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Bununla ilgili Ayaz (2015) tarafından yapılan çalışmada 5E öğrenme modelinin tutum üzerindeki etkisinde ders türüne göre bir farklılığın olmamasına rağmen, etki büyüklüklerinin ders türüne göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Özetle 5E öğrenme modelinin geleneksel öğretim yöntemine göre öğrencilerin akademik başarı ve derse yönelik tutumları üzerine daha etkili olduğu (Kozcu Çakır, 2017) ve yapılan bu araştırmada da bu etkinin hem akademik başarı hem de derse yönelik tutum açısından öğrenim düzeyi ve ders türüne göre farklılaştığı belirlenmiştir. Bu bağlamda araştırma sonuçları doğrultusunda aşağıdaki durumlar önerilmektedir.

- Bu çalışmada 5E öğrenme modelinin öğrencilerin tutumları üzerine etkisinin orta düzeyde bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda, küçük düzeyde (Ayaz, 2015) ve orta düzeyde (Anıl & Batdı, 2015; Ayaz & Şekerci, 2015b; Saraç, 2017a; Ural & Bümen, 2016) bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda bu etkinin artırılabilmesi için neler yapılması gerektiği araştırılabilir.
- 5E öğrenme modeli ile ilgili yayınların etki büyüklükleri arasında, öğrencilerin ders türüne göre başarılarında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Diğer ders türlerinde de etkililiğin arttırılmasına yönelik nelerin yapılabileceğine dair uygulama örnekleri geliştirilebilir.
- 5E öğrenme modeli ile ilgili yayınların etki büyüklükleri arasında, öğrencilerin öğrenim düzeyine göre başarılarında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Öğrenim düzeyi dikkate alındığında en düşük etkiye sahip olan ilkökul düzeyindeki bu düşünün sebepleri araştırılabilir.
- 5E öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin çok geniş düzeyde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda; Anıl, Batdı (2015), Saraç (2017a), Ural, Bümen (2016) ve Ayaz, Şekerci (2015b) çok geniş düzeyde bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda 5E öğrenme modelinin fen ile ilgili derslerde uygulanmasına yönelik öğretmenler teşvik edilebilir ve uygulama sıkıntılarının giderilmesi için konu hakkında gerekli hizmet içi uygulamalar verilebilir.
- 5E öğrenme modeli ile ilgili yayınların etki büyüklükleri arasında, öğrencilerin ders türüne göre derse yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Diğer ders türlerinde de etkililiğin arttırılmasına yönelik nelerin yapılabileceğine dair uygulama örnekleri geliştirilebilir.

- 5E öğrenme modeli ile ilgili yayınların etki büyüklükleri arasında, öğrencilerin öğrenim düzeylerine göre derse yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiş ve genel anlamda bakıldığında etki değerlerinin çok yüksek olmadığı görülmüştür. Öğrenim düzeyi dikkate alındığında etki değerinin nasıl daha iyi olabileceği araştırılabilir.
- 5E öğretim modelinin etkili olmasından dolayı öğretim programlarında daha çok yer verilebilir.

References

- Açıslı, S. (2014). Genel fizik laboratuvar uygulamalarında 5E öğrenme modeline göre geliştirilen materyallerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarılarına etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 628-641.
- Açıslı, S. & Turgut, Ü. (2011). The examination of the influence of the materials generated in compliance with 5E learning model on physics laboratory applications. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3(2), 562-593.
- Açıslı, S., Turgut, Ü., Altun Yalçın, S., & Gürbüz, F. (2009). Elektrik konusunda 5E öğrenme modeline dayalı öğretimin üniversite öğrencilerinin bilimsel işlem becerilerine ve fizik laboratuvarına karşı tutumlarına etkisi. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(I-II), 80-92.
- Ağgül Yalçın, F. & Bayrakçeken, S. (2010). The effect of 5E learning model on pre-service science teachers' achievement of acid-bases subject. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(2), 508-531.
- Akar, E. (2005). *Effectiveness of 5E learning cycle model on students' understanding of acid-base concepts*. Unpublished master's thesis, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akgöz, S., Ercan, İ., & Kan, İ. (2004). Meta-analizi. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 30(2), 107-112.
- Aksoy, G. & Gürbüz, F. (2013). An example for the effect of 5E model on the academic achievement of students: in the unit of "force and motion". *Inönü University Journal of the Faculty of Education*, 14(2), 1-16.
- Aktamış, H., Hiğde, E., & Özden, B. (2016). Effect of the inquiry-based learning method on students' achievement, science process skills and attitudes towards science: a meta-analysis science. *Turkish Science Education*, 13(4), 248-261.
- Aktaş, M. (2013a). 5E öğrenme modeli ve işbirlikli öğrenme yönteminin biyoloji dersi başarısına etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(3), 37-58.
- Aktaş, M. (2013b). 5E öğrenme modeli ve işbirlikli öğrenme yönteminin biyoloji dersi tutumuna etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 109-128.
- Altun Yalçın, S., Açıslı, S., & Turgut, Ü. (2010). 5E öğretim modelinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel işlem becerilerine ve fizik laboratuvarına karşı tutumlarına etkisi. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 147-158.
- Anıl, V. & Batdı, V. (2015). A comparative meta-analysis of 5E and traditional approaches in Turkey. *Journal of Education and Training Studies*, 3(6), 212-219.
- Ayas, A. (1998). *Fen bilgisi öğretiminde yeni yaklaşımlar*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Ayaz, M. F. & Şekerci, H. (2015a). The Effects of the Constructivist Learning Approach on Student's Academic Achievement: A Meta-Analysis Study. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 14(4), 143-156.
- Ayaz, M.F. (2015). 5E öğrenme modelinin öğrencilerin derslere yönelik tutumlarına etkisi: bir meta-analiz çalışması. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(4), 29-50.
- Ayaz, M.F. & Şekerci, H. (2015b). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının akademik başarıya ve tutuma etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(12-2), 27-44.
- Aydemir, N. (2012). *Effectiveness of 5E learning cycle model on high school students' understanding of solubility equilibrium concept*. Unpublished doctorate dissertation, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydın, N. & Yılmaz, A. (2010). Yapılandırmacı yaklaşımın öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39, 57-68.

- Ayvacı, H.S. & Yıldız, M. (2015). An evaluation of the instruction carried out with printed laboratory materials designed in accordance with 5E model: Reflection of light and image on a plane mirror. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6), 1677-1695.
- Bailar III, J.C. (1995). The practice of meta-analysis. *Journal of Clinical Epidemiology*, 48(1), 149-157.
- Balta, N. & Saraç, H. (2016). The effect of 7e learning cycle on learning in science teaching: A meta-analysis study. *European Journal of Educational Research*, 5(2), 61-72.
- Bıyıklı, C. & Yağcı, E. (2015). The effect of learning experiences designed according to 5E learning model on level of learning an attitude. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 302-325.
- Bilgin, İ., Ay, Y., & Coşkun, H. (2013). 5E öğrenme modelinin ilköğretim 4. Sınıf öğrencilerinin madde konusundaki başarılarına etkisinin ve model hakkındaki öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(4), 1449-1470.
- Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J.P.T., & Rothstein, H.R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. United Kingdom: John Wiley and Sons, Ltd. Publication.
- Bybee, R.W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heineman Publication.
- Ceylan, E. (2008). *Effect of 5E learning cycle model on understanding of state of matter and solubility concepts*. Unpublished doctorate dissertation, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ceylan, E. & Geban, Ö. (2009). Maddenin yoğun fazları ve çözünürlük kavramlarını anlamada 5E öğrenme modelinin kullanımı ile kavramsal değişimin kolaylaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 41-50.
- Christensen, L.B., Johnson, R.B., & Turner, L.A. (2015). *Research methods, design and analysis* (12 nd. Ed.). England: Perason Education Limited.
- Cohen, P.A. (1980). Effectiveness of student-rating feedback for improving college instruction: A meta-analysis of findings. *Research in Higher Education*, 13(4),321-341.
- Cohen, P.A. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Copas, J. & Shi, J.Q. (2000). Meta-analysis, funnel plots and sensitivity analysis. *Biostatistics*, 1(3), 247-262.
- Coşkun, H. (2011). *5E öğrenme modelinin ilköğretim 4. Sınıf öğrencilerinin maddeyi tanıyabilme ünitesindeki başarı, tutum ve zihinsel yapılarına etkisi*. Unpublished master's thesis, Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Çardak, O., Dikmenli, M., & Sarıtaş, Ö. (2008). Effect of 5E instructional model in student success in primary school 6th year circulatory system topic. *Asia-Pasific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(2).
- Çepni, S. & Şahin, Ç. (2012). Effect of different teaching methods and techniques embedded in the 5E instructional model on students' learning about buoyancy force. *Eurasian Journal Physic & Chemistry Education*, 4(2), 97-127.
- Çepni, S. & Şenel Çoruhlu, T. (2014). "Güneş sistemi ve ötesi: uzay bilmecesi" ünitesinde zenginleştirilmiş 5E öğrenme modeline uygun hazırlanan öğrenme ortamlarının öğrenci başarısı üzerine etkisinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 343-369.
- Çepni, S., Şahin, Ç., & İpek, H. (2010). Teaching floating and sinking concepts with different methods and techniques based on the 5E instructional model. *Asia-Pasific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(2), 1-39.

- Çepni, S., Şan, H.M., Gökdere, M., & Küçük, M. (2001). Fen bilgisi öğretiminde zihinde yapılanma kuramına uygun 7e modeline örnek etkinlik geliştirme. Yeni Binyıl Başlangıcında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, ss. 83-92. Maltepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Çetin Dindar, A. (2012). *The effect of 5E learning cycle model on eleventh grade students’ conceptual understanding of acid and bases concepts and motivation to learn chemistry*. Unpublished doctorate Dissertation, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Daşdemir, İ. (2016). The effect of the 5E instructional model enriched with cooperative learning and animations on seventh-grade students’ academic achievement and scientific attitudes. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 9(1), 21-38.
- Devecioğlu Kaymakçı, Y. (2016). Embedding analogical reasoning into 5E learning model: a study of the solar system. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(4), 881-911.
- Dikici, A., Türker, H.H., & Özdemir, G. (2010). 5E öğrenme döngüsünün anlamlı öğrenmeye etkisinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(3), 100-128.
- Diñer, S. (2014). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta- analiz*. Ankara: Pegem A.
- Ekici, F. (2007). *Yapılandırmacı yaklaşıma uygun 5E öğrenme döngüsüne göre hazırlanan ders materyalinin lise 3. Sınıf öğrencilerinin yükseltgenme-indirgenme tepkimeleri ve elektrokimya konularını anlamalarına etkisi*. Unpublished master’s thesis, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Er Nas, S. Çoruhlu, T.Ş., & Çepni, S. (2010). 5E modelinin derinleşme aşamasına yönelik geliştirilen materyalin etkililiğinin değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 17-36.
- Erdoğan, S. (2011). *Elektrik konularının 5E modeline göre öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi*. Unpublished master’s thesis, Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ergin, İ, Kanlı, U., & Tan, M. (2007). Fizik eğitiminde 5E modeli’nin öğrencilerin akademik başarısına etkisinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 191-209.
- Ergin, İ, Ünsal, Y., & Tan, M. (2006). 5E modeli’nin öğrencilerin akademik başarısına ve tutum düzeylerine etkisi: “yatay atış hareketi” örneği. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 1-15.
- Ergin, İ. (2009). 5E modeli’nin öğrencilerin akademik başarısına ve hatırlama düzeyine etkisi: “eğik atış hareketi” örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 11-26.
- Ersoy, İ., Sarıkoç, A., & Berber, N.C. (2013). 5E modelinin derinleşme aşamasına yönelik olarak elektrik manyetizma konusunda hazırlanan materyallerin etkililiği. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 144-154.
- Finley, D.J. (1995). A statistician looks at meta-analysis. *Journal of Clinical Epidemiology*, 48(1), 87-103.
- Güzel, H. (2016). The effect of brightness of lamps teaching based on the 5E model on students’ academic achievement and attitudes. *Educational Research and Reviews*, 11(17), 1670-1678.
- Hanuscin, D. L. & Lee, M. H. (2008). Using the learning cycle as a model for teaching the learning cycle to preservice elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education*, 20(2), 51-66.
- Hırça, N., Çalık, M., & Seven, S. (2011). Effects of guide materials based on 5E model on students’ conceptual change and their attitudes towards physics: A case for “work, power and energy” unit. *Turkish Science Education*, 8(1), 153-158.
- Hunter, J.E. & Schmidt, F.L. (2004). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings* (2nd. Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Keskin, V. (2008). *Yapılandırmacı 5E öğrenme modelinin lise öğrencilerinin basit sarkaç kavramlarını öğrenmelerine ve tutumlarına etkisi*. Unpublished master’s thesis, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Kozcu Çakır, N. (2017). Effect of 5E learning model on academic achievement, attitude and science process skills: meta-analysis study. *Journal of Education and Training Studies*, 5(11), 157-170.
- Lai, A.F, Lai, H.Y., Chuang, W.H., & Wu, Z.H. (2015). Developing a mobile learning management system for outdoors nature science activities based on 5E learning cycle. Paper presented at the International Association for Development of the Information Society (IADIS) International Conference on e-Learning, Spain.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2005). Fen ve teknoloji dersi öğretim programı. Ankara: Milli Eğitim Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2013). Fen bilimleri dersi öğretim programı. Ankara: Milli Eğitim Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2017). Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: Milli Eğitim Yayınları.
- National Research Council (NRC), (1997). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.
- Önder, E. (2011). *Fen ve teknoloji dersi "çalılarda üreme, büyüme ve gelişme" ünitesinde kullanılan yapılandırmacı 5E öğrenme modelinin 6. Sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi*. Unpublished master's thesis, Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özbudak, Z. & Özkan, M. (2014). İnsanda bazı kalıtsal özelliklerin 5E modeline dayalı etkinliklerle öğretiminin akademik başarı, tutum ve kalıcılığa etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 185-206.
- Özsevgeç, T. (2006). Kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E modeline göre geliştirilen öğrenci rehber materyalinin etkililiğinin değerlendirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2), 36-48.
- Özsevgeç, T., Çepni, S., & Bayri, N. (2007). Kalıcı kavramsal değişimde 5E modelinin etkililiği. *Yeditepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2).
- Öztürk Geren, N. & Dökme, İ. (2015). The effect of 5E learning model-based activities on students' scientific process skills and academic achievement. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 76-95.
- Öztürk, N. (2013). *Altıncı sınıf fen ve teknoloji dersi ışık ve ses ünitesinde 5E öğrenme modeline dayalı etkinliklerin öğrenme ürünlerine etkisi*. Unpublished doctorate dissertation, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pabuçcu, A. & Geban, Ö. (2015). 5E öğrenme döngüsüne göre düzenlenmiş uygulamaların asit-baz konusundaki kavram yanılgılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 191-206.
- Prokes, C. (2009). Inquiry based planning and teaching for the 21st century: Impacts of the 5E model in social studies. *Ohio Social Studies Review*, 45(1), 15-21.
- Saka, A. (2006). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının genetik konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde 5E öğrenme modelinin etkisi*. Unpublished master's thesis, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Saraç, H. (2017a). The effect of 5E learning model usage on students' learning outcomes: meta-analysis study. *The Journal of Limitless Education and Research*, 2(2), 16-49.
- Saraç, H. (2017b). Türk Eğitim Sisteminde Akıllı Tahta Kullanımının Öğrencilerin Öğrenme Ürünlerine Etkisi: Meta Analiz Çalışması. *Electronic Turkish Studies*, 12(4), 445-470.
- Saygın, Ö., Altınboz, N. G., & Salman, S. (2006). Yapılandırmacı Öğretim yaklaşımının biyoloji dersi konularını öğrenme başarısı üzerine etkisi: Canlılığın temel birimi hücre. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 51-64.
- Senan, D.C. (2013). Infusing BSCS 5E instructional model with multimedia: A promising approach to develop 21st century skills. *I-managers' Journal on School Educational Technology*, 9(22), 1-7.

- Semerci, Ç. & Batdı, V. (2015). A Meta-Analysis of Constructivist Learning Approach on Learners' Academic Achievements, Retention and Attitudes. *Journal of Education and Training Studies*, 3(2), 171-180.
- Şahin, Ç. & Çepni, S. (2012). Effectiveness of instruction based on the 5E teaching model on students' conceptual understanding about gas pressure. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 6(1), 220-264.
- Temel, S., Dinçol Özgür, S., & Yılmaz, A. (2012). The effect of learning cycle model on preservice chemistry teachers' understanding of oxidation reduction topic and thinking skills. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(1), 287-305.
- Tiryaki, S. (2009). *Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı 5E öğrenme modeli ve işbirlikli öğrenme yönteminin 8. sınıf "ses" ünitesinin işlenmesinde başarıya ve tutuma etkisi*. Unpublished master's thesis, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Toraman, C. & Demir, E. (2016). The effect of constructivism on attitudes towards lessons: A meta-analysis study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 62, 115-142.
- Turgut, Ü. & Gürbüz, F. (2011). Effect of teaching with 5E model on students' behaviors and their conceptual changes about the subject of heat and temperature. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3(2), 679-706.
- Ural, G. ve Bümen, N. (2016). A meta-analysis on instructional applications of constructivism in science and technology teaching: a sample of Turkey. *Education and Science*, 41(185).
- Üstün, U. & Eryılmaz, A. (2014). Etkili araştırma sentezleri yapabilmek için bir araştırma yöntemi: Meta-analiz. *Eğitim ve Bilim*, 39(174), 1-32.
- Yıldız Feyzioğlu, E., Ergin, Ö., & Kocakülâh, M.S. (2012). The effect of 5E learning model instruction on seventh grade students' conceptual understanding of force and motion. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(3), 691-705.
- Zengin, E. (2016). *Ortaokul 8. sınıflarda hücre bölünmeleri konusunun öğretiminde 5E öğrenme modelinin öğrenci başarısına etkisi*. Unpublished master's thesis, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.